

# **ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА**

За редакцією  
Скорика О.П., Полупанова В.М.

Учбовий посібник

*Рекомендовано Міністерством освіти і науки України  
як навчальний посібник для студентів вищих  
навчальних закладів*

Харків 2009

ББК 40.715я73  
П74

УДК 631.22 (075)

*Рецензенти: Пащенко В.Ф. – д-р техн. наук, проф. ХНАУ  
Козаченко О.В. – д-р техн. наук, проф. ХНТУСГ ім. Петра Василенка*

*Гриф надано Міністерством освіти і науки України  
Лист № 14/18-Г-2706 від 16.12.08 року*

**Авторський колектив:**

– від Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка: Скорик О.П., Полупанов В. М., Науменко О.А., Бойко І.Г., Трішин О.К., Петруша Є.З., Троянов М.М., Нанка О.В., Грідасов В.І., Дзюба А.І., Нагорний С.А., Кульбаба С.В., Семенцов В.І., Фісяченко О.І., Соколовська Т.І., Русальов О.М., Щур Т.Г., Чигрин О.А.  
– від Львівського національного аграрного університету: Дмитрів В.Т., Банга В.І., Кондур С.М.

П74

Проектування технологій і технічних засобів для тваринництва.

За ред. Скорика О.П., Полупанова В.М (авт. Науменко О.А., Бойко І.Г., Грідасов В.І., Дзюба А.І. та інші) Харків ХНТУСГ, 2009. – 429 с. Укр. мовою

**ISBN 5-337-01616-4**

У навчальному посібнику приведені задачі, організація виконання та структура кваліфікаційних робіт бакалаврів, спеціалістів і магістрів; методика виконання технологічних розрахунків кваліфікаційних робіт та конструктивних розрахунків машин та обладнання для тваринництва, методика виконання магістерських робіт.

Посібник рекомендується для студентів вищих навчальних закладів України по спеціальностях 7.090.215 «Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва» та 7.091.902 «Механізація сільського господарства», а також може бути корисний для слухачів курсів підвищення кваліфікації, наукових працівників і спеціалістів сільського господарства інженерного профілю.

Табл. 68. Іл.143. Бібліографія: 87 назв.

ББК 40.715я73

**ISBN 5-337-01616-4**

© Скорик О.П., Полупанов В.М., Науменко О.А.,  
Бойко І.Г., Грідасов В.І., Дзюба А.І. та інші

©ХНТУСГ, 2009

## ЗМІСТ

ЗМІСТ .....	3
ВСТУП.....	9
1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ЗАДАЧІ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ БАКАЛАВРІВ І СПЕЦІАЛІСТІВ .....	11
2 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ І СТРУКТУРА КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ БАКАЛАВРІВ І СПЕЦІАЛІСТІВ .....	12
2.1 ВИБІР ТА УЗГОДЖЕННЯ ТЕМ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ .....	12
2.2 ПОРЯДОК ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	12
2.3 ОРГАНІЗАЦІЯ ЗАХИСТУ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ.....	13
2.4 ТЕМАТИКА ТА ЗМІСТ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ .....	15
2.4.1 ТЕМАТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ СПЕЦІАЛІСТІВ (СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 7.090.215 “МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА).....	15
2.4.2 ТЕМАТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ НАПРЯМКУ ПІДГОТОВКИ БАКАЛАВРІВ (6.100.102 “ПРОЦЕСИ, МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ АГРОПРОМИСЛОВОГО ВИРОБНИЦТВА”).....	17
2.4.3 ТЕМАТИКА КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ СПЕЦІАЛІСТІВ (СПЕЦІАЛЬНІСТЬ 7.091.902 “МЕХАНІЗАЦІЯ СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА”).....	18
3 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ЗАДАЧІ ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКИХ РОБІТ .....	20
3.1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ .....	20
3.2 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКИХ РОБІТ І ВИМОГИ ДО ЇХ ОФОРМЛЕННЯ ....	21
3.3 ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ МАГІСТЕРСЬКИХ РОБІТ .....	25
3.4 ТЕМАТИКА ТА СТРУКТУРА МАГІСТЕРСЬКИХ РОБІТ .....	30
4 МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РОЗРАХУНКІВ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ .....	35
4.1 ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ .....	35
4.1.1 СИСТЕМИ І СПОСОБИ УТРИМАННЯ ТВАРИН І ПТИЦІ.....	35
4.1.2 ВИЗНАЧЕННЯ СТРУКТУРИ СТАДА.....	54
4.1.3 НОРМИ ГОДІВЛІ І СКЛАДАННЯ РАЦІОНІВ.....	55
4.1.4 ОСНОВИ РОЗРАХУНКУ ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЗОВАНОГО ПОТОКОВОГО ВИРОБНИЦТВА.....	64
4.1.4.1 ОСНОВНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ МЕХАНІЗОВАНИХ ПОТОКІВ В ПТЛ .....	64
4.1.4.2 ПАРАМЕТРИ ПОТОКОВОГО ВИРОБНИЦТВА .....	65
4.1.4.3 РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ МЕХАНІЗОВАНОГО ПОТОКОВОГО ВИРОБНИЦТВА .....	65
4.1.5 ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ ВИРОБНИЧИХ ПРИМІЩЕНЬ.....	68
4.2 ПРОЕКТУВАННЯ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ .....	69
4.2.1 ВИБІР ДІЛЯНКИ.....	70
4.2.2 УМОВИ РОЗРОБКИ СХЕМИ ГЕНЕРАЛЬНОГО ПЛАНУ .....	71
4.2.3 ВНУТРІШНЄ ПЛАНУВАННЯ ІНЖЕНЕРНО-БУДІВЕЛЬНИХ СПОРУД В ТВАРИНИЦЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ.....	81
4.2.4 ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА .....	109

4.3	ПРОЕКТУВАННЯ І РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ..	117
4.3.1	ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ .....	117
4.3.2	ОБҐРУНТУВАННЯ І ВИБІР ТЕХНОЛОГІЇ ОБРОБКИ КОРМІВ. СКЛАДАННЯ СХЕМИ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ. ....	118
4.3.3	РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ КОРМІВ.....	122
4.3.4	РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ НАВАНТАЖЕННЯ І ПІДВОЗУ КОРМІВ .	123
4.3.5	РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ ПРИГОТУВАННЯ КОРМІВ .....	124
4.4	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЛІНІЇ РОЗДАВАННЯ КОРМІВ.....	127
4.4.1	ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ .....	127
4.4.2	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК МОБІЛЬНИХ КОРМОРОЗДАВАЧІВ.....	129
4.4.3	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК СТАЦІОНАРНИХ КОРМОРОЗДАВАЧІВ.....	132
4.4.4	РОЗРАХУНОК ПТЛІ РОЗДАВАННЯ КОРМІВ З КООРДИНАТНОЮ СИСТЕМОЮ	134
4.4.5	РОЗРАХУНОК ПРОЦЕСУ РОЗДАВАННЯ КОРМІВ З ПНЕВМОСКРЕБКОВИМИ КОРМОРОЗДАВАЧАМИ.....	135
4.5	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЛІНІЇ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	137
4.5.1	ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ, ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ	137
4.5.2	ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ .....	138
4.5.3	РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ .....	140
4.6	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЛІНІЇ ДОЇННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ТВАРИН ..	146
4.6.1	ЗООТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ПРОЦЕСУ ДОЇННЯ.....	146
4.6.2	ВИБІР ВАРИАНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЗАСОБІВ МАШИННОГО ДОЇННЯ.....	147
4.6.3	РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ПРОЦЕСУ ДОЇННЯ ТА КІЛЬКОСТІ ДОЇЛЬНОГО ОБЛАДНАННЯ .....	151
4.6.4	ВИКОРИСТАННЯ РОБОТИЗОВАНИХ ДОЇЛЬНИХ УСТАНОВОК .....	152
4.7	ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЦЕСУ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА.....	154
4.7.1	СПОСОБИ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА.....	154
4.7.2	ВИЗНАЧЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА .....	156
4.7.3	ВИЗНАЧЕННЯ КІЛЬКОСТІ РЕЗЕРВУАРІВ.....	157
4.7.4	ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ ТЕПЛО- ТА ХОЛОДОАГЕНТІВ .....	158
4.8	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ЛІНІЇ ПРИБИРАННЯ ГНОЮ В ТВАРИННИЦЬКИХ ПРИМІЩЕННЯХ.....	159
4.8.1	ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ .....	159
4.8.2	ДЕЯКІ ТЕХНОЛОГІЧНІ СХЕМИ ВИДАЛЕННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЯ ГНОЮ .....	161
4.8.3	ДОБОВИЙ ВИХІД ГНОЮ І ВИТРАТА ПІДСТИЛКОВОГО МАТЕРІАЛУ .....	166
4.8.4	РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЛІНІЇ ПРИБИРАННЯ ГНОЮ.....	167
4.8.5	РОЗРАХУНОК ГНОЄСХОВИЩ .....	169
4.8.6	РОЗРАХУНОК ЛІНІЇ ПЕРЕРОБКИ ГНОЮ .....	169
4.9	ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЛІНІЙ В ПТАХІВНИЦТВІ.....	177
4.9.1	РОЗРАХУНОК КІЛЬКОСТІ КЛІТКОВИХ БАТАРЕЙ .....	177
4.9.2	ТЕХНОЛОГІЧНА ЛІНІЯ ГОДУВАННЯ ПТИЦІ.....	177
4.9.3	ТЕХНОЛОГІЧНА ЛІНІЯ НАПУВАННЯ ПТИЦІ .....	181
4.9.4	ТЕХНОЛОГІЧНА ЛІНІЯ ВИДАЛЕННЯ ПОСЛІДУ .....	181
4.9.5	ТЕХНОЛОГІЧНА ЛІНІЯ ЗБИРАННЯ ТА ОБРОБКИ ЯЄЦЬ .....	184



4.10	РОЗРАХУНОК МЕХАНІЗОВАНОГО ПРОЦЕСУ СТРИЖКИ ОВЕЦЬ .....	187
4.11	РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ОБЛАДНАННЯ МІКРОКЛІМАТУ ПРИМІЩЕНЬ .....	191
4.11.1	СИСТЕМИ ВЕНТИЛЯЦІЇ .....	191
4.11.2	РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ МІКРОКЛІМАТУ .....	193
4.11.3	РОЗРАХУНОК ВИТЯЖНИХ І ПРИТОЧНИХ (ПРИПЛИВНИХ) КАНАЛІВ .....	196
4.11.4	УЛЬТРАФІОЛЕТОВЕ ОПРОМІНЕННЯ .....	197
4.11.5	СИСТЕМИ ОСВІТЛЕННЯ .....	198
5.	МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ РОЗРАХУНКІВ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА .....	201
5.1	ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ РОЗРАХУНКУ МАШИН ДЛЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ПІД- ПРИЄМСТВ .....	201
5.1.1	УЗАГАЛЬНЮЮЧІ ПОЛОЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНОЇ РОЗРАХУНКОВОЇ ЧАСТИНИ ДИПЛОМНОГО (КУРСОВОГО) ПРОЕКТУ .....	201
5.1.2	ЗООІНЖЕНЕРНІ ВИМОГИ ДО МАШИНИ, ЯКА РОЗРОБЛЯЄТЬСЯ .....	202
5.1.3	ВИБІР ТА ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ МАШИНИ, ЯКА РОЗ- РОБЛЯЄТЬСЯ .....	203
5.1.4	ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОЇ КОНСТРУКЦІЇ МАШИНИ ТА ОБЛАДНАННЯ .....	203
5.1.5	КОНСТРУКТИВНА СХЕМА МАШИНИ .....	203
5.1.6	ВИБІР КІНЕМАТИЧНОЇ СХЕМИ МАШИНИ .....	203
5.1.7	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК МАШИНИ .....	204
5.1.8	РОЗРАХУНОК ПРОДУКТИВНОСТІ МАШИНИ .....	205
5.1.9	КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗРАХУНОК РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИНИ .....	205
5.1.10	РОЗРАХУНОК МІЦНОСТІ ВУЗЛІВ ТА ДЕТАЛЕЙ МАШИНИ .....	205
5.2	РОЗРАХУНКИ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКЦІЙ ТА РОБОЧИХ ОРГАНІВ СОЛОМО- СИЛОСОРИЗОК .....	206
5.2.1	ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ .....	206
5.2.2	ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ДИСКОВИХ СОЛОМОСИЛОСОРИЗОК ..	206
5.2.3	ВИЗНАЧЕННЯ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ БАРАБАННИХ СОЛОМОСИЛОСОРИЗОК ..	210
5.2.4	РОЗРАХУНКИ ШТИФТОВОГО ПОДРІБНЮВАЧА .....	211
5.2.5	РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ НА ПРИВОД ПОДРІБНЮВАЧА .....	213
5.2.6	ВИЗНАЧЕННЯ ГЕОМЕТРИЧНИХ І КІНЕМАТИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ЖИВИЛЬНИКА ..	213
5.2.7	ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ВАЛЬЦІВ ЖИВИЛЬНИКА .....	214
5.2.8	ВИЗНАЧЕННЯ ПОТУЖНОСТІ, НЕОБХІДНОЇ ДЛЯ ПРИВОДУ ЖИВИЛЬНИКА ...	215
5.2.9	РОЗРАХУНКИ ПНЕВМАТИЧНОГО ВИВАНТАЖУВАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ .....	216
5.3	РОЗРАХУНКИ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКЦІЙ ТА РОБОЧИХ ОРГАНІВ ДРОБАРОК КОРМІВ	217
5.3.1	ЗООТЕХНІЧНІ ВИМОГИ ДО ТЕХНОЛОГІЧНИХ ОПЕРАЦІЙ ДРОБАРОК ПРИ ПРИГОТУВАННІ КОНЦЕНТРОВАНИХ КОРМІВ .....	217
5.3.2	РОЗРАХУНОК МОЛОТКОВИХ ДРОБАРОК .....	218
5.3.2.1	КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗРАХУНОК МОЛОТКОВИХ ДРОБАРОК .....	218
5.3.2.2	РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ВІДВОДУ І РОЗПОДІЛУ ПРОДУКТІВ ПОДРІБНЕННЯ	224
5.3.2.3	ВИЗНАЧЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДРОБАРКИ .....	227
5.3.3	ВАЛЬЦЬОВІ МЛИНИ .....	230
5.3.3.1	БУДОВА І РОБОТА ВАЛЬЦЬОВИХ МЛИНІВ .....	230

5.3.3.2 Розрахунок конструктивних параметрів і техніко-економічних показників вальцьових млинів .....	232
5.4 Розрахунки параметрів конструкцій та робочих органів мийок і подрібнювачів коренебульбоплодів .....	234
5.4.1 Основні вимоги до машин .....	234
5.4.2 Розрахунки шнекової мийки .....	235
5.4.3 Розрахунки дискового подрібнювача коренеплодів .....	237
5.5 Розрахунок параметрів конструкцій та робочих органів дозаторів ...	239
5.5.1 Загальні відомості .....	239
5.5.2 Розрахунок бункерів .....	240
5.5.3 Барабанні та секторні дозатори .....	242
5.5.4 Стрічкові дозатори .....	245
5.5.5 Шнекові дозатори .....	247
5.5.6 Дискові та тарілкові дозатори .....	248
5.5.7 Відцентрові дозатори .....	250
5.5.8 Вібраційні лоткові дозатори .....	252
5.6 Розрахунки параметрів конструкцій та робочих органів змішувачів кормів .....	252
5.6.1 Сутність процесу змішування і його коротка характеристика ...	252
5.6.2 Стан і перспективи розвитку устаткування для змішування .....	254
5.6.3 Розрахунок параметрів шнекових змішувачів безперервної дії ...	256
5.6.4 Розрахунок параметрів двовальних лопатевих змішувачів періодичної дії .....	259
5.6.5 Розрахунок параметрів одновальних лопатевих змішувачів періодичної дії .....	261
5.7 Розрахунки параметрів конструкцій та робочих органів роздавачів кормів .....	262
5.7.1 Загальні вимоги .....	262
5.7.2 Розрахунок робочих органів стаціонарних кормороздавачів .....	263
5.7.2.1 Розрахунок стрічкових робочих органів .....	263
5.7.2.2 Розрахунок ланцюгово-планчатих робочих органів .....	269
5.7.2.3 Розрахунок ланцюгових робочих органів .....	271
5.7.2.4 Розрахунок скребкових робочих органів .....	273
5.7.2.5 Розрахунок шнекових робочих органів .....	278
5.7.2.6 Розрахунок спіральні-гвинтових транспортерів .....	281
5.7.2.7 Розрахунок пристроїв для транспортування кормів по трубам ...	284
5.7.3 Розробка робочих органів мобільних кормороздавачів .....	286
5.7.4 Розрахунок енергетичних показників кормороздавача .....	288
5.8 Розрахунки параметрів конструкцій та робочих органів машин для доїння .....	291
5.8.1 Загальні відомості .....	291
5.8.2 Визначення витрат повітря доїльною машиною .....	292
5.8.3 Розрахунок втрат вакуумметричного тиску .....	294
5.8.4 Обґрунтування взаємозв'язку параметрів ротаційного лопатевого вакуумного насоса .....	296

5.8.5	ОПТИМІЗАЦІЙНИЙ ВИБІР КОНСТРУКТИВНИХ ПАРАМЕТРІВ ВАКУУМНОГО НАСОСА.....	299
5.8.6	КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ АНАЛІЗ ДОЇЛЬНИХ АПАРАТІВ .....	301
5.8.7	РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ СКЛАДОВИХ ДОЇЛЬНИХ АПАРАТІВ .....	303
5.9	РОЗРАХУНКИ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКЦІЙ ТА РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН ДЛЯ ПЕРВИННОЇ ОБРОБКИ МОЛОКА.....	309
5.9.1	ВИЗНАЧЕННЯ КРИТЕРІЇВ ПОДІБНОСТІ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ГІДРОДИНАМІЧНИХ РОЗРАХУНКІВ .....	310
5.9.2	РОЗРАХУНОК ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ .....	311
5.10	РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКЦІЙ ТА РОБОЧИХ ОРГАНІВ МАШИН ДЛЯ ПРИБИРАННЯ ТА УТИЛІЗАЦІЇ ГНОЮ .....	314
5.10.1	РОЗРАХУНОК СКРЕБКОВИХ ТРАНСПОРТЕРІВ КОЛОВОЇ ДІЇ.....	314
5.10.2	ГІДРАВЛІЧНИЙ СПОСІБ ВИДАЛЕННЯ РІДКОГО ГНОЮ .....	319
5.11	РОЗРАХУНКИ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКЦІЙ ТА РОБОЧИХ ОРГАНІВ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ВОДОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТВАРИННИЦЬКИХ ПІДПРИЄМСТВ .....	322
5.11.1	ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ.....	322
5.11.2	РОЗРАХУНОК ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ВІДЦЕНТРОВОГО НАСОСА ..	323
5.11.3	ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗРАХУНОК ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ СТРУМЕННИХ НАСОСІВ .....	325
5.11.4	РОЗРАХУНОК ГЕОМЕТРИЧНИХ ПАРАМЕТРІВ ПОРШНЕВИХ НАСОСІВ.....	325
5.11.5	РОЗРАХУНОК ПОТУЖНОСТІ НА ПРИВОД РОБОЧОГО ОРГАНУ.....	327
5.12	РОЗРАХУНКИ ПАРАМЕТРІВ КОНСТРУКЦІЙ ТА РОБОЧИХ ОРГАНІВ ОБЛАДНАННЯ ПІДПРИЄМСТВ ПТАХІВНИЦТВА .....	328
5.12.1	ТИПИ КЛІТКОВИХ БАТАРЕЙ І ТИПИ КОМПЛЕКТІВ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ УТРИМАННЯ ПТИЦІ НА ПІДЛОЗІ ЯКІ ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ В ПТАХІВНИЦТВІ.....	328
5.12.2	РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ КЛІТКОВИХ БАТАРЕЙ.....	329
6	МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ ПРИ ВИКОНАННІ МАГІСТЕРСЬКИХ РОБІТ.....	332
6.1	ОСНОВИ НАУКОВОГО ПІЗНАННЯ.....	332
6.1.1	ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ.....	332
6.1.2	ОСОБЛИВОСТІ НАУКОВОГО ПІЗНАННЯ.....	335
6.1.3	МЕТОДИ НАУКОВОГО ПІЗНАННЯ.....	338
6.1.4	РІВНІ МЕТОДІВ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	341
6.2	ВИБІР НАПРЯМКУ ТА ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ..	342
6.2.1	ЗАГАЛЬНІ ПОНЯТТЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ .....	342
6.2.2	ВИБІР ТЕМИ НАУКОВОГО ДОСЛІДЖЕННЯ .....	343
6.2.3	ВИДИ ТИПОВИХ ЗАДАЧ ТА РІВНІВ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	344
6.2.4	ПОСЛІДОВНІСТЬ ВИКОНАННЯ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	345
6.2.4	ЕТАПИ ВИКОНАННЯ НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ РОБІТ .....	346
6.3	МЕТОДИКА ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	347
6.3.1	ЗАВДАННЯ ТА СТРУКТУРА ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	347
6.3.2	СУЧАСНІ МЕТОДИ ТЕОРЕТИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	349
6.3.3	СУТНІСТЬ МЕТОДІВ ФІЗИЧНОГО ТА МАТЕМАТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ...	350
6.3.4	СУТНІСТЬ СТАТИСТИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ .....	351

6.4 МЕТОДИКА ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	352
6.4.1 ПОНЯТТЯ ТА ВИДИ НАУКОВОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ .....	352
6.4.2 ЕТАПИ ПІДГОТОВКИ НАУКОВОГО ЕКСПЕРИМЕНТУ .....	355
6.4.3 СУТНІСТЬ КЛАСИЧНОГО ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ .....	357
6.4.4 СУТНІСТЬ МАТЕМАТИЧНОГО ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ ТА ОБРОБКИ РЕЗУЛЬТАТІВ .....	358
ДОДАТКИ.....	365
ЛІТЕРАТУРА.....	426

## ВСТУП

Технічне переоснащення тваринництва на основі застосування високоефективних комплектів машин є одним з важливих і необхідних чинників відродження і розвитку тваринництва на майбутнє.

Під впливом нової техніки відбувається вдосконалення організаційно-технологічних основ виробництва продукції (підвищується концентрація виробництва, вносяться принципово нові зміни в способи утримання і годування тварин), технології виконання процесів підготовки кормів до згодовування: подрібнення, змішування, збагачення і балансування раціонів, забезпечення місця існування тварин відповідно до їх фізіологічних потреб, що приводить до поліпшення і підвищення використання продуктивного (генетичного) потенціалу тварин, підвищуються економічні показники виробництва (продуктивність праці, знижуються витрати ресурсів на отримання продукції, обслуговування тварин, виконання процесів), поліпшується якість продукції і ціна її реалізації, скорочуються втрати і нераціональне використання сировини і матеріалів.

Крім відміченого надзвичайно великий позитивний вплив техніки в сільському господарстві і в тваринництві на соціальні чинники виробництва: поліпшення умов праці працівників, підвищення рівня освіти і професійної підготовки.

Затяжна криза, що зберігається, в сільському господарстві і обумовлене їм обвальне скорочення об'ємів виробництва і поголів'я тварин, зниження рівня живлення і споживання високоякісних продуктів тваринного походження, зростання питомих витрат матеріальних, трудових і енергетичних ресурсів і низька ефективність підгалузей тваринництва пояснюється не тільки недосконалістю здійснюваної економічної політики в аграрній сфері, але і украй низькою оснащеністю об'єктів сучасними і високоефективними машинами, знаряддями, засобами автоматизації і контролю.

В результаті відміченого зростають витрати робочого часу і кормів на отримання продукції, ускладнюються умови для застосування ресурсозберігаючих технологій (нормування годування, якісної підготовки кормів, оптимізації параметрів мікроклімату), підвищення рівня реалізації генетичного потенціалу тварин, зниження витрат і поліпшення якості продукції.

Дослідженнями, досвідом роботи господарств в різних регіонах доведено, що висока ефективність в тваринництві досягається на основі застосування техніки для комплексної механізації виконання основних технологічних процесів: приготування і роздача кормів, доїння корів, прибирання гною, поїння (найбільш трудомістких) і так званих, допоміжних процесів: опалювання і вентиляція, опромінювання, обслуговування (виросування) молодняку, очищення, охолодження і зберігання молока, ветеринарне обслуговування, прив'язка і відв'язування тварин тощо.

Тому комплексне здійснення механізації ферм на основі систем взаємо узгоджених машин з урахуванням організаційно-економічних, природнокліматичних і технологічних умов, а також особливостей енергозабезпечення, об'ємно-планувальних і будівельних рішень, забезпечення кваліфікованими кадрами є економічно обґрунтованим, стратегічним напрямом технічної політики в тваринництві.

ві. Застосування навіть найсучасніших рішень для механізації окремих технологічних процесів не забезпечить отримання необхідного економічного ефекту.

При розробці машин для механізації тваринництва повинне бути забезпечене вирішення наступних економічних і соціальних задач:

- створення принципово нової, універсальної і багатофункціональної техніки і прогресивних технологій, що забезпечують комплексну механізацію і автоматизацію виконання процесів і операцій виробництва екологічно чистої продукції і первинної її обробки в різних типах господарств і ферм, з урахуванням кліматичних і зональних умов, особливостей технологій виробництва продукції;

- заміщення або максимальне скорочення ручної праці при обслуговуванні тварин, первинній переробці продукції, питома вага якого в даний час складає 35.45%, а в репродукторних цехах більше - 60%, поліпшення умов праці персоналу на основі створення і застосування високоефективних машин і комплектів поточкових ліній;

- підвищення в 1,5-2,0 рази надійності і довговічності техніки, поліпшення її умов експлуатації, виключення травматизму персоналу і тварин;

- зниження на 20-35% питомій матеріаломісткості і енергоємності і на 50-80% трудомісткості виробництва продукції і обслуговування тварин.

Крім відмічених показників слід також визначати терміни окупності інвестицій, рентабельність виробництва кінцевої продукції: молока, приросту худоби, продукції свинства, птахівництва, вівчарства, енергоємність продукції.

Необхідно також вичленити вплив нової техніки на збільшення маси прибутку за рахунок збільшення виробництва продукції, підвищення якості і, відповідно, цін її реалізації, зниження витрат на корми і інші ресурси, усунення штрафів і фіскальних платежів за забруднення водного і повітряного басейнів, ґрунтів. Ці джерела підвищення ефективності виробництва продукції стають основою відродження тваринництва і технічного переоснащення об'єктів на базі прогресивних систем машин і комплектів автоматизованого устаткування.

Даний посібник призначено для допомоги студентам очної та заочної форм навчання у вирішенні всіх основних питань, які виникають в процесі виконання кваліфікаційних робіт “бакалаврів”, “спеціалістів” (“Положення про освітньо-кваліфікаційні рівні (ступеневу освіту)”. Постанова від 20 січня 1998р. №65. Київ) вищих навчальних закладів з урахуванням напряму підготовки бакалаврів (6.100.102 “Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва”) та спеціальностей (7.090.215 “Машини та обладнання с.-г. виробництва” та 7.091.902 “Механізація сільського господарства”).

## **1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ЗАДАЧІ ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ БАКАЛАВРІВ І СПЕЦІАЛІСТІВ**

Основною метою виконання кваліфікаційної роботи є закріплення та поглиблення теоретичних знань і придбання практичних навичок, питання планування, розрахунків, технічного та економічного обґрунтування при розробці конструкцій машин і механізмів, їх ремонту та експлуатації, вирішення перспективних задач, які виникають у розвитку сільськогосподарського виробництва з урахуванням нової технології, комплексної механізації, економічної ефективності і наукової організації виробництва і праці.

Об'єктом вивчення і проектування є окремі спеціалізовані тваринницькі ферми сільськогосподарських підприємств. Кваліфікаційна робота розробляється на рівні проектного завдання, яке містить елементи технічного і робочого проектів в перспективному плані розвитку ферм. За перспективу приймається план розвитку тваринництва в даному господарстві на найближчі 5-10 років. Питання механізації вирішуються комплексно з технологією, будівництвом, обладнанням поточних ліній та елементів автоматизації.

Вдосконалення конструкції машин та механізмів в кваліфікаційній роботі здійснюється в напрямку створення комбінованих та універсальних, більш надійних в експлуатації машин, на основі наукових досягнень, пропозицій раціоналізаторів, попиту виробництва, а також результатів досліджень студентів в гуртках СНТ.

При завершенні кваліфікаційної роботи ставиться задача досягти також інженерно – технологічного вирішення проблеми, яке б забезпечувало одержання техніко – економічних показників на рівні перспективного розвитку тваринництва в даній сільськогосподарській зоні.

В залежності від освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр” або “спеціаліст”, студенти на відповідних курсах виконують кваліфікаційні роботи: “Дипломний проект” або “Дипломну роботу”.

Кваліфікаційний дипломний проект для освітньо – кваліфікаційного рівня “бакалавр” – це комплекс задач, які пов'язаних між собою, і об'єднує такі дисципліни, як “Технологія виробництва продукції тваринництва”, “Гідравліка”, “Теплотехніка”, “Деталі машин”, “Вантажопідйомні машини”, “Технічне креслення” та інші. Вирішення їх направлено на конструктивну розробку машини для виконання заданого технологічного процесу.

Кваліфікаційна дипломна робота для освітньо-кваліфікаційного рівня “спеціаліст” – це вирішення комплексної задачі, яка поставлена конкретними виробничими умовами і направлена на розробку нового або удосконалення існуючого технологічного процесу виробництва продукції на основі розвитку галузі.

## **2 ОРГАНІЗАЦІЯ ВИКОНАННЯ І СТРУКТУРА КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ БАКАЛАВРІВ І СПЕЦІАЛІСТІВ**

### **2.1 Вибір та узгодження тем кваліфікаційних робіт**

В шостому семестрі студенти вибирають спеціалізацію і подають заяву до деканату. Деканат розглядає заяви та видає наказ про закріплення студентів за профільюючими кафедрами. На кафедрах організуються зустрічі студентів з ведучими викладачами та вченими. Проводиться знайомство з напрямками наукових досліджень, що ведуться на кафедрах. Профільюючі кафедри розробляють тематики кваліфікаційних робіт, які є актуальними, відповідають сучасному станові та перспективам розвитку сільськогосподарської науки і техніки. До кінця шостого семестру перелік тем, повинен бути розглянутий на засіданні методичної комісії факультету та затверджений на раді факультету. Студент має право самостійно вибрати тему кваліфікаційної роботи або запропонувати свою з обґрунтуванням доцільності розробки.

Для закріплення відповідної теми студент пише заяву на ім'я завідувача кафедри, після чого на засіданні кафедри затверджується тема кваліфікаційної роботи.

Кваліфікаційні роботи можуть також виконуватися на замовлення сільськогосподарських підприємств, установ, господарств різної форми власності.

Керівниками кваліфікаційної роботи призначаються професори, доценти, старші викладачі, наукові співробітники та висококваліфіковані спеціалісти сільськогосподарського виробництва.

Всі питання, які пов'язані з узгодженням та змінами тем кваліфікаційних робіт, вирішуються на кафедрах до видання наказу ректора про направлення студентів на переддипломну практику.

У відповідності з заявами та рішеннями кафедри завідувач складає списки виконавців кваліфікаційних робіт своєї кафедри для розрахунку навантаження на майбутній навчальний рік.

На період літньої виробничої практики студент отримує завдання від керівника роботи на самостійне вивчення технологічних процесів, техніки та обладнання по темі кваліфікаційної роботи.

### **2.2 Порядок виконання кваліфікаційної роботи**

Перед початком експлуатаційної та ремонтної практики керівник видає студентів завдання на збір додаткової інформації для виконання кваліфікаційної роботи.

В дев'ятому семестрі на всіх профільюючих кафедрах студенти виконують курсові проекти та роботи, як правило, виходячи з вибраної теми кваліфікаційної роботи для подальшого використання цих матеріалів.

Остаточне закріплення теми кваліфікаційної роботи оформлюється наказом ректора університету перед направленням студента на переддипломну практику. Одночасно студент отримує завдання на кваліфікаційну роботу, яке складається керівником та затверджується завідувачем кафедри.

Керівник разом із студентом на протязі першого тижня проектування розробляє календарний графік з зазначенням терміна виконання окремих розділів



роботи, здійснює методичне та організаційне керування, систематично проводить консультації та контролює виконання кваліфікаційної роботи.

Студент може виконувати кваліфікаційну роботу в спеціально обладнаних аудиторіях університету під безпосереднім керівництвом викладача або самостійно, використовуючи науково – технічну літературу, довідники, типові проекти ті інші джерела.

Кожні два тижні студент повинен звітувати перед своїм керівником, який, в свою чергу, сповіщає про це завідувача кафедри. Завідувачі кафедрами в установленій термін подають в деканат відомості про хід виконання кваліфікаційної роботи на кафедрі.

Якщо студент – виконавець кваліфікаційної роботи на протязі місяця без причин не приступив до виконання або не виконує план – графік, він, за представленням керівника та рішенням кафедри, відраховується із університету в зв'язку з невиконанням вимог навчального процесу.

Випускаючі кафедри розробляють та забезпечують студентів – виконавців кваліфікаційної роботи методичними вказівками для виконання.

Кваліфікаційна робота повинна розкривати питання технології, комплексної механізації, наукової організації праці, безпеки життєдіяльності та економічного обґрунтування ефективності.

Закінчена та перевірена кваліфікаційна робота підписується студентом, консультантами, нормо - контролером і подається керівникові.

Керівник кваліфікаційної роботи, після її перегляду та підписання, складає письмовий відгук про виконану студентом роботу. У ньому керівник відмічає якість виконаної роботи, її позитивні та негативні сторони, ініціативу, проявлену студентом, тощо.

Кваліфікаційна робота разом з відгуком подається завідувачу кафедри, який, після ознайомлення, вирішує питання про допуск студента до захисту.

В разі позитивного рішення завідувач кафедри ставить свій підпис на титульному аркуші, а в разі негативного – питання вирішується на засіданні кафедри з участю керівника. Протокол засідання кафедри через декана факультету, подається на затвердження ректорові університету.

Допущений до захисту кваліфікаційної роботи направляється на рецензію. Склад рецензентів затверджується деканом за представленням завідувачів кафедрами. Рецензентами можуть бути інженери – механіки викладачі університету, що не працюють на кафедрі, на якій виконується дипломний проект, або висококваліфіковані спеціалісти сільськогосподарського виробництва.

На кваліфікаційні роботи, які виконані на замовлення підприємств, установ, господарств, рецензії подаються замовниками.

Деканат факультету знайомить студента – виконавця кваліфікаційної роботи з рецензією і направляє кваліфікаційну роботу разом з рецензією в ДЕК на захист.

### **2.3 Організація захисту кваліфікаційних робіт**

Захист кваліфікаційних робіт проводиться на відкритих засіданнях державних екзаменаційних комісій (ДЕК) в присутності не менше половини її складу та обов'язковій присутності голови комісії.

Присутність на захисті керівника кваліфікаційної роботи обов'язкова.

Державні екзаменаційні комісії створюються щорічно.

Голови ДЕК призначаються наказом Міністерства аграрної політики України за поданням ректора університету з числа провідних вчених або спеціалістів виробництва, які мають фах інженера – механіка. До складу ДЕК на правах її членів можуть входити ректор університету або один з його проректорів, декан факультету або його замісники, завідувачі кафедрами, професори, доценти, викладачі профільюючих кафедр, провідні виробничники та науковці.

Персональний склад членів ДЕК та графіки їх роботи затверджуються наказом ректора університету не пізніше, ніж за місяць до початку роботи комісій.

Державним екзаменаційним комісіям до початку захисту кваліфікаційних робіт деканатом подаються такі документи:

- наказ про затвердження складу ДЕК;
- наказ про затвердження тем кваліфікаційних робіт;
- списки студентів, які допущені до захисту кваліфікаційних робіт;
- довідки деканату про виконання студентом навчального плану, про отримані ним оцінки з теоретичних дисциплін, курсових проектів і робіт, з учбової та виробничої практики, державних екзаменів із спеціальних дисциплін та комплексного іспиту з загально – інженерної підготовки;
- характеристика студента;
- відгук керівника кваліфікаційної роботи;
- рецензія на кваліфікаційну роботу.

Характеристика студента зачитується перед захистом, а відзив керівника та рецензія – після захисту.

До ДЕК можуть бути представлені і інші матеріали та документи (акт впровадження, авторські свідоцтва, патенти, опубліковані статті, виготовлені прилади, макети тощо).

Захист кваліфікаційної роботи може провадитись як в університеті, так і на підприємствах, які зацікавлені у впровадженні науково – теоретичних та практичних результатах роботи.

Для доповіді кваліфікаційної роботи студентові надається 15 хвилин. Кожен член ДЕК, що задавав питання на захисті, записує їх у спеціальному бланку, який додається до протоколу засідання ДЕК окремо по кожному студентові.

Результати захисту кваліфікаційної роботи визначаються оцінками “відмінно”, “добре”, “задовільно” та “незадовільно”.

Рішення про оцінки захисту кваліфікаційних робіт і присвоєння відповідного кваліфікаційного - освітнього рівня приймається на закритому засіданні ДЕК відкритим голосуванням її членів. Рішення приймається більшістю голосів; при рівному числі голосів вирішальним при голосуванні є голос голови.

Результати захисту кваліфікаційних робіт оголошуються в день захисту, оформлення та підписання протоколів засідання державної комісії.

Студентам, що захистили кваліфікаційну роботу, рішенням ДЕК присвоюється відповідна кваліфікація і видається документ державного зразка. Студентові, який у відповідності з довідкою про виконання учбового плану має з усіх дисциплін, що вивчалися, не менше 75% оцінок “відмінно”, а з інших – “доб-

ре”, і захистив кваліфікаційну роботу на “відмінно”, видається документ державного зразка з відзнакою.

Студентам, які проявили себе в науково – дослідній роботі, отримали документ державного зразка з відзнакою, рішенням ДЕКу надається рекомендація до вступу в аспірантуру. Рекомендація до вступу студента до аспірантури в вигляді витягу з протоколу засідання кафедри подаються в ДЕК до початку захисту разом з іншими документами.

В випадку, коли за результатами захисту кваліфікаційної роботи студент отримав оцінку “незадовільно”, він відраховується з університету і йому видається академічна довідка. Крім того, державна екзаменаційна комісія визначає чи може студент подати на повторний захист ту саму кваліфікаційну роботу з доопрацюванням, чи повинен виконати роботу за новою темою.

Студент, що не захистив кваліфікаційну роботу, може бути допущений до повторного захисту на протязі трьох років після закінчення університету.

Студентові, який не захищав кваліфікаційну роботу з поважної, документально підтвердженої причини, ректором університету може бути продовжений термін роботи над кваліфікаційною роботою до наступного засідання ДЕК але не більше, ніж на один рік.

На всі засідання ДЕК ведуться протоколи, які підписуються головою та членами комісії, що приймали участь в засіданнях. Книга протоколів засідання ДЕК зберігається в університеті.

Після закінчення роботи держаної екзаменаційної комісії голова складає звіт і представляє його ректорові університету. В звіті відображається загальний рівень підготовки спеціалістів, якість виконання кваліфікаційних робіт, відповідність тематики сучасним вимогам виробництва, недоліки в підготовці фахівців та рекомендації по вдосконаленню підготовки фахівців.

Звіт голови ДЕК заслуховується на засіданні ради факультету.

Після захисту кваліфікаційні роботи зберігаються в архіві університету на протязі п’яти років, після чого списуються у встановленому порядку. З кваліфікаційних робіт, які виконані на замовлення підприємств, господарств і установ, за рахунок замовника знімається копія.

## **2.4 Тематика та зміст кваліфікаційних робіт**

Тематика кваліфікаційної роботи визначається з освітньо – кваліфікаційного рівня “бакалавр” або “спеціаліст” з урахуванням напрямку підготовки бакалаврів (6.100.102 “Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва”) та спеціальностей ( 7.090.215 “Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва”, та 7.091.902 “Механізація сільського господарства”), які отримують випускники ВНЗ.

### **2.4.1 Тематика кваліфікаційних робіт спеціалістів (спеціальність 7.090.215 “Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва)**

#### ***Технологічна тематика:***

“Проект комплексної механізації виробництва ...”:

- молока;
- яловичини;
- свинини;

- шерсті;
- яєць;
- комбікормів;
- кормів для ВРХ;
- кормів для свиней;
- та іншої продукції тваринництва для заданого сільськогосподарського підприємства.

*Структура розрахунково – пояснювальної записки*

**Вступ**

- 1 Аналіз господарської діяльності підприємства
- 2 Обґрунтування вибору оптимальної технології виробництва продукції
  - 2.1 Вибір системи утримання тварин і розрахунок структури стада
  - 2.2 Обґрунтування раціонів годування тварин і розрахунок кількості кормів
  - 2.3 Вибір і визначення кількості виробничих і допоміжних приміщень
  - 2.4 Розробка генерального плану
- 3 Розрахунок параметрів основних технологічних процесів
  - 3.1 Розрахунок технологічних ліній приготування і роздавання кормів
  - 3.2 Розрахунок технологічної лінії водопостачання і напування тварин
  - 3.3 Розрахунок технологічної лінії видалення та утилізації гною
  - 3.4 Розрахунок технологічних ліній (доїння, збору яєць, стрижки тощо) і первинної обробки продукції
- 4 Організація інженерно – технічної служби на фермі (комплексі)
- 5 Безпека життєдіяльності
- 6 Економічне обґрунтування проекту

**Перелік посилань**

**Додатки**

*Перелік листів графічної частини*

1. Структурна схема (підприємства по) виробництва(у) продукції тваринництва
2. Генеральний план ферми
3. План приміщення для утримання тварин із розміщенням обладнання
4. План допоміжного технологічного приміщення (пункту технічного обслуговування, кормоцеху, доїльно – молочного блоку тощо) або схема вибраного технологічного процесу
5. Безпека життєдіяльності
6. Техніко – економічні показники проекту

***Конструктивна тематика:***

- “Модернізація конструкції машини для технологічної лінії ...”:
- подрібнення концентрованих кормів;
- подрібнення стеблових кормів;
- подрібнення коренебульбоплодів;
- запарювання та змішування кормів;
- дозування кормів;
- роздавання кормів;

- доїння корів;
- первинної обробки і переробки молока;
- видалення гною;
- утилізація гною;
- випоювання телят;
- водопостачання та напування тварин.

### *Структура розрахунково – пояснювальної записки*

#### Вступ

1 Призначення машини та характеристики умов, в яких вона працює

1.1 Технологічний процес роботи машини

1.2 Зоотехнічні вимоги до машини

1.3 Фізико – механічні властивості сировини

1.4 Аналіз способів і засобів виконання заданого технологічного процесу

1.5 Обґрунтування технологічної схеми та конструкції машини

2 Модернізація машини та розрахунок її основних параметрів

2.1 Конструктивний розрахунок машини

2.2 Вибір та розрахунок механізму приводу

2.3 Розрахунок основних деталей машини на міцність

3 Техніка безпеки при експлуатації та обслуговуванні машини

3.1 Розробка карти контролю показників безпеки машини

3.2 Загальні правила техніки безпеки та електробезпеки при експлуатації

машини

4 Економічне обґрунтування модернізації машини

Перелік посилань

Додатки

#### *Перелік листів графічної частини*

1. Аналіз конструкцій аналогів машини, яка модернізується

2. Схема технологічного процесу роботи машини

3. Загальний вид машини

4. Робочі вузли машини

5. Деталі машини

6. Техніка безпеки

### **2.4.2 Тематика кваліфікаційних робіт напрямку підготовки бакалаврів (6.100.102 “Процеси, машини та обладнання агропромислового виробництва”)**

“Проект механізації поточної технологічної лінії...”:

- подрібнення концентрованих кормів;
- подрібнення стеблових кормів;
- подрібнення коренебульбоплодів;
- запарювання та змішування кормів;
- дозування кормів;
- роздавання кормів;
- доїння корів;
- первинної обробки і переробки молока;

- видалення гною;
- утилізації гною;
- випоювання телят;
- водопостачання та напування тварин;

*Структура розрахунково – пояснювальної записки*

Вступ

1 Призначення технологічної лінії та характеристики умов, в яких вона працює

1.1 Призначення технологічної лінії

1.2 Зоотехнічні вимоги до виконання технологічного процесу

1.3 Фізико – механічні властивості сировини

1.4 Складання технологічної схеми лінії

2 Модернізація машини та розрахунок її основних параметрів

2.1 Аналіз способів і засобів виконання заданого технологічного процесу

2.2 Обґрунтування технологічної схеми та конструкції машини

2.3 Конструктивний розрахунок машини

2.4 Вибір та розрахунок механізму приводу машини

2.5 Розрахунок основних деталей машини на міцність

3 Техніка безпеки при експлуатації та обслуговуванні машини

3.1 Розробка карти контролю показників безпеки машини

3.2 Загальні правила техніки безпеки та електробезпеки при експлуатації

машини

4 Економічне обґрунтування машини

Перелік посилань

Додатки

*Перелік листів графічної частини*

1. Схема технологічної лінії

2. Схема технологічного процесу роботи машини

3. Загальний вид машини

4. Робочі вузли машини

5. Деталі машини

6. Техніка безпеки

### **2.4.3 Тематика кваліфікаційних робіт спеціалістів (спеціальність 7.091.902 “Механізація сільського господарства”)**

“Проект комплексної механізації виробництва...”:

- молока;
- яловичини;
- свинини;
- шерсті;
- яєць;
- комбікормів;
- кормів для ВРХ;
- кормів для свиней;
- та іншої продукції тваринництва для заданого сільськогосподарського підприємства.

## *Структура розрахунково – пояснювальної записки*

### Вступ

- 1 Аналіз господарської діяльності підприємства
  - 2 Обґрунтування вибору оптимальної технології виробництва продукції
    - 2.1 Вибір системи утримання тварин і розрахунок структури стада
    - 2.2 Обґрунтування раціонів годування тварин і розрахунок кількості кормів
    - 2.3 Вибір і визначення кількості виробничих і допоміжних приміщень
    - 2.4 Розробка генерального плану
  - 3 Розрахунок параметрів основних технологічних процесів
    - 3.1 Розрахунок технологічних ліній приготування і роздавання кормів
    - 3.2 Розрахунок технологічної лінії водопостачання і напування тварин
    - 3.3 Розрахунок технологічної лінії видалення та утилізації гною.
    - 3.4 Розрахунок технологічних ліній (доїння, збору яєць, стрижки тощо) і первинної обробки продукції
  - 4 Безпека життєдіяльності
  - 5 Економічне обґрунтування проекту
- Перелік посилань  
Додатки

### *Перелік листів графічної частини*

1. Структурна схема (підприємства по) виробництва(у) продукції тваринництва
2. Генеральний план ферми
3. План приміщення для утримання тварин із розміщенням обладнання
4. План допоміжного технологічного приміщення або схема вибраного технологічного процесу
5. Безпека життєдіяльності
6. Техніко – економічні показники проекту

## 3 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ТА ЗАДАЧІ ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКИХ РОБІТ

### 3.1 Загальні положення

**Магістерська робота** – це самостійна кваліфікаційна робота, підсумок теоретичної та практичної підготовки в рамках нормативної та варіативної складових освітньо-професійної програми підготовки магістрів. Магістерська робота є формою контролю набутих студентом (слухачем) магістратури у процесі навчання інтегрованих умінь, знань, навичок, які необхідні для виконання випускниками магістратури професійних обов'язків.

Виконання і захист магістерської роботи є завершальним етапом навчання у Національному аграрному університеті (далі Університет), формою державної атестації випускників.

Магістерська робота готується кожним студентом (слухачем) магістратури в індивідуальному порядку.

**Мета магістерської роботи** – проведення аналітичних та практичних наукових досліджень, поглиблене осмислення професійної проблеми, розробка інноваційних пропозицій у певній сфері виробництва або наукової діяльності та рекомендацій з їх впровадження.

Запропоновані інноваційні рішення мають бути науково обґрунтованими з відповідним аналізом існуючої ситуації та прогнозом щодо результатів їх запровадження, викладених в магістерській роботі. При цьому мають бути проаналізовані ризики щодо реалізації зазначених пропозицій.

**Завдання** магістерської роботи залежать від її спрямування: фахового (виробничого), фахового (дослідницького), управлінського або педагогічного, та об'єкту дослідження.

*Фахове виробниче спрямування* магістерської роботи передбачає узагальнення набутих знань за певною спеціальністю, вдосконалення професійних здібностей для подальшої роботи в різних галузях АПК за обраним фахом.

Завданням магістерської роботи *фахового дослідницького спрямування* є поглиблене вивчення досліджуваних теоретичних моделей, пошук шляхів їх адаптації до умов розвитку науково-технічного прогресу, опанування методології, методики і сучасного інструментарію наукових досліджень.

Завданням магістерської роботи *педагогічного спрямування* є синтез набутих педагогічних умінь і навичок з урахуванням майбутньої специфіки роботи у вищих навчальних закладах I–II рівнів акредитації.

Магістерські роботи *управлінського спрямування* повинні мати практичну орієнтацію, їх головним завданням є пошук та обґрунтування ефективних методів та інструментів управління в різних галузях АПК.

**Магістерська робота має демонструвати** рівень фахової підготовки студента (слухача) магістратури до професійної або наукової діяльності, а саме:

- рівень оволодіння теоретичними знаннями з професійно орієнтованих і спеціальних дисциплін;
- вміння узагальнювати, аналізувати наукові джерела та статистичні дані, формулювати наукові висновки і обґрунтовувати конкретні пропозиції;



- вміння працювати з нормативно-правовими актами;
- здатність використовувати сучасні методи дослідження та інформаційні технології;
- вміння знаходити аналоги розв'язання проблеми у вітчизняній та закордонній практиці, адаптувати їх до конкретного предмета (об'єкта) дослідження.

Підготовка магістерської роботи має показати вміння студента (слухача) магістратури:

- використовувати набуті в процесі навчання теоретичні знання, практичні навички для вирішення певної проблеми виробництва або науково-дослідної роботи;
- аналізувати наукові джерела інформації;
- узагальнювати матеріали та застосовувати сучасну методіку наукових досліджень при вирішенні визначеної проблеми;
- обґрунтовано використовувати статистичний та графічний матеріали, вітчизняний та міжнародний досвід при висвітленні питання, яке досліджується;
- самостійно приймати оптимальні рішення при вирішенні практичних питань, пов'язаних із виконанням магістерської роботи;
- застосувати обчислювальну техніку, сучасні комп'ютерні технології і програми.

Обов'язковими складовими магістерської роботи є: постановка мети та завдання, огляд спеціальної літератури за темою магістерської роботи, вибір методіки дослідження, аналіз і висвітлення одержаних результатів, висновки та пропозиції.

Магістерська робота повинна бути написана українською мовою. Наукову інформацію в ній необхідно викладати у повному обсязі, висвітлюючи одержані результати дослідження, з детальним описом методіки дослідження. Повнота наукової інформації має бути висвітлена на фактичному матеріалі з обґрунтуваннями новизни та практичного значення роботи.

### **3.2 Організація виконання магістерських робіт і вимоги до їх оформлення**

Успішність виконання магістерської роботи великою мірою залежить від уміння вибрати найрезультативніші методи дослідження, оскільки саме вони дозволяють досягти поставленої у роботі мети. Методологія виконання магістерської роботи і вимоги до її оформлення аналогічні дипломній роботі, але в ній детальніше розкривається актуальність теми дослідження, наукова проблема і її доведення. Якомога ретельніше формується зміст вступної частини, обов'язковим є визначення об'єкта і предмета дослідження. Загальні висновки магістерської роботи виконують роль закінчення обумовленого логікою проведення дослідження у формі послідовного, логічного викладення отриманих підсумкових результатів, їх співвідношення з загальною метою, конкретними завданнями, поставленими і сформульованими у вступі. Саме результатами теоретичного і практичного дослідження у своїй дипломній роботі магістрант має змогу засвідчити рівень наукової підготовки.

На основі цього може бути розроблений авторський курс лекцій або цикл семінарських чи лабораторних занять, система засобів наочності, педагогічні програмні засоби тощо.

Порядок виконання і захисту магістерської роботи можна подати в такій схемі:

### 1. Обрання теми магістерської роботи.

Теми магістерських наукових досліджень повинні відповідати напрямку професійного спрямування згідно зі спеціалізацією.

Теми магістерських робіт розробляються професорсько-викладацьким складом факультету Університету. З метою уникнення плагіату теми робіт поновлюються щороку.

Магістрант обирає тему згідно зі своєю спеціальністю, про це ним складається заява на ім'я завідувача профільною кафедрою (Додаток А).

### 2. Визначення наукового керівництва.

З метою своєчасної підготовки магістерської роботи наказом ректора Університету, згідно з поданням відповідної кафедри, погодженим з координатором програми підготовки магістрів, призначаються наукові керівники магістерських робіт. Для написання магістерської роботи за студентом (слухачем) закріплюється один науковий керівник.

Науковими керівниками магістерських робіт можуть бути доктори та кандидати наук, найбільш досвідчені наукові працівники Університету.

За одним науковим керівником закріплюється до 5 студентів магістратури на навчальний рік.

Науковий керівник магістерської роботи:

- здійснює керівництво підготовкою магістерської роботи;
- формує разом із студентом (слухачем) магістратури завдання на підготовку магістерської роботи;
- контролює виконання студентом (слухачем) магістратури графіку виконання магістерської роботи;
- аналізує та контролює організацію самостійної роботи студента (слухача) магістратури;
- надає допомогу в складанні календарного плану на весь період підготовки магістерської роботи;
- рекомендує основну і додаткову літературу, довідкові та архівні матеріали, інші джерела для опрацювання за темою магістерської роботи;
- проводить систематичні консультації, визначені розкладом та призначені за необхідністю.

На допомогу магістрантам до написання робіт можуть залучатися консультанти з числа науково-педагогічних працівників вищих закладів освіти та працівників галузі, які мають значний досвід роботи.

### 3. Затвердження теми магістерської роботи, наукового керівництва.

Теми магістерських робіт, обраних магістрами та наукове керівництво обговорюються на засіданні відповідних кафедр і затверджуються рішенням вченої ради Університету не пізніше ніж за 5 місяців до захисту.

У необхідних випадках існує можливість зміни та корекції теми магістерського дослідження, плану роботи, заміни наукового керівництва. Ці питання вирішуються на засіданнях випускаючих кафедр не пізніше ніж за 2 місяці до терміну подання магістерської роботи до захисту.

#### 4. Складання плану магістерської роботи.

На підставі завдання на виконання магістерської роботи та календарного плану роботи, план магістерської роботи складається магістром самостійно, узгоджується з науковим керівником і затверджується на засіданні кафедри.

#### 5. Організація написання роботи.

Протягом навчального року магістром проводиться опрацювання наукової літератури, практичних матеріалів і визначається методологія дослідження, аналізуються стан та шляхи розробки даної проблеми, розробляються висновки.

Навчальним планом передбачається надання магістрам вільних днів для підготовки магістерських робіт і консультацій.

У період підготовки магістерських досліджень здійснюється поточний кафедральний контроль, який проводиться методом обговорення структурних розділів магістерської роботи з визначенням необхідних моментів дослідження, що потребують опрацювання або переробки.

Кафедрою встановлюються контрольні терміни звітування магістра.

#### 6. Рецензування.

Не пізніше ніж за місяць до захисту роботи вона подається науковому керівникові з метою підготовки ним відгуку на дослідження, а також направляється на рецензування. Рецензія може бути надана професорсько-викладацьким складом або науковцями певного фаху, які працюють у галузі проблематики, що розробляється магістром. Рецензія подається в письмовій формі.

На виконану магістерську роботу науковий керівник і рецензенти складають відгук за такою схемою:

- актуальність дослідження;
- ефективність використаної методології наукового пошуку;
- рівень використання набутих у процесі навчання в магістратурі теоретичних знань;
- перспективність запропонованих рекомендацій і висновків;
- недоліки роботи.

#### 7. Проведення обговорення магістерської роботи, допуск до захисту.

Попереднє обговорення магістерської роботи здійснюється на засіданні профільної кафедри або спільних засідань кафедр з урахуванням висновків наукового керівника та рецензентів і має на меті проведення магістром аналізу пропозицій і зауважень, доопрацювання роботи для її захисту на ДЕК та одержання магістром кафедрального допуску до захисту, оформленого протокольоно.

#### 8. Подання магістерської роботи до захисту в ДЕК.

До захисту допускаються магістри за умови повного виконання навчального плану. Термін подання магістерської роботи до ДЕКу – 2 тижні до захисту.

#### 9. Організація захисту магістерських робіт.

Для захисту магістерської роботи створюються комісії за основними напрямками наукових досліджень з числа досвідченіших працівників професорсько-викладацького складу, а також із залученням керівництва галузевих управлінь у складі Голови, секретаря, трьох членів.

При захисті магістерських робіт у державну комісію подаються:

- магістерська робота з витягом з протоколу засідання профільної кафедри про допуск магістра до захисту;
- письмовий відгук наукового керівника з характеристикою діяльності магістра під час виконання магістерської роботи;
- письмова рецензія на магістерську роботу.

До комісій ДЕКу можуть подаватися й інші матеріали, які характеризують наукову і практичну цінність виконаної магістерської роботи: надруковані статті за темою роботи, документи, що вказують на практичне застосування роботи тощо.

Захист магістерських робіт проводиться на відкритому засіданні Державної екзаменаційної комісії за участю не менш ніж половини її складу при обов'язковій присутності голови комісії. Графік роботи комісії затверджується наказом ректора Університету. Для захисту роботи магістр готує доповідь (15-20 хвилин), яка повинна відбивати зміст дослідження, його мету, завдання, предмет та об'єкт; обґрунтування вибору теми, ступеня її висвітлення в науковій літературі. Основна частина доповіді присвячується викладенню результатів за матеріалами дослідження, науково-практичних висновків і рекомендацій.

Після доповіді магістра і його відповідей на запитання оголошуються рецензії на роботу та відгук наукового керівника. Магістру надається можливість дати пояснення щодо зауважень і дати відповіді на запитання членів ДЕКу. Відповіді мають бути короткими (як правило з двох-трьох речень), впевненими, чіткими, конкретно відповідати на поставлене запитання. Рішення про оцінку захисту дипломної, магістерської роботи приймається на закритому засіданні ДЕКу, результат оголошується після затвердження протоколу головою ДЕКу.

Випускники магістратури, які за підсумками навчання отримали диплом з відзнакою, можуть рекомендуватися Вченою радою Університету для вступу до аспірантури.

Магістри, які виконали наукову роботу, але одержали під час захисту оцінку "незадовільно", отримують довідку встановленого Міністерством освіти і науки України зразка, їм надається право повторного захисту магістерської роботи протягом одного року. При повторному захисті необхідним є проведення нового рецензування. Щодо останнього ДЕКу виносить відповідне рішення і фіксує його протокольоно. Рішення комісії є остаточним і оскарженню не підлягає.

Секретар комісії із захисту магістерських робіт після захисту здає їх до бібліотеки (архіву), де вони реєструються і зберігаються у фонді магістерських робіт протягом 5 років. Магістерські роботи, що мають вагоме науково-практичне значення, можуть бути, за пропозицією комісії, рекомендовані ДЕКом для опублікування у вигляді окремих навчальних посібників. За магістерськими роботами зберігається статус авторського права.

Аналіз виконання і захисту магістерських робіт в Університеті дає можливість акцентувати увагу магістрів на типових помилках, зокрема:

- зміст роботи не відповідає плану магістерської роботи або не розкриває тему повністю чи в її основній частині;

- сформульовані розділи (підрозділи) не відбивають реальну проблемну ситуацію, стан об'єкта;

- мета дослідження не пов'язана з проблемою, сформульована абстрактно і не відбиває специфіки об'єкта і предмета дослідження;

- автор не виявив самостійності, робота являє собою компіляцію або плагіат;

- не зроблено глибокого і всебічного аналізу сучасних офіційних і нормативних документів, нової спеціальної літератури (останні 2-10 років) по темі дослідження;

- аналітичний огляд вітчизняних і закордонних публікацій по темі роботи має форму анотованого списку і не відбиває рівня дослідження проблеми;

- не розкрито зміст та організацію особистого експериментального дослідження (його суть, тривалість, місце проведення, тощо), поверхово висвітлено стан практики;

- кінцевий результат не відповідає меті дослідження, висновки не відповідають поставленим завданням;

- у роботі немає посилань на першоджерела або вказані не ті, з яких запозичено матеріал;

- бібліографічний опис джерел у списку використаної літератури наведено довільно, без дотримання вимог державного стандарту;

- як ілюстраційний матеріал використано таблиці, діаграми, схеми, запозичені не з першоджерел, а з підручника, навчального посібника, монографії або наукової статті;

- обсяг та оформлення роботи не відповідають вимогам роботи, виконана неохайно, з помилками.

### **3.3 Вимоги до оформлення магістерських робіт**

Текст роботи друкують машинописним способом або за допомогою комп'ютера на одній стороні аркуша білого паперу формату А4 (210x297 мм). За необхідністю допускається використання формату аркушів А3 (297x420 мм).

За комп'ютерним способом виконання магістерської роботи друкують через півтора інтервали – з використанням шрифту текстового редактора Word – Times New Roman, 14-й кегль.

Текст магістерської роботи слід друкувати, додержуючись таких розмірів берегів: верхній і нижній – 20 мм, лівий – 25 мм, правий – 10 мм.

Під час оформлення магістерської роботи необхідно дотримуватися рівномірної щільності, контрастності та чіткості зображення впродовж усього документу. Всі лінії, цифри і знаки повинні бути однаково чіткими.

Окремі слова, формули, знаки, які вписують у друкований текст, мають бути чорного кольору; щільність вписаного тексту має максимально наближатись до щільності основного зображення.

Помилки, описки та графічні неточності, як виняток, допускається виправляти підчищенням або зафарбовуванням білою фарбою і написанням на тому

ж місці або між рядками виправленого зображення машинописним способом або від руки. Виправлене повинно бути чорного кольору.

Незалежно від способу виконання магістерська робота повинна забезпечувати можливість виготовлення з неї копій належної якості способами репрографії і відповідати основним вимогам до документів, які підлягають мікрофільмуванню, згідно з чинними стандартами з репрографії та мікрографії.

Прізвища, назви підприємств, установ, організацій у магістерській роботі наводять мовою оригіналу. Скорочення слів і словосполучень виконують відповідно до чинних стандартів з бібліотечної та видавничої справи.

Заголовки структурних частин магістерської роботи: “ЗМІСТ”, “ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ”, “ВСТУП”, “РОЗДІЛ”, “ВИСНОВКИ”, “СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ”, “ДОДАТКИ” друкують великими літерами симетрично до тексту. Заголовки підрозділів – маленькими літерами (крім першої великої) з абзацного відступу. Крапка в кінці заголовку не ставиться. Якщо заголовок складається з двох або більше речень, їх розділяють крапкою. Заголовки пунктів друкують маленькими літерами (крім першої великої) з абзацного виступу в розрядці у підбір тексту. У кінці таким чином надрукованого заголовка ставиться крапка.

Відстань між заголовком (за винятком заголовка пункту) та текстом має дорівнювати 2–3 інтервалам.

Кожну структурну частину магістерської роботи починають з нової сторінки.

Абзацний відступ має бути однаковим впродовж усього тексту та дорівнювати п’яти знакам.

## **Нумерація**

Сторінки слід нумерувати арабськими цифрами, додержуючись наскрізної нумерації впродовж усього тексту. Номер сторінки проставляється при комп’ютерному друці магістерської роботи у правому верхньому куті без крапки в кінці.

*Титульний аркуш* включають до загальної нумерації сторінок магістерської роботи, номер сторінки на титульному аркуші не проставляють.

*Ілюстрації та таблиці*, які розміщені на окремих сторінках, включають до загальної нумерації сторінок магістерської роботи.

Розділи, підрозділи, пункти і підпункти магістерської роботи слід нумерувати арабськими цифрами.

*Розділи* повинні мати порядкову нумерацію в межах викладення суті магістерської роботи та позначатися цифрами без крапки, номер ставиться після слова “РОЗДІЛ”. Заголовок розділу друкують з нового рядка.

*Підрозділи* повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу. Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера підрозділу, відокремленого крапкою. У кінці номера підрозділу повинна стояти крапка, наприклад, “1.1.” (перший підрозділ першого розділу). Потім у тому ж рядку йде заголовок підрозділу.

*Пункти* нумерують у межах кожного підрозділу. Номер пункту складається з порядкових номерів розділу, підрозділу, пункту, між якими ставиться

крапка. У кінці номера ставиться крапка, наприклад, “2.3.2.”, потім у тому ж рядку йде заголовок пункту. Пункт може не мати заголовка.

*Підпункти* нумерують у межах кожного пункту за такими ж правилами, як пункти.

### **Ілюстрації**

Ілюстрації (фотографії, малюнки, схеми, графіки, карти, креслення тощо) слід розміщувати безпосередньо після тексту, де вони згадуються вперше. На всі ілюстрації мають бути зроблені посилання.

Якщо ілюстрація створена не автором магістерської роботи, необхідно дотримуватися вимог чинного законодавства про авторські права.

Креслення, малюнки, графіки, схеми, діаграми повинні відповідати вимогам стандартів “Единой системы конструкторской документации” та “Единой системы программной документации”.

Ілюстрації можуть мати назву, яку розміщують під ілюстрацією. За необхідності під ілюстрацією розміщують пояснювальні дані (підмалюнковий текст).

Ілюстрації позначаються словом “Рис.” і нумеруються послідовно в межах розділу, за винятком ілюстрацій, поданих у додатках. Номер ілюстрації складається з номера розділу та порядкового номера ілюстрації, між якими ставиться крапка. Наприклад: Рис. 3.1. (перший малюнок третього розділу). Номер ілюстрації, її назва та пояснювальні підписи розміщують послідовно під ілюстрацією.

### **Таблиці**

Цифровий матеріал, як правило, оформлюють у вигляді таблиць. Горизонтальні та вертикальні лінії, які розмежовують рядки таблиці, а також лінії, що обмежують таблицю, можна не проводити, якщо їх відсутність не утруднює користування таблицею.

Таблицю слід розташовувати безпосередньо після тексту, у якому вона згадується вперше, або на наступній сторінці. На всі таблиці повинні бути посилання в тексті магістерської роботи. Нумерація таблиць здійснюється в межах розділу. Номер таблиці складається з номера розділу та порядкового номера таблиці, наприклад, “Таблиця 2.1”.

Таблиця повинна мати назву, котру розміщують над нею, та друкують симетрично до тексту. Назву та слово “Таблиця” починають з великої літери. Назву не підкреслюють.

Якщо рядки або графи таблиці виходять за межі формату сторінки, таблицю поділяють на частини, розміщуючи одну частину під іншою або поруч, або переносючи частину таблиці на наступну сторінку, повторюючи у кожній частині таблиці її головку та боковик. При поділі таблиці на частини допускається її головку або боковик замінити відповідно номерами граф чи рядків, нумеруючи їх арабськими цифрами у першій частині таблиці. Слово “Таблиця” вказують один раз справа над першою частиною таблиці, над іншими частинами пишуть: “Продовження таблиці” із зазначенням номера таблиці.

Заголовки граф таблиці починають з великої літери, а підзаголовки – з малої, якщо вони складають одне речення з заголовком. Підзаголовки, що мають самостійне значення, пишуть з великої літери. У кінці заголовків і підзаголовків таблиць крапки не ставлять. Заголовки та підзаголовки граф указують в однині.

### Приклад побудови таблиці

Таблиця (номер) – Назва таблиці

Головка  
таблиці


Заголовки  
граф

Підзаголовки  
граф

Рядки

Боковик

Графи( колонки)

(заголовки рядків)

### Формули та рівняння

Формули та рівняння розташовують безпосередньо після тексту, в якому вони згадуються, посередині рядка. Вище та нижче кожної формули має бути залишено не менше одного вільного рядка.

Формули та рівняння слід нумерувати порядковою нумерацією в межах розділу. Номер формули або рівняння складається з номеру розділу та порядкового номера формули або рівняння, відокремлених крапкою. Наприклад, формула (1.3) – третя формула першого розділу. Номер формули або рівняння слід зазначати у круглих дужках на рівні формули у крайньому правому положенні на рядку.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів, що входять до формули чи рівняння, слід наводити безпосередньо під формулою у тій послідовності, у якій вони наведені у формулі. Пояснення значення кожного символу слід давати з нового рядка. Перший рядок починають з абзацу словом “де” без двокрапки.

*Приклад:*

“Відомо, що

$$Z = \frac{M_1 - M_2}{d_1 - d_2},$$

де  $M_1, M_2$  – математичне очікування;

$d_1, d_2$  – середнє квадратичне відхилення міцності та навантаження [23].

Переносити формули чи рівняння в наступний рядок допускається тільки на знаках виконуваних операцій, повторюючи знак на початку наступного рядка. Коли переносять формули на знакові операції множення, використовують знак “х”.

Формули, що ідуть одна за одною та не розділені текстом, відокремлюють комою.



## Цитування та посилання на використані літературні джерела

Для підтвердження власних аргументів посиланням на авторитетне джерело або для критичного аналізу того чи іншого друкованого твору слід наводити цитати. Науковий етикет вимагає точно відтворювати цитований текст, бо найменше скорочення наведеного витягу може спотворити зміст, закладений автором.

Загальні вимоги цитування такі:

- текст цитати починається і закінчується лапками та наводиться в тій граматичній формі, в якій він поданий у джерелі, зі збереженням особливостей авторського написання;

- цитування повинно бути повним, без довільного скорочення авторського тексту;

- кожна цитата обов'язково супроводжується посиланням на джерело.

Посилання в тексті магістерської роботи на джерела слід зазначати згідно з їхнім переліком у квадратних дужках, наприклад, "...у роботах [1-7]..."

Допускається наводити посилання на джерела у виносках, при цьому його оформлення має відповідати бібліографічному опису за переліком посилань із зазначенням номера.

*Приклад:*

Цитата в тексті: "до найбільш важливих принципів побудови та призначення системи оподаткування слід віднести: принцип одноразовості оподаткування, соціальної справедливості, обов'язковості, економічної доцільності [6]".

Відповідний опис у переліку посилань:

6. Гега П.Т. Правовий режим оподаткування в Україні. – К.: Юрінком, 1997. – 144 с.

Відповідне подання виноски знизу сторінки:

---

1) [6] Гега П.Т. Правовий режим оподаткування в Україні. – К.: Юрінком, 1997. – 144 с.

Посилання на ілюстрації та формули магістерської роботи вказують порядковим номером ілюстрації чи формули – останній беруть у дужки, наприклад, "рис. 1.2", "... у формулі (2.1)".

На всі таблиці магістерської роботи повинні бути посилання в тексті, при цьому слово "таблиця" пишуть скорочено, наприклад: "... в табл. 1.3".

## Список використаної літератури

При складанні списку використаної літератури спочатку виносяться: Конституція України, закони України (за хронологією), укази Президента України, постанови та розпорядження Кабінету Міністрів України. Усе це – джерела, а інша література, включаючи виступи та доповіді державних діячів України, подається в алфавітному порядку.

*Бібліографічний опис* джерел складають відповідно до чинних стандартів з бібліотечної та видавничої справ. Зокрема потрібну інформацію можна одержати з таких стандартів: ГОСТ 7.1-84 "Библиографическое описание документа. Общие требования и правила составления", ДСТУ 3582-97 "Інформація та

документація. Скорочення слів в українській мові в бібліографічному описі. Загальні вимоги та правила”, ГОСТ 7.12-93 “Библиографическая запись. Сокращение слов на русском языке. Общие требования и правила”.

Примітки:

1. Бібліографічний опис оформлюється згідно з ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 “Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання”.

2. Опис складається з елементів, які поділяються на обов’язкові та факультативні. У бібліографічному описі можуть бути тільки обов’язкові чи обов’язкові та факультативні елементи. Обов’язкові елементи містять бібліографічні відомості, які забезпечують ідентифікацію документа. Їх наводять у будь-якому описі.

Проміжки між знаками та елементами опису є обов’язковими і використовуються для розрізнення знаків граматичної і приписаної пунктуації.

3. У списку опублікованих праць здобувача, який наводять в авторефераті, необхідно вказати прізвища та ініціали всіх його співавторів незалежно від виду публікації.

### **Додатки**

Додатки оформлюють як продовження магістерської роботи на наступних її сторінках або у вигляді окремої частини (книги), розміщуючи їх у порядку появи та посилань у тексті магістерської роботи.

Якщо додатки оформлюються як продовження магістерської роботи, кожен з них починають з нової сторінки, їм дають заголовки, надруковані угорі малими літерами з першої великої симетрично стосовно тексту сторінки. Посередині рядка над заголовком малими літерами з першої великої друкується слово “Додаток \_\_” і велика літера, що позначає додаток.

Додатки слід позначати послідовно великими літерами української абетки, за винятком літер Г, Є, І, Ї, Й, О, Ч, Ь, наприклад, Додаток А, Додаток Б і т.д. Єдиний додаток позначається як додаток А.

При оформленні додатків окремою частиною (книгою) на титульному аркуші під назвою магістерської роботи друкують великими літерами слово “ДОДАТКИ”.

Текст кожного додатку за потреби може бути поділений на розділи та підрозділи, пронумеровані у межах кожного з них: перед кожним номером ставлять позначення додатку (літеру) і крапку, наприклад, А.2 – другий розділ додатку А; В.3.1 – підрозділ 3.1 додатку В.

Ілюстрації, таблиці та формули, які розміщені в додатках, нумеруються у межах кожного додатку, наприклад, мал. Д.1.2 – другий рисунок першого розділу додатку Д; формула (А.1) – перша формула додатку А.

### **3.4 Тематика та структура магістерських робіт**

**Тематика магістерських робіт** розробляється кафедрами Університету, які забезпечують реалізацію освітньо-професійної програми підготовки магістрів з урахуванням пропозицій і потреб установ, підприємств та організацій, що направили студентів (слухачів) магістратури на навчання, та з урахуванням обраної спеціалізації.

Тематика магістерських робіт поновлюється кожного навчального року. Студенту (слухачу) магістратури надається право самостійно обрати тему магістерської роботи, згідно з тематикою, що затверджена кафедрою.

При виборі теми магістерської роботи слід враховувати її актуальність і новизну, наявність наукової бази для її виконання, можливість отримання та опрацювання експериментального матеріалу, наявність власних науково-технічних і методичних розробок, перспективу професійної орієнтації.

Призначення тем магістерських робіт, які мають виконуватися студентами (слухачами) магістратури відбувається з урахуванням наукових інтересів, які виявлені ними на попередніх курсах навчання.

Тематика магістерських робіт (спеціальність 8.090.215 “Машини та обладнання сільськогосподарського виробництва”).

Дослідження технологічного процесу машини для:

- подрібнення кормів;
- змішування кормів;
- дозування кормів;
- роздачі кормів;
- доїння корів;
- видалення гною;
- інших технологічних процесів, та теоретичне, або експериментальне обґрунтування їх оптимальних параметрів.

Тематика магістерських робіт (спеціальність 8.090.902 “Механізація сільського господарства”).

Дослідження технологічної лінії:

- приготування кормів;
- доїння корів;
- роздачі кормів;
- видалення гною;
- первинної обробки молока;
- стрижки овець;
- інших технологічних процесів, та теоретичного обґрунтування їх оптимальних параметрів.

Обрані студентами (слухачами) теми магістерських робіт затверджуються відповідними кафедрами.

**Структура** магістерської роботи:

- картка магістерської роботи;
- титульна сторінка;
- завдання до виконання магістерської роботи;
- перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів;
- зміст;
- вступ;
- основна частина;
- висновки та пропозиції;
- список використаної літератури;
- додатки.

У картці магістерської роботи розміщується така інформація: код кафедри; літери МР – магістерська робота; номер підписаного ректором Університету наказу про затвердження тем магістерських робіт; дата підписання наказу про затвердження тем магістерських робіт; порядковий номер студента (слухача) в наказі про затвердження тем магістерських робіт; літери ПЗ – пояснювальна записка.

На титульній сторінці розміщується така інформація: назва навчального закладу, код УДК, який вказує до якої галузі знань належить магістерська робота, назва кафедри, код і назва спеціальності, тема, прізвище та ініціали автора і наукового керівника, його науковий ступінь та вчене звання, відомості щодо допуску магістерської роботи до захисту, календарний рік захисту.

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів подають у магістерській роботі окремим списком перед вступом, якщо вжито специфічну термінологію, а також маловідомі скорочення, нові символи, позначення тощо.

Перелік друкують двома колонками, в яких зліва за абеткою наводять скорочення, справа – їх детальну розшифровку.

Якщо в магістерській роботі спеціальні терміни, скорочення, символи, позначення тощо повторюються менше трьох разів, перелік не складають, а їх розшифровку наводять у тексті при першому згадуванні.

#### **У вступі :**

- обґрунтовуються актуальність обраної теми, мета та зміст поставлених завдань;

- формулюється об'єкт і предмет дослідження;

- зазначається обраний метод (або методи) дослідження, теоретична цінність і прикладне значення отриманих результатів;

- окреслюються положення, які винесені на захист.

Для висвітлення актуальності теми магістерської роботи треба чітко й однозначно визначити наукову проблему, її сутність і новизну.

Для обґрунтування обраної теми необхідно сформулювати мету дослідження та виділити ті завдання, які потрібно вирішити для досягнення поставленої мети.

Конкретні завдання, що будуть вирішуватися відповідно до визначеної мети, зазначаються у формі перерахунку (вивчити..., описати..., встановити..., виявити... тощо). Формулювання завдання слід робити дуже точно і чітко, оскільки опис їх вирішення повинен складати зміст розділів магістерської роботи.

Заголовки розділів магістерської роботи формулюються при складанні завдань дослідження.

***Обов'язковим елементом вступу є визначення об'єкта і предмета дослідження.***

Об'єктом дослідження магістерської роботи може бути сорт рослин, порода тварин, підприємство чи група підприємств, певна галузь тощо, тобто те, що створює певні проблемні ситуації.

Предмет дослідження – це частина об'єкта та сфера його діяльності, на яку спрямовано основну увагу дослідника. Предмет дослідження визначає тему магістерської роботи.

Об'єкт і предмет дослідження як категорії наукового процесу співвідносяться між собою як загальне та часткове.

Процес дослідження магістерської роботи – це цілеспрямований процес, який вирішує чітко визначені завдання і мету дослідження, визначає напрямки та механізми функціонування об'єкта та предмета дослідження.

Методи дослідження як інструмент одержання фактичного матеріалу – обов'язкові елементи вступу до магістерської роботи і необхідна умова досягнення поставленої мети.

Серед найпоширеніших методів можна назвати такі: порівняння, абстрагування, аналіз і синтез, аналогії тощо.

У вступі дається характеристика основних джерел отриманої інформації (офіційних, наукових, літературних, бібліографічних) і вказуються методологічні засади проведеного дослідження.

Наприкінці вступу наводиться структура магістерської роботи: перелік її структурних елементів і послідовність їх розміщення.

**Основна частина** магістерської роботи складається з розділів, які, в свою чергу, можуть поділятися на підрозділи, пункти, підпункти.

Кожний розділ слід починати з нової сторінки.

У розділах основної частини магістерської роботи детально розглядаються методика і техніка дослідження, узагальнюються одержані результати. Всі несуттєві для вирішення наукового завдання матеріали виносяться в додатки.

У розділах основної частини наводять:

- огляд літератури;
- напрями
- методи досліджень;
- теоретичні обґрунтування (положення);
- результати експериментальних досліджень;
- аналіз і узагальнення одержаних результатів.

У першому розділі розкриваються основні теоретичні положення, проблеми, що існують з питань, які досліджуються, огляд літератури.

В огляді літератури слід окреслити основні етапи розвитку наукової думки за обраною проблемою: стисло висвітлити зміст опублікованих робіт за обраною темою; вказати питання, які залишилися невирішеними, визначити актуальність і новизну розв'язання проблеми. Закінчити розділ слід коротким резюме стосовно необхідності проведення досліджень у цій галузі. Загальний обсяг огляду літератури не повинен перевищувати 20 відсотків обсягу основної частини магістерської роботи.

У другому розділі обґрунтовується вибір напрямку досліджень, наводяться методи вирішення задач, розробляється загальна методика проведення дослідження.

У наступних розділах наводяться результати досліджень з зазначенням того нового, що вносить автор у розробку проблеми. Слід оцінити повноту вирішення поставлених задач, достовірність отриманих результатів (характеристик і параметрів), порівняти їх з аналогічними результатами вітчизняних і закордонних авторів.

**У висновках** наводяться наукові та практичні результати, які отримані в магістерській роботі, формулюються розв'язані наукові проблеми та їх значення для науки і практики, наводяться висновки і рекомендації щодо наукового та практичного використання здобутих результатів.

**Список використаної літератури** містить літературні джерела, на які є посилання у магістерській роботі.

Необхідні допоміжні матеріали вносять **у додатки**.

*Загальний обсяг* магістерської роботи має становити 75–85 сторінок друкованого тексту (до загального обсягу магістерської роботи не входять додатки, список використаної літератури, таблиці та малюнки).

Для підготовки магістерської роботи студентам (слухачам) програм підготовки магістрів Університету надається час згідно затвердженого графіку навчального процесу підготовки магістрів.

## 4 МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РОЗРАХУНКІВ КВАЛІФІКАЦІЙНИХ РОБІТ

### 4.1 Вихідні дані для проектування

Для виконання курсового або дипломного проектів (робіт) вихідними даними є:

а) для спеціалістів:

- аналіз виробничої діяльності окремого господарства;
- кількість голів основного або загального стада тварин на фермі чи комплексі;
- показники продуктивності тварин

б) для бакалаврів і курсового проекту:

- вид сировини або матеріалу, що підлягає обробці;
- продуктивність технологічної лінії

#### 4.1.1 Системи і способи утримання тварин і птиці

##### Системи і способи утримання великої рогатої худоби

У технології виробництва продукції скотарства основним фактором, як відомо, є система і спосіб утримання худоби. Зміна тільки системи утримання передбачає докорінну перебудову технології виробництва. Від правильного вибору і використання системи утримання тварин залежить і ефективність виробництва. У молочному тваринництві поширені два основних способи утримання корів – прив'язний і безприв'язний. Використання кожного з них залежить передусім від рівня розвитку сільськогосподарського виробництва та природних особливостей регіону. Так, у країнах з розвинутим молочним скотарством основним способом утримання корів є безприв'язний, який дає змогу використовувати високопродуктивну сучасну доїльну техніку, в т.ч. і роботизовані системи, знизити затрати праці на виробництво 1ц молока до 0,6-2,0 люд.-год. Молочне тваринництво України зорієнтоване, в основному, на прив'язний спосіб утримання, що стримує впровадження сучасних технологій виробництва молока і високопродуктивної техніки. У зв'язку з цим затрати праці на виробництво 1ц молока в Україні перевищили 17 люд.-год.

Будівництво найближчим часом нових спеціалізованих високотехнологічних ферм є проблематичним, оскільки вимагає великих інвестиційних вкладень. Реальнішим шляхом, що потребує менших капітальних вкладень і часу, є створення сучасних молочних ферм на базі існуючих тваринницьких приміщень, які через відсутність поголів'я худоби не використовуються.

Але відновлювати такі молочні ферми необхідно на новій технологічній основі, оскільки вибір оптимальної технології утримання тварин, використання машин має вирішальне значення.

**Системи утримання.** Відповідно до природно – економічних і організаційно-господарських умов застосовують стійлову, стійлово-пасовищну, стійлово-табірну, табірно-пасовищну і потоково-цехову системи утримання великої рогатої худоби.

*При стійловій системі утриманні* тварини знаходяться протягом року в приміщеннях і на вигульних площадках ферми. Перебування на вигульних

площадках триває не менш 2-4 годин на день. При даній системі практикують моціон (вигул) на спеціально обладнаних площадках або доріжках довжиною 1,5-2км і шириною 8-10м. Тварин годують заготовленими кормами з годівниць, або кормового столу, якими обладнані приміщення і вигульні площадки. Дана система застосовується в основному в тих господарствах, які не мають природних випасів.

У господарствах, де є пасовища, застосовують *стійлово-пасовищну систему утримання*, при якій у літній період тварини знаходяться в приміщеннях і на природних або культурних пасовищах, а в зимовий – у приміщеннях і на вигульних площадках. Максимальна відстань до самих дальніх пасовищ не повинна перевищувати 3км. У залежності від продуктивності на одну корову потрібно 0,2-0,3га культурних пасовищ або 0,5-1,0га природних. В другій половині літа продуктивність пасовищ знижується, тому необхідно передбачати вирощування зелених кормів за рахунок спеціальних посівів.

При *стійлово-табірній системі утримання* в літній період тварин переводять із приміщень у табори біля кормових угідь. У таборах споруджують легкі будівлі, які необхідні для утримання і догляду за тваринами і забезпечення виробничих процесів. Під час перебування тварин у таборах в основних приміщеннях проводять дезінфекцію і ремонт.

*Потоково-цехова система* передбачає прив'язне або безприв'язне утримання корів в окремих цехах відповідно до визначеного фізіологічного стану: сухостою, отелення, роздою і запліднення та виробництва молока. Таку систему застосовують у великих господарствах з урахуванням специфіки утримання кожної групи тварин. В міру зміни фізіологічного стану тварин переводять в іншу групу.

**Способи утримання.** У залежності від умов на фермах практикують прив'язне і безприв'язне утримання.

**Прив'язне утримання** передбачає закріплення кожної тварини за відповідним скотомісцем прив'язуванням (фіксацією). Скотомісце (стійло) обладнують годівницею, напувалкою, засобами для видалення гною, догляду за тваринами і доїння (для корів).

Прив'язне утримання дає можливість забезпечувати індивідуальний догляд за тваринами, точно нормувати годівлю, спостерігати за їх фізіологічним станом і здоров'ям, а також успішно роздоювати корів. Поряд з цим утримання на прив'язі вимагає значних витрат праці й енергоресурсів на роздачу кормів, доїння, організацію прогулянок (моціону). Тому кількість закріплених тварин за одним робітником не велика, а вартість продукції висока (додаток 1).

**Безприв'язне утримання** може бути вільно-вигульним на глибокій підстилці, що не змінюється на протязі 6-12 місяців, або боксовим чи комбібоксовим, при якому кожна тварина має окреме місце для відпочинку, або змінно – груповим.

**Вільно-вигульне утримання з відпочинком на глибокій підстилці** застосовується при виробництві м'яса і молока. Для того, щоб підстилка була сухою і теплою, необхідно періодично настилати новий шар її з розрахунку 4-5кг на голову в день. Приміщення для вільно-вигульного утримання просторніше. У ньому, як правило, відсутнє устаткування, що дає можливість розмістити в



1,5 рази більше тварин, ніж при прив'язному утриманні. У середині приміщення поділяється на секції для кожної групи тварин по 30-60 голів у кожній з однаковим фізіологічно продуктивним рівнем. З приміщення тварини вільно виходять на вигульні площадки з твердим покриттям. Вони обладнані годівницями або кормовим столом для соковитих кормів, груповими автонапувалками з електропідігріванням води у зимовий період. Тварини мають вільний доступ до кормів, тому запас їх повинен бути достатнім.

**Безприв'язне боксове утримання** – найпоширеніший спосіб промислової технології утримання у скотарстві. Для відпочинку тварин у приміщенні, залежно від породи і живої маси, обладнують індивідуальні бокси завдовжки 1,9-2,1 м і завширшки 1,0-1,2 м. Розділювачі боксів виготовляють з металевих труб діаметром 1,5-2 дюйми. Опірні стойки боксу закріплюють у бетонну підлогу. Верхня планка розділювача – на висоті 1,0-1,1 м, нижня – на 40-50 см від підлоги боксу. Розділювачі не доводять до кінця боксу на 10-20 см. Рівень підлоги у боксі вище проходу на 20 см. В передній частині боксу встановлюють потиличні обмежувачі у вигляді труби діаметром 1,5 дюйми, яка кріпиться хомутами до верхньої частини боксових розділювачів і може регулюватись. Підлога в боксах може бути дерев'яною, керамзито - бітумною, бетонною, піщаною, асфальтобетонною або гумово-кордовою, чи цегляною. Між рядами боксів розміщують зону годівлі з годівницями (одно – або двобічними) або кормовим столом. Прохід для корів між годівницями і рядами боксів повинен бути не менше 2,5 – 3,0 м. Способи видалення гною: скреперними установками, бульдозером або через щілинну підлогу. Роздавання кормів – мобільними кормороздавачами. Доїння корів здійснюється в доїльному залі. Безприв'язний боксовий спосіб утримання може застосовуватись у приміщеннях із зберіганням гною під підлогою, з видаленням гною самопливом, дельта-скрепером, бульдозером. Фронт годівлі має бути 0,8 м. на 1 голову, а при надмірній забезпеченості кормами – 0,4-0,5 м. на 1 голову.

**Безприв'язне утримання в комбібоксах** поєднує місце відпочинку і годівлі корів з кормовою лінією, що дає можливість більш економно використувати виробничу площу приміщення. Цей спосіб застосовують на фермах з прив'язним утриманням після їх реконструкції. При цьому знімають прив'язі, а стійла відокремлюють металевими дугами (розділювачами). Корми роздають мобільними кормороздавачами, а гній видаляють дельта-скреперною установкою, бульдозером або через щілинну підлогу, доїння корів здійснюють у доїльному залі. Розміри комбібоксов: ширина – 1,1 - 1,2 м, довжина – 1,7 – 1,8 м. Металеві розгороджувальні дуги в задній частині обладнують капроновим канатом, який під час годівлі не дає тварині виходити з комбібоксу у гнойовий прохід. Підлогу комбібоксу роблять вище рівня гнойового проходу на 20 см. Напування тварин здійснюється з групових автонапувалок для кожної секції. Недоліком комбібоксового утримання є значне забруднення корів та можливість витіснення сильними тваринами із комбібоксов слабших, що призводить до їх травмування і зниження продуктивності. Для усунення цих недоліків застосовують фіксацію тварин у комбібоксах на період годівлі.

**Безприв'язне змінно-групове утримання** корів полягає в тому, що окремі приміщення мають певне призначення. Відпочинок тварин здійснюється у корівниках, обладнаних боксами, комбібоксами або з глибокою підстилкою, розділених на секції з груповими автонапувалками. Гній видаляють бульдозе-

ром або дельта – скрепером чи через щілинну підлогу. Для годівлі тварин використовують окреме приміщення (корівник або навіс), в якому влаштовують чотири ряди годівниць або кормовий стіл з автоматичними фіксаторами на період поїдання корму, з розрахунку одне кормове місце на три корови стада. В одному ряду розміщують групу корів чисельністю до 80 голів. Групи корів годують у три зміни. Тривалість разової годівлі групи корів кормосумішами – 1,5 – 2 години, після чого тварин переміщують в доїльний зал, а після доїння переганяють у приміщення для відпочинку або на вигульно-кормовий майданчик. Цей варіант безприв'язного утримання дає можливість тваринам активно рухатись на свіжому повітрі, підвищити продуктивність праці в 1,5 – 2 рази, збільшити кількість скотомісць в основному приміщенні для відпочинку і підвищити оплату корму молоком на 5 – 6 %.

### **Позитивні і негативні сторони прив'язного і безприв'язного утримання корів**

Спосіб *прив'язного утримання* корів поширений в усіх зонах України. До 97% поголів'я корів громадського сектора утримують з його використанням. Особливість його полягає у тому, що основні виробничі процеси при обслуговуванні корів (годівля, напування, доїння тощо) здійснюють в період перебування їх на прив'язі. Для прив'язного утримання використовують як типові (на 100-200 голів), так і пристосовані нетипові приміщення. Стійла у таких приміщеннях розміщують в 2 або 4 ряди, між якими встановлюють годівниці, розраховані на завантаження корму мобільними роздавачами. Стійла прибирають вручну, а поряд з ними монтують гнойовий транспортер, за допомогою якого гній видаляють із приміщення. Доїння корів за прив'язного утримання здійснюють у переносні доїльні відра чи молокопровід, внаслідок чого навантаження на одну доярку не перевищує 50 голів.

Позитивним фактором прив'язного утримання є те, що оператор машинного доїння має постійний контакт із тваринами, це надає йому змогу спостерігати за їх фізіологічним станом і впливати на процес відтворення стада, тобто, – відновлення або збільшення поголів'я розмноженням і вирощуванням тварин. Але прив'язний спосіб має багато недоліків, які значно переважають той невеликий позитивний ефект, тому в країнах з розвиненим молочним скотарством його практично не використовують. Цей спосіб утримання не забезпечує необхідних умов для нормального функціонування тварин. Висока вартість одного місця для утримання худоби призводить до того, що площа приміщення для однієї тварини в таких корівниках зведена до мінімуму, тому створити комфортні умови утримання корів практично неможливо. Висока вологість (до 100%) і загазованість в приміщеннях спричиняють екстремальні зоогігієнічні та санітарні умови, що негативно впливає на фізіологічний стан і молочну продуктивність корів. За прив'язного способу знижується рухова активність тварин, а відсутність моціону негативно впливає на їх фізіологічний стан, відтворювальні властивості і продуктивність. Стримується також впровадження сучасних організаційних і технологічних вирішень, високопродуктивних засобів механізації, зокрема, сучасних доїльних установок.

Традиційно основні затрати праці при виробництві молока відносять на доїння корів. У зв'язку з цим затрати праці при використанні прив'язного способу утримання у 3-4 рази перевищують відповідні затрати за безприв'язного. Із прив'язним способом утримання корів пов'язані такі проблеми, як травми дійок, високий рівень захворювання на мастит при верхньому розміщенні молокопроводу, велика трудомісткість при прив'язуванні і відв'язуванні тварин. Виробничий процес при ньому розрахований на виконання численних дрібних операцій і має багато ознак індивідуального догляду за тваринами. Роботу працівників важко спеціалізувати, тому вони виконують, як правило, всі операції при однозмінному режимі роботи. Норма обслуговування тварин низька, затрати праці і часу на виробництво одиниці продукції дуже високі.

**Безприв'язний спосіб** утримання молочної худоби, попри його значні переваги та поширеність у європейських країнах (використовується більш ніж на 95% ферм), застосовується в Україні в обмежених масштабах. Деяко почала змінюватися ситуація в останні роки – в окремих господарствах реконструйовано і побудовано корівники на основі ефективної безприв'язно-боксової системи утримання.

Велика різниця у затратах праці на виробництво молока за прив'язної і безприв'язної технологій утримання корів обумовлюється, в основному, різними затратами праці на доїння корів. Використання за прив'язного утримання доїльних установок типу «Молокопровід» та доїння у доїльне відро, продуктивність яких більш ніж у 3 рази нижча продуктивності доїльних установок-майданчиків, не дає змоги суттєво знизити затрати праці на молочних фермах. У зв'язку з цим для впровадження сучасних доїльних систем на фермах з прив'язним утриманням корів розроблена комбінована технологія, за якої доїння здійснюють в спеціальних доїльних залах на установках типу «Ялінка», «Тандем», «Паралель» тощо. Розроблені свого часу автоматизовані прив'язі ОСП-Ф-26 відкрили широку перспективу для впровадження комбінованої технології утримання тварин, завдяки чому навантаження на одного працівника збільшилося до 23-26 корів проти 10-15 голів за традиційною технологією. При цьому навантаження на одного оператора машинного доїння корів становить 100-200 голів, що суттєво (у 2-4 рази) знизило загальну потребу в них. З огляду на різноманітні чинники комбінована технологія виробництва молока реально може стати у найближчій перспективі проміжним етапом у реконструкції молочних ферм і переведенні їх на безприв'язно-боксове утримання корів, однак, поки що вона використовується дуже обмежено.

Процес виробництва молока в фермерських господарствах базується, як правило, на ручній праці, в них досить важко застосовувати, на даному етапі, перспективні технологічні і технічні рішення. Очевидно, що розвиток фермерських господарств з виробництва молока повинен бути зорієнтований на прогресивні технології, які базуються на груповому утриманні худоби. Про це свідчить досвід фермерства в Німеччині, Голландії, де безприв'язний спосіб утримання використовують навіть на фермах з поголів'ям 30-40 корів. Технологічні рішення таких ферм, а особливо можливість використання високопродуктивних доїльних установок, суттєво полегшує працю фермерів, є передумовою отримання продукції високої якості.

## **Особливості технологій виробництва молока у країнах з розвинутим молочним скотарством**

Основне виробництво молока в європейських країнах зосереджено у фермерських господарствах, розмір яких, як і розмір молочних ферм, залежить від кількості землі, яку фермер використовує, і кількості працівників на фермі. Так, в Голландії, де земельні ресурси обмежені, в середньому на молочній фермі утримується 42 корови, у Данії – 40, Англії – 50, а в Німеччині функціонують молочні ферми і на 1200 корів. У країнах Європи простежується стійка тенденція до збільшення показників розмірних характеристик ферм.

Високі економічні показники молочного тваринництва Німеччини і Голландії обумовлені комплексом чинників: високим генетичним потенціалом стад, сучасними технологіями утримання тварин, достатньою і якісною кормовою базою. Практично в усіх європейських країнах на молочних фермах домінує безприв'язна технологія утримання худоби, яка забезпечує комфортні умови утримання, створює передумови для самообслуговування тварин. Її використовують більше 95% ферм. Прив'язне утримання залишається на деяких старих фермах, які з певних причин не можуть бути реконструйовані.

Для впровадження технології безприв'язного утримання корів в європейських країнах спроектований стандартний корівник, який за своїми розмірними характеристиками суттєво відрізняється від базового корівника в Україні. При його проектуванні за основу взяті не економічні показники, зокрема вартість одного місця для утримання худоби, а можливість максимального задоволення фізіологічних потреб тварини з метою реалізації її генетичного потенціалу. Крім того, об'ємно-планувальні вирішення такого корівника забезпечують переведення тварин на самообслуговування, що значно знижує затрати праці на виробництво молока. Корівник, як правило, розрахований на 50-100 корів. Його ширина становить майже 26 метрів, а довжина залежить від кількості поголів'я у господарстві. Утримання тварин безприв'язно-боксове. Планувальні вирішення корівника передбачають утримання в них не тільки дійних корів, а й групи сухостійних тварин і ремонтного молодняку. Тому приміщення розділене на декілька функціональних зон: секції для утримання дійних і сухостійних корів, секції для молодняку різних вікових груп, секції для отелення корів. У цьому приміщенні розміщують доїльний зал і молочне відділення.

Секції для утримання корів є найбільш місткою частиною приміщення, вони облаштовуються боксами для відпочинку тварин, покритими гумовими килимками і щільною підлогою (рисунок 4.1). Конструкція і розмірні параметри цих елементів стійлового обладнання суттєво відрізняються від тих, що використовуються у нас, вони сприяють створенню комфортних умов утримання тварин, оскільки від цього залежить їх продуктивність. При розробці технологічного обладнання, зокрема конструкції боксів для відпочинку тварин, здійснюють глибокі наукові дослідження з метою визначення їх оптимальних характеристик: розмірів, конфігурації, можливості використання відповідного синтетичного матеріалу для покриття підлоги. Але завжди виходять із необхідності максимального забезпечення комфортних умов для відпочинку тварини. Для цього в останні роки фірмою “Spinder” (Німеччина) сконструйовані навіть спеціальні водяні матраци.

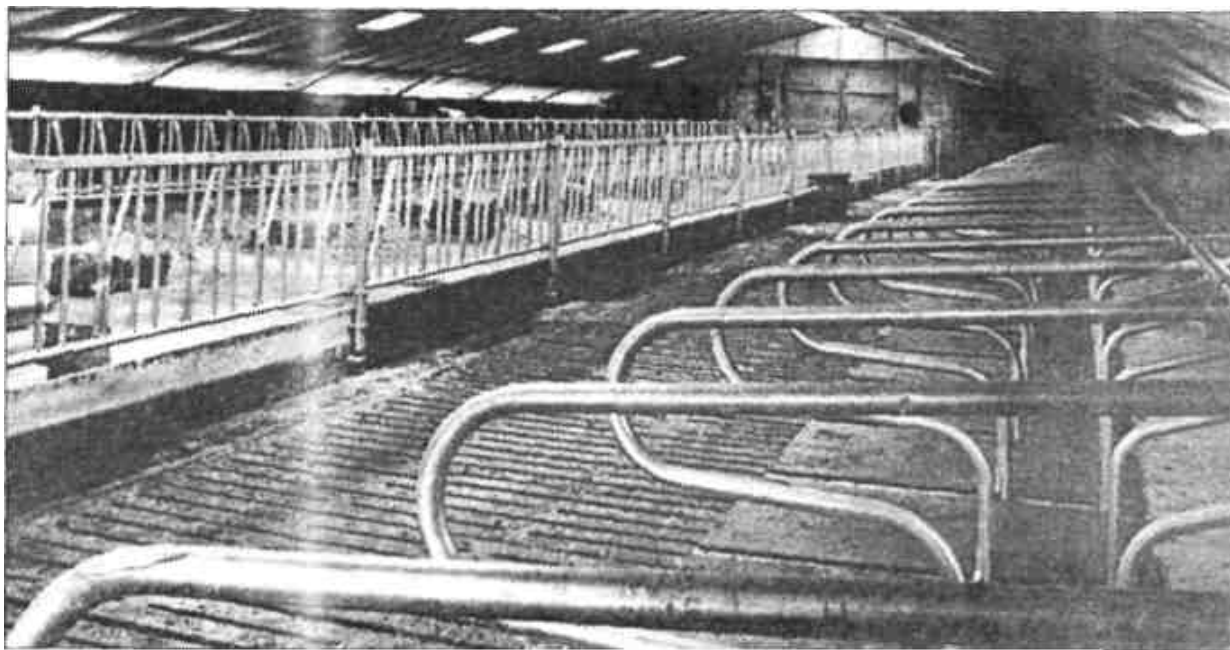


Рисунок 4.1 – Секція для безприв'язно-боксового утримання корів

Прибирання гною у приміщенні відбувається протоптуванням його тваринами через щілинну підлогу. Технологічні параметри залізобетонної щілинної підлоги забезпечують її самоочищення і, що важливо, запобігають негативному впливу на стан кінцівок. Ширина планок підлоги становить 13см, а ширина щілини між ними – 4см. Під нею обладнані гноезбірні канали глибиною 1,8-2,5м. Будучи об'єднаними в систему, вони одночасно слугують і гноєсховищем, звідки гній періодично вивантажують. Отже, використання в корівниках щілинної підлоги і каналів для тимчасового зберігання гною суттєво знижує затрати праці на очищення приміщення і практично виключає енерговитрати на виконання цього процесу, оскільки гній протоптується самими тваринами.

На фермах Європи відмовилися від використання годівниць, обслуговування яких потребує великих затрат праці, особливо на очищення їх від залишків після поїдання корму тваринами. Для годівлі худоби об'ємними кормами використовують так звані кормові столи (рисунок 4.2) шириною до 5м. Кормовий стіл – це спеціально облаштоване уздовж лінії розміщення худоби рівне покриття із переднім обмежуючим бордюром для роздавання кормів і їх згодування. По всій довжині кормового стола встановлюють кормові решітки, які за необхідності забезпечують групову або індивідуальну фіксацію худоби. Використання їх зменшує негативні наслідки антагоністичних відносин між тваринами під час годівлі, а також дає змогу за потреби проводити ветеринарне обстеження й обробку тварин. Корми роздають, використовуючи спеціальні «фермерські комбайни» (рисунок 4.3), конструкція яких забезпечує навантаження, дозування, додаткове подрібнювання, змішування і роздавання необхідних за раціоном кормів. Використання однієї такої універсальної машини виключає із технологічного процесу навантажувач, причіп, кормоцех і кормороздавач, внаслідок чого у 2-3 рази зменшується трудомісткість і енергоємність приготування і роздавання кормів порівняно з технологією, яку використовують на вітчизняних фермах.

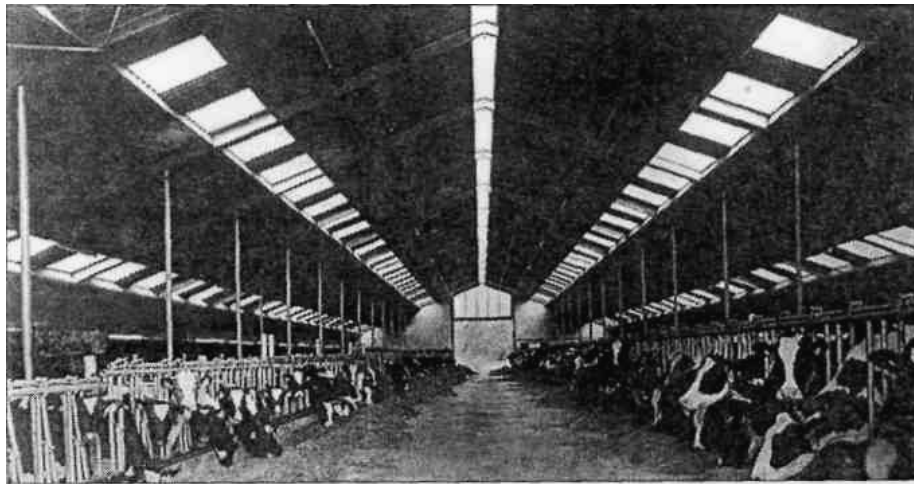


Рисунок 4.2 – Кормовий стіл



Рисунок 4.3 – Фермерський комбайн

Кормовий стіл на молочних фермах Європи використовують не тільки для згодовування кормів, а й для їх тимчасового накопичення за екстремальних погодних умов. В такий період корми у приміщення завозять один раз на 3 - 5 днів. Для зниження затрат праці при підгортанні кормів на кормовому столі використовують спеціально розроблене пристосування (рисунок 4.4), яке агрегується з малогабаритним енергозасобом і досить швидко виконує цю операцію.



Рисунок 4.4 – Обладнання для підгортання кормів



Велику увагу в країнах з розвиненим молочним скотарством приділяють згодовуванню концентрованих кормів, які кожна тварина отримує залежно від її молочної продуктивності. Для цього створено спеціальні кормові станції (рисунок 4.5), які об'єднані в єдину систему ідентифікації тварин, контролю їх молочної продуктивності та видавання кормів. Кожна така станція розрахована на технологічну групу корів і може встановлюватись безпосередньо у секції їх утримання.



Рисунок 4.5 – Кормова станція

Для зниження енергоємності технологічного процесу виробництва молока корівник облаштовують системою природної вентиляції, яка регулює обмін повітря у приміщенні залежно від сезону року і температури повітря, із застосуванням системи бокових штор, які монтують по повздожніх стінах корівника, і спеціальної конструкції конька покрівлі. Якісне природне освітлення забезпечує конструкція покрівлі, яку монтують з використанням прозорих матеріалів. Завдяки цьому в будь-яку пору року немає потреби витратити електроенергію для підтримання оптимального мікроклімату й освітлення корівників.

Для напування великої рогатої худоби європейські фірми випускають більше 30 моделей групових та індивідуальних напувалок ємністю від 2 до 350 л. Усіх їх виготовляють з високогігієнічних синтетичних матеріалів і нержавіючої сталі, які легко мити, дезінфікувати. Вони зручні в експлуатації, мають привабливий дизайн. Клапанні механізми напувалок виготовляють з високоякісного металу, що забезпечує їх надійність при експлуатації, запобігає підтіканню води, позитивно впливає на мікроклімат у приміщеннях.

Продуктивність корів, як відомо, залежить і від того, наскільки комфортними є умови, в яких вони перебувають. Тому для облаштування корівників європейські фірми випускають різноманітне технологічне обладнання: бокси, щілинну підлогу, покриття боксів і зон відпочинку, обладнання для внесення підстилки (рисунок 4.6), установки для очищення щілинної підлоги, автоматичні щітки для очищення і чесання тулуба тварин (рисунок 4.7) тощо.

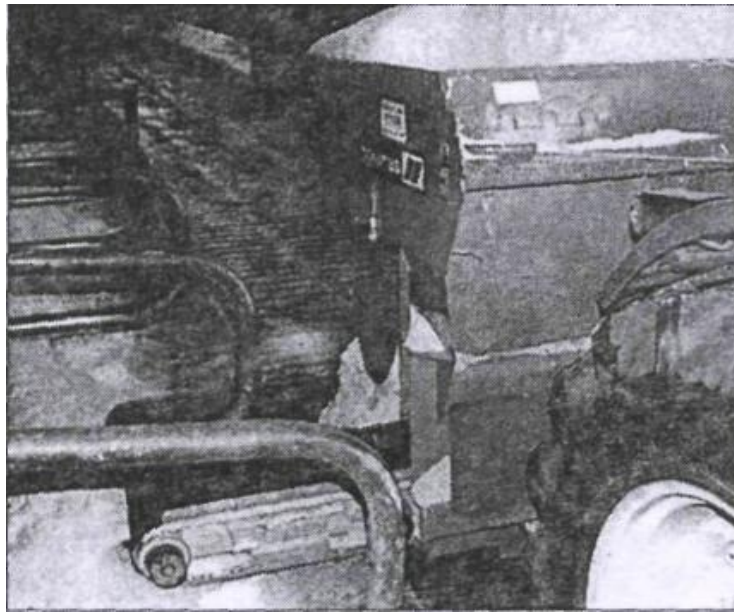


Рисунок 4.6 – Обладнання для внесення підстилки

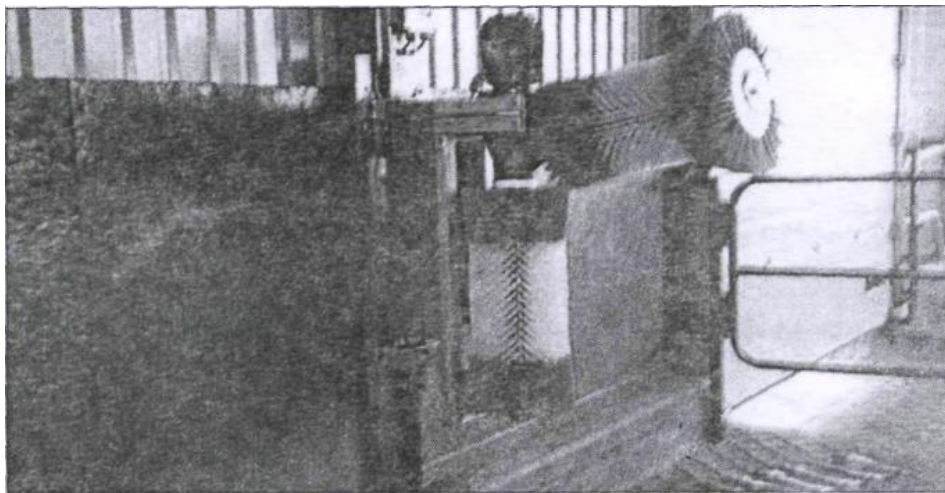


Рисунок 4.7 – Щітка автоматична

Для ветеринарно-санітарного обслуговування тварин випускають різні за конструкцією і призначенням стаціонарні і пересувні станки (рисунок 4.8). Наприклад, для розчищення та обрізування ратиць, оброблення кінцівок у корів використовують як стаціонарні станки-столи, так і агреговані з енергетичним засобом.

Загалом технологія виробництва молока у країнах з розвинутим молочним скотарством має такі характерні особливості, за якими відрізняється від використовуваних в Україні технологій:

- безприв'язна система утримання корів і молодняку усіх вікових груп;
- годівля тварин з кормового стола, а згодовування концентрованих кормів – з використанням кормових станцій;
- доїння корів у доїльних залах на високопродуктивних установках-майданчиках типу «Ялинка», «Паралель», «Карусель»;
- широке використання роботизованих доїльних систем;
- сучасна система первинної обробки молока;
- використання сучасних технологій заготівлі і приготування кормів, роздавання їх з використанням фермерських кормових комбайнів;



- сучасна технологія видалення і перероблення гною;
- економна система забезпечення оптимального мікроклімату в приміщеннях;
- високий рівень селекційно-племінної роботи;
- наявність автоматизованих систем управління технологічним процесом виробництва молока.

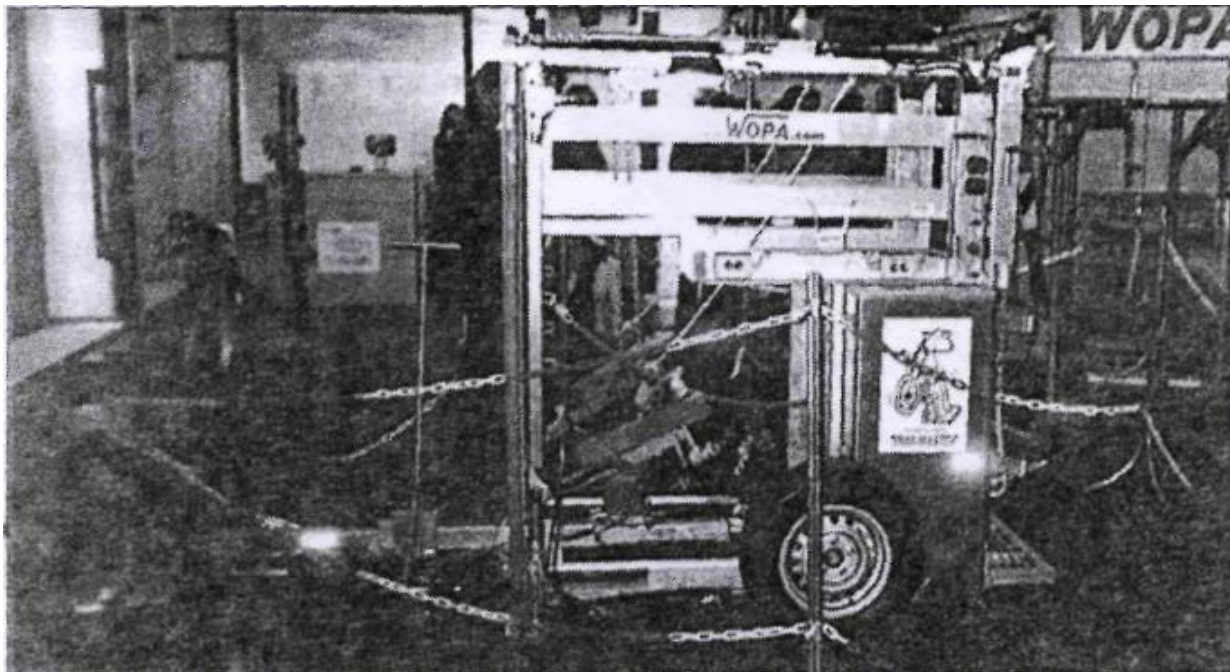


Рисунок 4.8 – Станок ветеринарний

Отже, аналіз технологій виробництва молока в країнах з розвинутим молочним скотарством свідчить про їх суттєву відмінність від технології виробництва молока в Україні. Основою їх є створення комфортних умов для утримання тварин з метою максимальної реалізації їх генетичного потенціалу і мінімального використання ручної праці. Європейські технології виробництва молока висококомеханізовані і, водночас, малоенергоємні і низькозатратні. У зв'язку з цим затрати праці на виробництво 1ц молока в Європі не перевищують 2 люд.год. Суттєвими елементами технології виробництва молока в країнах з розвинутим молочним скотарством є і об'ємно-планувальні вирішення корівників (ширина корівника – 26-33м, в Україні – 10-24м).

### Способи утримання свиней

В свинарстві застосовують, в основному, два способи утримання свиней – **вигульний та безвигульний**. Вигульний використовується на невеликих свинарських підприємствах та на племінних репродукторах.

Свинарські підприємства поділяються на **репродукторні, відгодівельні та із закінченим циклом виробництва**. **Репродукторні ферми** спеціалізуються на відтворенні свинопоголів'я та його дорощуванні з подальшою передачею молодняку у відгодівельні господарства. Комплекси із закінченим циклом виробництва (рисунок 4.9) передбачають відтворення свинопоголів'я з його подальшим дорощуванням та відгодівлею.

# СХЕМА РУХУ ПОГОЛІВ'Я

## на свиноматках із закінченим циклом виробництва

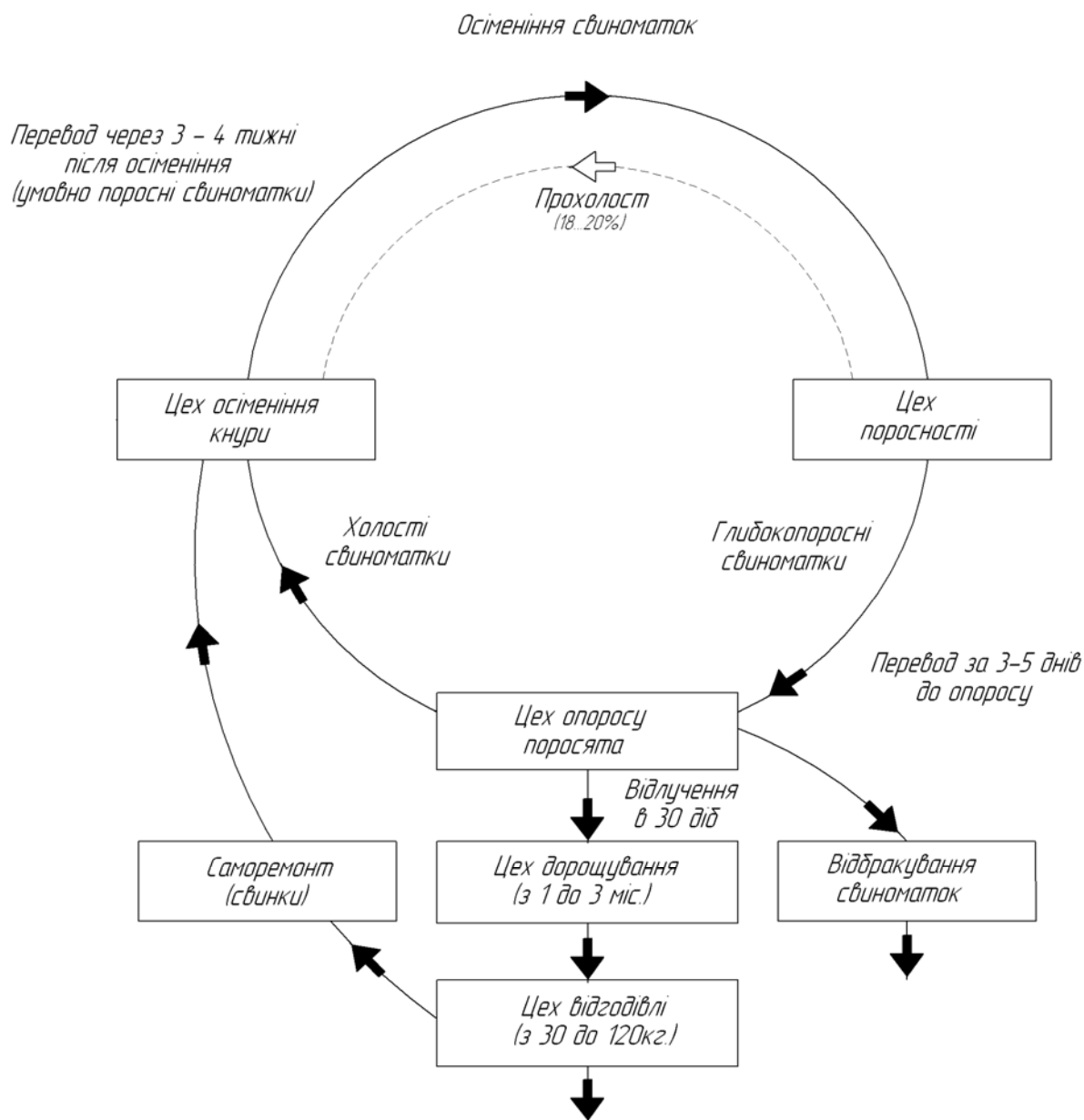


Рисунок 4.9 – Схема руху поголів'я

Така спеціалізація знайшла найбільшого поширення. На таких комплексах використовується цілорічна ритмічна система виробництва, яка полягає в тому, що поголів'я поділяється на статеві-вікові групи, які формуються за певний проміжок часу (крок ритму) і утримуються в окремих ізольованих секціях, що дає змогу своєчасно робити дезінфекцію приміщень (санітарний розрив) а також раціонально використовувати корисну робочу площу на відміну від сезонно-турової системи опоросів, які використовують на невеликих свинарських підприємствах. На свинарських підприємствах застосовують наступні технологічні схеми виробництва:

## Технологічні схеми виробництва свинини

### 1. Відгодівельне господарство

#### Відгодівля свиней

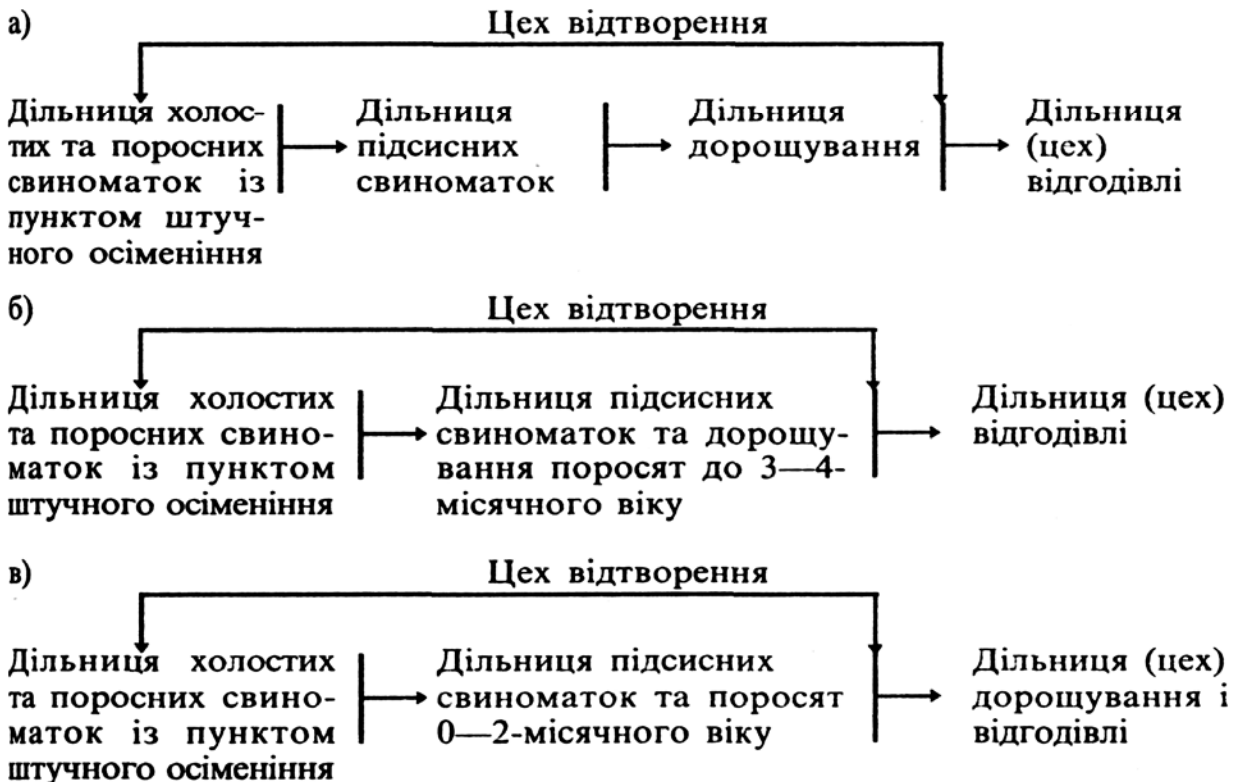
### 2. Господарство по дорощуванню й відгодівлі свиней.

Дорощування підсвинків  $\longrightarrow$  Відгодівля молодняку

### 3. Репродукторна ферма (репродукторне господарство).



### 4. Комплекси із закінченим технологічним процесом



Існують *одно-, двох- та трьохфазний способи утримання свиней*. Суть *однофазного* способу утримання полягає у тому, що свиноматок після завершення підсисного періоду переводять в приміщення для осіменіння, а відлучених порослят залишають на цьому ж місці для подальшого дорощування та відгодівлі до здачі на м'ясокомбінат або до реалізації в якості племінної продукції.

При *двохфазному* способі утримання поросят після відлучення від свиноматок залишають на місці в переобладнаних станках до 3-х місячного віку, а потім переводять в цех відгодівлі і вирощують до 110-120кг. живої маси.

*Трьохфазна* система утримання характеризується тим, що поросят після відлучення від свиноматок в певному віці (21, 26, 28, 30, 35, 42 дні) переводять на ділянку дорощування і групують в станки по 20-25 голів, де утримують 55-60 днів. Після досягнення живої маси 30-35кг. їх переводять в цех відгодівлі.

Здаточна жива маса за технологією – 112кг. Поголів'я свиней поділяється на окремі статево-вікові групи з урахуванням їх фізіологічного стану та призначення.

1) Кнури:

а) основні - віком старші 1,5 року, які оцінені за продуктивністю спарованих ними маток;

б) перевірювані – що перевіряються від першого парування до оцінки їх за масою потомства в 2-х місячному віці;

в) ремонтні кнури – від відбору (або придбання) на вирощування до першого парування, призначені для заміни вибракуваних кнурів основного стада;

г) пробники, що призначаються для виявлення маток в охоті;

2) матки;

а) холості, що після відлучення поросят ще не запліднювались (3-21 день);

б) умовно – холості, що запліднювались, але не встановлено поросність (32 дні);

в) явно поросні – у яких встановлено поросність (80 днів);

г) підсисні – після опоросу до відлучення поросят (28-45 днів);

д) перевірювані – від першого запліднення до відлучення поросят;

3) поросята – сисуні від народження до відлучення від свиноматки;

4) поросята на дорощуванні – після відлучення від маток до 3-4 місячного віку (до переведення в групу відгодівлі або ремонтного стада);

5) ремонтні свинки – свинки від відбору (або придбання) на вирощування до встановлення першої поросності, призначені для заміни вибракуваних свиноматок основного стада;

б) свині на відгодівлі (відгодівельне поголів'я), молодняк від 3-4 місячного віку до реалізації та дорослі свині (вибракувані матки і кнури).

### ***Утримання холостих та умовно порослих свиноматок.***

Холостих та умовно порослих свиноматок утримують в індивідуальних станках розміром 0,6 x 2,2м. як на повністю щілинній, так і частково, – на щілинній підлозі. Бокс – індивідуально фіксує конструкція для тварин, яка виконана із оцинкованої або нержавіючої труби. Станок обладнаний індивідуальною годівницею і сосковою автонапувалкою (рисунки 4.10).

Фіксуєчі індивідуальні станки використовуються в перші 32 дні після осіменіння. Такий станок забезпечує більш гарантоване закріплення плодів у свиноматок і зменшує кількість прохолостів внаслідок відсутності рангової боротьби між тваринами

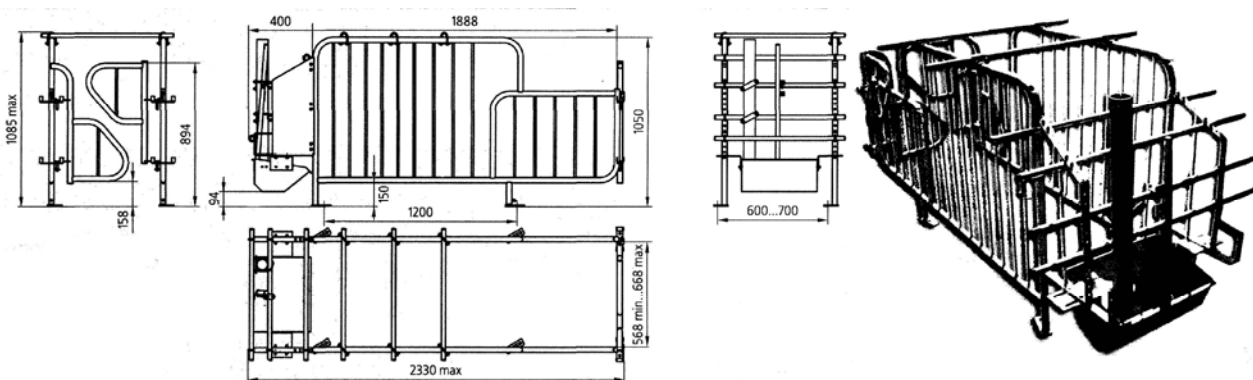


Рисунок 4.10 – Індивідуальний станок для утримання холостих та умовно поросних свиноматок

***Утримання явно поросних свиноматок.***

Явно поросних свиноматок утримують в групових станках по 10-15 голів, з розрахунку 1,9м. на 1 голову. Станок обладнаний бункерною самогодівницею та 2-ма ніпельними автонапувалками, або коритами (залежно від типу годівлі). Підлога виконана з бетону або частково щілина, або повністю щілина.

***Утримання підсисних свиноматок з порослятами.***

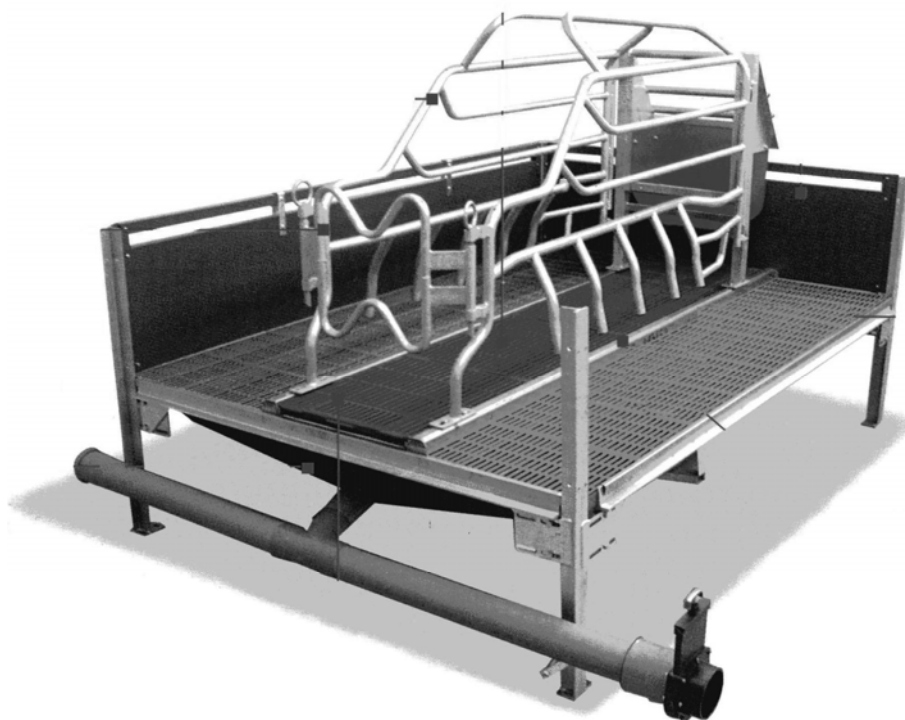


Рисунок 4.11 – Станок для опоросу і утримання підсисної свиноматки з порослятами до 30 денного віку

Конструкція станків (або боксів) для опоросу (рисунок 4.11) відіграє велику роль в збереженні порослят в підсисний період. Станок складається із клітки – фіксатора для свиноматки, яка регулюється за шириною і довжиною і обладнана годівницею та автонапувалкою. полімерної огорожі висотою 0,6м, полімерної щілинної підлоги під порослятами і чавунною – під свиноматкою, годі-

вницею для поросят і автонапувалкою, будинком для поросят, який обладнаним термокилимом і інфрачервоною лампою для локального обігріву поросят, а також ванною – накопичувачем гною (полімерною або бетонною). Щілинна підлога під свиноматкою виконується з чавуну тому, що він має велику теплопровідність і тим самим швидше охолоджується після встановлення свиноматки, так як нормальна температура для свиноматки 16-19°C, а для поросят 30-32°C – в перші дні.

### ***Утримання поросят на дорощуванні.***

Період перебування поросят на дорощуванні складає 56-60 днів і за цей період одна голова набирає 22-24кг, тобто переводяться у цех відгодівлі живою масою біля 30кг.

Станок для поросят на дорощуванні (рисунок 4.12) аналогічний тому, що і на підсисі, за виключенням клітки фіксатора для свиноматки. Поросят утримують групами по 10-20 голів у кожному, вирівняних за віком і живою масою, і, найчастіше, об'єднують по два гнізда з розрахунку 0,3-0,4м<sup>2</sup> на голову. На два сумісних станка використовують бункерну самогодівницю з автонапувалками.



Рисунок 4.12 – Станок для утримання поросят на дорощуванні з 30 до 90 денного віку

### ***Утримання відгодівельного поголів'я.***

Свиней на відгодівлі утримують у групових станках по 20-25 голів у кожному з розрахунку 0,9-1,1м<sup>2</sup> на 1 голову. В основному, використовується бетонна повністю щілинна підлога або частково щільна підлога. Огорожа виконується із оцинкованих труб або із ПВХ (полівінілхлориду).

Остання набуває широкого застосування, оскільки просто монтується, гігієнічна і швидко очищається від забруднень, стійка до агресивного середовища і до миття під високим тиском, менш кошторисна, порівняно з трубами із нер-

жавіючої або оцинкованої сталі. Перевагою щільної перегородки також є те що свині одного станка не сполучаються з тваринами іншого, що запобігає ієрархічних відношень.

Висота перегородок становить 1-1,1м. Станки обладнані автонапувалками, а також бункерними самогодівницями або коритами, залежно від типу годівлі (сухими або вологими кормосумішами). Тривалість відгодівлі залежить від середньодобових приростів у цей період. Відгодовують з 30кг до 110-120кг живої маси.

### ***Організація праці і обов'язки свинарів-операторів***

При виробництві свинини на промисловій основі застосовують потоковий метод, в основу якого покладено рівномірне одержання і вирощування поросят, відгодівля і здавання їх на забій. Ритмічна й ефективна робота спецгоспів та промислових комплексів значною мірою визначається не тільки технологією, а й застосуванням раціональної організації праці.

Особливості утримання і годівлі свиней за періодами технологічного циклу, значний рівень механізації і автоматизації основних виробничих процесів визначили на комплексах поглиблену спеціалізацію виробничих ділянок і розподіл праці робітників, які безпосередньо доглядають за тваринами.

Існують промислові комплекси по вирощуванню і відгодівлі 108, 54, 36 і 24 тис. свиней на рік. Основною виробничою одиницею комплексу є спеціалізована ділянка. Згідно з технологією на комплексах з відгодівлею 108 тис. свиней за рік виділено шість виробничих ділянок:

перша — утримання кнурів, холостих свиноматок і першого періоду поросності (до 32 днів);

друга — утримання свиноматок другого періоду поросності (від 33 до 112 днів) і ремонтних свинок;

третья — утримання підсисних свиноматок з поросятами до 26-денного віку;

четверта — дорощування поросят від 27 до 106 днів;

п'ята та шоста — відгодівля свиней протягом 116 днів.

За кожною ділянкою закріплюють тварин однієї статеві – вікової групи, що дає змогу краще використовувати робочу силу, засоби виробництва, створювати добрі умови для підвищення кваліфікації робітників.

Перші чотири ділянки входять до складу цеху відтворення, п'ята й шоста — до цеху відгодівлі.

Норми обслуговування свиней операторами, які визначено для цього комплексу, наведено в додатку 2.

### **Системи і способи утримання овець**

Виробництво вовни і іншої продукції вівчарства пов'язано з підвищенням продуктивності овець і значним збільшенням їх поголів'я. Для утримання овець необхідно побудувати велику кількість нових сучасних і дешевих будівель з врахуванням кліматичних умов, напрямку господарства і системою утримання тварин. Одночасно, в деяких випадках, економічно вигідно і доцільно реконструювати старі приміщення, довести їх до необхідного стану, який відповідає новітнім стандартам будівництва і експлуатації тваринницьких приміщень, а також зоогігієнічним і ветеринарно-санітарним нормативам.



У народногосподарських планах визначені напрямки розвитку вівчарства і зони розведення овець різних порід. Для будівництва приміщень для овець доцільно використовувати дешеві місцеві природні матеріали, враховувати наявність площ для створення літніх і зимових пасовищ.

В Україні існують такі зони розведення овець: **Зона тонкорунного вівчарства** – Дніпропетровська і Одеська області, в них розводять асканійську тонкорунну породу овець. **М'ясо-вовнова тонкорунна порода** – прекос є плановою для Вінницької, Житомирської, Київської, Львівської, Хмельницької, Черкаської, Сумської, Тернопільської і Харківської областей.

**Зона тонкорунного і напівтонкорунного вівчарства** – Чернігівська Волинська, Ровенська області – розводять чорноголових овець і породу прекос. Кримська, Одеська і Донецька області – спеціалізуються на розведенні цигайської породи.

**Зона смушкового вівчарства** – розташована у Полтавській і Одеській областях. Для них плановими породами є сокільська і каракульська породи овець.

**Зона грубо вовнового і м'ясо-вовно-молочного вівчарства** – це гірсько-карпатські райони Івано-Франківської, Чернівецької і Закарпатської областей. Для них плановими породами є рацька, цуркан і цакель.

Для кожної зони розведення овець існують певні особливості технології утримання, годівлі і виробництва продукції вівчарства. У вівчарських господарствах усіх зон взимку вівці перебувають на стійловому утриманні. Влітку застосовуються різні системи утримання залежно від конкретних умов господарства.

**Пасовищне утримання** застосовується у господарствах, які мають значні площі природних і штучних пасовищ. Наприклад, у гірських районах Карпат весь літній період овець переводять на пасовищі, тобто застосовується відгонна система випасу. В цей період продукція вівчарства є найдешевшою.

**Пасовищно-стійлове утримання** – застосовується коли не достатньо площ для пасовищ і овець підгодовують із годівниць скошеною травою.

**Стойлове утримання** використовується в місцевостях, де відсутні природні, штучні пасовища, або вони вигорають без наявності зрошення.

Стойлове утримання практикується у місцевостях з високим відсотком орних земель. Тут розвинуто кормовиробництво і вівці годуються круглий рік із годівниць привозними кормами.

При всіх системах утримання поголів'я овець розподіляють на отари.

**Розмір отар** залежить від розміру ферм і зони ведення вівчарства. **Оптимальний розмір ферми** в зоні Степу – 3000 - 4000 овець, в зоні Лісостепу – 1500 - 3000 і в зоні Полісся - 500 - 700 голів. Приблизний розмір отар у Степовій зоні для вівцематок і ярк 600 - 800 голів, Лісостепу – 400 - 600 голів, Гірських Карпат 300 - 400 голів. **Розмір отар** для відгодівельного поголів'я овець – для Степу – 1000 голів, Лісостепу – 800 і Гірських Карпат – 350 - 400 голів.

На відміну від інших видів тварин, вівці споживають майже усі види трав, стійки до тривалих переходів і здатні випасатися у балках, ярах і лісосмугах. При пасовищному утриманні і загінній системі пастьби, за літо одержують 70-80 % річного приросту вовни. Вважається ефективною стійлово-табірна система утримання овець. Літній табір споруджується із вигульно-кормовими май-



данчиками, годівницями, коритами для води або автонапувалками. Вівці пасуться на пасовищі 1,5-2 години на день для отримання моціону, а протягом доби отримують корма із годівниць.

За літо ремонтують і дезинфікують кошари, бази, годівниці та інше обладнання. Основними приміщеннями ферм є вівчарні з базами, сховища для кормів, пункт штучного запліднення, літні вигульно-кормові майданчики, ванна чи душова установка для профілактичного купання овець, стригальний пункт. Кошари повинні бути світлими, сухими, з вентиляцією, зручними для використання.

Норма площі підлоги кошари на одну голову для кітних вівцематок – 2-2,5 м<sup>2</sup>, молодняку до року – 0,7-0,9, для дорослих баранів – 1,5-2 м<sup>2</sup>. Оптимальна температура у вівчарнях для дорослих овець і молодняку старіше 5-місячного віку повинна бути 4-8 °С, а у вівчарні, де відбуваються окоти, – 15-18 °С при відносній вологості повітря 70-75 %.

Дуже важливе значення має зимівля овець. Успіх її залежить від заготівлі доброякісних кормів у достатній кількості й правильного використання їх, умов утримання тварин, а також від правильної організації праці чабанів. Особливо слід звернути увагу на годівлю овець, адже короткочасна незадовільна годівля позначається на якості вовни (утворюється «голодна тонина»). У зимовий період вівці якомога більше повинні перебувати на свіжому повітрі. Тривале утримання в кошарах, особливо тісних, призводить до погіршення їхнього здоров'я та якості вовни. Тільки під час негоди тварин не виганяють із кошари.

Важливим є забезпечення овець водою. При організації водопостачання ферм враховують, що добова потреба води на дорослу вівцю становить 8—10, а для молодняку – 3-4л.

### **Системи і способи утримання птиці**

У птахівництві застосовують такі способи вирощування й утримання птиці: підлоговий, клітковий і комбінований. При першому способі поголів'я розміщують на підлозі, у цьому разі для неї можна обладнати вигули. Підлогове утримання практикують на глибокій підстилці або решітчастій чи сітчастій підлогах.

При клітковому утриманні птиця знаходиться в кліткових батареях, які являють собою агрегати, що складаються із кліток, розміщених в один або кілька ярусів. У клітки, наприклад, садять по 10 - 60 курчат, що значно підвищує ефективність використання приміщень. Обмеження руху птиці при цьому дає змогу економити до 25 % кормів.

У клітках птицю утримують на сітчастій або решітчастій підлозі, через яку пташиний послід випадає на спеціальний настил чи у бетонований канал, звідки видаляється за допомогою транспортерів. У кліткових батареях механізовані процеси роздавання кормів, напування тощо.

Комбіновану систему утримання застосовують здебільшого при вирощуванні курчат та індичат. Так, курчат до 1,5-2-місячного віку утримують у клітках, потім їх переводять в умови підлогового утримання (в акліматизатори чи літні табірні будиночки), що дає змогу їм багато рухатися і добре розвиватися. З початком яйцекладки птицю переводять у клітки або приміщення для дорослого поголів'я.

#### 4.1.2 Визначення структури стада

Структура стада тваринницької ферми – це процентне співвідношення кількості тварин в кожній статеві-віковій групі тварин до загальної чисельності їх поголів'я на фермі. Структура стада залежить від спеціалізації ферми, техніки розведення, величини поголів'я для ремонту стада та організації відтворення поголів'я.

##### **Структура стада ферми (комплексу) великої рогатої худоби**

Залежно від напрямку розвитку ферми великої рогатої худоби можуть мати різну структуру стада. Для комплексів і ферм по виробництву молока і яловичини структура стада наведена в додатку 3.

Згідно із спеціалізацією (додатку 4) на спеціалізованих молочних комплексах I типу поголів'я корів може становить до 90%, нетелей – 5% і ново народжених телят які утримуються лише перші 20 днів, а потім передаються на спеціалізовані ферми по вирощуванню ремонтного та над ремонтного молодняку – 5%,. На спеціалізованих молочних комплексах II типу передбачається питома вага корів – 60%, нетелей – 10% і телят до 6-ти місячного віку – 30%. Передавання відбувається на спеціалізовані ферми бугайців у 20-ти денному віці для дорощування і відгодівлі, а телиць у 6-ти місячному віці – для вирощування ремонтних телиць. На молочних фермах III типу поголів'я корів складає 50%, бугайці у 6-ти місячному віці передаються в спеціалізовані господарства по відгодівлі на м'ясо, а всі телиці вирощуються на фермі. На молочних фермах IV типу весь молодняк вирощується на фермі і поголів'я корів в структурі стада становить 36%. Відповідно до типів спеціалізації молочних комплексів (ферм) в таблиці 4.1.2 наведені коефіцієнти для визначення кількості скотомісць для розміщення різних статеві-вікових груп великої рогатої худоби. Кількість вікових груп визначається відповідно до специфічних умов господарства і раціонів годівлі тварин.

На підприємствах з потоково-цеховою системою виробництва молока при визначенні кількості скотомісць в окремих цехах використовують такі коефіцієнти:

1) цех сухостійних корів	- 0,25
в тому числі для корів	- 0,14
для нетелей	- 0,11
2) цех отелення	- 0,12
в т.ч. передотельна секція	- 0,04
отельна секція	- 0,01
післяотельна секція	- 0,07
3) цех роздоювання і запліднення	- 0,25
4) виробництва молока	- 0,50
5) секція телят профілакторію	- 0,06

Кількість скотомісць в приміщеннях для груп тварин визначають множенням розміру (потужності) підприємства на розрахункові коефіцієнти.

## **Структура стада свинарських ферм і комплексів**

В залежності від напрямку і спеціалізації в господарствах складається відповідна структура стада (додаток 5), що виражається в процентному співвідношенні тварин у різних виробничих групах.

У племінних господарствах менше поросят-сисунів і більше ремонтного молодняку, чим на репродуктивних фермах. У репродукторах кількість кнурів може значно знижуватися в наслідок застосування штучного запліднення. Не велика частина приходить на частку ремонтного молодняку і молодняку на відгодівлі, тому що молодняк реалізують у віці 3,5-4 місяці. Основне поголів'я складають поросята-сисуни і відлучені.

У господарствах із закінченим циклом виробництва свинини є свині усіх виробничих груп. При ранньому відлученні поросят і цілорічному використанні свиноматок їхня питома вага в стаді, як правило, нижче, ніж у племінних господарствах. У зв'язку з тим, що племінний молодняк завозять із племінних господарств, кількість тварин цієї групи не значна. Більш половини всього поголів'я становлять свині на відгодівлі.

## **Структура стада овець**

Правильна структура стада щодо співвідношення статеві-вікових груп забезпечує нормальне його зростання і своєчасну заміну старих, хворих, низькопродуктивних тварин (додаток 6). Структура стада залежить від напрямів вівчарства – племінного чи товарного. У племінному тонкорунному стаді за умови вибракуння вівцематок 16-20 % і виході ягнят 110-120 % питома вага вівцематок повинна бути 50-52 % поголів'я. На товарних фермах м'ясо-вовнового напрямку, де весь молодняк, за винятком необхідного ремонту, відгодовують і забивають на м'ясо, кількість вівцематок на кінець року становить 60-75 %. Смушковому вівчарстві, де значну кількість народжених баранчиків і частину ярочок забивають на смушки, питома вага вівцематок у стаді близько 80 %.

## **Структура поголів'я птиці**

Структура поголів'я стада птиці визначається з врахуванням перспективи розвитку галузі і орієнтована на кінцевий результат випуску продукції. В залежності від напрямку розвитку ферми існує декілька типів структур стада. Структура поголів'я птиці на різних фермах і фабриках приведена в додатку 7.

### **4.1.3 Норми годівлі і складання раціонів**

Організація повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин є найважливішою умовою успішного розвитку тваринництва, підвищення продуктивності, поліпшення якості продукції та зниження її собівартості. Корми повинні задовольняти усі потреби здорової тварини, пов'язані з ростом, розвитком, відтворенням, утворенням продукції при економічно ефективному витрачання кормів. Корми є основним джерелом усіх необхідних поживних речовин для живого організму.

**Поживність кормів** – це їх спроможність задовольняти потреби тварин в поживних речовинах. Корми є джерелом енергії для роботи органів тварини, нормальної її життєдіяльності і підтримання температури тіла.

Рівень і тип годівлі визначають рівень розвитку організму. При неповноцінній годівлі молодняку порушуються ріст, розвиток і функція органів травлення, дихання, кровоносної та інших систем, виникають конституційні зміни в організмі.

В Україні оцінка поживності кормів і раціонів, а також нормування енергетичних потреб тварин здійснюється в обмінній енергії, тобто в енергії, яка після перетравлення поживних речовин відкладається у вигляді продукції (молоко, м'ясо, вовна тощо).

За енергетичну кормову одиницю прийнято 10МДж обмінної енергії (ОЕ); 1Дж енергії дорівнює 0,2388кал, а 1кал =4,1868Дж; 1МДж = 1000000Дж.

Знання потреби тварин в поживних речовинах дає можливість організувати нормовану збалансовану годівлю.

**Кормова норма** – це кількість поживних речовин, яка задовольняє потреби тварин, обумовлені фізіологічним станом і господарським використанням. В нашій країні кормові норми розроблені з урахуванням виду, віку, живої маси, вгодованості, фізіологічного стану тварини та кількості і якості продукції. Кормова норма служить основою для складання раціону годівлі з оптимальною оплатою витрачених кормів тваринницькою продукцією і дає можливість планувати заготівлю різних видів корму для всього поголів'я тварин.

**Раціоном називають** кількість і асортимент кормів, які згодують тварині за певний проміжок часу (доба, період, сезон, рік). Співвідношення між окремими групами кормів у відсотках від загальної поживності називають **структурою раціону**.

### **Норми годівлі і раціони для великої рогатої худоби**

**Типи годівлі молочної худоби.** Тип годівлі характеризується структурою раціонів, тобто питомою вагою різних груп кормів, що входять у їхній склад. Назва типу годівлі звичайно визначається тими кормами або групою кормів, що переважають у раціоні.

Для великої рогатої худоби застосовуються такі типи годівлі: сінний, силосний, концентратний, силосно-сінний, силосно-коренеплодний, силосно-жомовий, силосно-сінажний, силосно-сінажно-концентратний, силосно-корнажний та ін. Найбільш поширені типи годівлі: травяний, травянисто-силосний і травянисто-концентратний. Типи годівлі нерозривно зв'язані із системами землеробства і кормовиробництва. Великий вплив на типи годівлі робить наявність природних кормових угідь: косовищ і пасовищ. Конкретний виразник типу годівлі – раціон.

**Норми годівлі дійних корів.** Молоко утворюється з поживних речовин корму в молочній залозі, що інтенсивно працює в період лактації. Для утворення 1кг молока через молочну залозу протікає до 500-600л крові. Організація раціональної годівлі молочної худоби повинна ґрунтуватися на знанні їхньої потреби в енергії, поживних, біологічно активних речовинах, необхідних для синтезу молока, збереження в нормі відтворних функцій і здоров'я. Потреба в по-

живних речовинах змінюється в залежності від рівня продуктивності, фізіологічного стану, віку тварини й інших факторів.

Протягом лактації характер і інтенсивність процесів, зв'язаних з утворенням молока, істотно змінюються. Високопродуктивні тварини особливо велику потребу в енергії мають у перший період після отелення, коли поживні речовини раціону не покривають витрати енергії, що йде на синтез молока. У зв'язку з цим, на початку лактації в них часто спостерігається значний дефіцит енергії, для покриття якого організм інтенсивно використовує запаси поживних речовин, відкладених у тілі. Істотне зниження дефіциту енергії в цей період може бути досягнуто веденням у раціон кормів, які багаті енергією – концентратів, трав'яної різки і трав'яного борошна високої якості тощо.

В другий період лактації корова повинна поповнити запас поживних речовин, використаних раніше на синтез молока. Зменшення продуктивності з ходом лактації не повинне бути основою для зниження повноцінності годівлі тварини, оскільки в цей період відбувається ріст плоду. Особливо важливе забезпечення потреби тільних корів в останні 3 міс. до отелення, коли відбувається інтенсивне зростання плоду. Дослідженнями встановлено, що при безприв'язному утриманні корови витрачають на виробництво молока на 5-6% енергії (кормових одиниць) більше, ніж при прив'язному утриманні. Молодим коровам, а також повновіковим нижче середньої вгодованості, норми годівлі варто збільшувати у середньому на 10%.

Для визначення загальної норми годівлі корів спочатку за існуючими нормативами визначають основну норму потреби у поживних речовинах з урахуванням живої маси і середньодобового надою.

Крім основної норми поживних речовин в зв'язку з різною вгодованістю, віком та стадією лактації тварин загальна норма може бути збільшена на 10-15% від основної норми.

Якщо тварини виснажені, то основна норма збільшується на 15% від основної, нижче середньої вгодованості – на 10%.

Молодим коровам віком 3,4 та 5 років основну норму збільшують на 10% в розрахунку на їх ріст. Корови середньої і вище середньої вгодованості, віком 6, 7, 8 та більше років, які знаходяться на IV-X місяцях лактації одержують основну норму поживних речовин.

Коровам, які знаходяться на I, II та III місяцях лактації основну норму збільшують на 15-20% на роздоювання, а на IV-X місяці лактації – без збільшення.

Після збільшення основної норми по кожному показнику поживності на ріст молодих корів, на вгодованість і на роздоювання визначають загальну норму (потребу у поживних речовинах) годівлі, яка використовується при складанні раціонів. Річні показники потреби дійних корів у кормах залежно від їх живої маси і річної та добової молочної продуктивності, а також показники вибракування і ділового виходу телят від 100 корів наведені у додатках 8 - 9.

### **Норми годівлі при вирощуванні молодняку ВРХ**

Молоді тварини здатні давати високі прирости живої маси при відносно економному витрачання енергії і високому використанні протеїну кормів. Рі-

вень годівлі і інтенсивність росту молодняку в різні вікові періоди залежить від прийнятої в господарстві схеми і мети вирощування. Для вирощування телят до 6 місячного віку застосовують різні схеми годівлі, в залежності від планів їх росту, витрати молочних кормів і мети вирощування. Починаючи з 11 дня від народження цільне молоко в раціонах телят можна замінити повноцінним сухим замінником незбираного молока (ЗНМ), розводячи його у теплій кип'яченій воді (на 1.1-1.2кг ЗНМ – до 9л води). Привчання до поїдання концентрованих кормів починають з 2 декади, до коренеплодів і сіна – з 3 декади і до силосу і сінажу – з 6 декади від народження.

Норми годівлі для молодняку враховують особливості й зміни в організмі за період росту – від народження до досягнення зрілості. При цьому виділяють періоди: новонародження, молочного живлення, перехідний, фізіологічної та господарської зрілості. Відповідно до прийнятого у господарстві плану росту ремонтного та відгодівельного молодняку, враховуючи вік, живу масу і запланований приріст живої маси, визначають потребу тварин в енергії та поживних речовинах.

Споживання сухої речовини корму телятами віком до 1 місяця становить 0,9 – 1,2 кг, 2 – 3місяці – 1,6 – 2,2кг, 4-6місяців – 3,0 – 4,2кг, 6-12 місяців – 4,3-7,0кг, 13-24місяці – 7,1-9,0кг. При цьому добова потреба в обмінній енергії молодняку віком 6 місяців становить 30-32МДж, від 6 до 12 місяців – 32-46МДж, від 12 до 18 місяців – 47-58МДж, від 18 до 24 місяців – 60-72МДж. Потреба в перетравному протеїні молодняку віком від 1 до 3 місяців в розрахунку на 1 кормову одиницю становить 100-130г, від 4 до 6 місяців – 105-120г, від 6 до 12 місяців – 105-95г, від 12 до 18 місяців – 95-90г, від 18 до 24 місяців – 90-95г. Важливими мікроелементами в живленні молодняку є кальцій і фосфор, які становлять основу при формуванні скелету тварин. Нестача макро- і мікроелементів та вітамінів в кормах раціону призводить до погіршення стану здоров'я, відтворювальної здатності і подальшої продуктивності тварин.

### **Раціони годівлі великої рогатої худоби**

Відповідно до встановленої норми годівлі певної статево-вікової і технологічної групи худоби складають раціони, що являють собою набір і кількість кормів для споживання тваринами за добу, сезон або рік. Поживні речовини раціонів тварини використовують для підтримання життєвих процесів в організмі і утворення продукції. Раціони складають виходячи з наявності та поживності кормів у господарстві, добираючи їх таку кількість, що забезпечити повну потребу тварин у поживних речовинах раціони, які мають бути повноцінними, тобто збалансованими, в яких сума поживних речовин з усіх показників відповідає нормі годівлі. При нестачі або надлишку поживних речовин (понад 2-5%) з одного або більшої кількості показників поживності раціон вважається незбалансованим і потребує уточнення по цих показниках.

При складанні раціону у звичайних умовах спочатку визначають норму годівлі для конкретної чи середньої тварини, потім відповідно до типу годівлі (структури раціону) добирають корми у таких межах, щоб раціон був збалансованим. При цьому кількість кожного виду корму множать на вміст в 1кг корму

кожного елементу поживності й сума однойменних показників поживності повинна відповідати нормі годівлі. Орієнтовні раціони годівлі дійних і сухостійних корів, нетелей, а також ремонтних телиць та молодняку на відгодівлі наведені у додатках 8 ... 10.

### **Норми годівлі і раціони для свиней**

Свині використовують поживні речовини кормів на виробництво м'яса. Однак, в процесі конверсії поживних елементів в організмі, окрім усього іншого, енергія витрачається на виробництво калу, сечі, газу метану та на процес перетравності. Біля 50% енергії відкладається в продукції та витрачається на підтримання життєдіяльності (чиста енергія).

Оскільки витрати на корми складають найбільший сегмент у свинарстві, надається багато зусиль для збільшення ефективності кормів та підвищення коефіцієнту конверсії корму.

Існують три типи відгодівлі: відгодівля до жирних кондицій, м'ясна та беконна.

До жирних кондицій, як правило, відгодовують вибракуваних кнурів та свиноматок. Відгодівля триває 90-100 днів. Продукцію використовують для отримання сала, копченості та в ковбасному виробництві.

Свиням в цей період дають більшу кількість кормів, багатими на вуглеводи. Спеціалізовані відгодівельні господарства відгодовують свиней на м'ясо. На м'ясу відгодівлю ставлять тільки молодняк у віці 3 – 4 місяці, масою 30-40 кг. Відгодовують молодняк 3 – 5 міс., до живої маси 110-120 кг. В цей період продовжується інтенсивний ріст усього організму, у тому числі і м'язової тканини. Після 10 місячного віку ріст затримується і поживні речовини корму перетворюються в основному в жир. Свині на м'ясній відгодівлі повинні отримувати корми, багаті білками (зернобобові та тваринного походження).

Беконна відгодівля – різновид м'ясної відгодівлі. Беконном називають молодшу свинину, просолену та прокопчену особливим способом. Бекон відрізняється високою поживністю, гарними смаковими якостями, і може зберігатися тривалий час. Якісний бекон отримують від свиней спеціалізованих порід (ландрас, естонська беконна), яким дають ячмінь, жито, горох та трав'яне борошно.

Приблизний склад раціонів для свиней усіх статевих-вікових груп наведено у додатку 11.

### **Норми годівлі і раціони для овець**

Повноцінна годівля овець – найважливіший фактор успішного розведення, поліпшення їхніх племінних і продуктивних якостей, підвищення рентабельності галузі. Чим повноцінніший раціон, тим менше витрачається корму на одиницю продукції. Повноцінна годівля особливо впливає на ріст вовни у ягнят. Нестача в раціоні перетравного протеїну негативно позначається на якості вовни: вона стає стоншеною, менш пружною, слабкою на розрив і втрачає свої прядильні якості. При недостатній годівлі, здебільшого наприкінці зимівлі, на вовні утворюються перехвати.

Основними кормами для овець є: грубі (сіно, сінаж, солома, полова); соковиті (трава, силос, коренеплоди та бульбоплоди); концентровані (ячмінь, овес, кукурудза, просо, макуха, комбікорми);

мінеральні (сіль, крейда тощо). Найкращий корм для овець у зимовий період – високоякісне сіно, бажано бобових. Воно містить поживні й біологічно активні речовини, необхідні для нормалізації процесів перетравлення та обміну речовин. Добре поїдають і засвоюють вівці сінаж, який має високу поживність.

Узимку до раціону обов'язково повинна входити солома (до 50 % за масою грубого корму). Доцільніше згодовувати соломі ярих культур. Для поліпшення смакових якостей соломи та підвищення її поживності застосовують різні способи підготовки її до згодовування (подрібнення, запарювання, силосування, дріжджування тощо). З метою кращого поїдання подрібнену соломі здобрюють розчином меляси. Значно підвищує перетравність цього корму хімічна обробка. Цінним кормом для овець є полова. Перед згодовуванням її запарюють, щоб не пошкоджувалася ротова порожнина тварин. Згодовують вівцям і кошики соняшника, стебла кукурудзи, гілковий корм і як вітамінний корм – гілки хвойних дерев.

Найдешевший корм для овець – зелена трава, поживні речовини якої знаходяться в легкозасвоюваній формі. Найпоширенішим соковитим кормом для цих тварин є силос із кукурудзи в стадії молочно-воскової стиглості та гички цукрових буряків, змішаної із солом'яною січкою. Добрий корм – кормові буряки, кормова морква, картопля.

Найкращий концентрований корм серед злакових зернофуражних культур – ячмінь, білок якого містить оптимальне співвідношення амінокислот. Як енергетичний корм вівцям згодовують кукурудзу. Цінним дієтичним кормом для племінних тварин і ягнят є овес. Найбільш поширений корм серед бобових – горох і соя.

З мінеральних добавок до раціону овець вводять кухонну сіль і мелену крейду. Сіль також дають у вигляді лизунця. Мікроелементи використовують з урахуванням їх наявності у воді та ґрунті.

**Годівля баранів-плідників.** Вовнова продуктивність, статева активність, кількість і якість сперми баранів-плідників залежать від годівлі та умов утримання. Баранів використовують не тільки для відтворення стада, а й для одержання великої кількості вовни. Тому годівля їх має бути достатньою за кількістю енергії, вмістом протеїну, мінеральних речовин і вітамінів. Рівень годівлі баранів-плідників залежить від живої маси, віку, статевого навантаження, породи та напряму продуктивності.

Потреба підсисних вівцематок у кормах зумовлена молочністю й кількістю ягнят у приплоді. Чим вища молочність тварин, тим інтенсивніший обмін енергії в організмі й більші вимоги до кількості та якості кормів. Рівень годівлі підсисних вівцематок повинен зберегти їхню вгодованість, а також нормальний ріст вовни.

Основним кормом для підсисних вівцематок у перші три дні після окоту є доброякісне сіно бобових, пшеничні висівки та вівсянка. На повний раціон їх переводять поступово протягом першого тижня із метою запобігання маститам



і розладу травлення. У зимово-стійловий період їм згодовують сіна 1-1,5 кг, соломи – 0,3-0,5, силосу – 3-4 і концентрованих кормів – 0,3-0,5 кг. Влітку основним кормом для них є зелена трава. Вівцематок випасають на природних або культурних пасовищах, чи згодовують їм зелені корми із годівниць. Кожній тварині дають 7-9кг трави за добу і забезпечують водою. У підсисних вівцематок потреба у воді в 1,5 рази більша, ніж у кітних і холостих.

**Годівля молодняку.** Годувати молодняк після відлучення потрібно з урахуванням статі, віку, живої маси, господарського призначення, планового приросту маси та вовнової продуктивності. Особливу увагу слід звертати на годівлю племінного молодняку. Для нього необхідно виділяти кращі пасовища з обов'язковою підгодівлею концентрованими кормами (по 350-400г на голову за добу). Після відлучення до 8-9-місячного віку тварини можуть рости інтенсивно, даючи приріст маси до 200г на добу.

При вирощуванні молодняку потрібно звертати особливу увагу на протеїнове та мінеральне живлення, оскільки при нестачі цих речовин тварини погано ростуть і розвиваються, а при значному дефіциті їх хворіють на рахіт. Повноцінності годівлі молодняку у зимовий період досягають за рахунок використання високоякісного сіна, силосу, сінажу, концентрованих кормів із протеїновими й мінеральними добавками. Ефективність вирощування овець значно підвищується при використанні для їх годівлі трав'яного борошна та гранульованих чи брикетованих кормосумішів у поєднанні з концентрованими і соковитими кормами.

Раціон для ярок у 8-12-місячному віці може бути таким: сіно степове – 0,2 кг, сіно бобове – 0,4, силос кукурудзяний – 2,5, концкорми – 0,3 кг, знефторений фосфат – 5г.

**Відгодівля овець.** Важливими заходами у збільшенні виробництва баранини та поліпшенні її якості є інтенсивне вирощування молодняку, добре організована відгодівля і нагул овець. Відгодовують вибракуваних тварин та надремонтний молодняк.

Найдешевший спосіб відгодівлі – нагул. Він триває 2,5-4 міс. Його потрібно практикувати протягом усього пасовищного періоду.

До середини літа на нагул ставлять валахів різного віку, із другої половини – вибракуваних вівцематок, а також надремонтних валашків.

При нагулі дорослих овець зелена маса на пасовищі може бути єдиним кормом для них. За добу вони використовують по 7-8 кг трави. У цій кількості зеленої маси міститься 2-2,4 кг сухої речовини при загальній поживності 1,4-1,6 корм. од., що забезпечує одержання високого приросту тварин. У період нагулу овець можна підгодовувати концкормами (добова даванка 0,3-0,5 кг на одну голову).

Найефективніший нагул овець при формуванні отар з урахуванням віку і статі, а при можливості – й вгодованості тварин. Овець формують в отари по 800-1200 голів. Якщо нагул проводять на багаторічних культурних пасовищах, середньодобовий приріст овець може досягати 200 г і більше.

В умовах високої розораності земель України часто застосовують стійлову відгодівлю овець. У літній період дорослим тваринам на відгодівлі згодовують по 5-6 кг зеленої маси і 0,4-0,5 кг концкормів. В осінній період в основному відгодовують вибракуваних вівцематок. До їх раціону вводять значну кількість

соковитих кормів, а також грубі та концентровані. При відгодівлі овець в осінній період рекомендуються такі орієнтовні раціони (додаток 19). Тварини повинні мати вільний доступ до води і солі. Високої ефективності стійлової відгодівлі овець як у літній, так і весінній період досягають при згодовуванні повнораціонних гранульованих кормосумішів. Для забезпечення приростів 170-200 г добова даванка гранульованих кормосумішів для дорослих тварин становить 2,5-2,7кг, для молодняка віком від 3 до 5 міс – 1,2-1,4, а від 5 до 8 міс – 1,8-2кг.

Для одержання великих приростів живої маси та баранини високої якості у вівчарських господарствах застосовують інтенсивну відгодівлю молодняка. Тварини асканійської, цигайської, прекос та інших порід при належній відгодівлі вже у 6-8-місячному віці досягають живої маси 35-40 кг і їх можна реалізувати на м'ясо. При цьому в структурі раціону концентровані корми становлять 30-35%, грубі-15-20%, соковиті-50-55%. При ще інтенсивнішій відгодівлі даванки концентрованих кормів доводять до 50 % маси раціону, що разом з іншими кормами забезпечує середньодобовий приріст 300г і більше. На інтенсивну відгодівлю, яка триває 3-4 міс, ягнят ставлять у 3-4-місячному віці.

При помірній відгодівлі приплід зимових окотів після відлучення випають або згодовують йому зелену масу, концентровані, а потім соковиті корми з таким розрахунком, щоб до кінця пасовищного періоду у 8-9-місячному віці тварини досягли живої маси 50-55кг. Приблизний склад раціонів для овець усіх статево-вікових груп наведено у додатку 12.

### **Норми годівлі і раціони для птиці**

**Нормування годівлі.** Для підтримання життя й утворення продукції сільськогосподарська птиця потребує високого рівня обмінної енергії і широкого комплексу поживних та біологічно активних речовин. Нестача в раціонах енергії – найчастіша причина низької продуктивності птиці порівняно із нестачею вітамінів, амінокислот і мінеральних речовин. Доведено, що продуктивність птиці на 40-50 % залежить від надходження до її організму обмінної енергії.

У господарствах із комбінованим типом годівлі потребу птиці в обмінній енергії та поживних речовинах визначають із розрахунку на голову за день, а в господарствах, де згодовують повнораціонні комбікорми, – на 100 г комбікорму (Калашников О. П. та ін., 1985). Норма годівлі на голову при цьому розрахована в обмінній енергії, сирому протеїні, кальції, фосфорі та натрії, у комбікормі, крім того, – в сирій клітковині.

Протеїнову поживність комбікормів нормують за змістом 13 амінокислот: лізину, метіоніну, цистину із метіоніном, триптофану, аргініну, гістидину, лейцину, ізолейцину, фенілаланіну, тирозину із фенілаланіном, треоніну, валіну та гліцину. Із них найважливішими є лізин, метіонін і цистин із метіоніном.

Серед тварин птиця займає особливе місце за потребою мінеральних речовин, необхідних для побудови шкаралупи й скелета. Здебільшого основні компоненти раціонів і комбікормів не задовольняють потребу птиці в кальції, фосфорі й натрії, тому необхідний їх рівень забезпечують відповідними добавками.

**Раціони.** Добові даванки повнораціонних комбікормів для молодняка й дорослої птиці наведено у таблицях 58-59. Бройлери, молодняк качок у віці до 7 тижнів, гусей до 8 та індиків до 17 тижнів, яких вирощують на м'ясо, мають вільний доступ до комбікорму, а інша птиця – нормовано-обмежений.

Орієнтовні добові раціони для деяких продуктивних груп птиці при комбінованому типі годівлі наведено у таблиці 60. Корми для всіх видів птиці треба подрібнювати й змішувати. Введення в раціон неподрібненого зерна знижує поживну цінність кормосумішів й утруднює дозування, змішування і використання білкових, вітамінних, мінеральних та інших добавок. Тому при заміні навіть частини комбікорму цілим зерном продуктивність птиці знижується.

При комбінованому типі годівлі для кращого змішування добавок корми зволожують. Як джерело амінокислот і вітамінів використовують знежирене молоко, варене утильне м'ясо, варену кров, траву, моркву тощо, які змішують із дертєю.

Якщо курок-несучок годують повнораціонними комбікормами, середньорічна несучість становить 230-250 яєць і більше при витратах корму 2,1-2,3 кг на десяток яєць. При годівлі досхочу кормами незбалансованих раціонів кури за рік несуть 110-150 яєць і на 10 шт. витрачається 4-4,2 кг кормів.

За неправильної годівлі у курей нерідко спостерігається канібалізм – вищипування пір'я, розкльовування птиці та яєць. До цього призводять згодовування сирого й погано подрібненого вареного м'яса, нестача в раціоні лізину, метіоніну, кальцію, фосфору, кухонної солі, порушення кальцієво-фосфорного співвідношення, яке має бути в межах 3 : 1-2 : 1, нерегулярне напування, скупчене утримання птиці, несвоєчасне видалення із стада поранених у бійках півнів.

У годівлі качок виділяють продуктивний і непродуктивний періоди. В непродуктивний період качок зранку випускають на водойми, де вони добувають значну кількість кормів. При нормальній вгодованості таку птицю годують один раз на добу зерном або комбікормом на ніч, а при недостатній вгодованості —два рази (вранці й увечері).

На раціони продуктивного періоду качок переводять на 3-4 тижні до його початку. Птицю із низькою вгодованістю починають інтенсивно годувати переважно на вигулах за 2 міс до початку яйцекладки. Крім введення до раціону мінерального підкорму, в окремих годівницях повинні бути крейда, черепашка, гравій. У продуктивний період качок годують досхочу, даючи їм корми чотири рази на день. Повнораціонний сухий комбікорм має постійно бути в годівницях. За повноцінної годівлі від качок можна одержати за рік понад 200 яєць.

У годівлі індиків є багато спільного із годівлею курей. Вигідно їх годувати досхочу повнораціонними комбікормами. Проте вони здатні використовувати в значній кількості зелені корми. Вологі мішанки без зелені ця птиця поїдає неохоче, тому до мішанок додають свіжу траву 30-40 % до маси сухої суміші. Для індиків доцільно виділяти пасовище. Щоб вони краще поїдали . корми, самців слід утримувати окремо, допускаючи їх до індичок на 1-2 год уранці та ввечері.

Раціони для гусей різняться у непродуктивний і продуктивний періоди. У непродуктивний період їм достатньо доброго пасовища, де вони можуть з'їдати до 2 кг трави. При правильному використанні на 1 га пасовища із застосуванням загінної системи випасання можна утримувати 75-100 гусей.

За місяць до початку яйцекладки гусей інтенсивно годують (досхочу), переводячи їх на збалансовані раціони. Вранці й удень їм дають переважно вологі суміші, а на ніч – зерно. В окремих годівницях повинні постійно бути крейда, черепашка, гравій.

В додатках приведені рецепти, які рекомендуються для годування птиці (додатки 13 – 15).

#### 4.1.4 Основи розрахунку параметрів механізованого потокового виробництва

##### 4.1.4.1 Основні характеристики механізованих потоків в ПТЛ

Потік у промисловому тваринництві - це процес, який описується певними параметрами, що характеризують фізичну зміну технологічного процесу в часі і просторі, яку і називають біологічним конвеєром.

Розглянемо основні види потоків, які зустрічаються у тваринництві.

*Детермінованим потоком* називається такий процес, коли значення його параметрів для різних моментів часу визначається однозначно. Такі потоки можуть описуватись як лінійними, так і диференціальними залежностями.

*Випадковим потоком* називається такий процес, коли значення його параметрів мають характер випадкової функції в часі та багатозначний розв'язок з використанням математичного апарату теорії випадкових процесів.

За своєю структурою потоки бувають: *суцільними* - описуються неперервною функцією в часі  $F(t)$ , *дискретними* - коли функція може приймати тільки цілі значення (тварини обслуговуються спеціалізованими стаціонарними постами - робочими місцями або мобільними робочими постами: лінія збору яєць, процес роздачі комбікорму доїльною установкою).

Отже, головним елементом довільного потоку в тваринництві є технологічне обладнання, яке розраховане на виконання конкретних операцій для даного виду тварин.

Кількість тварин визначають або на основі норми технологічного проектування, або, точніше, шляхом розрахунку параметрів потокового виробництва.

Розглянемо варіант подання біологічного конвеєра у вигляді виразу

$$N_{\text{відтв}} \rightarrow N_p + N_{\text{вироб}} - N_{\text{вibr}}, \quad (4.1.1)$$

або 
$$N_{\text{відтв.}} \rightarrow 0,5 N_m K_{\text{рен.}} + 0,5 N_m - N_{\text{вibr}},$$

де  $N_p$  – кількість тварин, які скеровані на ремонт стада (поповнення);

$N_{\text{вibr.}}$  – кількість вибракуваних тварин;

$N_{\text{вироб.}}$  – кількість тварин у виробничих групах (відгодівля, молоко тощо);

$N_{\text{відтв.}}$  – кількість тварин для відтворення стада;

$N_m$  – кількість тварин маточного стада;

$K_{\text{рен}}$  – коефіцієнт репродукції.

Якщо враховувати, що є виробничі періоди, тоді кількість тварин у виробничих групах можна визначити, як

$$N_{\text{вироб.}} = N_{\text{вироб.1}} + N_{\text{вироб.2}} + \dots + N_{\text{вироб.i.}}; \quad (4.1.2)$$

$$N_p = N_{p1} + N_{p2} + \dots + N_{p.i}$$

Для забезпечення потокової організації механізованих процесів формують технологічні групи. Тому кількість тварин за періодами визначають через кількість цих груп  $z$  та їх розмір  $m$  за формулою

$$N_{\text{вироб.}} = z_1 \cdot m - K_{\text{виб.1}} \cdot z_1 \cdot m + z_2 \cdot m - K_{\text{виб.2}} \cdot z_2 \cdot m + \dots + z_i \cdot m - K_{\text{виб.i}} \cdot z_i \cdot m = \sum_1^s [z_i \cdot m \cdot (1 - K_{\text{виб}} / S)], \quad (4.1.4)$$

де  $K_{\text{виб.}}$  – коефіцієнт вибракування для заданого виробничого періоду.

Кількість тварин основного (маточного) стада розраховують за формулою:

$$N_m = N_m \cdot K_{\text{виб.}} + N_p. \quad (4.1.4)$$

Якщо  $N_m \cdot K_{\text{виб.}} = N_p$  – просте виробництво, якщо  $N_p > N_m \cdot K_{\text{виб.}}$  – розширене виробництво.

Потоки тварин визначають потребу підприємств у виробничих площах, внутрішньому стійловому обладнанні приміщень, потребу у кормах, воді тощо.

#### 4.1.4.2 Параметри потокового виробництва

До параметрів потокового виробництва можна віднести: тривалість виробничого періоду  $t_i$ , діб; такт виробництва  $\tau_z$ , діб; кількість технологічних груп  $z_i$ ; розмір технологічної групи  $m_i$ ; чисельність технологічної групи відповідного періоду  $N_i$ ; кількість твариниомиць на тваринницькому підприємстві  $N_{mv}$ ; потужність тваринницького підприємства  $M$ , гол.

Такт виробництва  $\tau_z$  залежить від фізіологічних особливостей тварин і вимог замовника (наприклад, при відгодівлі – періодичність поставки м'яса).

В існуючих свиновідгодівельних комплексах такт виробництва може становити  $\tau_z=1, 2, 4, 5, 9, 18$  днів. Чим менший такт виробництва, тим більша потужність підприємства.

Для великої рогатої худоби такт виробництва можна приймати кратним кількості днів у тижні (7,14,21,28).

*Технологічна група* – це група тварин однакового фізіологічного стану. До складу технологічної групи входять етологічні групи (тварини з однаковими фізіологічними особливостями).

Наприклад, для доїльних установок УДЕ-8 – група з 8 корів, УДА-16 – з 16 корів, для доїння у стійлах група складається з кількості поголів'я, що обслуговує один оператор; для свиней група формується за місткістю станка та ін.

#### 4.1.4.3 Розрахунок параметрів механізованого потокового виробництва

Тривалість перебування партії тварин в  $i$ -му спеціалізованому підрозділі:

$$T_i = \Phi_i + \tau_z \cdot (z_i - 1), \text{ днів}; \quad (4.1.4)$$

де  $\Phi_i$  – зайнятість секції технологічною групою, визначають за формулою:

$$\Phi_i = t_i + D_i, \text{ днів,} \quad (4.1.6)$$

де  $t_i$  – тривалість фізіологічного періоду, днів;

$D_i$  – тривалість дезінфекції і ремонту цеху, секції, ділянки, днів.

Загальну кількість тварин у партії  $i$ -го виробничого періоду розраховують за формулою:

$$N_i = z_i \cdot m_i, \text{ гол.} \quad (4.1.7)$$

Якщо відома тривалість перебування партії тварин в цеху, то можна визначити кількість технологічних груп:

$$z_i = \frac{T_i - \Phi_i}{\tau_z} + 1. \quad (4.1.8)$$

Кількість груп  $i$ -го фізіологічного періоду розраховують за формулою:

$$z_i = \frac{t_i}{\tau_z}. \quad (4.1.9)$$

Загальну кількість технологічних груп розраховують як

$$z_{\text{сум}} = \sum_I^i z_i. \quad (4.1.10)$$

Для прикладу наведемо розрахунок кількості технологічних груп для молочного стада. Приймаємо наступні вихідні дані для розрахунку технологічних груп: тривалість такту виробництва  $\tau_z=14$  днів; тривалість перебування в цеху сухостою  $t_c = 60$  днів; в цеху роздою і осіменіння  $t_{p.o.} = 105$  днів; в цеху лактації  $t_n = 200$  днів.

Кількість технологічних груп відповідних фізіологічних циклів розраховуємо за формулою:

$$z_i = \frac{t_j + 2}{\tau_z}, \text{ груп.} \quad (4.1.11)$$

$$z_c = \frac{60 + 2}{14} = 4 \text{ групи};$$

$$z_{p.o.} = \frac{105 + 2}{14} = 8 \text{ груп};$$

$$z_n = \frac{200 + 2}{14} = 14 \text{ груп.}$$

$$z_s = \sum_I^i z_i = 4 + 8 + 14 = 26 \text{ груп.}$$

Тривалість виробничого циклу буде становити

$$T_{np} = \sum_I^i t_i = 365 \text{ днів.}$$

Проведемо перевірку правильності розрахунку кількості груп

$$z_s = \frac{T_{np}}{\tau_z} = \frac{365}{14} = 26 \text{ груп.} \quad (4.1.12)$$

Далі розрахуємо чисельність однієї технологічної групи за формулою:

$$m_i = \frac{M}{z_p}, \text{ або } m_i = \frac{M \cdot \tau_z}{365}, \text{ гол.} \quad (4.1.13)$$

При нерівномірному отеленні максимальна кількість технологічних груп буде становити:

в цеху сухостою

$$z_c^h = z_c K_n, \text{ груп} \quad (4.1.14)$$

в цеху отелення

$$z_o^h = z_o \cdot K_n, \text{ груп} \quad (4.1.15)$$

де  $K_n$  – коефіцієнт нерівномірності розселення, приймають  $K_n=(1,5 \dots 2,0)$ .

Наступним розраховують кількість твариномісць за формулою:

$$N_{mv} = (z_p + z_l + z_c^h + z_o^h) \cdot m_i, \text{ гол.} \quad (4.1.16)$$

Кількість резервних місць розраховують за формулою:

$$N_{рез} = m_i \cdot (K_n - 1) \cdot (z_c + z_o), \text{ гол.} \quad (4.1.17)$$

При простому відтворенні кількість корів буде становити:

$$N_{кор} = K_{рем} \cdot M, \text{ гол.}; \quad (4.1.18)$$

де  $K_{рем}$  – коефіцієнт вибракування корів, приймають  $K_{рем}=0,15 \dots 0,25$ .

Уточнимо потужність підприємства з врахуванням коефіцієнта вибраковки

$$M = \frac{365 \cdot m_i \cdot K_{виб}}{\tau_z}, \text{ гол.} \quad (4.1.19)$$

Як правило, співвідношення є таке: цех сухостою – 13%, отелення – 12%, роздою і запліднення – 25%, лактації – 50%.

Для свинокомплексів потужність підприємства розраховують за формулою:

$$M_{річ} = M \cdot K_{виб.1} \cdot K_{виб.2} \cdot K_{виб.3}, \text{ гол.}; \quad (4.1.20)$$

де  $K_{виб.i}$  – коефіцієнт відходу поросят на різних періодах утримання, приймають  $K_{виб.1} = 1,03$ ;  $K_{виб.2} = 1,05$ ;  $K_{виб.3} = 1,03$ .

Кількість свиноматок у технологічних групах розраховують, як

$$m_{c.m.} = \frac{m_i}{n_o}, \text{ гол.}, \quad (4.1.21)$$

де  $n_o$  – кількість поросят одного опоросу від однієї свиноматки, в середньому приймають 8...13 поросят.

Кількість свиноматок у групі визначають за формулою:

$$m_{cv} = m_{c.m.} \cdot K_\phi, \text{ гол.}; \quad (4.1.22)$$

де  $K_\phi$  – коефіцієнт, який враховує вибракування тварин по періодах: матка з невстановленою супоросністю – 1,38...1,45; матки з встановленою супоросністю – 1,1; матки на опоросі – 1,1; підсисні матки – 1,0.

Тоді загальну кількість свиноматок за періодами утримання визначають за формулою:

$$N_i = z_i \cdot m_{i.cv}, \text{ гол.} \quad (4.1.23)$$

Кількість поросят за фізіологічними періодами розраховують, як

$$N_{i.nop} = z_{i.nop} \cdot m_{i.cv} \cdot K_{виб.} \cdot n_o, \text{ гол.}, \quad (4.1.24)$$

де  $K_{виб.}$  – коефіцієнт збереження поросят: підсисні поросята – 1,0; період вирощування – 0,95; дорощування і відгодівлі – 0,97.

Розрахунок кількості стійлового обладнання проводять за формулою:

$$n_{об} = \frac{N_i}{Q_{обл.}}, \text{ шт. (комплектів)}, \quad (4.1.25)$$

де  $Q_{обл.}$  – характеристика стійлового обладнання (місткість, кількість голів для одного комплекту тощо).

#### 4.1.5 Визначення кількості виробничих приміщень

Тип приміщень для тварин та потреба в них залежать від виду й кількості поголів'я тварин або птиці, структури і поголів'я стада, прийнятої системи утримання. Тип та кількість інших споруд зумовлюються їх призначенням.

До виробничих приміщень належать: будівлі для утримання тварин і птиці, кормоцех, молочно-доїльний блок та інші. Забудова ферми здійснюється за типовими або спеціально замовленими проектами. При виборі типового проекту ферми та окремих її приміщень необхідно враховувати такі зоотехнічні й інженерні вимоги: можливість використання прогресивної технології утримання і годівлі тварин та птиці, впровадження комплексної механізації і автоматизації виробничих процесів; відповідність площі території та приміщень для розміщення необхідного поголів'я тварин або птиці при забезпеченні технологічних і протипожежних норм; зручність виконання робіт з ремонту та дезинфекції приміщень; можливість максимального використання місцевих будівельних матеріалів.

Потреба в приміщеннях для утримання тварин визначається нормами площі і фронту годівлі з розрахунку на одну голову. Так, при утриманні великої



рогатої худоби на прив'язі норма площі приміщення на одну тварину становить 8-10 м<sup>2</sup>, при безприв'язному – 5-6 м<sup>2</sup>, для відгодівельного поголів'я – 3,5-4 м<sup>2</sup>; фронт годівлі залежно від віку тварин – у межах 0,5-1,2 м на голову.

У свинарниках для індивідуального утримання норма площі станка на одну свиноматку становить 4-5 м<sup>2</sup>, у групових станках – 2,5-3 м<sup>2</sup>, при відгодівлі свиней – 0,65-0,7 м<sup>2</sup> й утриманні молодняка – 0,2-0,4 м<sup>2</sup> на одну голову. Фронт годівлі дорівнює 0,2-0,5 м.

При утриманні курей на підлозі на 1 м<sup>2</sup> розміщують 4-5 голів, при клітково-вому утриманні – 10-11 голів.

Орієнтовна питома норма площі інших приміщень наведена в додатках 4.1.16...4.1.18.

Необхідну кількість однотипних приміщень  $n_n$  для утримання тварин або птиці можна розрахувати за відношенням:

$$n_n = \frac{m}{m_n}, \quad (4.1.26)$$

де  $m$  – загальна кількість тварин однієї й тієї ж технологічної групи на фермі, голів;

$m_n$  – проектна місткість одного приміщення, голів.

Розрахункову кількість корів родильного відділення  $m_p$ , сухостійних  $m_c$  та хворих  $m_x$ , що знаходяться на карантині, а також телят  $m_m$  віком до 20 діб визначають залежно від загальної кількості корів  $m_k$  на фермі:

$$m_p = (0,1-0,12)m_k; \quad m_c = (0,1-0,15)m_k;$$

$$m_x = (0,1-0,11)m_k; \quad m_m = 0,9 m_k.$$

У разі відсутності типового тваринницького приміщення необхідного розміру площу приміщення  $F_n$  визначають за формулою:

$$F_n = f_I \cdot m \cdot n, \quad (4.1.27)$$

де  $f_I$  – норма площі приміщення на одну голову, м<sup>2</sup>.

Характеристика типових приміщень для утримання тварин відповідно до їх призначення наведена в додатках 4.1.19...4.1.21.

## 4.2 Проектування генерального плану

Основними вимогами до проектних рішень на будівництво нових, реконструкцію і розширення існуючих тваринницьких і птахівничих ферм та комплексів є технологічні, санітарно-гігієнічні, зооветеринарні, інженерно-технічні, архітектурно-художні і економічні вимоги.

**Технологічні** вимоги спрямовані на забезпечення поточності виробництва та зручності здійснення технологічного процесу обслуговуючим персоналом, а також людей, що працюють і живуть поряд з виробництвом.

**Санітарно-гігієнічні** вимоги передбачають захист людей та довкілля від виробничих забруднень.

**Зооветеринарні** вимоги направлені на створення оптимальних умов для утримання тварин і птиці та на попередження інфекційних та інвазійних захворювань на тваринницьких підприємствах.

**Інженерно-технічні** вимоги обумовлюють раціональне розміщення будівель і споруд на майданчику з урахуванням рельєфу, властивостей ґрунту, протипожежних норм і правил, зручності проведення будівельно-монтажних робіт, а також раціональний розподіл інженерних комунікацій, підготовку майданчика і благоустрій території.

**Архітектурно-художні** вимоги полягають у поєднанні архітектурних рішень комплексу будівель і споруд з ландшафтом місцевості та оточуючою забудовою.

**Економічні** вимоги при розробці генерального плану полягають в тому, щоб сумарні затрати на будівництво і експлуатаційні витрати на амортизацію і поточний ремонт підприємства, що проектується були менші ніж витрати на аналогічному діючому підприємстві.

#### **4.2.1 Вибір ділянки**

Розробку генерального плану починають із визначення ділянки для ферми відповідно до перспектив розвитку господарства і, зокрема, – галузі тваринництва.

Від вибору ділянки та правильного розміщення на ній приміщень та споруд залежить простота і зручність виконання технологічних процесів, створення відповідних санітарно-гігієнічних умов для обслуговуючого персоналу, успішність вирішення запланованих виробничих завдань. Ця ділянка повинна задовольняти певним виробничим і санітарно-зоотехнічним вимогам.

Для розміщення тваринницької ферми (комплексу) необхідно вибирати майданчик на зручних для функціонування землях підприємства, але малопридатних або непридатних для сільськогосподарського виробництва.

До виробничих вимог належать: зручність розміщення ферми відносно сільськогосподарських угідь (польової і кормової сівозмін); наявність або можливість спорудження шляхів сполучення з населеним пунктом господарства, а також базами матеріально-технічного забезпечення ферми та реалізації одержаної продукції; можливість надійного забезпечення ферми якісною водою, електроенергією; достатня міцність ґрунтів для зведення на них необхідних будівель. Ґрунтові води повинні залягати на глибині не менше 2-3м від поверхні ґрунту.

Схил майданчика повинен бути не менше 0,003 і не більше: для ґрунтів глинистих – 0,05, піщаних – 0,03 і легко розмивних – 0,01. Схил вигульних майданчиків – не менше 0,02 і не більше 0,06.

Санітарно-зоотехнічні вимоги зводяться до того, щоб ділянка була рівною або невеликий схил для відведення дощових і талих вод із території ферми, розміщувалася нижче рівня населеного пункту, водозабірних споруд й вище лікувально-ветеринарних будівель, гноєсховищ та місць збирання стічних вод. З метою санітарного захисту тваринницька ферма повинна знаходитись не ближче 150-200м від магістральних транспортних доріг, а птахоферма – 250-500м. Відстань від комплексів промислового типу до тваринницьких ферм повинна

бути не менше 1000м, а між тваринницькими фермами – не менше 150м, встановлюється з метою попередження заносу інфекцій з інших підприємств і називається зооветеринарним розривом. В малих селянських (фермерських) господарствах вони між фермами різних видів тварин повинні бути не менше 100м.

Будівлі і споруди підприємства з технологічними процесами, що виділяють у довкілля виробничі забруднення повинні відділятися санітарно-захисними зонами, ширина яких повинна становити:

1. Підприємства великої рогатої худоби:

- з виробництва молока на 1200-2000 голів – 300-500м
- з вирощування молодняку на 1000-5000 голів – 300-500м
- з виробництва яловичини на 1200-3000 голів – 200-500м

2. Підприємства з виробництва свинини:

- потужність до 12 тис. голів за рік – 500м
- від 12 до 54 тис. голів за рік – 1500м
- понад 54 тис. голів за рік – 2000м

3. Підприємства птахівництва:

- з виробництва бройлерів до 3млн. голів – 1000м
- понад 3 млн. голів – 1200м
- з виробництва яєць на 400 тис. несучок – 1000м
- понад 400 тис. несучок – 1200м

Шириною санітарно-захисної зони вважається відстань між місцем видалення в атмосферу або ґрунт шкідливих виробничих відходів до межі житлової забудови населеного пункту.

Ділянка під тваринницьке підприємство повинна розміщуватись по рельєфу нижче житлових і культурно-побутових будівель населеного пункту, водоймищ, мереж енерго-та водопостачання, вище очисних споруд і скиду стічних вод останніх. Відносно житлових, оздоровчих, адміністративних та промислових об'єктів ділянка повинна розміщуватись з підвітряної сторони. Підприємство повинно забезпечуватись кваліфікованими кадрами, водою, теплом, електроенергією та під'їзними шляхами для підвозу кормів та вивезення готової продукції і гною, а також землями для використання гною.

Територія підприємства повинна мати благоустрій за рахунок відповідного планування, влаштування схилів та лотків для стоку і відведення поверхневих вод, застосування відповідного покриття проїздів та виробничих майданчиків, а також зелених насаджень.

#### 4.2.2 Умови розробки схеми генерального плану

Генеральний план ферми є основним документом, за яким ведеться забудова тваринницького підприємства. Це схематичне креслення території, де наведено розміщення всіх фермерських об'єктів. Крім приміщень і споруд, на ньому також показують зелені насадження, майданчики, дороги тощо; наносять лінії електропередачі, телефонної мережі, а також водопостачання, теплозабезпечення і каналізації.

Перед розробкою генерального плану здійснюють топографічне вивчення ділянки забудови, рельєфу місцевості, характеру ґрунтів, рівня ґрунтових вод, напряму пануючих вітрів. Креслення генерального плану виконують, як правило, в масштабі 1:500 або 1:1000. Розміри проставляють у метрах. Схили визначають у тисячних частках і записують тільки цілими цифрами (наприклад, якщо схил дорівнює 0,25, на генеральному плані пишуть 25). Всі об'єкти на генеральний план наносять, користуючись прийнятими позначками. На кресленнях генеральних планів можуть бути наведені експлікація будівель, табличні і текстові матеріали, розшифрування умовних позначок, які рекомендується розміщувати праворуч від основного зображення або під ним. У верхньому правому куті креслять розу вітрів.

Роза вітрів – це графічне зображення напряму та тривалості дії вітрів за певний період (місяць, рік, десятиліття). Розу будують на основі даних найближчої метеорологічної станції. Дані щодо величини та напряму вітру відкладають у масштабі від центральної точки.

Центральне місце на генеральному плані повинні займати виробничі будівлі. Це необхідно для найраціональнішої організації виконання технологічних операцій, ефективного використання засобів механізації, скорочення відстаней вантажоперевезень.

До складу тваринницьких підприємств входять будівлі основного виробничого і допоміжного призначення. До будівель основного виробничого призначення відносять приміщення для утримання продуктивних тварин (корівники, телятники, свинарники, вівчарні, пташники, родильні відділення, доїльні і молочні відділення, пункти штучного осіменіння, вигульно-кормові майданчики), а до допоміжних: кормоцехи, ветеринарно-санітарні, складські, побутові та інші.

Будівлі доцільно розташовувати групами, наприклад, виробничі: для зберігання і підготовки кормів (кормоцех, кормосклад, кормосховище), техніки тощо. Виробничі будівлі необхідно розміщувати компактно, в певному порядку, який забезпечує мінімальні витрати на водопровід, каналізацію, електромережу і перевезення вантажів.

У північних та центральних районах України приміщення для утримання тварин орієнтують повздовжньою віссю з півночі на південь, а у південних – зі сходу на захід. Відхилення від рекомендацій допускаються залежно від місцевих умов до 30°. Для зменшення протягів тваринницькі приміщення доцільно розміщувати таким чином, щоб одна з діагоналей збігалася з напрямом пануючих вітрів, при цьому кут будівлі розділятиме повітряний потік і зменшуватиме його швидкість.

Пташники орієнтують фасадом на південь або південний схід, а для водоплавної птиці – у бік водойми. Зону зберігання кормів та кормоцех, а також споруди і майданчики для зберігання техніки, будинок тваринників відносно тваринницьких приміщень розміщують вище за рівнем місцевості, а гноєсховища – у протилежному напрямку.

При визначенні відстаней або розривів між окремим приміщеннями і спорудами ферми враховують не лише санітарно-гігієнічні норми, а й умови протипожежної безпеки об'єктів.

Для зведення будівель I та II ступенів вогнестійкості застосовують негорючі матеріали (цегла, бетон, шлакобетон, природний камінь тощо). Покрівлі і перекриття виготовляють із вогнетривких матеріалів – шиферу, черепиці, листового заліза або залізобетону (арочні споруди). Будівлі III-V ступенів вогнестійкості зводять в дерева, сирцевих матеріалів, саману.

Протипожежні розриви між окремими об'єктами сховищ для зберігання грубих кормів повинні бути не менше 35м, силосу, сінажу, коренебульбоплодів – 15м, гною – 5м. З метою зменшення площі кормових майданчиків скирти грубих кормів рекомендується розташовувати між буртами коренебульбоплодів або силосними траншеями.

Розміщення молочних відділень узгоджують із технологією утримання та організацією доїння корів. У разі прив'язного утримання корів ці відділення доцільно розмішувати у суміжних, зблокованих із корівником, приміщеннях, а при безприв'язному їх блокують із доїльними залами або майданчиками. Доїльні зали і майданчики, як правило, розташовують з урахуванням мінімальних перегонів корів на доїння.

Дороги та під'їзні шляхи до окремих фермерських об'єктів повинні мати тверде покриття завширшки не менше 3-3,5м.

Зелені насадження, які є засобами захисту будівель і тварин від несприятливої дії вітрів, снігових та піщаних заносів, сонячного перегріву, поширення пожеж, повинні бути невід'ємними елементами генерального плану. Зеленими насадженнями відокремлюють виробничі приміщення від житлових і культурно-побутових будівель, господарських та санітарних об'єктів. Захисні смуги висаджуються також між окремим виробничими приміщеннями і вздовж доріг.

Науково-дослідними і проектно-технологічними установами країни розроблені типові проекти на будівництво тваринницьких ферм і комплексів для різних видів тварин з урахуванням випуску певної продукції, способу утримання та виконання основних технологічних процесів виробництва.

Разом з цим прив'язка типових проектів до конкретних умов сучасності потребує удосконалення технологічних, об'ємно-планувальних та технічних рішень не тільки підприємств з виробництва продуктів тваринництва в цілому, а й окремих будівель і споруд.

З метою ознайомлення з принципами розробки нижче наведені приклади прогресивних рішень побудови генеральних планів тваринницьких підприємств різного призначення для основних галузей тваринництва.

Генеральні плани ферм і комплексів з виробництва продукції скотарства наведені на рисунках 4.13 - 4.17.

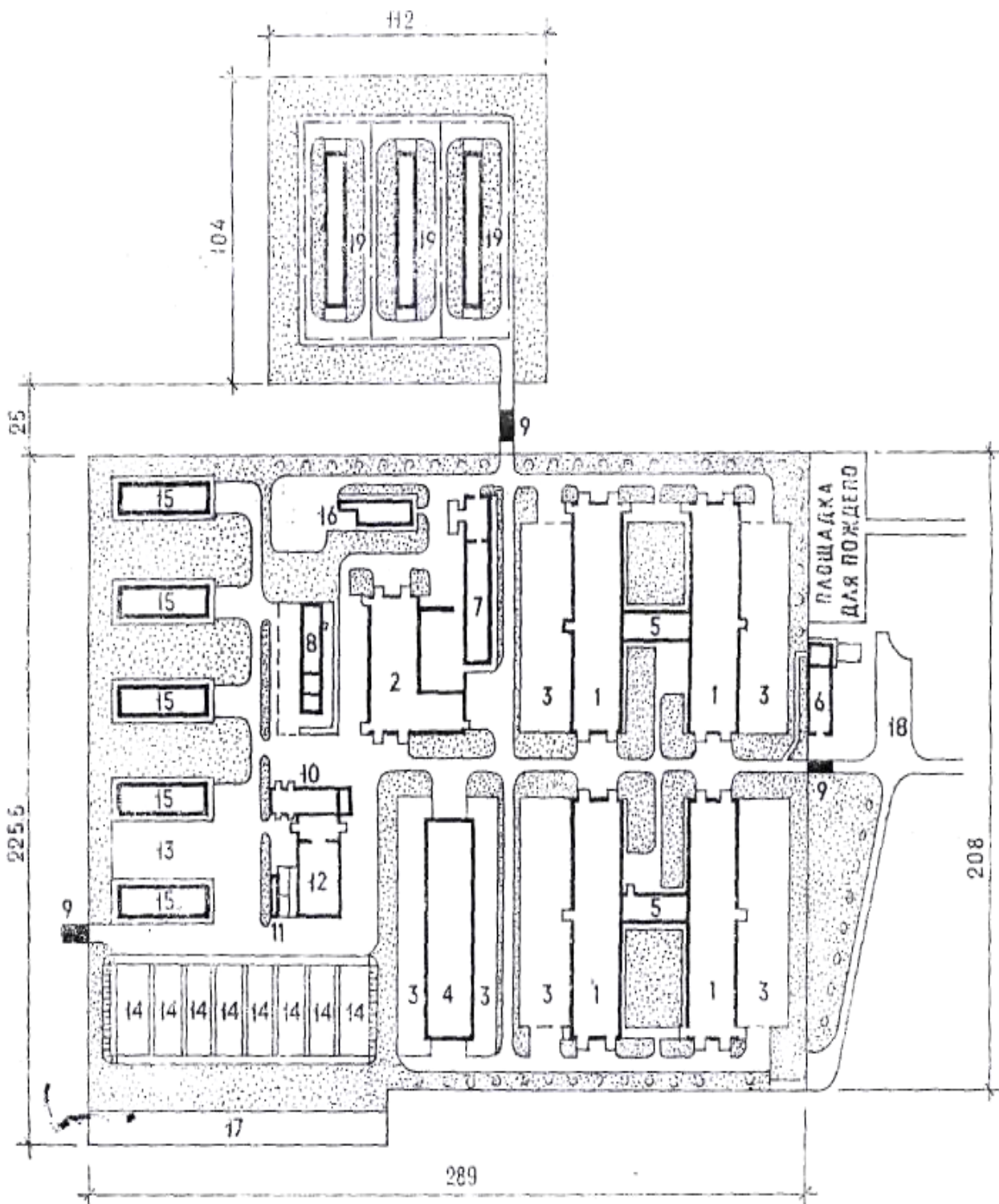


Рисунок 4.13 – Генеральний план ферми з виробництва молока на 800 корів з прив’язним утриманням, ТП 801-01-16: 1 – корівники на 200 корів; 2 – родильне відділення на 96 корів; 3 – вигульні майданчики; 4 – корівник на 150 сухостійних корів; 5 – молочний блок; 6 – ветсанпропускник на 70 осіб; 7 – ветпункт із стаціонаром на 15 корів; 8 – пункт технічного обслуговування; 9 – дезбар’єри; 10 – кормоцех; 11 – автовагова; 12 – коренеплодосховище на 1000т; 13 – майданчик для коренеплодів; 14 – сховища для силосу та сінажу; 15 – навіси для сіна; 16 – котельна; 17 – майданчик для підстилки; 18 – майданчик для автотранспорту; 19 – гноєсховища.

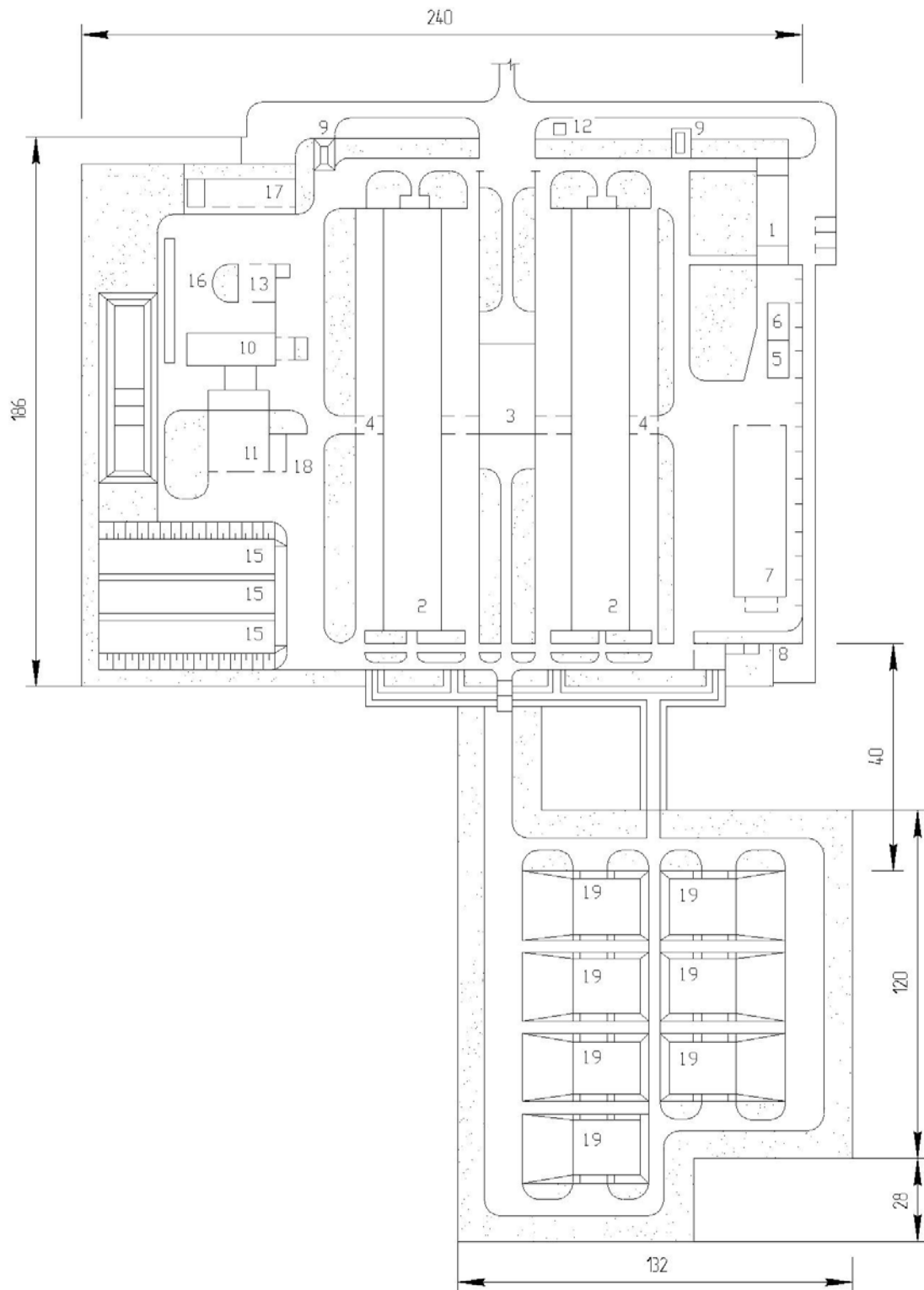


Рисунок 4.14 – Генеральний план ферми з виробництва молока на 800 корів з безприв’язним боковим утриманням (ТП 801-01-39.84, УкрНДІагропроект): 1 – санпропускник на 60 осіб; 2 – корівники на 400 корів; 3 – доїльно-молочний блок з установками «Ялінка», 4 – перехідні галереї; 5 – ветамбулаторія; 6 – стаціонар на 10 корів; 7 – родильне відділення на 96 корів; 8 – естакада; 9 – дезбар’єр; 10 – кормоцех; 11 – коренеплодосховище на 1000т; 12 – градирня; 13 – склад комбікормів на 60т; 14 – навіси для сіна по 200т; 15 – силососховища по 2000 т; 16 – автовагова; 17 – пункт технічного обслуговування; 18 – трансформаторна підстанція; 19 – гноєсховища по 2000т.

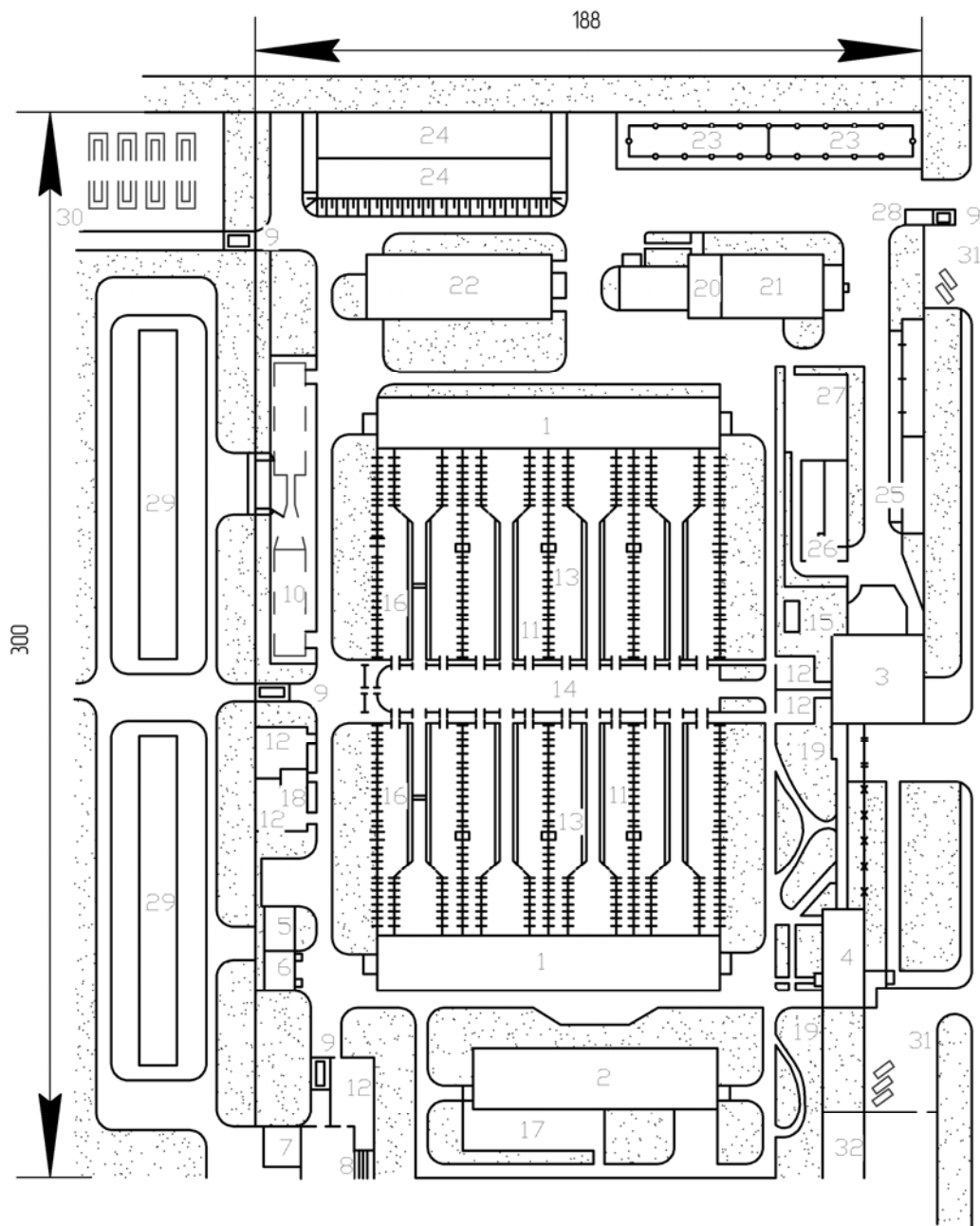


Рисунок 4.15 – Генеральний план комплексу з виробництва молока на 800 корів з безприв’язним утриманням на глибокій підстилці (ТП 819-243, УкрНДІагропроект): 1 – корівники по 400 голів; 2 – родильне відділення на 96 корів; 3 – доїльно-молочний блок; 4 – адмінбудівля з санпропускником на 60 осіб; 5 – ветстаціонар на 10 корів; 6 – ветамбулаторія з ізолятором; 7 – забійно-санітарний пункт; 8 – естакада; 9 – дезбар’єр; 10 – майданчик для обробки худоби; 11 – вигульно-кормові двори; 12 – переддоїльні майданчики; 13 – автонапувалки; 14 – скотопрогін; 15 – трансформаторна підстанція; 16 – годівниці; 17 – вигульний майданчик; 18 – будівля для приймання і обробки худоби; 19 – зона відпочинку; 20 – кормоцех; 21 – коренеплодосховище; 22 – навіс для сіна; 23 – сіносховище; 24 – силососховище; 25 – будівля для трьох тракторів; 26 – котельня; 27 – майданчик для палива; 28 – автовагова; 29 – гноєсховища; 30 – майданчик для коренеплодів; 31 – відкритий майданчик для автотранспорту; 32 – пожежне депо на 2 автомобіля.



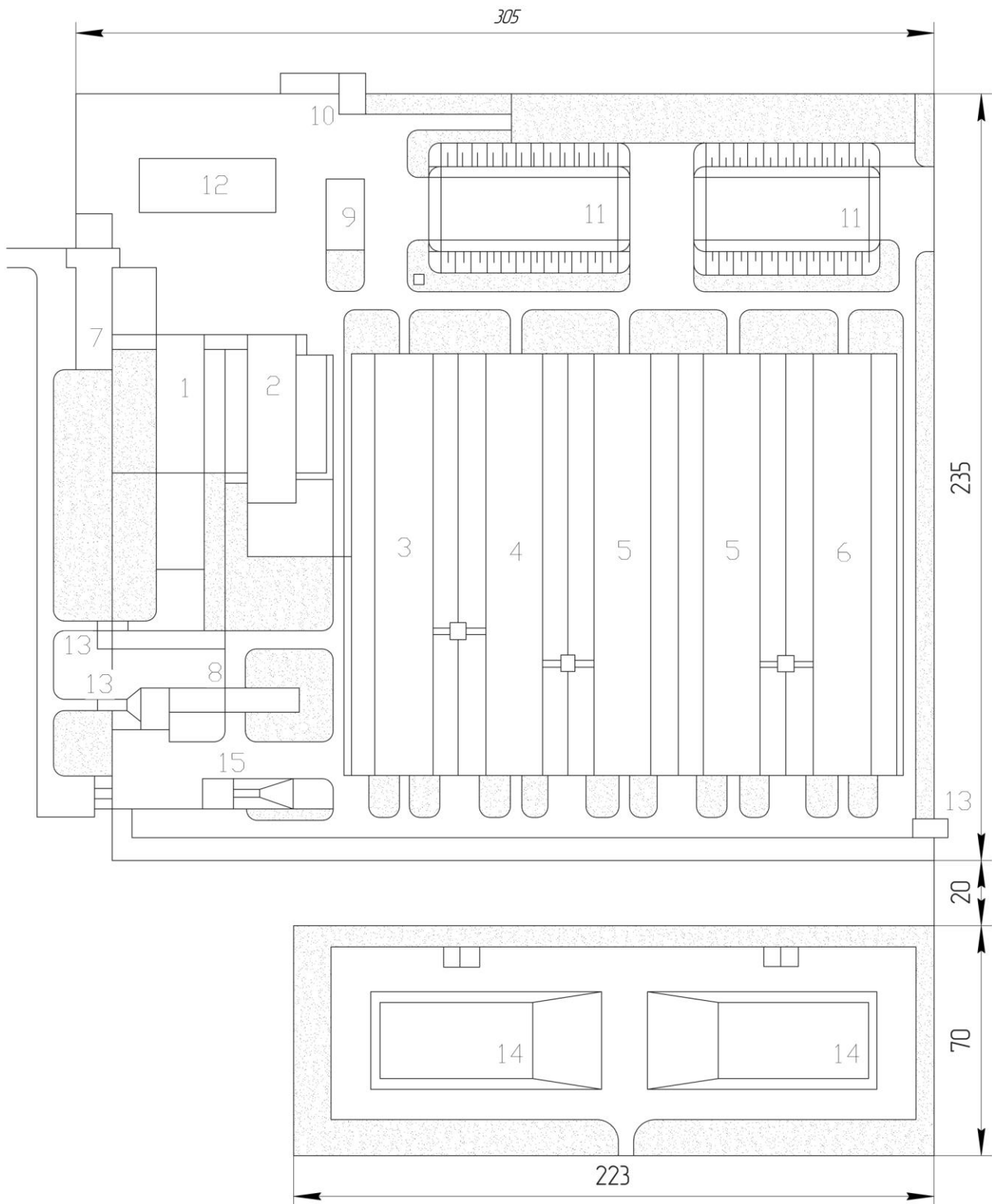


Рисунок 4.16 – Генеральний план комплексу по вирощуванню ремонтного молодняка (нетелей) на 3 тис. скотомісць: 1 – телятник на 500 голів з карантинном і пунктом приймання телят; 2 – телятник на 300 голів; 3 – будівля для молодняка на 552 голови; 4 – будівля для молодняка на 460 голів; 5 – будівля для молодняка на 414 голів; 6 – будівля для молодняка на 387 голів; 7 – ветсанпропускник; 8 – ветпункт амбулаторія, стаціонар, ізолятор); 9 – кормоцех; 10 – склад кормів; 11 – силосні траншеї; 12 – сарай для сіна; 13 – дезбар’єри; 14 – гноєсховище; 15 – майданчик для обробки тварин.

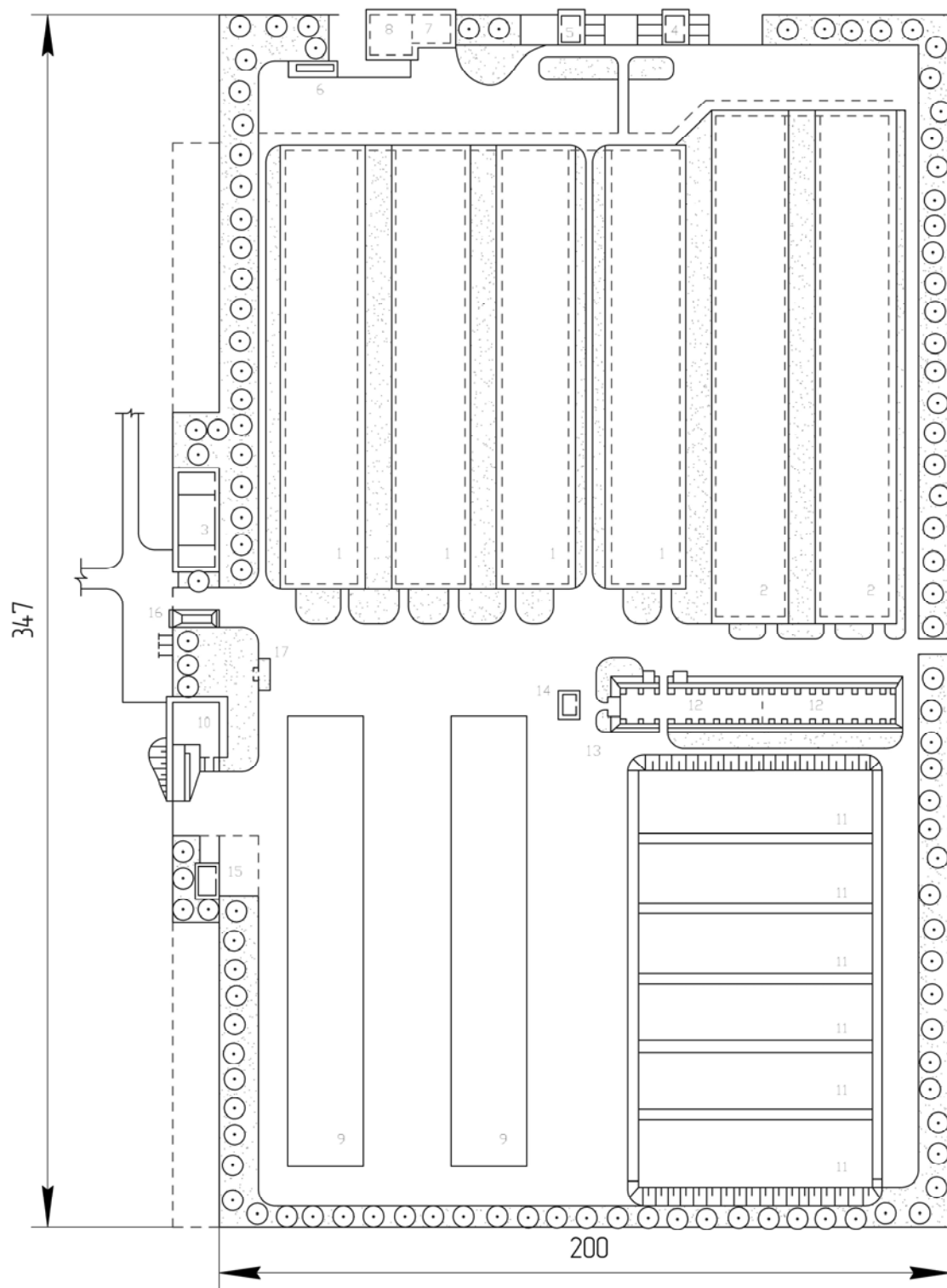


Рисунок 4.17 – Генеральний план ферми дорощування і відгодівлі великої рогатої худоби на 5 тис. голів за рік (ТП 801-01-29-83, УкрНДІагропроект): 1 – будівлі для дорощування 860 голів молодняку; 2 – будівлі для відгодівлі 840 голів молодняку; 3 – ветсанпропускник; 4 – будівля для відправки худоби; 5 – будівля для приймання худоби; 6 – дезбар’єр; 7 – ветамбулаторія; 8 – забійно-санітарний пункт; 9 – жомосховище на 10 тис. т.; 10 – склад комбікормів на 360 т; 11 – силососховища по 3000т; 12 – навіси для сіна по 200т; 13 – м’ясосховище; 14 – трансформаторна підстанція; 15 – пункт технічного обслуговування; 16 – дезбар’єр; 17 – автовагова.

Потужність свинарських підприємств, визначається кількістю свиней, відгодіваних або вирощених за рік.

**Товарні господарства:**

- репродукторні, тис. поросят за рік – 6, 12, 24;
- відгодівельні, тис. свиней за рік – 6, 12, 24;
- з закінченим виробничим циклом, тис. свиней за рік – 6, 12, 24, 27, 54, 108.

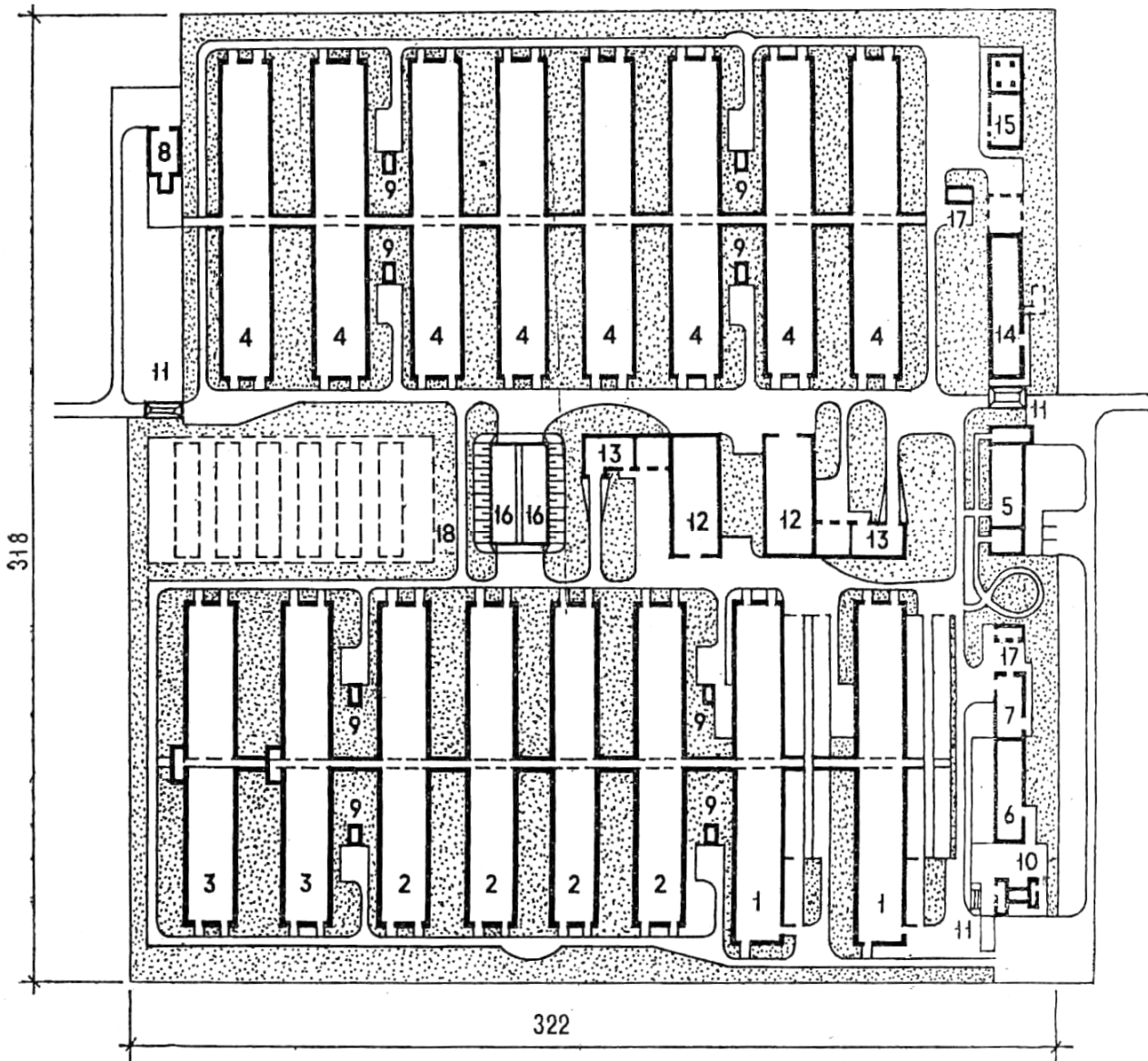


Рисунок 4.18 – Генплан ферми по вирощуванню та відгодівлі 24 тис. свиней на рік.(ТП 802-01-2 Укр НІІ агропроект): 1 – свинарних для холостих та умовно-поросних свиноматок; 2 – свинарники – маточники по 120 станкомісць; 3 – свинарники для поросят на дорощування на 2440 місць; 4 – свинарники для відгодівлі на 1200 місць; 5 – ветсанпропусник на 70 чол; 6 – ізолятор; 7 – ветамбулаторія; 8– рамка для відвантаження свиней; 9 – гноєприймальники; 10 – вагова; 11 – дезбар’єр на 1 проїзд; 12 – кормоцех; 13 – склади концкормів на 200 т; 14 – котельня; 15 – пункт технічного обслуговування; 16 – силососховища ; 17 – трансформаторна підстанція; 18 – автоваги.

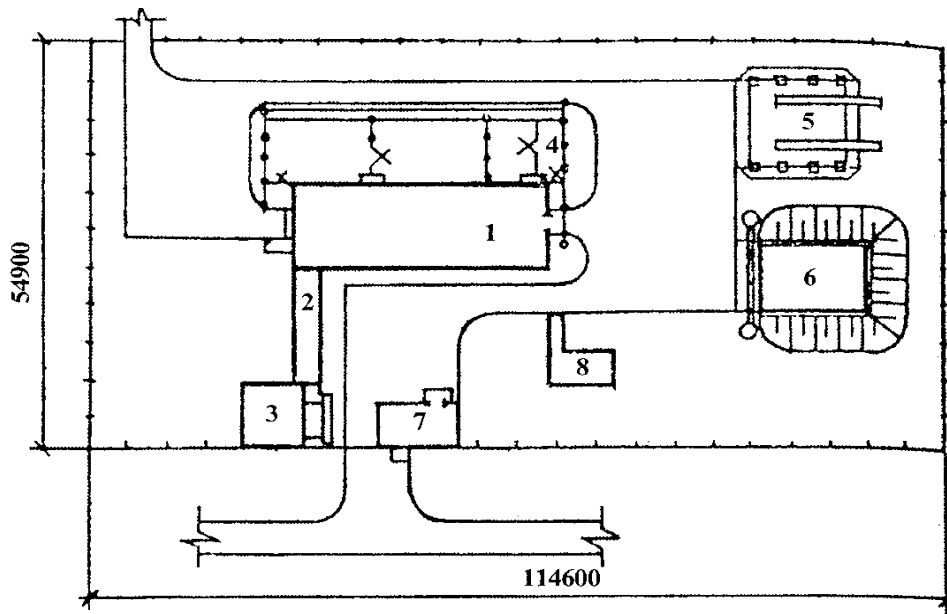


Рисунок 4.19 – Генеральний план вівчарської ферми на 100 маток з закінченим циклом виробництва: 1 – вівчарня; 2 – господарський блок, 3 – будинок для родини фермера 4 – вигульно-кормовий двір, 5 – намет для зберігання сіна, 6 – силососховище, 7 – гараж-майстерня, 8 – теплиця.

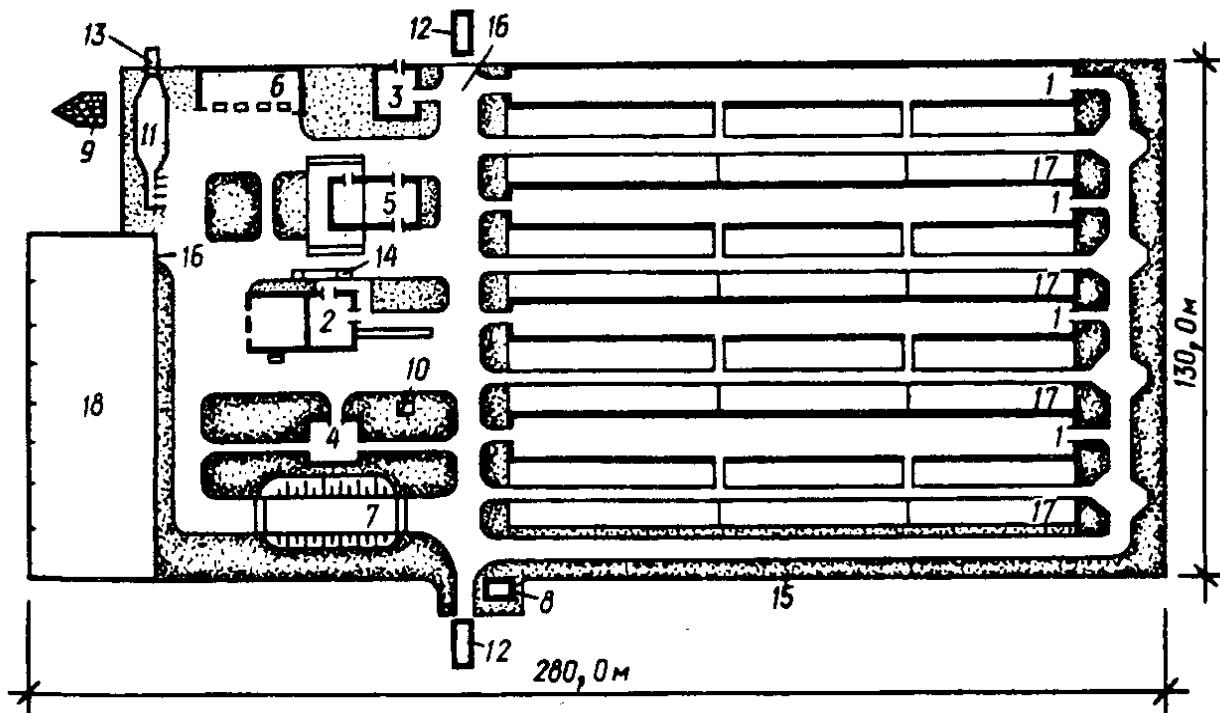


Рисунок 4.20 – Генеральний план вівцеферми: 1– вівчарня; 2 – кормоцех; 3 – будинок тваринників; 4 – сховище для концентрованих кормів; 5 – пункт штучного осіменіння; 6 – майданчик для техніки; 7 – силососховище; 8 – насосна станція; 9 – каналізаційні споруди; 10 – трансформаторна підстанція; 11 – дезбар'єр; 13 – естакада для вантаження овець; 14 – вагова; 15 – огорожа; 16 – ворота; 17 – вигульно-кормові майданчики; 18 – майданчик для зберігання грубих кормів, підстилкових матеріалів.

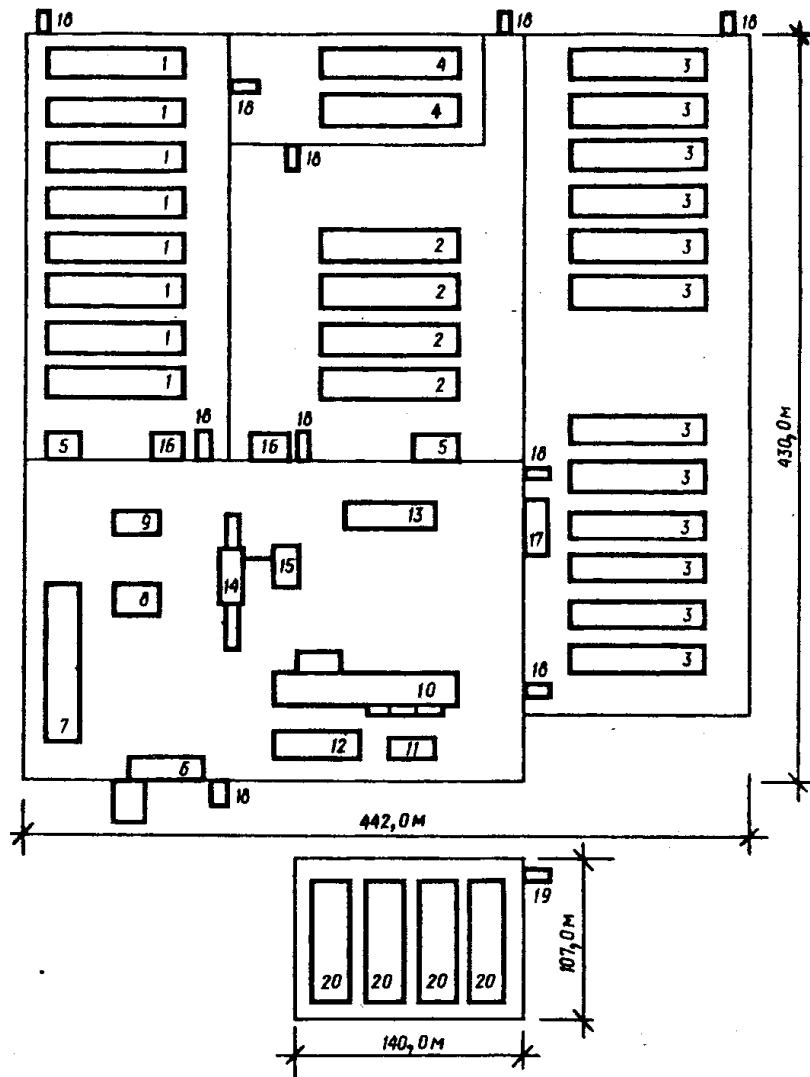


Рисунок 4.21 – Генеральний план птахофабрики: 1 – пташник на 7500 маточно-го поголів'я курей; 2 – пташник на 15000 голів ремонтного молодняку; 3 – пташник на 54000 бройлерів; 4 – інкубаторій; 5 – сховище для підстилки; 6 – адміністративне приміщення; 7 – допоміжні приміщення; 8 – склад трави; 9 – лабораторія; 10 – цех забою; 11 – ветеринарний пункт; 12 – дезінфекційний блок; 13 – котельня; 14 – сховище для комбікормів; 15 – вагова; 16 – санпропускник на 15 чоловік; 17 – санпропускник на 60 чоловік; 18 – утеплений дезбар'єр; 19 – ванна для дезінфекції коліс транспорту; 20 – сховище для посліду.

#### 4.2.3 Внутрішнє планування інженерно-будівельних споруд в тваринницьких приміщеннях

До інженерно-будівельних споруд, безпосередньо зв'язаних з технологією й організацією виробництва на комплексах, фермах відносяться: стійлове чи кліткове обладнання; обладнання для створення мікроклімату в приміщеннях; водопровідна мережа й устаткування для холодного і гарячого водопостачання; котельні; гідротранспортні системи; очисні споруди; системи фільтрації; фабрики торфогнойових компостів; гноєсховища; сховища для кормів (траншеї, башти, склади); обладнання і споруди для проведення ветеринарно-санітарних заходів (ванни для купання овець, стригальні пункти та ін.).

## Внутрішнє планування корівників із прив'язним утриманням тварин

Норми площі та розміри елементів приміщення і вигульних майданчиків для великої рогатої худоби приведені в додатках 19 і 21.

Приміщення в плані складається з наступних технологічних елементів: місць для відпочинку і годівлі тварин, кормових майданчиків, проїздів, місць збирання і видалення гною, робочих та евакуаційних проходів та ін. Розміри цих елементів залежать від габаритів і маси тварин, а також від типів і габаритів технологічного обладнання.

В Україні найбільш розповсюдженим є прив'язне утримання худоби. При цьому використовують двох-та чотирирядні корівники, місткістю 100, 200 або 400 корів. Ширина двохрядних корівників – 12м, чотирирядних – 21м. Типи корівників для прив'язного утримання корів наведені на рисунку 4.22.

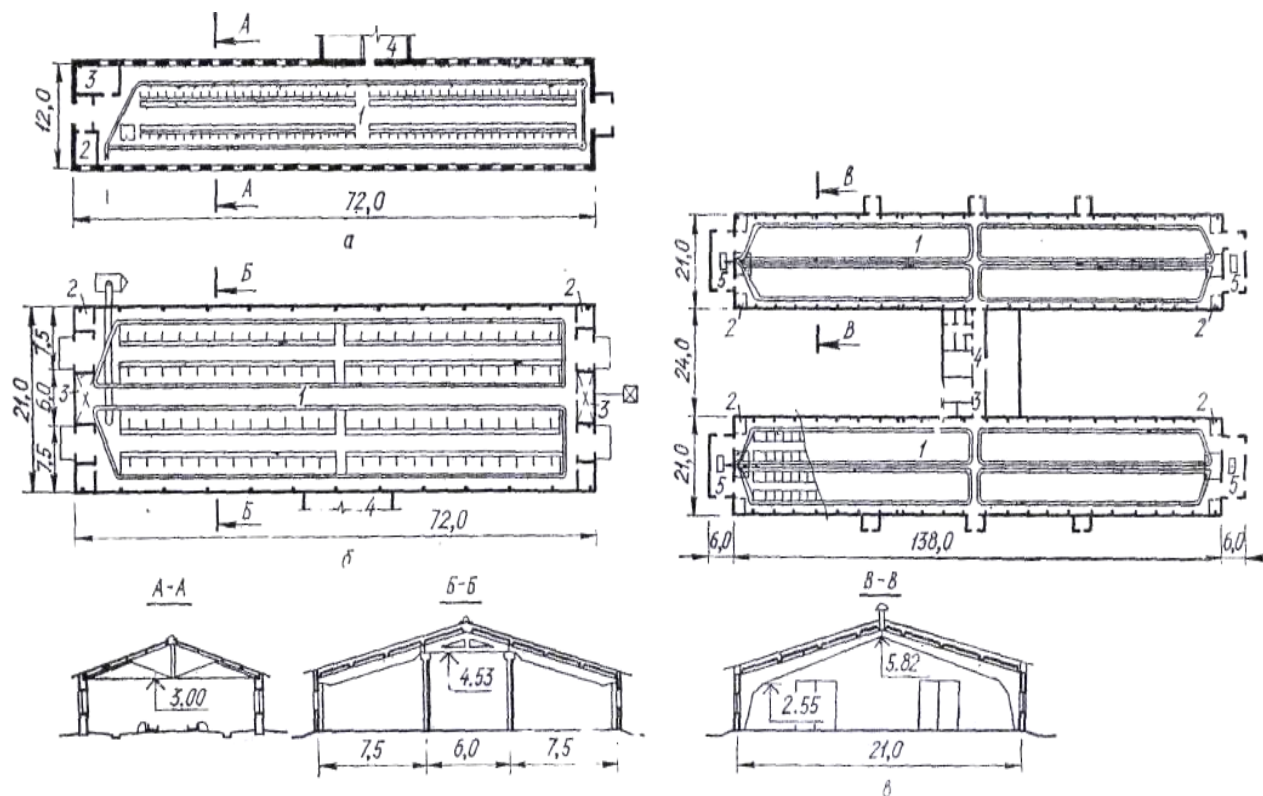


Рисунок 4.22 – Типи корівників для прив'язного утримання: а – на 100 корів, 2<sup>х</sup> рядний, стіни цегляні (ТП 801-295.87); б – на 200 корів, 4<sup>х</sup> рядний, стоечно-балочний каркас (ТП 801-2-65.85); в – блок з двох корівників по 400 голів в кожному, рамний каркас (ТП 801-2-20); 1 – стійлове приміщення; 2 – підсобне приміщення; 3 – вентиляційна камера; 4 – молочний блок; 5 – приміщення для завантаження гною у транспортні засоби.

Розміри корівників на 100 та 200 голів в плані 21 x 72 – 78м. Стійла розміром 1,2 x 1,9 – 2,0м розміщені відповідно у два або чотири ряди з поперечним проходом. В одному безперервному ряду 25 стійл. Для прив'язування корів використовується стійлове обладнання ОСК-25А з груповим відв'язуванням. В корівнику на 400 голів розміри 21x138м, в одному безперервному ряду 50 стійл. Роздають корми кормороздавачами КТУ-10А, КПТ-5, РКП-4,5 або КПТ-10, комбікорми – ручними візками ТУ-300, напування - з автонапувалок ПА-2. Доять корів на

лінійних установках УДБ-100 в переносні відра або на установках молокопровід УДМ-100 або УДМ-200. Видалення гною здійснюється скребокними транспортерами КСУ-Ф-1, КСГ-1, КСГ-2, КСГ-7 (ТСН-160) або КСГ-8 (ТСН-3Б) з навантаженням його у тракторний причіп 2ПТС-4 та відвезенням у гноєсховище.

Стійла влаштовують двох типів: короткі (рисунок 4.23,а) і довгі (рисунок 4.23,б). Дійні корови на комплексах і фермах утримуються в коротких стійлах, у яких більш 90% виділень збирається на смузі шириною 0,7-0,9м. Розташування останньої по довжині стійла (рисунок 4.23,в,г) залежить від косої довжини тулуба тварин, тобто - від породного складу поголів'я.

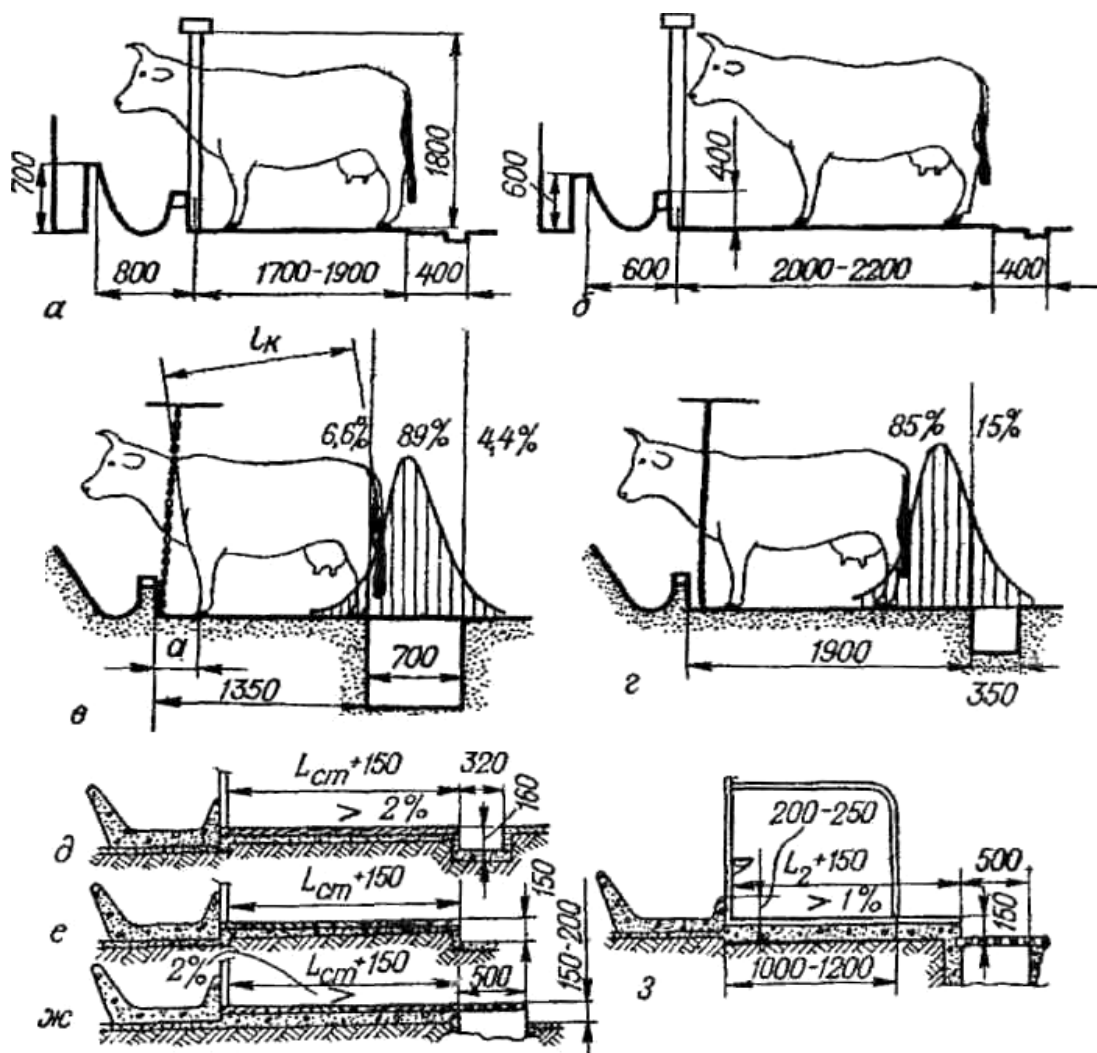


Рисунок 4.23 – Вплив конструкції стійл на технологію видалення гною при прив'язному утриманні корів: а, б – коротке і довге стійла; в, г – розподіл екскрементів у залежності від довжини стійл; д, е, ж, з – схеми, що ілюструють конструктивні розміри стійл.

Враховуючи це довжину стійл  $L_{cm}$  визначають по формулі:

$$L_{cm} = a + 0,8L_k, \text{ м,}$$

де  $a$  – відстань від переднього борта годівниці до передніх ніг тварини, що стоїть, (звичайно  $a=0,2-0,25\text{м}$ );

$L_k$  – довжина тулуба тварини, м.

Довжину коротких стійл у корівниках приймають у межах 1400-1550мм. У той же час ряд фахівців стверджує, що довжина стійла повинна бути більше косої довжини тіла тварини на 100-150мм, інакше в корів ушкоджуються копита, ущемляються суглоби, спостерігаються випадки ушкодження дійок. Задні копита тварини повинні розташовуватися на краю підлоги стійла, але не на решітках, тому що утримання корів на холодних (особливо металевих) решітках може викликати запалення вимені.

Схема короткого стійла, що показана на рисунок 4.23,д, застосовується в корівниках, де гній забирають скребковими транспортерами (канал 320x160мм). Схема, зображена на рисунку 4.23,е, передбачає розташування підлоги уступом над гнойовим проходом, по якому рухається гноезбиральний дельта-скрепер. При наявності каналів самопливної системи видалення гною застосовується схема, представлена на рисунку 4.23,ж. Найбільш перспективними є стійла, улаштовані за схемою, приведеній на рисунку 4.23,з.

При стійловому утриманні худоби важливе значення має будова прив'язі, яка повинна обмежувати пересування тварин уперед (у бік годівниці) і назад, але не перешкоджати зручному лежанню при відпочинку, а також прийомі корму і води.

Для корів у родильному відділенні і племінних корів, що утримуються в довгих стійлах, застосовують відповідно і довгу вільну прив'язь – ланцюгову з ручним прив'язуванням і відв'язуванням. Молочних корів промислового стада утримують у коротких стійлах, у яких голова тварини постійно знаходиться над годівницею. Корова фіксується в цьому положенні короткою прив'яззю. Останні бувають двох видів: тверді (рамні або хомутові) і ланцюгові (двох- або трьохкінцеві). Промисловість випускає такі комплекти стійлового устаткування: ОСК-25А з короткою рамною прив'яззю і УТОС-100 з вертикальною ланцюговою двох-кінцевою прив'яззю і плечовим обмежувачем, які показані на рисунку 4.24,а і б, а також збірне стійлове устаткування з автоматичною прив'яззю. Ширину бетонної годівниці збільшують до 900-1000мм для запобігання пересипання корму через передній борт. Останній накривають дерев'яним брусом, для того щоб довести висоту його верхньої грані до 300-320мм від підлоги; висота заднього борта 700мм.

В останні роки з метою підвищення продуктивності праці на молочних фермах з прив'язним утриманням проводять реконструкцію корівників з добудовою доїльно-молочного блока. При цьому застосовують замість стійлового обладнання ОСК-25А автоматизовану прив'язь-відв'язь ОСП-Ф-26, яка забезпечує індивідуальну самофіксацію тварин біля годівниці та їх групове відв'язування (роз фіксацію), а доїння здійснюють в доїльному залі на установках типу «Тандем» або «Ялинка». На рисунку 4.25 наведено схему автоматизованої прив'язі ОСП-Ф-26.



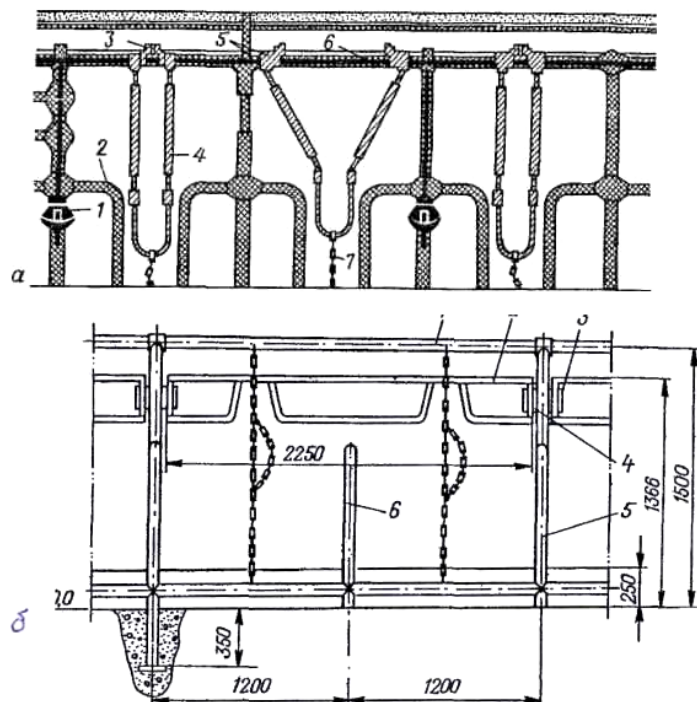


Рисунок 4.24 – Стійлове устаткування для прив'язного утримання корів:  
 а – групова тверда (хомутова) прив'язь ОСК-25А: 1 – автонапувалка з підведенням води; 2 – каркас; 3 – механізм групової прив'язі; 4 – шийна рама; 5 – кронштейн для кріплення вакуумо- і молокопроводів; 6 – привод прив'язі; 7 – обмежувальний ланцюг; б – групова ланцюгова напівгнучка прив'язь; 1 – стійлова рама; 2 – обмежувач голови; 3 – кронштейн; 4 – регулювальна планка; 5 – розділювач стійлової рами; 6 – бічний розділювач.

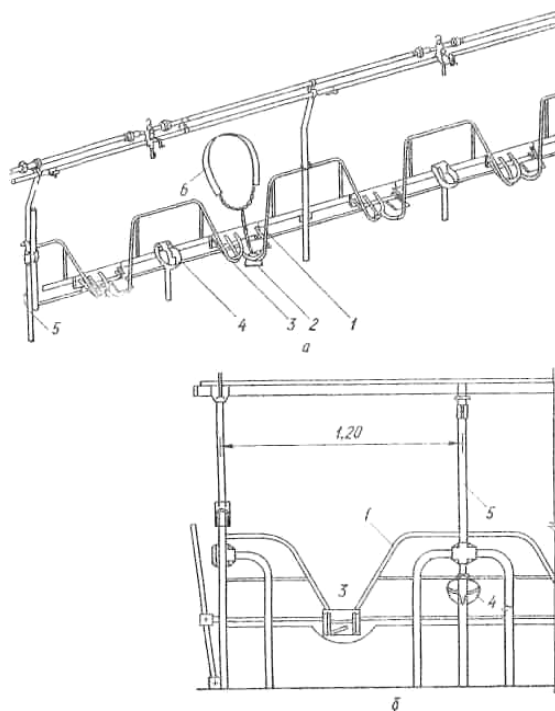


Рисунок 4.25 – Схема автоматизованої прив'язі ОСП-Ф-26: а – автоматизована прив'язь ОСП-Ф-26; б – переобладнання прив'язі ОСК-25А на автоматизовану прив'язь ОСП-Ф-26; 1 – плечові обмежувачі; 2 – підвіска з гумовою грушею; 3 – пастка; 4 – напувалка; 5 – несуча стойка; 6 – ошийник.

Поряд з устаткуванням стійла важливе значення має будова внутрішньої водопровідної мережі (діаметр труб 25-50мм) і водорозбірних приладів – стояків, поливальних кранів і автонапувалок. Розведення водопровідних труб для поїння тварин у корівниках виконують по верхній обв'язці стійлової рами або по підлозі стійла. Автонапувалки монтують на відводах, укріплених на вертикальних стійках рами. При рамній прив'язі ОСК-25А поїлки, як правило, розміщують усередині годівниць, а при ланцюговий – зовні, з боку стійла.

Для поїння великої рогатої худоби застосовують односташкові клапанні поїлки: металеві ПА-1А або пластмасові ПА-2, з відкритою чашею місткістю 1,9л. Одна поїлка обслуговує два поруч розташовані стійла. Для підігріву води, що підводиться до автопоїлок, застосовують електронагрівальну установку ВСП-600, що складається з насосу і шафи керування.

Схема чотирирядного корівника з прив'язним утриманням наведена на рисунку 4.26.

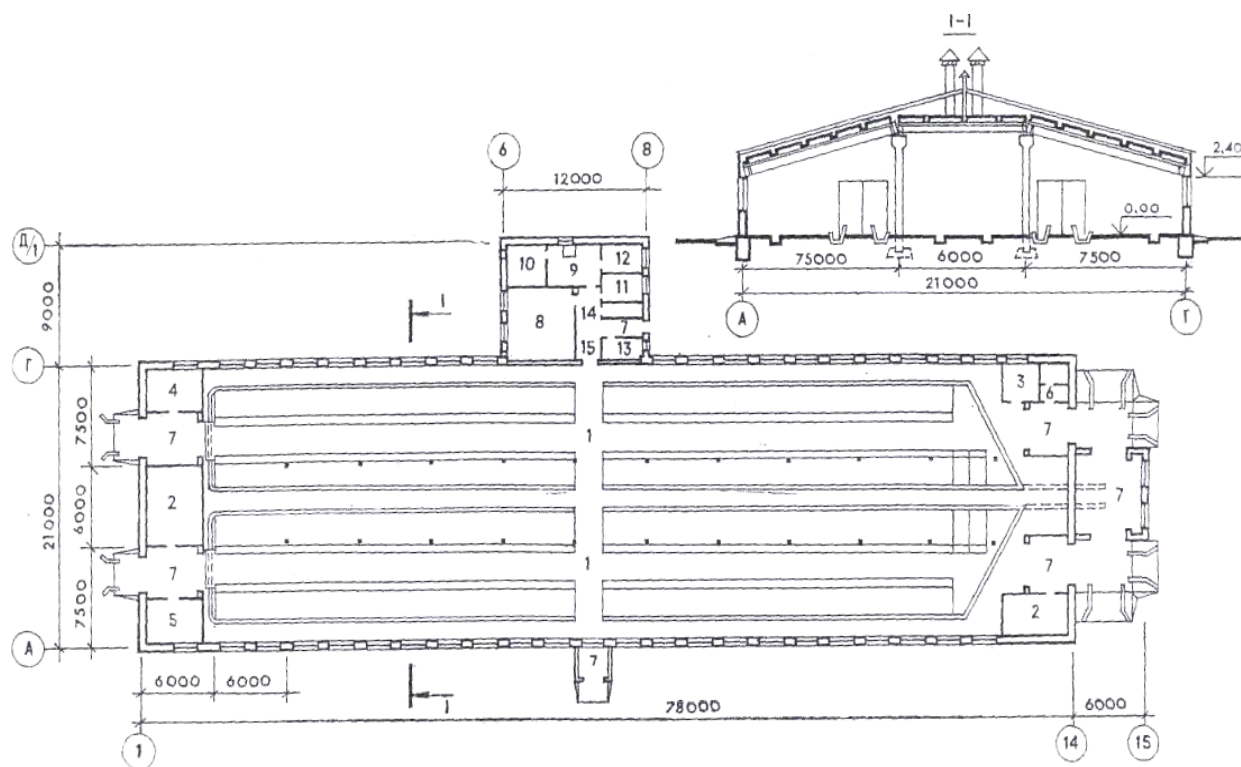


Рисунок 4.26 – Чотирирядний корівник на 200 корів з прив'язним утриманням (ТП 801-322, УкрНДІагропроект): 1 – стійлове приміщення; 2 – вентиляційні камери; 3 – службове приміщення; 4 – щитова; 5 – інвентарна; 6 – санвузли; 7 – тамбури; 8 – приміщення для приймання і обробки молока; 9 – вакуум – насосна; 10 – машинне відділення; 11 – лабораторія; 12 – слюсарня; 13 – кімната персоналу молочного блоку; 14 – санвузол; 15 – коридор.

### **Внутрішнє планування приміщень з безприв'язним утриманням ВРХ**

Типи корівників з безприв'язним утриманням поділяються на 2 групи: з наданням тваринам індивідуального місця (бокси, комбібокси) для відпочинку та з груповим утриманням на глибокій підстилці. Типові проекти корівників для безприв'язного утримання мають чотири технологічних варіанта, які відрізняються способами видалення гною: 1) з відкритою дельта-скреперною уста-

новкою; 2) самопливна система з решітчастою підлогою; 3) з підпідлоговим гноєсховищем; 4) з мобільним видаленням гною.

На рисунку 4.27 представлено типи корівників для безприв'язного боксового утримання корів.

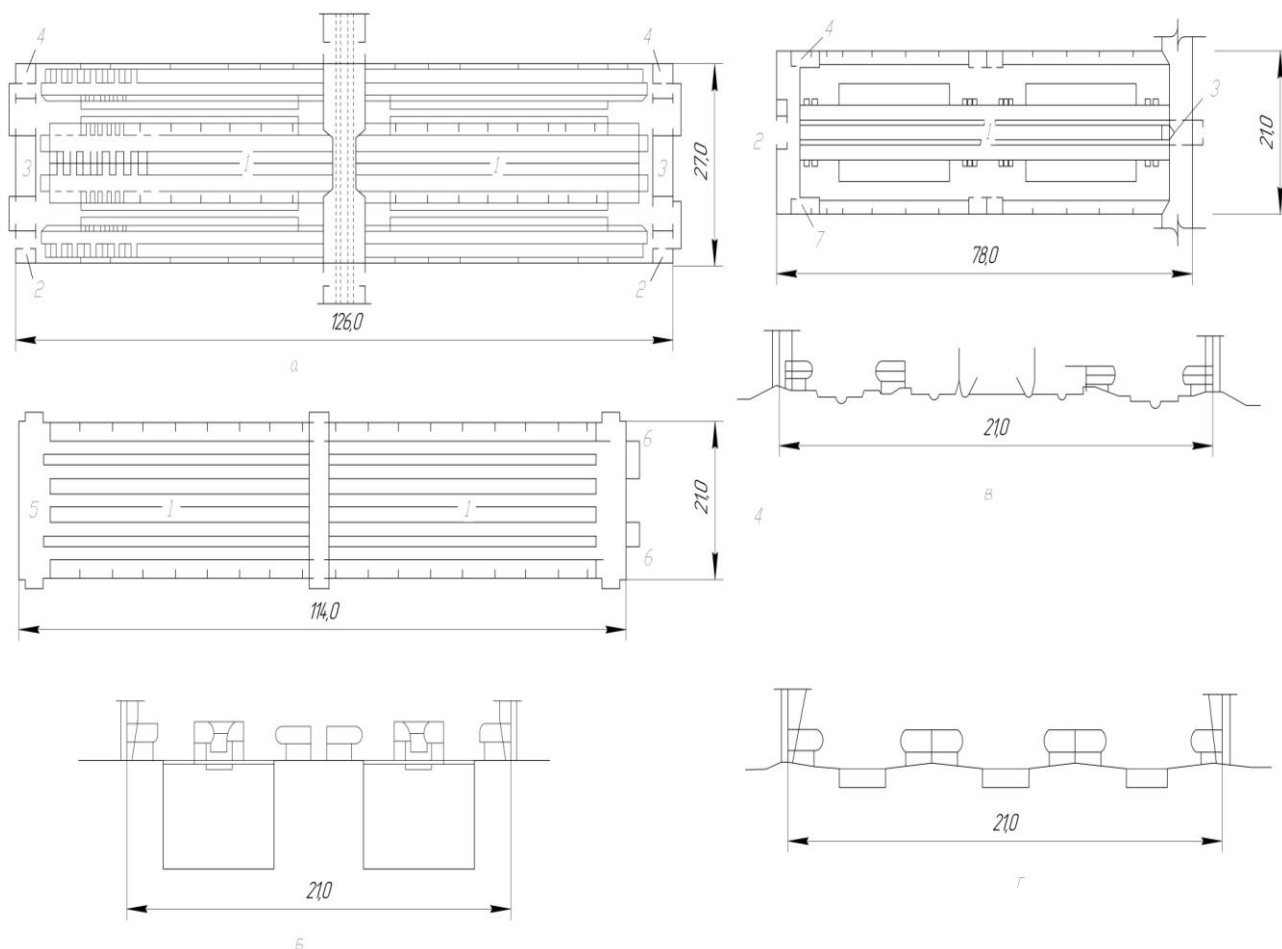


Рисунок 4.27 – Типи корівників для безприв'язного боксового утримання: а – корівник на 400 корів з мобільним роздаванням кормів і механічним видаленням гною (ТП-801-2-4); б – корівник на 400 корів з підпідлоговим гноєсховищем і стаціонарним роздаванням кормів; в – корівник на 200 корів з годівлею в ізолюваній зоні, мобільним роздаванням кормів і механічним видаленням гною (ТП – 801-2-17); г – корівник на 400 корів з годівлею в іншій будівлі, видаленням гною з під щільної підлоги; 1 – стійлове приміщення; 2 – інвентарна; 3 – вентиляційна камера; 4 – електрощитова; 5 – приміщення для концкорму; 6 – приямки для приводу транспортера; 7 – тепловий вузол; 8 – приміщення для персоналу.

Найбільше розповсюдження при боксовому утриманні мають корівники з чотирирядним розміщенням боксів і двома кормовими проїздами, які використовують для комплектації ферм на 800 та 1200 корів (рисунок 4.28).

Корів утримують групами по 50 голів у секції, обладнаній індивідуальними боксами розміром 1.1 x 2.1 м для відпочинку тварин і зоною годівлі із стаціонарними годівницями. Концкорми роздають під час доїння в доїльному залі, а решту – кормороздавачами КТУ-10 та КУТ-3. Напування з індивідуальних напувалок ПА-1 або з групових, видалення гною скреперними установками у поперечний канал, з якого транспортером ТСН-160 у тракторні причіпи або у гноєприймач.

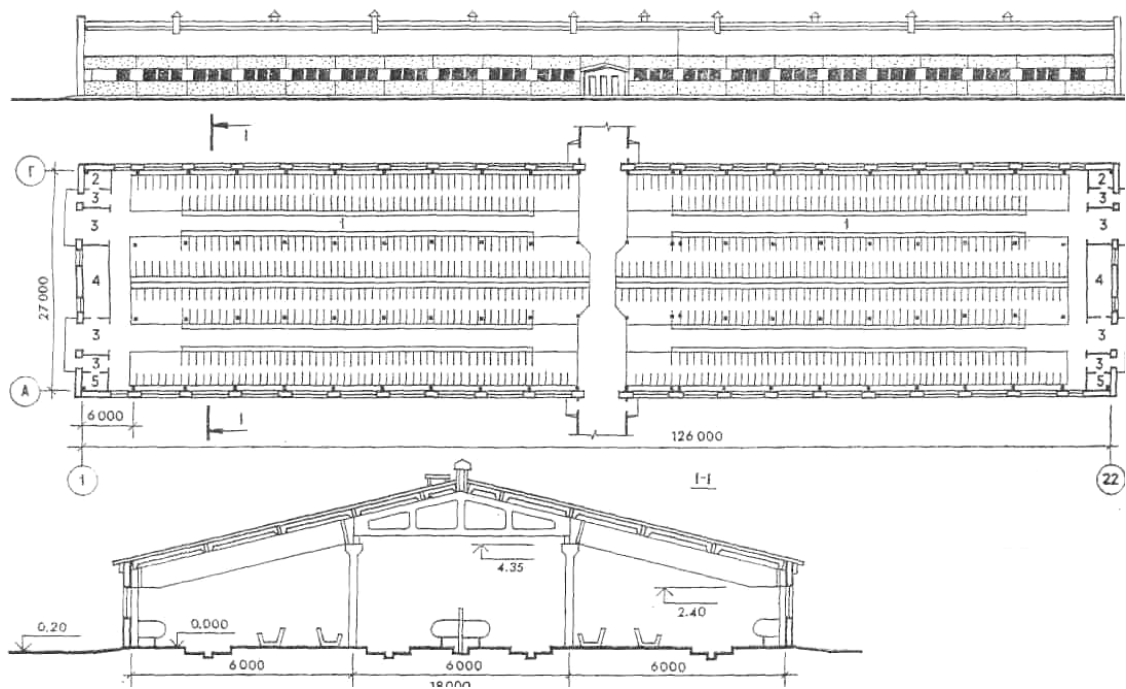


Рисунок 4.28 – Корівник на 400 корів безприв’язного боксового утримання (ТП 801-2-4, Гідронісільгосп): 1 – стійлове приміщення; 2 – електрощитові; 3 – тамбури; 4 – вентиляційні камери; 5 – інвентарні.

Безприв’язний спосіб боксового утримання з годівлею на кормовому столі і доїнням на установці „Тандем” та скреперним видаленням гною наведено на рисунку 4.29.

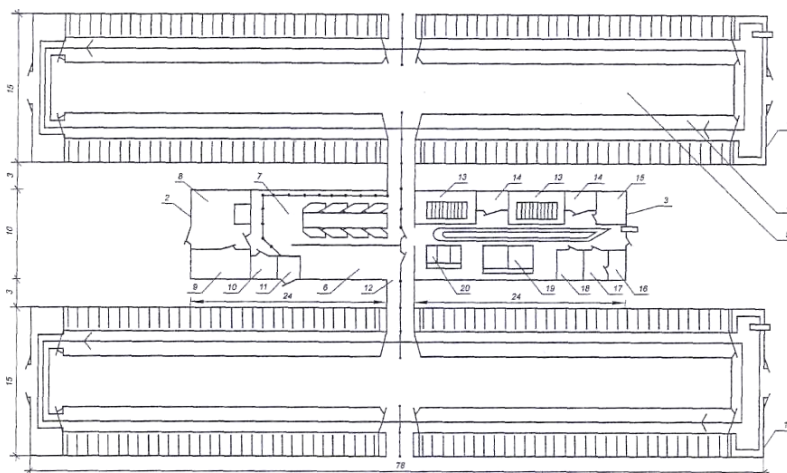


Рисунок 4.29 – Технологічний блок молочної ферми: 1 – корівник безприв’язно-боксового утримання на 120 корів; 2 – доїльно-молочне відділення з доїльною установкою „Тандем”; 3 – родильне відділення для корів; 4 – секція для утримання корів; 5 – кормовий стіл; 6 – переддоїльний майданчик; 7 – доїльний зал; 8 – приміщення молочної; 9 – агрегатна; 10 – санвузол; 11 – приміщення для станції кормороздавача; 12 – прогін для худоби; 13 – приміщення для телят профілакторного періоду з клітками; 14 – вольєр для телят; 15 – інвентарна; 16 – мийна пункту штучного запліднення (ПШЗ); 17 – лабораторія ПШЗ; 18 – кімната зооветспеціалістів; 19 – дільниця отелення корів; 20 – дільниця короткочасного утримання корів, які щойно отелились.

Застосування боксового утримання можливе і на фермах малого розміру (рисунок 4.30).

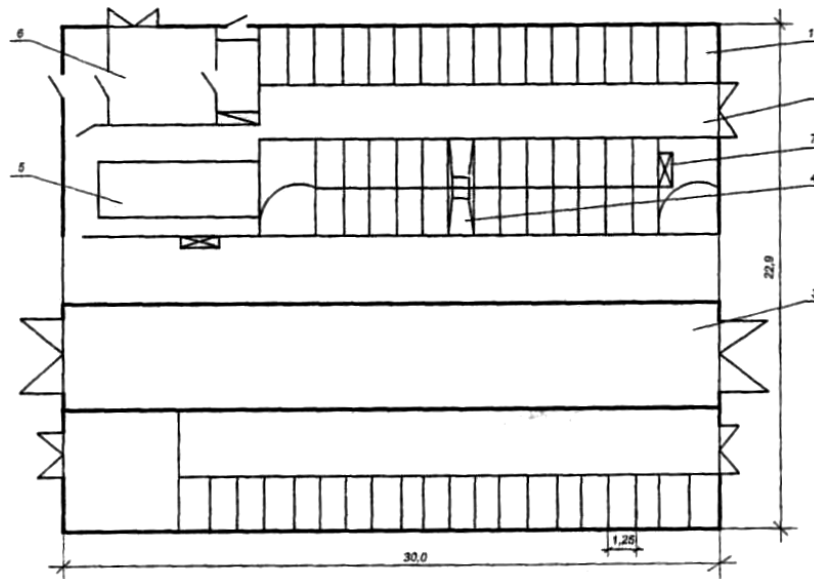


Рисунок 4.30 – Схема корівника на 60 голів шириною 22,9м. (безприв'язно-боксове утримання корів, кормовий стіл, доїльна установка, майданчик). 1 – бокси для відпочинку корів; 2 – щілинна підлога; 3 – кормовий стіл; 4 – станція для згодовування концентрованих кормів; 5 – доїльна установка-майданчик; 6 – молочне відділення; 7 – групова напувалка.

Приклад планування корівника з організацією доїння корів на установці „Карусель” наведено на рисунку 4.2.3.10.

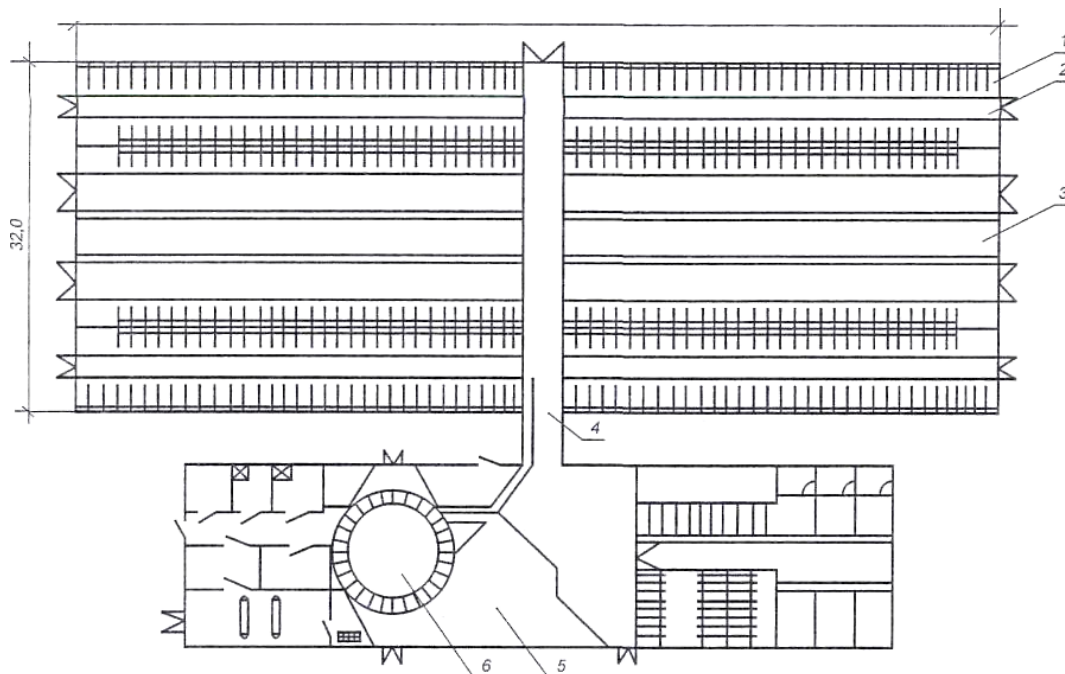


Рисунок 4.31 – Схема корівника на 350 голів. (безприв'язно-боксове утримання корів, кормовий стіл; доїльно-молочне відділення, винесене за межі корівника), 1 – бокси для відпочинку корів; 2 – гнойовий канал; 3 – кормовий стіл; 4 – прогін для худоби; 5 – доїльно-молочне відділення; 6 – доїльна установка „Карусель”.

Поперечний розріз сучасного корівника шириною 32м з (безприв'язно-боксовим утриманням корів наведено на рисунку 4.32.

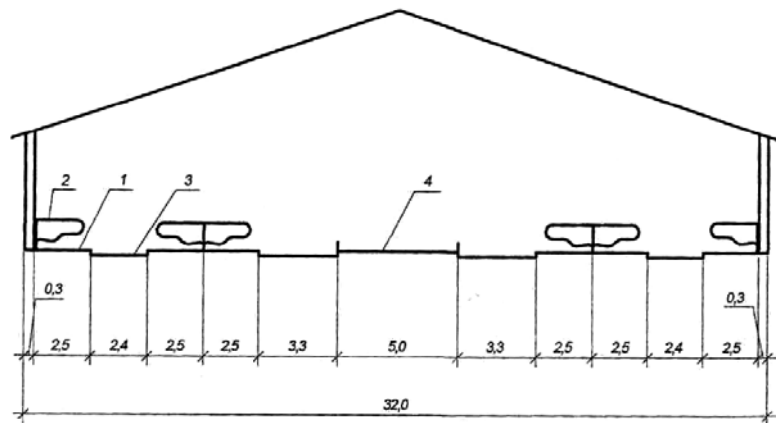


Рисунок 4.32 – Поперечний розріз корівника на 350 голів. (безприв'язно-боксове утримання корів, кормовий стіл), 1 – бокси для відпочинку корів; 2 – огороження боксів; 3 – гнойовий канал; 4 – кормовий стіл.

Безприв'язний спосіб утримання на глибокій підстилці доцільно застосовувати на підприємствах, де гарантовано забезпечення тварин підстилкою з розрахунку 1т на корову за рік. Площа лігва для відпочинку не менше 5м<sup>2</sup>/голову.

На рисунку 4.33 наведено схема плану корівника для утримання корів на глибокій підстилці.

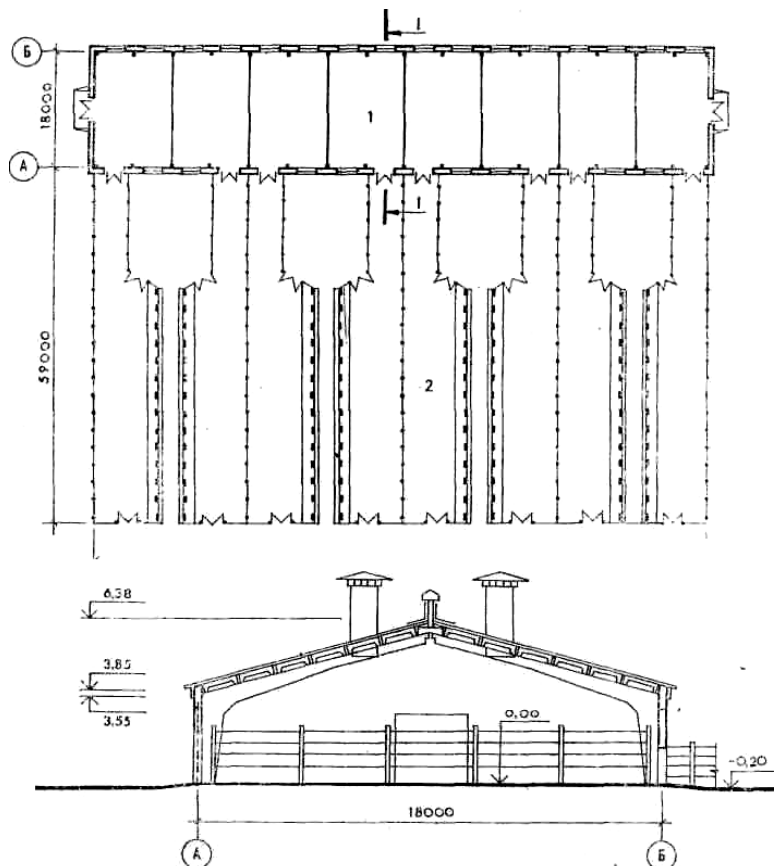


Рисунок 4.33 –Корівник на 400 корів з безприв'язним утриманням на глибокій солом'яній підстилці (ТП 801-457, УкрНДІагропроект): 1 – приміщення для утримання корів; 2 – вигульно-кормові двори.



Годівля тварин здійснюється на вигульно-кормових дворах (майданчиках) з годівниць або з кормового столу. Вигульно-кормові майданчики обладнують твердим покриттям (з розрахунку не менше  $8\text{ м}^2/\text{гол.}$ ) із схилом до 0,04. Напування тварин – групових автонапувалок АГК-4А з електропідігрівом води в зимовий період, які розміщують також на вигульно-кормових майданчиках. Доїння корів в доїльному залі на установках типу „Тандем”, „Ялинка”, „Карусель”, „Паралель” та ін. Видалення гною з приміщення проводять 1-2 рази на рік, а з вигульно-кормових майданчиків 2-3 рази на тиждень за допомогою бульдозера.

Для утримання телят використовують телятники, планування яких представлено на рисунку 4.34.

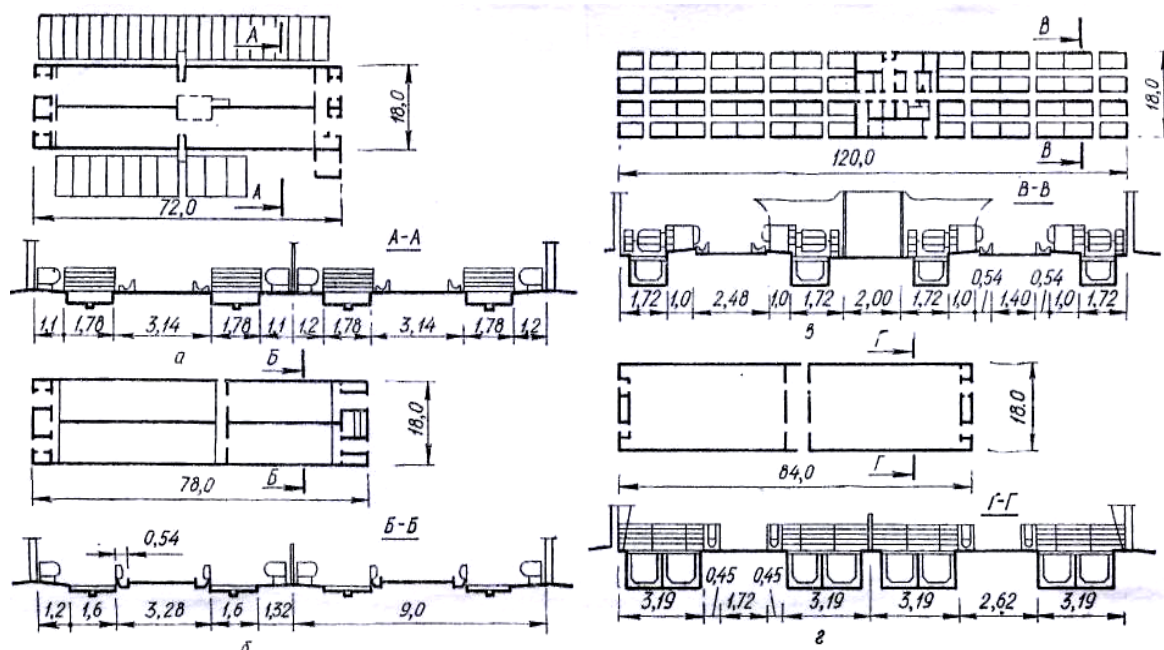


Рисунок 4.34 – Типи телятників: а – для молочних ферм на 400 голів з поздовжнім розділенням на групи, напуванням телят на спеціальному майданчику (ТП-801-4-100-85); б – для молочних ферм на 400 голів з поперечним розділенням на групи і напуванням телят у секції (ТП-801-4-104-85); в – для нетельних комплексів на 700 голів для карантинування поголів’я (ТП-801-4-8); г – для комплексів по виробництву яловичини на 720 голів (ТП-801-4-54.83).

При поздовжньому розділенні телятника (рисунок 4.35, а) на секції майданчик для напування телят молочного періоду розташовують в центрі приміщення, а вигульні майданчики для телят обладнують вздовж телятника зовні.

При поздовжньо-поперечному розділенні у телятнику передбачено 2 секції для 200 телят до 3 місяців по 10 голів у станку, обладнаному боксами  $0,5 \times 1,0\text{ м}$  і 2 секції на 240 телят від 3 до 6 місяців по 20 голів у станку з боксами  $0,6 \times 1,2\text{ м}$  (рисунок 4.2.3.13, б).

На комплексах по вирощуванню нетелей (рисунок 4.2.3.13, в) в телятнику утримують телят від 10-20-денного до трьохмісячного віку в станках на 12-13 голів, обладнаних напівбоксами розміром  $0,5 \times 1,0\text{ м}$ .

У підприємствах по виробництву яловичини (рисунок 4.2.3.13, г) в двох секціях по 360 голів телят утримують безприв’язно на щільній підлозі у групових станках по 18 голів. Площа на 1 голову –  $1,14\text{ м}^2$ , видалення гною – самопливом.

Для утримання ремонтних телиць застосовують будівлі, які призначені для певного віку телиць (рисунок 4.35).

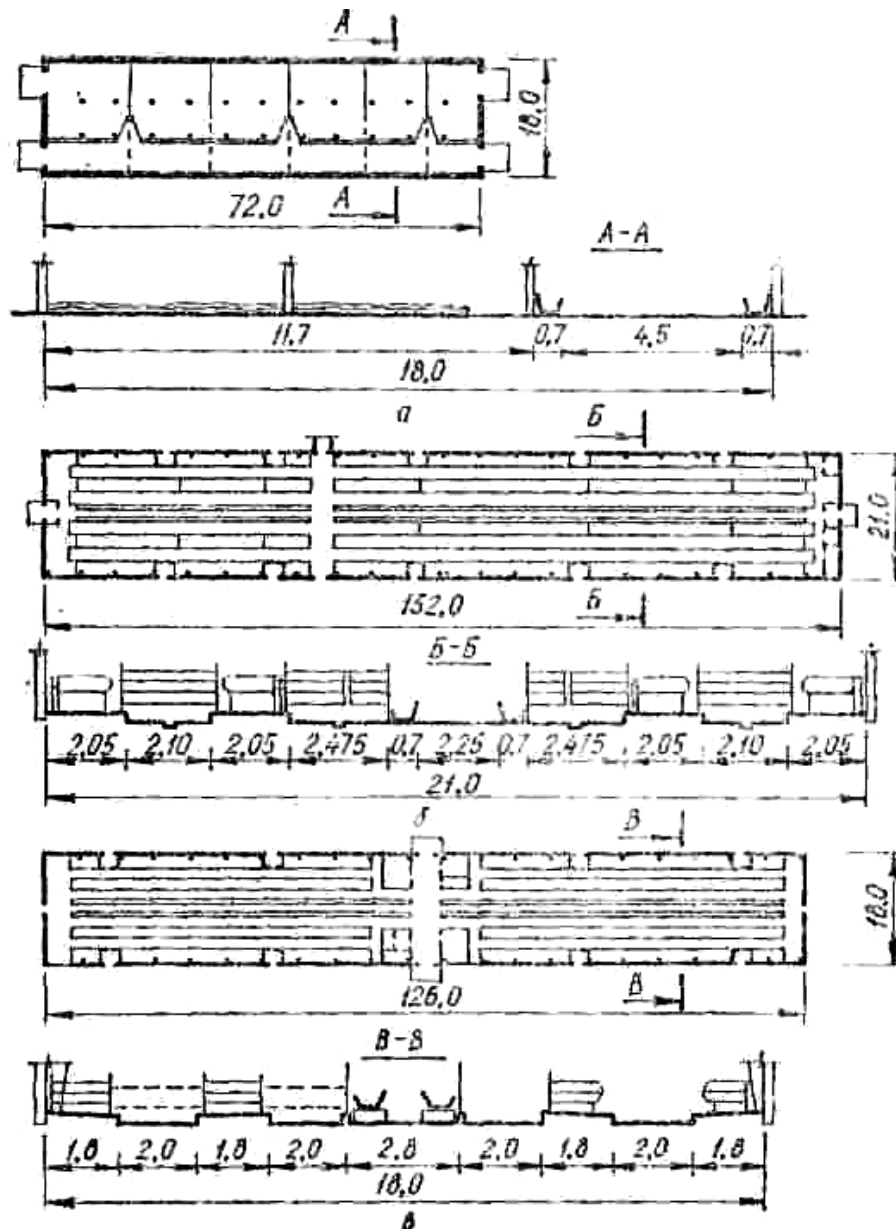


Рисунок 4.35 – Типи будівель для ремонтного молодняку великої рогатої худоби: а – для молодняку віком 6-25 місяців з утриманням на глибокій підстилці та мобільним роздаванням кормів (ТП 801-4-12); б – для нетелей віком 22-25 місяців з боксовим утриманням і мобільним роздаванням кормів (ТП 801-4-30); в – для телиць віком 15-20 місяців з боксовим утриманням і стаціонарним роздаванням кормів (ТП 801-4-139.86).

У приміщеннях за типовим проектом ТП 801-4-12 (рисунок 4.35, а), тварини віком від 6 до 25 місяців утримується в групових секціях по 40-42 голови з відпочинком на глибокій підстилці. Годівля тварин здійснюється в окремій кормовій зоні з годівниць.

Для утримання нетелей (рисунок 4.35, б) застосовують боксовий спосіб з годівлею тварин з годівниць або кормового столу та видаленням гною дельта-скрепером.



При вирощуванні телиць від 15 до 20 місячного віку застосовують типовий проект ТП 801-4-139.86, яким передбачено парне розміщення боксів вздовж стін з годівлею із стаціонарних годівниць типу РВК-Ф-74 і видаленням гною скребковим транспортером (рисунок 4.36, в).

Будівлі для дорощування і відгодівлі молодняку ВРХ представляють два типи приміщень для утримання при дорощуванні від 6 до 11-14 місяців і для відгодівлі від 11-14 до 17-18 місячного віку (рисунок 4.36).

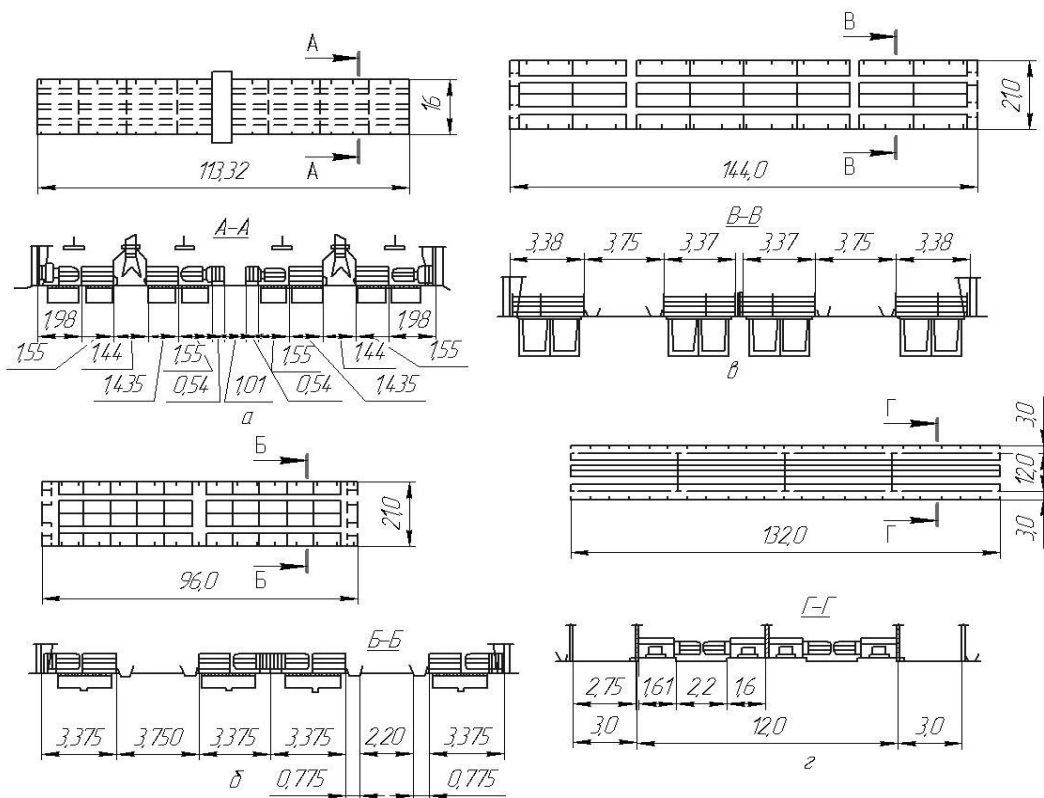


Рисунок 4.36 – Типи будівель для дорощування і відгодівлі молодняку ВРХ при безприв’язному утриманні: а – для дорощування 860 голів із стаціонарним роздаванням кормів пересувними транспортерами ТРЛ-100А і видаленням гною самопливом (ТП 801-4-141.86); б – для дорощування 720 голів з мобільним роздаванням кормів і механічним видаленням гною (ТП 801-4-116.86); в – для відгодівлі 840 голів з мобільним роздаванням кормів і видаленням гною самопливом з під щілинної підлоги (ТП 801-4-61.83); г – для відгодівлі 500 голів з боксовим утриманням, мобільним роздаванням кормів на кормовому майданчику під навісом та видаленням гною бульдозером (ТП 801-4-34).

Приміщення для дорощування розділяють на секції по 215-360 голів і тварини утримуються в групових станках по 18-24 голови з видаленням гною самопливом і роздаванням кормів транспортером ТРЛ-100А (рисунок 4.36, а) або з мобільним роздаванням кормів (рисунок 4.36, б). Для відгодівлі використовують приміщення з утриманням тварин на щілинній підлозі з мобільним роздаванням кормів (рисунок 4.36, в) або з боксовим утриманням і годівлею в окремій кормовій зоні (рисунок 4.36, г) та видаленням гною бульдозером.

У Львівській області є ферма-автомат для заключної відгодівлі 800 голів ВРХ (рисунок 4.37)

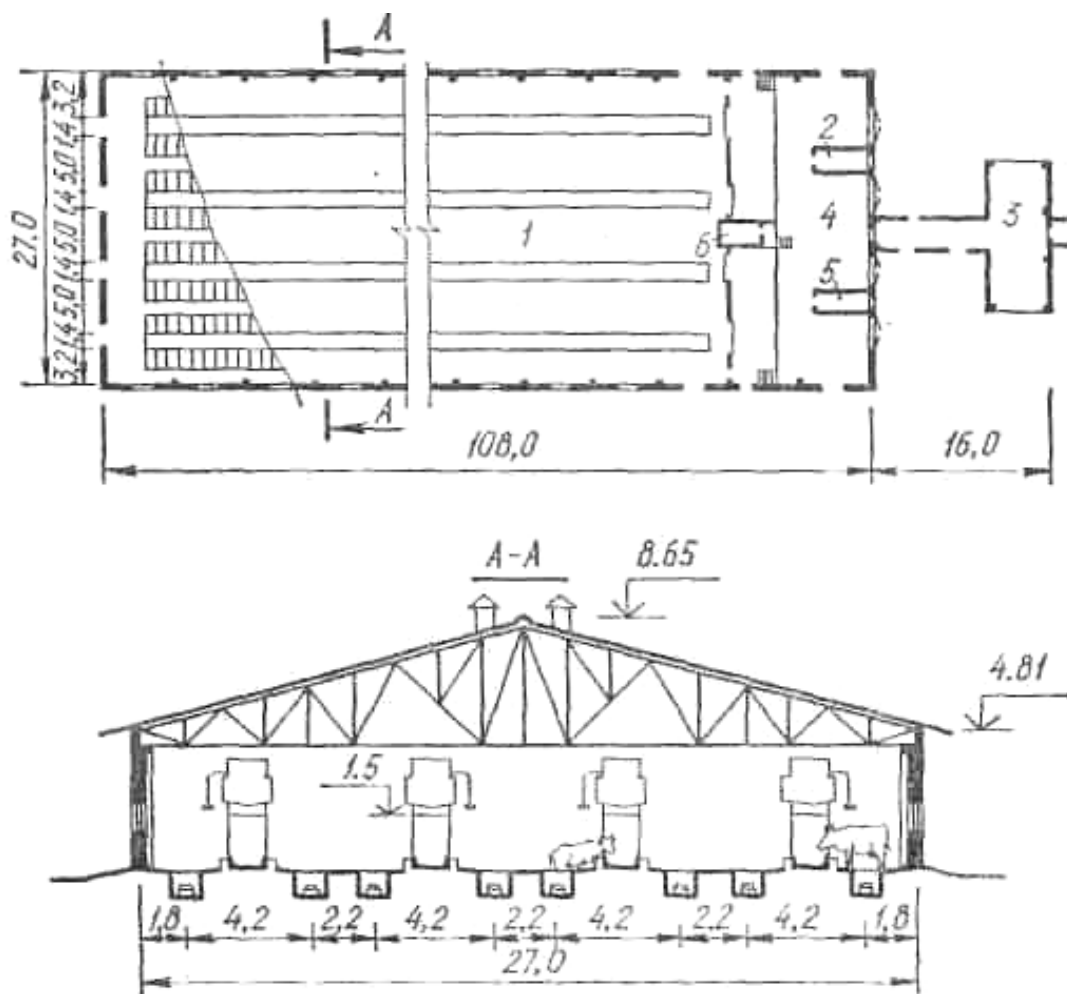


Рисунок 4.37 – Приміщення відгодівельника-автомата на 800 голів великої рогатої худоби: 1 – приміщення для утримання молодняка; 2 – електрощитова; 3 – навіс; 4 – відділення приймання кормів і завантаження кормороздавачів; 5 – службове приміщення; 6 – операторська.

Постановочна маса тварин 250 – 280кг, здаточна – 380-400кг. Молодняк віком 12 місяців знаходить на відгодівлю через кожні 45 днів партіями по 200 голів.

Будівля складається з приміщення для утримання тварин на прив'язі (27x96м) у восьми рядах стійл (1,65x0,9м) і двоповерхової частини приміщення (27x12м) для системи кормороздавання. Видалення гною здійснюється з під щільної підлоги транспортерами ТС-1. Роздавання кормів автоматизовано. Кормосуміш із живильника ПЗМ-1,5 подається транспортерами на рівень 3,5м і реверсивний транспортер завантажує по чергово електромобільні роздавачі типу КТУ-10А, які встановлені на рейках над годівницями на рівні 1,5м. Рухаючись по рейковим коліям роздавач вивантажує кормосуміш у спарену годівницю і повертається у вихідне положення для завантаження кормом.

При організації малих сімейних ферм можна використовувати наступні варіанти (рисунок 4.38)

В Україні найбільш поширеними приміщеннями для прив'язного утримання молочної худоби є корівники шириною 18 та 21м. при проведенні реконструкції таких приміщень під безприв'язне утримання можна користуватись схемами, які наведені на рисунках 4.38 – 4.43

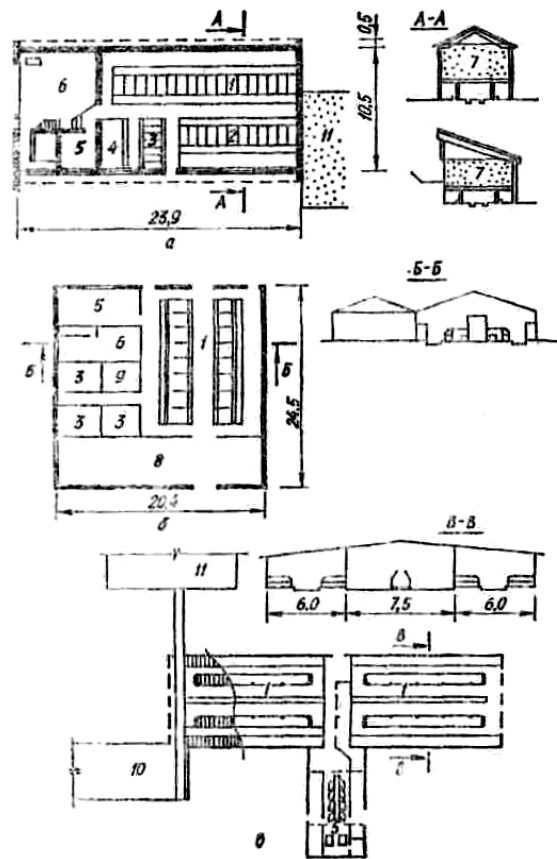


Рисунок 4.38 – Типи малих молочних ферм: а – ферма на 25 корів; б – ферма на 30 корів; в – ферма на 200 корів; 1 – приміщення (станки) для корів; 2 – стійла для молодняка; 3 – станки для телят; 4 – відділення для відгодівлі бугайців; 5 – молочне відділення; 6 – приміщення для технологічної техніки; 7 – склад сіна; 8 – приміщення для зберігання кормів; 9 – станок для бугая-плідника; 10 – родильне відділення; 11 – гноєсховище.

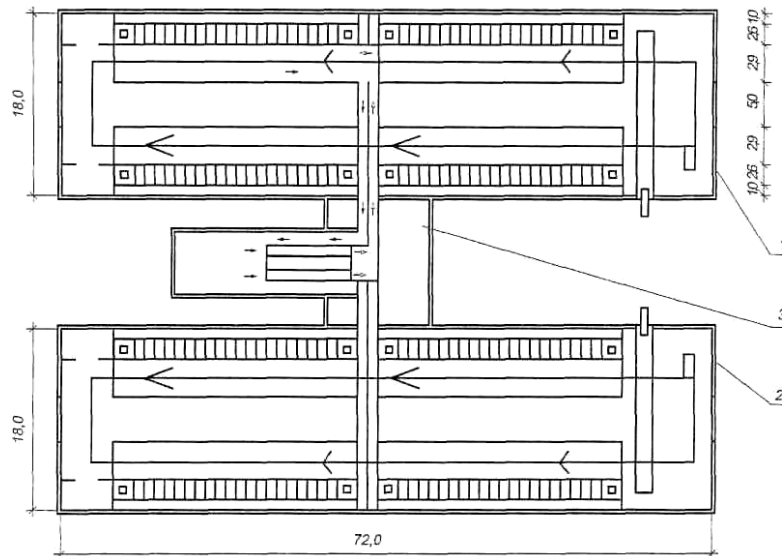


Рисунок 4.39 – Схема реконструкції тваринницьких приміщень шириною 18м (варіант 1: безприв'язно-боксове утримання корів; годівля з кормового столу; напування з групових напувалок; доїння у доїльному залі; прибирання гною скреперним транспортером). 1,2 – корівник на 80 голів; 3 – доїльно-молочний блок.

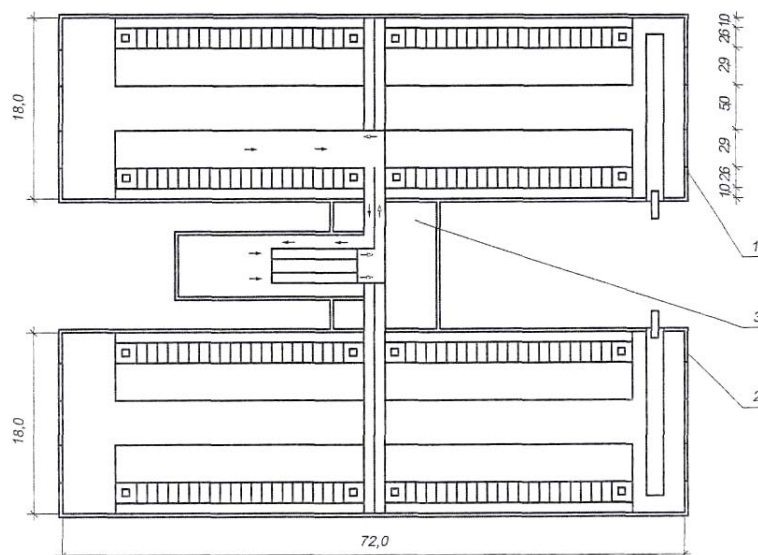


Рисунок 4.40 – Схема реконструкції тваринницьких приміщень шириною 18м (варіант 2: безприв'язно-боксове утримання корів: годівля – з кормового столу; напування – з групових напувалок; доїння – у доїльному залі; прибирання гною – бульдозером). 1,2 – корівники на 80 голів; 3 – доїльно-молочний блок.

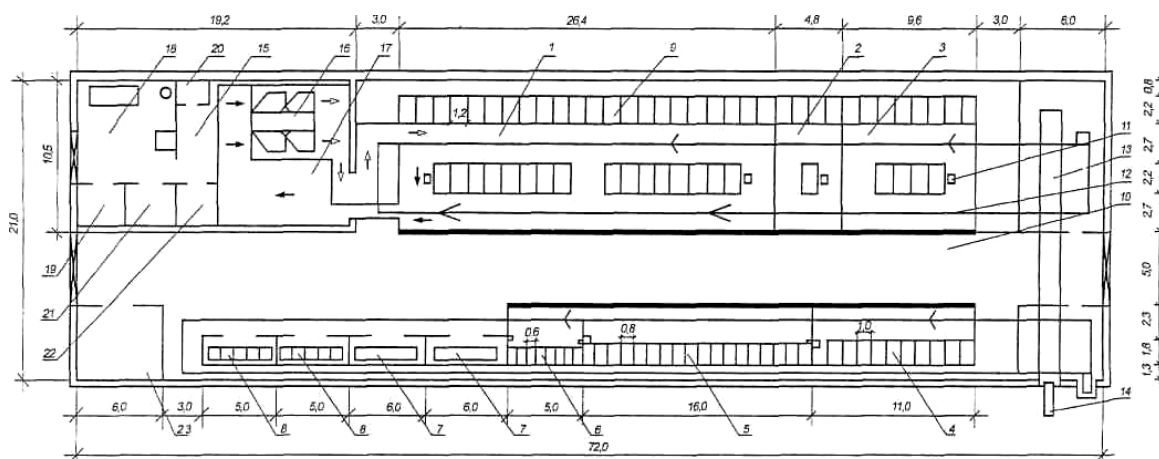


Рисунок 4.41 – Схема реконструкції тваринницького приміщення шириною 21м. (варіант 4 (фермерський); безприв'язно-боксове утримання корів та молодяку великої рогатої худоби: годівля – з кормового столу; напування – з групових напувалок; доїння – у доїльному залі; прибирання гною – скреперним транспортером): 1 – секція для утримання дійних корів (38 голів); 2 – секція для новоотелених корів (5 голів); 3 – секція для сухостійних корів та глибоко тільних нетелей (12 голів); 4 – секція для нетелей (10 голів); 5 – секція для телиць старше 12 місяців (18 голів); 6 – секція для телиць віком 6-12 місяців (8 голів); 7 – клітки для телиць віком 1-6 місяців (4 голови); 8 – профілакторій для телят віком до 1 місяця (5 голів); 9 – бокси для відпочинку корів; 10 – кормовий стіл; 11 – групова напувалка; 12 – скреперний транспортер для прибирання гною; 13 – поперечний транспортер; 14 – вивантажувальний транспортер; 15 – доїльний зал; 16 – доїльна установка «Тандем» (2x2); 17 – переддоїльний майданчик; 18 – молочна; 19 – агрегатна; 20 – приміщення для станції кормороздавача; 21 – лабораторія штучного осіменіння корів; 22 – молочна лабораторія; 23 – підсобне приміщення.

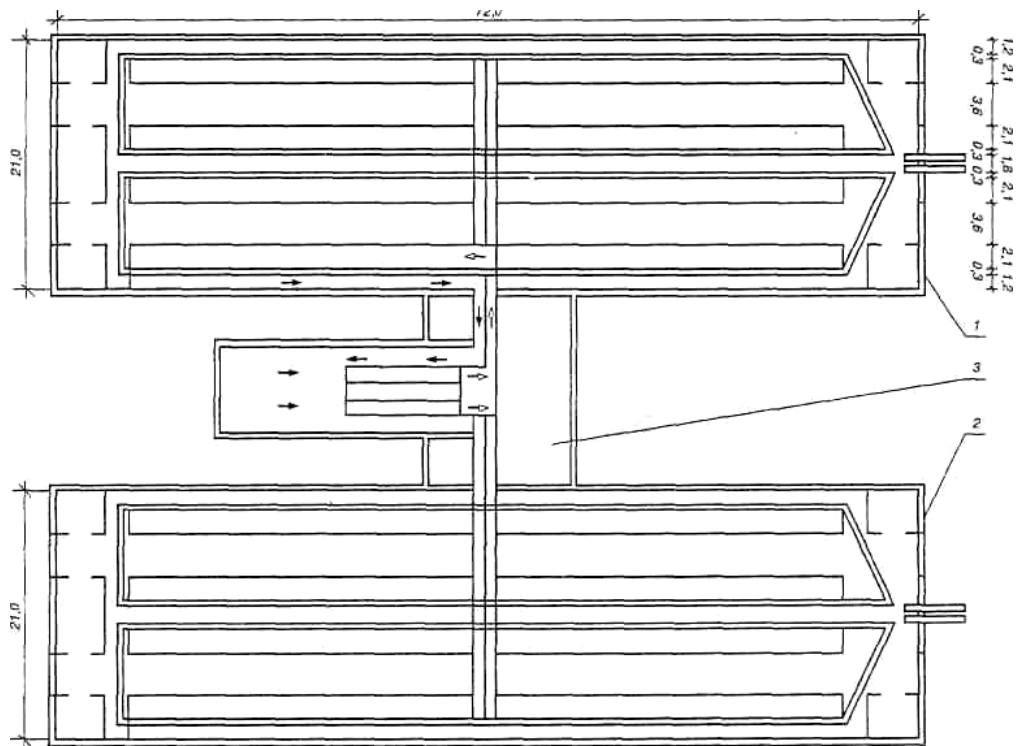


Рисунок 4.42 – Схема реконструкції тваринницьких приміщень шириною 21м. (варіант 5: комбібоксове утримання корів з використанням автоматизованих прив'язей, годівля – з кормового столу; напування – з індивідуальних напувалок; доїння – у доїльному залі; прибирання гною – транспортером). 1,2 – корівники на 200 голів; 3 – доїльно-молочний блок.

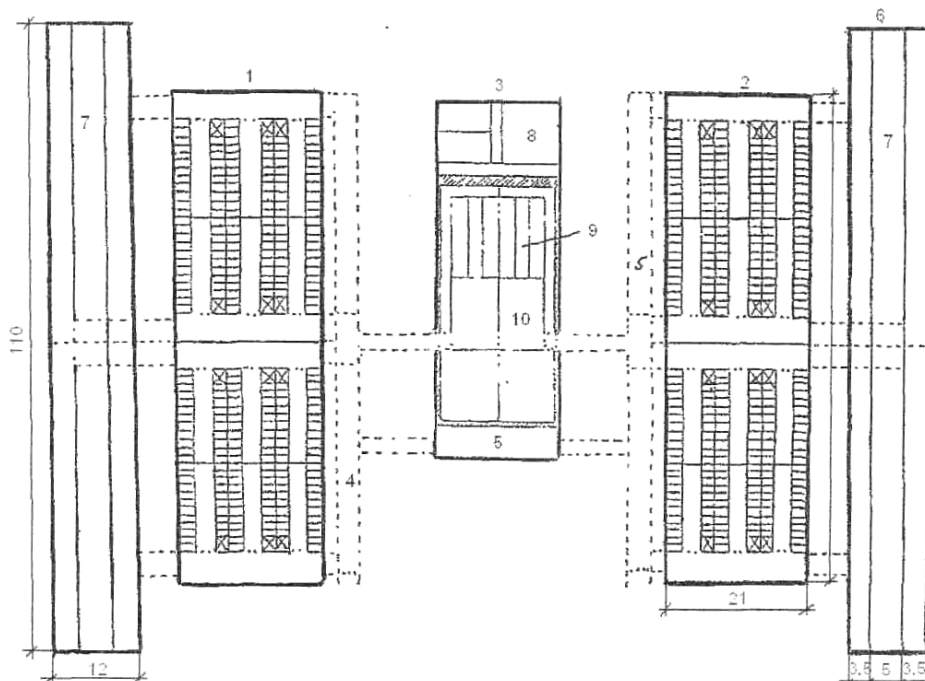


Рисунок 4.43 – Схема реконструкцій корівників з прив'язним утриманням на 200 голів під безприв'язне боксове утримання з годівлею під навісами і доїнням в доїльному залі: 1,2 – корівник з боксами на 260 голів; 3 – доїльно-молочний блок; 4 – скотопрогін; 5 – пункт штучного осіменіння; 6 – навіси для годівлі корів; 7 – кормовий стіл; 8 – молочна; 9 – доїльний зал; 10 – переддоїльний майданчик.

## Внутрішнє планування свинарських приміщень

Перевод свинарства на промислову основу та зростання розмірів підприємств визвали необхідність проектування спеціалізованих виробничих приміщень для різних технологічних груп свиней. Основними з них є приміщення для відтворення, вирощування та відгодівлі молодняку та дорослого вибракунаного поголів'я свиней. приміщення для обслуговуючого персоналу, інвентарю та інших потреб розміщують в одному із торців або в середній частині приміщення.

Для проведення всіх необхідних заходів по очищенню, ремонту, санітарної обробки та дезінфекції за принципом «усе пусто – усе зайнято» приміщення для свинарників маточників поросят на дорощуванні та відгодівельного поголів'я слід поділяти суцільними перегородками на ізольовані секції. Місткість кожної секції визначається розміром технологічної групи:

Кнури	100гол.
Підсисні свиноматки на комплексах промислового типу	60гол.
Холості та поросні свиноматки	600гол.
Поросята на дорощуванні	600гол.
Свині на відгодівлі	1200гол.

Планування секцій та групових станків може бути як повздовжнім так і поперечним з відповідними проходами (кормовими, службовими, евакуаційними). Заповнення секцій та станків однієї групи свиней необхідно забезпечити минаючи інші групи.

Внутрішні опори приміщення не повинні виступати за площину огороження станків більш ніж на 15см. Розміщення їх в середині станків не допускається.

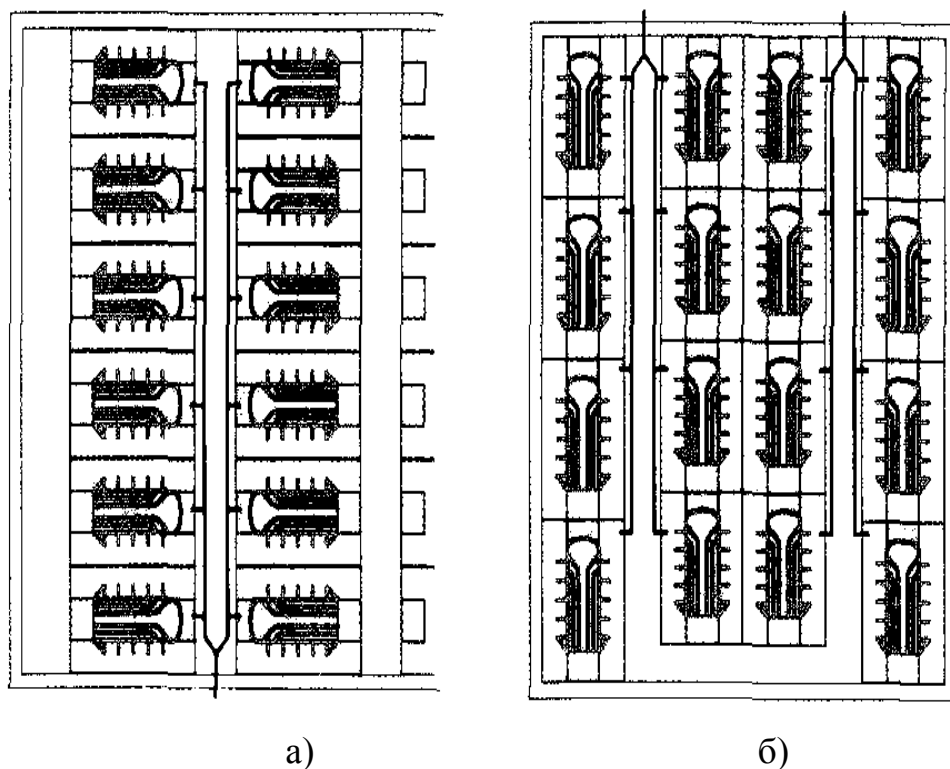


Рисунок 4.44 – Розташування станків в секції: а) – поперечне; б) – повздовжнє.

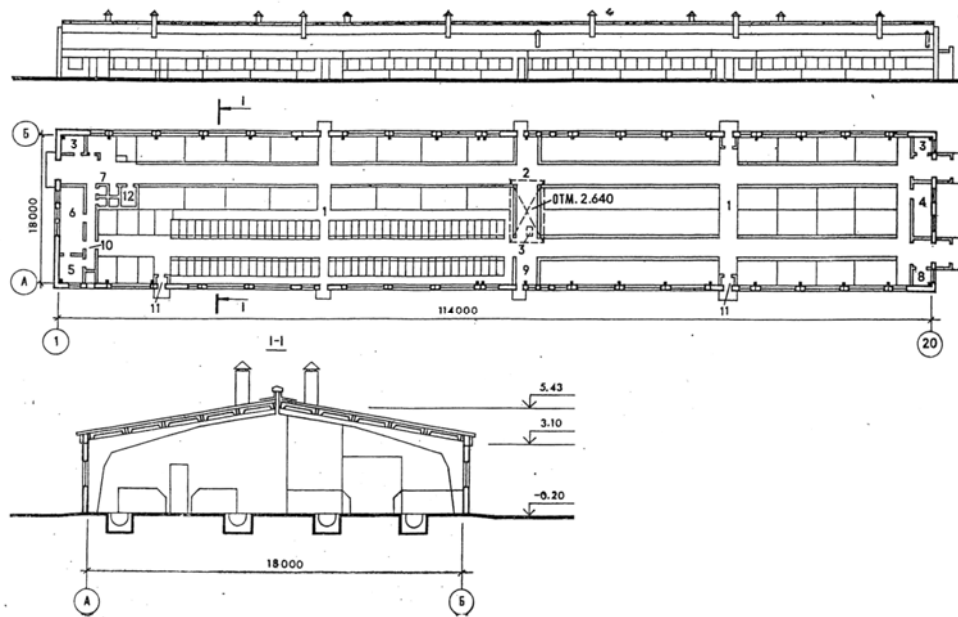


Рисунок 4.45 – Свинарник на 600 холостих та поросних свиноматок, 70 ремонтних свинок та 9 кнурів із пунктом штучного осіменіння (ТП 802-01-2 Укр. НІ агропроект): 1 – станкові приміщення; 2 – венткамера; 3 – електрощитові; 4 – приміщення для обслуговуючого персоналу; 5 – приміщення для санобробки кнурів; 6 – пункт штучного осіменіння; 7 – санвузол; 8 – приміщення для інвентарю; 9 – тамбур для перегону свиней; 10 – коридор; 11 – тамбури; 12 – приміщення для установки вентилятора.

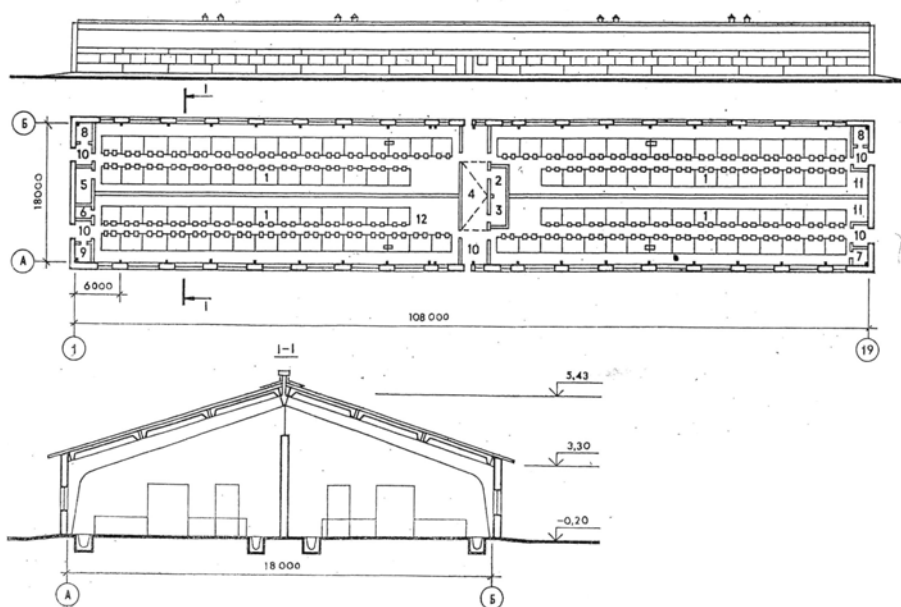


Рисунок 4.46 – Свинарник для проведення опоросів на 120 станкомісць (ТП 802-01-2 Укр. НІ агропроект): 1 – станкові приміщення; 2 – приміщення для санобробки свиноматок; 3 – приміщення для сушки свиноматок; 4 – венткамера; 5 – приміщення для персоналу; 6 – санвузол; 7 – приміщення для зберігання м'ячущих засобів; 8 – електрощитові; 9 – приміщення для інвентарю; 10 – тамбури; 11 – місце для возиків; 12 – площадка для зважування свиней.

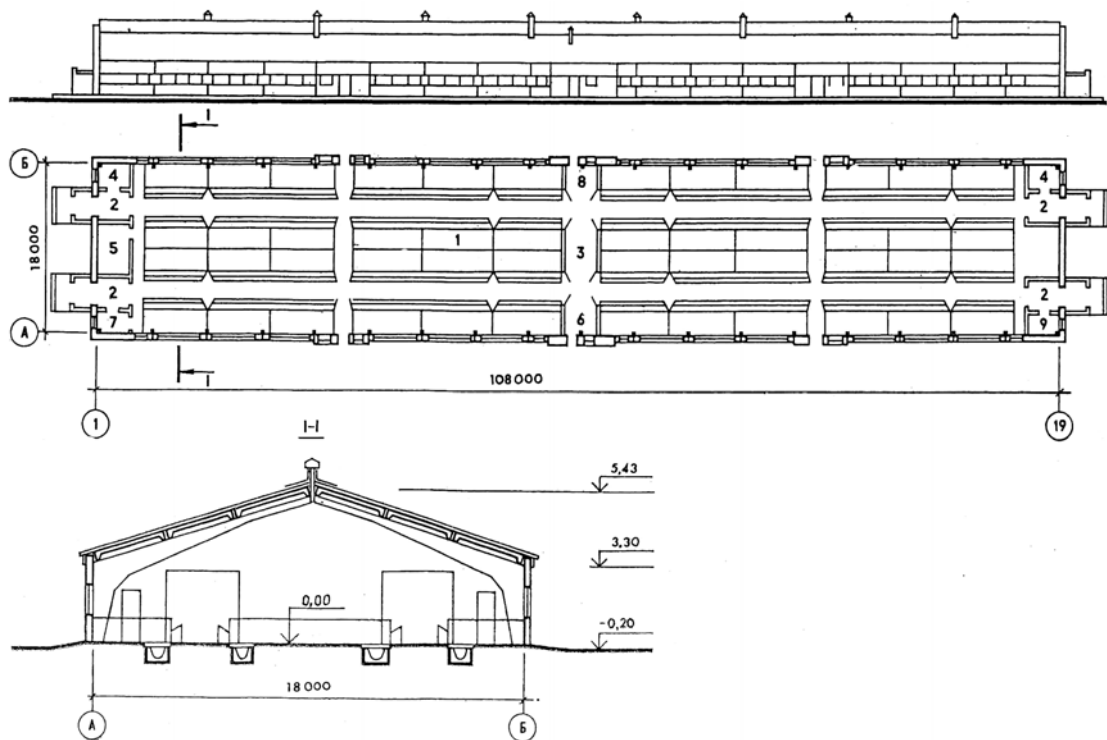


Рисунок 4.47 – Свинарник для відгодівлі на 1200 місць (ТП 802-01-2 Укр. НІІ агропроект): 1 – станкові приміщення; 2 – приміщення для кормороздавачів; 3 – венткамера; 4 – електрощитові; 5 – приміщення для персоналу; 6 – тепловий пункт; 7 – санвузол; 8 – тамбур для перегону свиней; 9 – приміщення для інвентарю.

### Конструктивна схема і внутрішнє планування вівчарень

Вівчарні будують Г-подібної, П - подібної і прямокутної форми. Місткість вівчарень і базів – наметів не повинна перевищувати розмір двох отар.

Норми площі приміщення на одну голову визначають залежно від статі і вікової групи тварин. Частину базу – намету для вівцематок будуть закритою для 30% маток. Площу підлоги в закритій частині намету передбачено  $1\text{ м}^2$  на одну голову.

За своїм призначенням і використанням приміщення для утримання овець можуть бути двох основних типів.

**Загальні** – для утримання всього поголів'я ферми при наявності 600 голів. Для утримання тварин за статевими і віковими групами вівчарню перегороджують переносними щитами або годівницями, тимчасовими або постійними перегородками з утворенням окремих приміщень для вівцематок, баранів-плідників і молодняку.

**Спеціалізовані** вівчарні. Проектуються для маток, молодняку, баранів-плідників і валухів.

Головна виробнича споруда ферми на 100 маток – вівчарня. Всі трудомісткі операції механізовані. Корми тваринам роздаються мобільним транспортом – ручними візками або мотоблоком. Напування овець здійснюється із автонапувалок у вівчарні і на вигульно – кормовому дворі. Прибирання гною із вівчарні здійснюється два рази на рік вручну, і з вигульно – кормового двору – бульдозером.



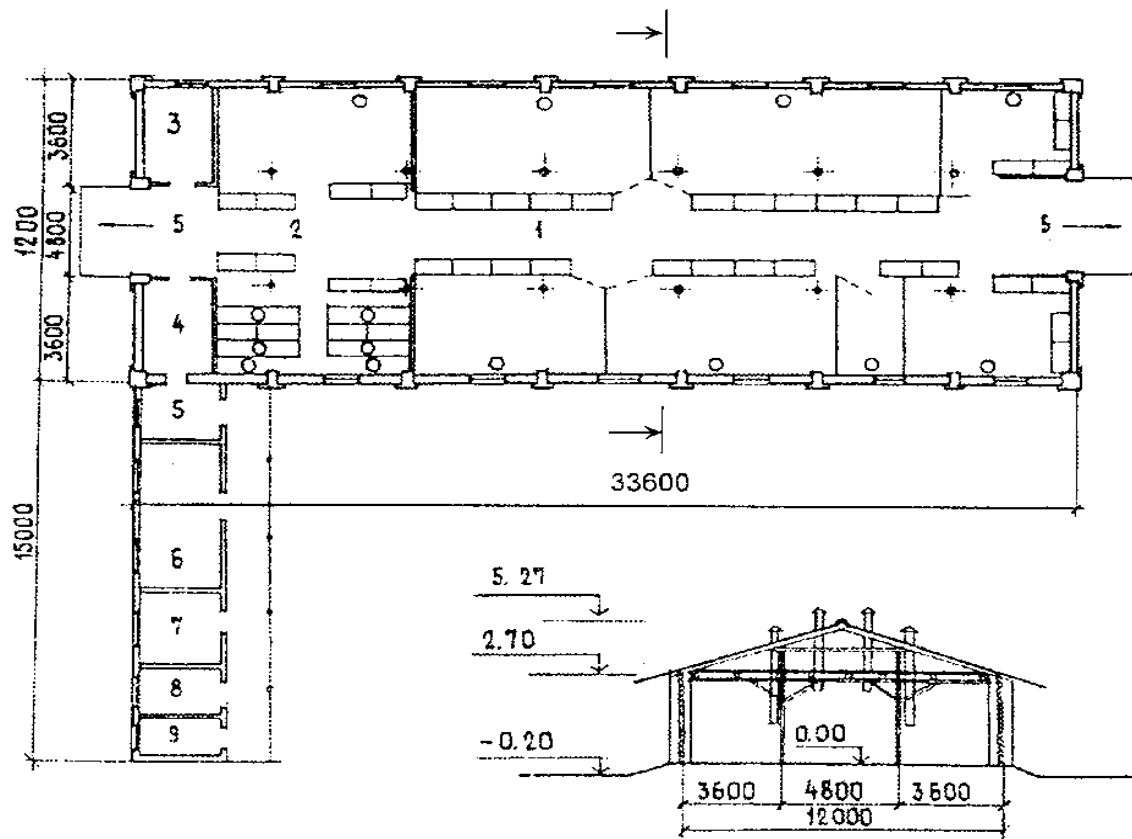


Рисунок 4.48 – Вівчарня на 100 маток з господарським блоком (план і розріз):  
 1 – приміщення для утримання овець; 2 – тепляк – місце для проведення окотів овець;  
 3 – приміщення для зберігання концкормів; 4 – підсобне приміщення;  
 5 – тамбур.

Приміщення для маток повинно бути розраховано на проведення зимового окоту і мати у своєму складі відділення для маток, тепляк, пункт штучного осіменіння (приміщення для взяття сімєнної рідини і запліднення овець, а також лабораторію.), місце для фуражу і інвентарю. Вівчарня для проведення весняного окоту складається із приміщень, зазначених вище, крім тепляка.

Тепляки – це найтепліша частина вівчарні, її проектують у районах з розрахунковою зимовою температурою зовнішнього повітря  $-20^{\circ}\text{C}$ . Вони мають вигляд утеплених приміщень, ізольованих від іншої частини вівчарні тимчасовими перегородками. Тепляки, як правило, розміщують в середині вівчарні. У вівчарнях на 500 овець і у вівчарнях Г-подібної форми допускається розміщення тепляка у торці будівлі.

В період окоту тепляк розгороджують переносними щитами на секції, в яких розміщують маток з новонародженими ягнятами. Клітки роблять розміром  $1 - 1,2 \times 1,2 - 1,5\text{ м}$  і розміщують їх так, щоб між ними і загоном для окоту був прохід шириною 80 - 100 см.

Будівля для валухів, баранів-плідників і молодняку складається із одного не розгородженого приміщення для тварин і допоміжних приміщень, які розташовуються у торці будівель.

Вівчарня для молодняку може бути при приміщенні для маточної отари.

Приміщення вівчарень повинні мати кубові, зернофуражні, приміщення для грубих кормів, підстилки і для інвентарю, кімната для чергових. Площі допоміжних приміщень визначаються виробничими умовами.

Необхідним елементом вівчарні є дерев'яні щити для влаштування тимчасових перегородок, з допомогою яких розгороджують приміщення на окремі відсіки для утримання овець на статтю і віком, а також для влаштування кліток у тепляках для маток з ягнятами.

На кожні 100 маток треба мати 10 щитів розміром 2x1м і 20 щитів розміром 1x1,2м, а при зимовому окоті кількість щитів збільшують у 1,5 рази. Для фіксації перегородок щити прикріплюють до підлоги кілками.

Будівельні матеріали для вівчарень (стіни, підлога, стеля) повинні відповідати кліматичним умовам конкретного району і забезпечувати надійний захист приміщення від протягів і атмосферних опадів, а також забезпечити нормативні мікрокліматичні умови.

Приміщення вівчарень будують із низькими стінами 1,25-1,5м і освітленням через слухові вікна і ліхтарі в даху. Вівчарні можуть бути висотою 2м з вікнами у стінах і з стінами різної висоти і одностороннім освітленням.

Найбільш доцільна ширина вівчарень – 10м, у базах - навісах – 6 - 8м. Постійні проходи у вівчарнях північного типу – 2 - 2,5м, а тимчасові проходи у тепляках і між клітками – 1м.

Ягніння маток – найбільш відповідальний виробничий процес у вівчарстві. За два тижня до ягніння маток вівчарні очищають від гною, дезінфікують і встановлюють кошарне обладнання. Маток з ознаками окоту переводять в пологове відділення в індивідуальні клітки розміром 2,2м. Через добу матку переводять в сакман із 5 - 10 маток. На великих фермах замість індивідуальних кліток застосовують групове ягніння в оцарках на 5 - 13 маток. В кожній оцарок встановлюють бункерну кормушку для гранул, автопоїлку, підвішують лампу – термоопроміювач для обсихання новонароджених ягнят. Всі оцарки повинні бути заслані чистою сухою соломною. Через 10 днів проводять друге укрупнення сакманів і ягнят починають підготовувати із бункерних годівниць, встановлюють ясла для сіна.

Важливим елементом вівчарської ферми є бази-намети. Баз складається із відкритого і закритого намету. Це огорожена споруда. Площа відкритого двору (базу) має мати уклін для відведення поверхневих вод.

Закрита частина базу-намету має двоє воріт у відкритий баз, витяжні вентиляційні труби, фуражну кімнату. Конструкція базу-намету показана на малюнку.

Розміри відкритих базів для дорослих овець-баранів і маток з ягнятами і без них: 4 – 6м<sup>2</sup> при стійлово-пасовищному утриманні і 2м<sup>2</sup> при пасовищно-стійловому. Для ремонтного молодняка (ярки) площа базів на одну голову: 3 - 4м<sup>2</sup> при стійловому утриманні і 1,5 м<sup>2</sup> при пасовищно-стійловому.

Важливим елементом технології у вівчарстві є **освітлення**. Денне освітлення здійснюється через вікна у стінах або через ліхтарі у стелі. Нижній край вікон повинен бути не нижче 1,2м від рівня підлоги. Вікна будують з одинарними рамами. У тепляках, пунктах штучного осіменіння, вівчарнях для тонкорунних і напівтонкорунних вівцематок вікна роблять з подвійним склом і по-

двійними рамами. Природне освітлення приміщень для маток, баранів і молодняку після відлучення по світловому коефіцієнту повинно бути у межах 1:20, або 10лк/м<sup>2</sup>, в тепляках – 1:15, або 20лк/м<sup>2</sup>, а в манежі для баранів і у стригальному пункті – 1:10., або 30лк/м<sup>2</sup>.

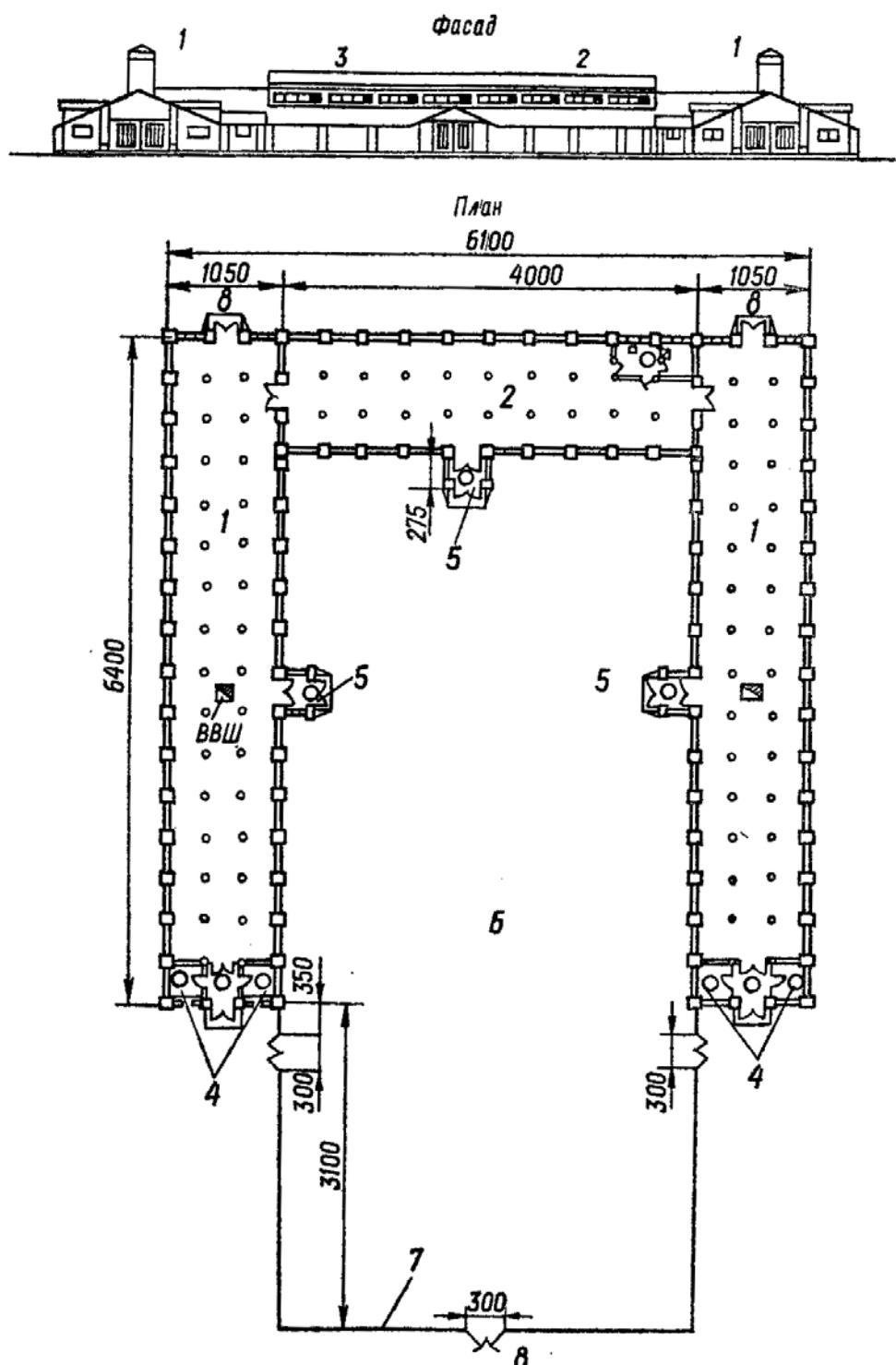


Рисунок 4.49 – Вівчарня на 800 маток для зимового окоту. Фасад: 1 – витяжна вентиляційна труба; 2 – жалюзійні ґрати для припливу повітря; 3 – вікна. План: 1 – приміщення для вівцематок; 2 – приміщення для окоту (тепляк); 3 – пункт штучного осіменіння; 4 – фуражне і інвентарне відділення; 5 – тамбури; 6 – відкритий баз; 7 – огороження базу; 8 – ворота.

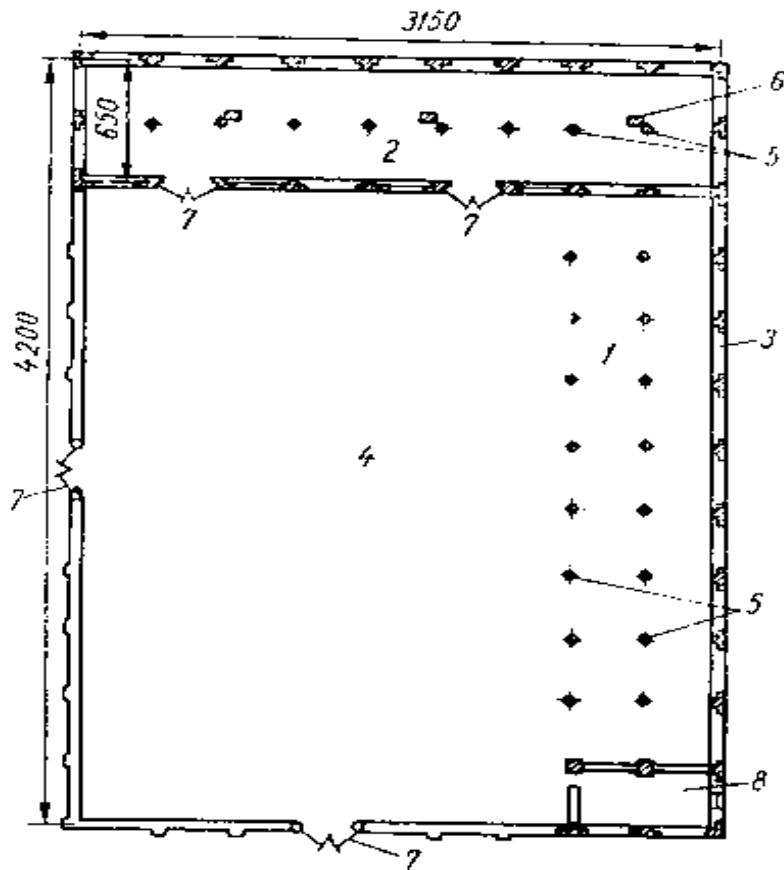
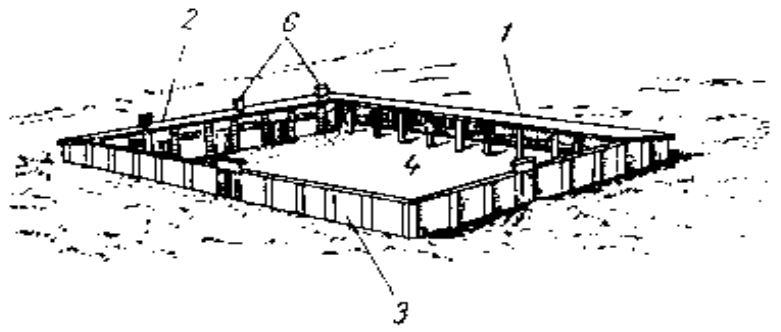


Рисунок 4.50 – Баз – намет для маточної отари на 800 голів: 1 – відкритий намет; 2 – закритий намет; 3 – огороження базу; 4 – відкритий двір – баз; 5 – стояки; 6 – витяжні вентиляційні труби; 7 – ворота; 8 – фуражна.

Важливе значення для здоров'я і продуктивності овець має **дотримання параметрів температури, вологості та швидкості руху повітря**. Згідно з зоогігієнічними нормативами температура у приміщеннях для маток, баранів, молодняку після відлучення і валухів повинна бути  $+5 - +10^{\circ}\text{C}$ . В приміщенні для окотів –тепляку  $+10 - +15^{\circ}\text{C}$ , манеж для баранів  $+20^{\circ}\text{C}$ . Відносна вологість допускається в межах 75 - 80%. Оптимальна швидкість руху повітря –  $0,2 - 0,5\text{м/сек}$ .

Ворота вівчарень влаштовують у торцевих стінах будівель, а решту – у повздовжній стіні на стороні відкритого базу. Кількість воріт має бути з розрахунку одні на 200 голів, їх має бути не менше трьох у кожній вівчарні. Розміри воріт – ширина 2,5м на 2м висоти, для вільного проходження гноєприбиральних машин. У зовнішніх воротах роблять двері розміром 1,8 x 0,7м для обслу-

говуючого персоналу. Зовнішні ворота треба утеплити, а в тамбурах вони можуть бути не утеплені, одинарні. Ворота повинні відчинятися назовні. Тамбури повинні бути ширші від воріт на 0,5м з кожного боку. Глибина тамбура має бути більша за відкрите полотно воріт на 0,5м.

**Стрижка овець** – важливий виробничий процес від якого залежить результативність всієї роботи протягом року. Для проведення стригальної кампанії складають план по кожній чабанській бригаді із визначенням кількості овець, настригу вовни з однієї вівці і по бригаді, строків початку і закінчення стрижки і визначають черговість стрижки отар.

Стрижку овець краще проводити в типових стаціонарних стригальних пунктах. Існують такі типові проекти стригальних пунктів -№ 803-128 на 24 стригальних машинки, продуктивністю 200 голів овець на годину і № 803-129 на 48 стригальних машинок, продуктивністю 400 голів на годину.

Сучасні стригальні пункти мають площу довжиною 48м і 90м, шириною 18м, висотою – 2,4м. В тих господарствах, де їх ще нема, стрижуть у вівчарнях, або навіть у базах - наметах (на пасовищі). Стригальне обладнання поєднується до силової мережі на 220/380В.

Стригальний пункт повинен бути обладнаний таким інвентарем :

1. Столи (стелажі) для стриження овець мають довжину – 1,7 - 2 м, ширину – 1,2 - 1,4м, висоту – 0,4 - 0,6м. На одного стригалю встановлюють необхідну кількість столів. В господарствах, які не мають столів для стригалів настиляють дошки з таким приблизно розрахунком.

2. Столи для класування рун – за кількістю класувальників. Довжина стола – 2,5м, ширина – 1,5м, висота – 0,70 - 0,8 м. Поверхня стола робиться із металевої сітки 2 x 2м, в дерев'яній рамі. Замість металевої сітки можуть бути дерев'яні ґрати із рейок.

3. Ваги для зважування рун і ваги для зважування пакунків вовни.

4. Тара для пакування вовни.

5. Спецодяг – фартухи, халати, комбінезони для стригалів і всього персоналу, зайнятого на стрижці.

6. Баки для кип'яченої питної води.

7. Умивальники, тази, мило, рушники за кількістю працівників на стрижці.

8. Переносні щиті (3 - 4 метрові) для влаштування базків 30 - 40 штук і відповідна кількість кілків.

9. Протипожежний інвентар – діжки з водою, ящики з піском, багри, сокири, відра.

10. Ручні ножиці за кількістю стригалів, точила.

11. Медична аптечка.

Якщо стрижуть овець у вівчарнях, то приміщення розділяють на три відділення. В першому відділенні з торця держать 300 - 400 овець, у другому відділенні овець стрижуть, у третьому – класують вовну. Приміщення для стрижки овець повинні бути добре вентилявані.

Стригальний пункт обладнується комплектом машин **ВСЦ-24-200**. Він призначений для комплексної механізації процесу стрижки овець і первинної

обробки вовни на трасах перегону овець на великих вівчарських фермах. Технічна характеристика:

Продуктивність, гол/годину	200
Кількість стригалів	12 (24)
Витрати праці на монтаж, люд.год.	80 - 100
Розміри укриття, м	26(52) x 10 x 3,3
Число обслуговуючого персоналу	34 - 37

Для механізації технологічних процесів на вівчарських фермах застосовуються такі комплекти обладнання :

**Комплект уніфікованого обладнання на 5 і 10 тис. вівцематок КУО-5/10.** Застосовується для комплексної механізації процесів напування, роздачі кормів, обігріву новонароджених ягнят, прибирання гною і утримання тварин з використанням огорож, зроблених із уніфікованих елементів. Кількість обслуговуючого персоналу – на 5 тис. овець – 15 робітників, на 10 тис. овець – 30 робітників.

**Кліткова батарея для ягнят БКЯ-500.** Призначена для вирощування романівських ягнят від 2-3 до 45-60 – денного віку з використанням замітника овечого молока і повнораціонних кормосумішів. Технічна характеристика кліткової батареї така:

Кількість тварин, що обслуговуються, голів	500
Кількість кліток у першому відділенні	16
другому відділенні	24

**Комплект обладнання для вирощування ягнят УВЯ-500.** Призначений для цехів вирощування і дорощування ягнят на вівцефермах і комплексах з поголів'ям 2,5 тис. вівцематок романівської породи або 5 тис. вівцематок інших порід, механізації і часткової автоматизації виробничих процесів при вирощуванні і дорощуванні ягнят на заміниках молока з утриманням їх у групових клітках.

Технічна характеристика обладнання:

Кількість ягнят, що обслуговуються	500
Число кліток	40
Ягнят у клітці у віці:	
2 - 15 діб	10
15 - 60 діб	20

**Комплект водопідйомного обладнання з електропідігрівом води КВО-8А стаціонарного типу.** Призначений для цілодобового безперебійного напування овець підігрітою водою на відгодівельних фермах з поголів'ям до 6 тис. вівцематок. Складається із насосної станції, автонапувалок ПКО - 2, ПКО - 4 і системи трубопроводів. Згідно з зоогігієнічними нормативами температура води для овець повинна бути не нижче +8 і не вище +20 °С.

Повністю механізувати процес приготування і роздачі кормів можна при використанні брикетів і гранул із подрібненого сіна, соломи і концентратів, при цьому застосовуються самогодівниці із тижневим запасом гранул.

## **Розпорядок дня вівчарської ферми**

**В зимовий стійловий період** треба забезпечити своєчасну роздачу кормів і водопій.

роздача грубих кормів: сіна і соломи, водопій	7-8 год.
роздача силосу, сінажу і концентратів	11-13 год.
роздача соломи, водопій	17-19 год.
нічний відпочинок	20-7 год.

**В літний період року** при стійлово-пасовищному утриманні:

5-6 годин ранку згодовують сіно і випускають овець на пасовище або у відкриті бази

випас на пасовищі, водопій із корит	6-11 год.
відпочинок під наметами	11-17 год.
водопій	17-18 год.
другий випас на пасовищі	18-22 год.
нічний відпочинок	22-5 год.

## **Внутрішнє планування в пташниках.**

По технологічних, технічних, об'ємно-планувальним і конструктивним характеристикам типові проекти виробничих птахівницьких приміщень багатобразні. Більшій частині цих проектів властивий правильних одноповерховий тип забудови. Порівняно рідко застосовуються одноповерхові приміщення пташників, сполучені в блоки за допомогою галерей, і одноповерхові, такі, що блокуються подовжніми стінами пташники. Самі пташники – в основному прямокутні в плані павільйонні будівлі без стель підшивних або підвісних, зазвичай габаритами 18 X 96, і 12 X 96м, рідше – 18 X 72 і 18 X 90м. Проте існують окремі типові проекти з приміщеннями інших габаритів, наприклад пташник шириною 18 м, завдовжки 102 або пташник шириною 12 і 18м проектують без внутрішніх проміжних опор.

Відповідно до прийнятої технології типовими проектами визначають набір і тип устаткування для вирощування і утримання птиці – клітинного, підлогового. При цьому велику частину типових проектів пташників цілком закладені комплекти що випускаються промисловістю; меншу частину складають проекти, де використовується комбінація устаткування, узятото з комплектів і деяких видів окремих машин, що випускаються промисловістю, і механізмів або ж застосовуються тільки окремі машини і механізми.

Будівлі та споруди для птиці, інкубаторій та інші виробничі об'єкти за своїми габаритами та внутрішнім плануванням повинні відповідати вимогам технологічного процесу. Будівельні рішення цих об'єктів та їх інженерне обладнання повинні забезпечувати підтримку в них мікроклімату у відповідності з нормами.

Внутрішні поверхні приміщень (стіни, перегородки, стелі) у пташниках, інкубаторіях і складах для яєць повинні мати низьку пористість, бути рівними та гладкими, без щілин і тріщин, пофарбовані (побілені) у світлі тони вологостійкими фарбами. У цехах забою птиці, обробки тушок і утилізації відходів стіни слід облицьовувати кахлем.

Перегородки між секціями в пташниках і огороження соляріїв повинні бути сітчастими. Висота перегородок і огорожень вказана в таблиці 4.2.1.

Таблиця 4.2.1 – Висота перегородок і огорожень в птахівницьких приміщеннях

Вид і вікові групи птиці	Висота перегородок і огорожень, м	
	у пташниках від рівня підлоги	у соляріях від рівня землі
Кури яєчних порід і молодняк старше 9 тижнів	на всю висоту приміщення	2,5
Кури м'ясних порід і молодняк старше 9 тижнів	2,0	2,5
Молодняк курей до 9 тижнів	1,8	2,0

Ширину проходів у пташниках при клітковому утриманні птиці слід зробити такими:

а) між клітковими батареями (однорусними, каскадними багатоярусними) – 0,55м; між батареями і стінами (перегородками) – 0,8м;

б) між багатоярусними батареями – 0,7м; між багатоярусними батареями і стінами (перегородками) – 1м;

в) між клітковими батареями і торцевими стінами (перегородками) з сторони завантаження кормів – 1,5м, з сторони вивантаження посліду – 1,0м.

Підлоги в птахівницьких приміщеннях повинні бути з твердим покриттям, малої теплопровідності, стійкими проти стічної рідини та дезінфекційних речовин, водонепроникними та придатними для механізованого прибирання глибокої підстилки. Планкові або сітчасті підлоги слід влаштовувати на висоті 0,4 м від підлоги пташника.

Висоту коробу для посліду уточнюють в залежності від типу обладнання, виду птиці та строку утримання в пташнику.

Приміщення повинні бути обладнані каналізацією для стоку води від миття технологічного обладнання і внутрішніх поверхонь пташників, інкубаторію, складу яєць і забійних цехів.

Внутрішня мінімальна висота виробничих приміщень від рівня чистої підлоги до низу конструкцій покриття (перекриття) повинна бути:

а) у приміщеннях для підлогового утримання птиці – в залежності від габаритів механізмів, які використовують для вилучення підстилки, але не менше 3м;

б) в залах для кліткового утримання птиці (рисунок 4.51), в інкубаційних та вивідних залах інкубаторіїв, кормоцехах, лабораторіях, на складах яєць, в службових та інших виробничих приміщеннях – в залежності від габаритів обладнання, але не менше 3м.

Комплект устаткування ЦБК-10В і ЦБК-20В використовують для вирощування курчат-бройлерів і розміщується в пташнику розміром 12 x 96м. Він складається з зовнішнього бункера-сховища БСК-10, ланцюгово-шайбового кормороздавача з бункерними годівницями, системи поїння з чашковими поїлка-



ми й електрообладнання. Підвісна система дозволяє регулювати в міру росту курчат положення технологічного устаткування по висоті, швидко і без великих витрат праці робити підготовку пташника при зміні партій.

Склад машин і устаткування, що входить до комплексу технологічного оснащення кліткових батарей при підлоговому утримуванні птахів, значною мірою уніфікований. У комплекти устаткування входять прийомний бункер для збереження концентрованих кормів із пристроєм для завантаження їх у бункера кормороздавачів місткістю 10 або 25м<sup>3</sup>; поперечний яйцезбірний транспортер; транспортер для збирання калу з-під короба; автоматичний укладальник яєць; електричний брудер БП-1.

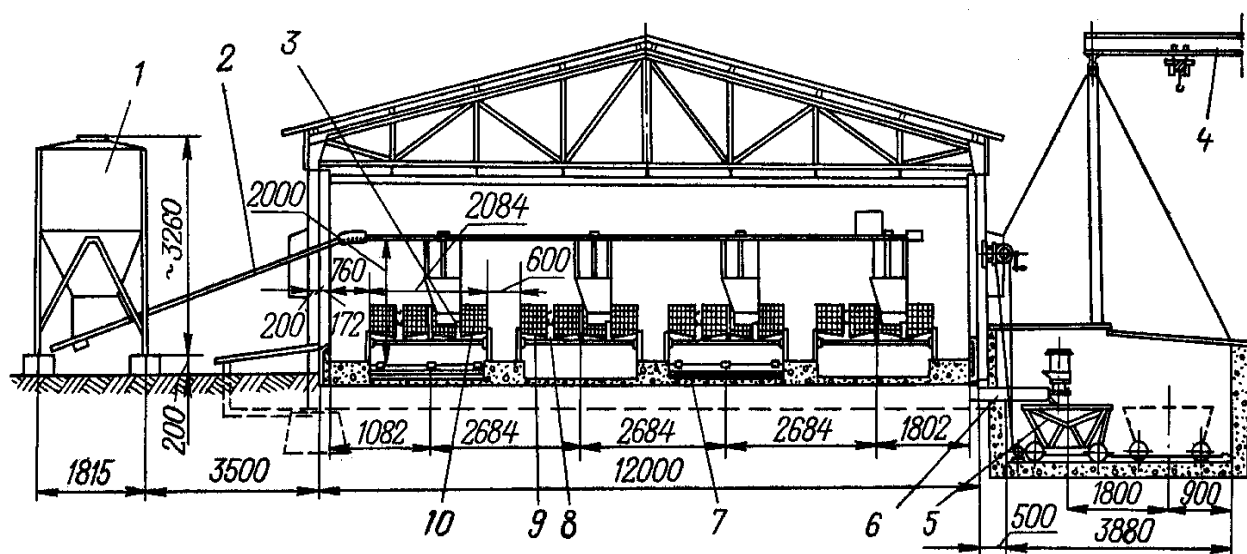


Рисунок 4.51 – Механізований пташник для курок-несучок з горизонтальними одноярусними батареями ОБН-1: 1 – бункер-сховище БСК-10; 2 – завантажувальний шнек; 3 – бункер-дозатор і ланцюгово-шайбовий кормороздавач; 4 – підйомник для перевантаження посліду в транспортний засіб; 5 – контейнер для посліду; 6 – поперечний скребковий послідозбірний транспортер; 7 – канатно-скребковий послідозбірний транспортер; 8 – яйцезбірний тканевий транспортер; 9 – підніжні ґрати; 10 – клітка.

#### 4.2.4 Охорона навколишнього середовища

У процесі виробництва тваринницької продукції можливі виділення різних забруднень, які погіршують стан навколишнього середовища ферми (повітря, ґрунту та водойм). До основних забрудників належать: гній і гноївка, повітря виробничих приміщень, яке насичується шкідливими газами та хвороботворними бактеріями, миючі розчини, залишки неякісних кормів, пального, мастил, хімічних реагентів тощо.

Враховуючи властивості тих чи інших забруднювачів на фермі, необхідно розробляти конкретні заходи щодо їх знешкодження. Щоб уникнути поширення забруднювачів по території ферми та за її межами, передбачають чітке розмежування внутрішніх зон ферми і відокремлення їх зеленими насадженнями або огорожею. Вся територія ферми по периметру має бути огорожена й обсаджена зеленою захисною смугою.

Тваринницький об'єкт має функціонувати за принципом закритого підприємства. Люди, тварини, транспортні засоби та матеріали, що доставляються на ферму або вивозяться з неї, повинні проходити тільки через санітарно-ветеринарні пропускники (дезбар'єри). По території ферми транспортні засоби можуть переміщуватися лише у визначених напрямках і по призначених для цього дорогах.

Для доставки кормів на кормовий майданчик при їх заготівлі та вивезенні гною із території ферми обладнують окремі в'їзди з дезбар'єрами.

У міжциклові періоди на фермі провадять фронтальне очищення і дезінфекцію приміщень. Спочатку механічними засобами очищають підлогу, годівниці, гноєприймальні лотки, стіни приміщень та технологічне устаткування. Після цього приміщення миють спочатку холодною, а потім гарячою водою, просушують, провітрюють і дезінфікують.

Всі рідкі відходи необхідно збирати за допомогою каналізації або іншими засобами у спеціальні накопичувачі-відстійники, знешкоджувати їх і лише після цього утилізувати або вивозити за межі ферми в спеціально відведені для цього місця.

Забруднене пилом, шкідливими газами, хвороботворними бактеріями та іншими елементами повітря очищають за допомогою спеціальних фільтрів. Якщо у забрудненому повітрі виробничих приміщень хвороботворні бактерії й отруйні домішки відсутні, його видаляють за допомогою високих витяжних пристроїв чи інших засобів вентиляції.

Заходи щодо захисту навколишнього середовища від забруднень, що виникають на фермі, повинні відповідати діючим стандартам чи нормативним документам.

### **Особливості охорони навколишнього природного середовища в скотарстві**

На скотарських підприємствах крім основної продукції – м'яса та молока утворюються значні обсяги відходів: гною, гноївки, стічних вод, а також шкідливих газів, які містять значну кількість біогенних елементів, патогенної мікрофлори, личинок та яєць гельмінтів, що негативно впливають на здоров'я тварин і людей, рослинний світ, клімат та санітарно-побутові умови тих, хто працює на цих об'єктах, та проживання населення, яке мешкає поблизу підприємства.

На скотарських підприємствах слід застосовувати технології видалення та обробки гною, що забезпечують екологічну безпеку.

При прив'язному утриманні худоби твердий підстилковий гній з тваринницьких приміщень видаляють стаціонарними або мобільними засобами подальшим транспортуванням його в секційні карантинні ємності, де він зберігається на протязі 6 діб з метою дослідження на наявність в ньому збудників, а після цього направляється в гноєсховища (їх має бути не менше двох).

При виникненні в процесі карантинування епізоотії, секції з зараженим гноєм виключаються з обороту, а гній піддається біологічному, фізичному або хімічному знешкодженню в строки, що встановлюються ветеринарною службою. З

метою запобігання поширенню інфекційних хвороб заражений гній дезінфікується вапном чи формальдегідом або підлягає термічній обробці.

Рівень забруднення атмосферного повітря на території скотарських підприємств та зони, що до них прилягає, а також визначення меж очікуваного поширення забруднення атмосферного повітря повинні визначатися спеціальним розрахунком. Критерієм оцінки впливу викидів підприємств в атмосферне повітря є порівняння фактичних концентрацій викидів в атмосфері з гранично допустимими (ГДК).

Основними джерелами забруднення повітряного басейну скотарських підприємств і житлової зони, що до них прилягає, є вентиляційні викиди з приміщень для утримання тварин, викиди від теплових установок (котельні, варочні котли), споруд для накопичення та обробки гною, вигульних майданчиків.

Під час накопичення тварин на обмежених територіях скотарських комплексів при впровадженні водоемних технологій виробництва і значній кількості біогенних елементів, патогенної мікрофлори та інших шкідливих хімічних речовин, які містяться в гнойових стоках цих підприємств, слід розробляти та здійснювати заходи щодо попередження забруднення водних джерел, в тому числі і підземних, як під час їх накопичення, так і використання.

### **Особливості охорони навколишнього природного середовища у свинарстві**

На свинарських підприємствах, крім основної продукції – м'яса та племінного молодняку, утворюються значні обсяги відходів – гною, сечівки, стічних вод, а також шкідливих газів із значною кількістю біогенних елементів, патогенної мікрофлори, личинок та яєць гельмінтів, які негативно впливають на здоров'я тварин і людей, рослинний світ, мікроклімат та санітарно-побутові умови тих, хто там працює, та проживання населення, що мешкає навколо підприємств.

На свинарських підприємствах слід застосовувати відповідну технологію і комплект машин для видалення та обробки гною, що забезпечують екологічну безпеку.

При підстилковому утриманні свиней гній з тваринницьких приміщень видаляють стаціонарними або мобільними засобами з подальшим його транспортуванням у секційні карантинні ємності, де він зберігається на протязі 6 діб з метою дослідження на наявність в ньому збудників інфекційних хвороб, а після цього направляється у гноєсховища (їх має бути не менше двох). При виникненні у процесі карантинування епізоотії, секції з зараженим гноєм виключаються з обороту, а гній піддається біологічному, фізичному або хімічному знешкодженню в строки, що встановлюються ветеринарною службою. З метою запобігання поширенню інфекційних хвороб заражений гній дезінфікується вапном чи формальдегідом або підлягає термічній обробці.

При безпідстилковому утриманні свиней рідкий гній з каналів тваринницьких приміщень видаляється механічними установками і транспортується в карантинні ємності, а потім – в секційні гноєсховища, де здійснюється його ка-

рантинування, а в разі епізоотії – біологічне або хімічне знезаражування та зберігання в строки, що визначаються ветеринарною службою.

При лотковій системі видалення гною він надходить в гноєзбірники, звідкіля перекачується в секційні гноєсховища, де карантується і зберігається (строки визначаються ветеринарною службою) до можливості використання його в землеробстві.

Рівень забруднення атмосферного повітря на території свиноферм, підприємств та зоні, що до них прилягає, повинен визначатися спеціальними розрахунками. Критерієм оцінки впливу викидів підприємств у атмосферне повітря є порівняння фактичних концентрацій шкідливих викидів в атмосферу (з урахуванням фонових концентрацій) з гранично допустимими (ГДК в атмосферному повітрі населених пунктів).

Основними джерелами забруднення повітряного басейну свинарських підприємств і житлової зони, що до них прилягає, є вентиляційні викиди з приміщень для утримання тварин, викиди від паливних теплових установок (котельні, варочні котли), споруд для накопичення та обробки гною, вигульних майданчиків.

Розрахунок валових викидів забруднюючих речовин від свинарських підприємств рекомендується визначати на основі показників емісії (питомих викидів), наведених у Збірнику показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами (том 3, розділ XII), погодженому з Міністерством охорони навколишнього природного середовища України (лист від 8.11.04 №10990/20/1-10).

Охорона повітряного басейну забезпечується комплексом заходів, у тому числі за рахунок підвищення екологічної чистоти технологічних процесів, очищення та розсіювання шкідливих викидів в атмосфері до безпечних концентрацій.

Очищення та знешкодження вентиляційних та технологічних викидів слід передбачати у випадках, коли наявне перевищення гранично допустимих концентрацій шкідливих речовин в атмосферному повітрі, а також в разі вимог місцевих органів санепіднагляду, ветеринарної інспекції та охорони природи.

Організовані викиди слід здійснювати над покрівлю будівель, як правило, зосереджено (центральні вентиляційні чи аераційні викиди).

Не допускається застосування високих та факельних викидів, оскільки вони сприяють розширенню зони забруднення.

Розміщення будівель і споруд повинно відповідати наскрізному провітрюванню території підприємства та виключати можливість попадання шкідливих речовин в атмосферу із зони з більшою інтенсивністю викидів в зону меншого забруднення.

З метою охорони та раціонального використання водних ресурсів при проектуванні свинарських підприємств необхідно:

- застосовувати безводні технології виробництва (підстилкове утримання тварин);
- використання маловодної технології прибирання гною (механічні, самопливна система безперервної дії);

- скорочення витрат питної води за рахунок впровадження оборотних систем водопостачання та використання очищеної, знезараженої і дезодорованої рідкої фракції на видалення гною тощо;

- розробка та впровадження прогресивних і економічно-ефективних методів очищення стоків, які забезпечують нормативні показники їх очищення;

- передбачення забезпечення водоохоронних споруд підприємств і реагентами, сировиною та необхідними матеріалами.

При розробці заходів по охороні навколишнього природного середовища від забруднень, крім цих Норм, необхідно керуватися діючими і нормами технологічного проектування: "Об'єкти ветеринарної медицини" , "Системи видалення, обробки, підготовки та використання гною", а також с Законами України "Про охорону навколишнього природного середовища" і "Про охорону атмосферного повітря", Нормами та Правилами щодо охорони ґрунтів територій тваринницьких підприємств, сільських населених пунктів і сільськогосподарських угідь в районах розташування об'єктів.

### **Ветеринарно-санітарні заходи**

З метою профілактики та ліквідації хвороб тварин, охорони людей від інфекційних та інвазійних захворювань, спільних для людей і тварин, і скотарських підприємствах необхідно забезпечити комплекс спеціальних заходів, до яких належить дезинфекція, дегельмінтизація, дезинвазія, дезинсекція тощо.

Найбільш ефективним і поширеним заходом для знищення збудників інфекційних хвороб у навколишньому середовищі є дезинфекція, що здійснюється після ретельного механічного очищення тваринницьких приміщень.

Передбачають такі види дезинфекції: профілактична (планова, технологічна), вимушена (поточна і заключна).

Профілактичну дезинфекцію здійснюють після здачі ферми або окремого об'єкта в експлуатацію перед заповненням приміщень тваринами, а в подальшому (з метою недопущення накопичення та знищення збудників інфекційних захворювань) – періодично, в залежності від технології виробництва.

Вимушену дезинфекцію здійснюють у господарствах, неблагополучних за інфекційними хворобами тварин, з метою локалізації первинного вогнища інфекції, запобіганню накопичення патогенних мікроорганізмів у зовнішньому середовищі і їх поширення на території господарства та за його межами.

Поточну дезинфекцію здійснюють періодично протягом усього часу оздоровлення господарства (ферми) з метою зниження рівня контамінації об'єктів зовнішнього середовища патогенними мікроорганізмами і зменшення небезпеки зараження тварин на території господарства (ферми) та поширення хвороби за його межі.

Заключну дезинфекцію здійснюють на підприємствах після ліквідації інфекційного захворювання (перед зняттям карантину чи обмежувальних заходів) з метою повного звільнення осередку інфекції від збудників захворювання.

Дезинфекції підлягають приміщення для тварин, обладнання, інвентар, предмети догляду за тваринами, повітря приміщень, територія підприємства, розван-

тажувально-навантажувальні майданчики, ветеринарно-санітарні об'єкти, транспортні засоби, доїльні установки, спецодяг, гній, гноївка та стічні води.

Окрім планової профілактичної дезинфекції щомісяця в санітарії застосовують ще й технологічну дезинфекцію:

- здійснюють механічне очищення виробничих, побутових та допоміжних приміщень, розміщеного в них обладнання і території підприємства;

- забруднені місця стін і перегородок миють гарячою водою, дезинфікують 1,5 – 2,0% розчином кальцинованої соди або зольним лугом тощо та білять вапном. Перед дезинфекцією приміщення звільняють від тварин, прибирають гній, залишки кормів та підстилку.

Сухий гній, підстилку та сміття, з метою запобігання розповсюдження інфекції, зволожують водою або дезрозчином, після чого водою під тиском миють стіни, перегородки, годівниці, підлогу та старанно звільняють від залишків гною решітки і гноєстічні канали. Після очищення приміщення знезаражують за допомогою мобільних або стаціонарних дезустановок відповідними хімічними засобами у вигляді розчинів, суспензій, аерозолів або газів.

Перед аерозольною дезинфекцією необхідно звільнити приміщення від тварин та кормів, провести механічне очищення та герметизацію приміщень. В період проведення аерозольної дезинфекції параметри повітря в приміщенні повинні становити: температура – не менше 15°C, відносна вологість – не менше 60%. Через 6-24 години після аерозольної обробки приміщення слід провітрити, а канали, годівниці і напувалки ретельно промити.

Для знезараження повітря в відділеннях, для отелення, профілакторіях, манежах, молочних, бактеріологічних лабораторіях доцільно застосовувати бактерицидні опромінювані.

Бактерицидні лампи повинні знаходитись на відстані 15-20см від поверхні, яку знезаражують, час опромінювання поверхні – 3 хвилини, а посуду, інструментів та обладнання – 10 хвилин.

У вхідних тамбурах тваринницьких приміщень передбачають дезкилимки. У підлозі тамбура на всю його ширину передбачають заглиблення довжиною 1,5м та глибиною 0,15-0,20м і заповнюють його тирсою або поролоном та насичують дезрозчином. Дезинфекційні бар'єри, що обігріваються, заповнюються відповідним дезрозчином, а для запобігання його замерзання, в розчин додається 10-15% кухонної солі.

**Дезинфекція спецтранспорту** (скотовозів, машин для перевезення продуктів забою тощо) здійснюють після попереднього очищення і миття за допомогою дезрозчинів або аерозолів.

Стоки повинні відводитися для подальшого очищення і знезараження.

Спецодяг необхідно дезинфікувати кип'ятінням або в парових камерах з відповідними розчинами не менше 90 хвилин.

Для проведення очищення і дезинфекції приміщень і технологічного обладнання слід передбачати витрати води температурою 55-65°C з розрахунку 15л/м<sup>2</sup> поверхні (підлога та стіни), що обробляється.

## **Охорона праці**

При розробці заходів з охорони праці на скотарських підприємствах керуватись вимогами Закону України від 14.10.92 № 2694-ХІІ «Про охорону праці». ДНАОП 2.0.00-1.01-00 «Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві» та іншими діючими міжгалузевими і галузевими нормативними актами та Державними стандартами України з охорони праці.

Температуру, вологість та швидкість руху повітря у виробничих приміщеннях відзначають згідно з цими Нормами.

Технологічне обладнання, яке виділяє забруднюючі речовини, обладнують місцевими відсмоктувачами.

Гранично допустимі концентрації забруднюючих речовин у повітрі робочої зони не повинні перевищувати значень, передбачених ГОСТ 12.1.005-88 "Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны".

Охорона праці при експлуатації технологічного обладнання повинна здійснюватися згідно з інструкцією по його монтажу і експлуатації та НАОП 2.1.20-1.05-67 «Техніка безпеки для робітників, які зайняті монтажем технологічного устаткування тваринницьких і птахівницьких ферм».

Для захисту від ураження електрострумом людей і тварин необхідно передбачити захисне заземлення або занулення електроустановок відповідно до вимог Правил улаштування електроустановок (ПУЕ).

Блискавкозахист виробничих споруд улаштовують згідно з РД 34 21 122-87 "Инструкция по устройству молниезащиты зданий и сооружений".

Ворота для в'їзду і виїзду транспортних засобів повинні мати пристрої для закріплення їх відкритими.

Двері, вікна, вентиляційні шахти повинні бути запроектовані так, щоб не виникали протяги в зоні постійних робочих місць.

Передбачити заходи для запобігання шкідливої дії шуму в приміщеннях і на території скотарського підприємства, якщо його рівень перевищує межі, що наведені в ГОСТ 12.1.003-83 «Шум. Общие требования безопасности»

Скотарське підприємство (комплекси, ферми, малі ферми) має бути забезпечене санітарно-побутовими приміщеннями відповідно до вимог СНиП 2.09.04-87 «Административные и бытовые здания» та інших діючих нормативних документів.

## **Особливості охорони праці на вівчарських фермах**

Охорона праці на вівчарських фермах включає основні положення охорони праці на тваринницьких фермах, але має специфічні особливості технології вирощування, утримання на далеких відгінних пасовищах і процесу стриження овець. Працівники, які по обслуговують овечі ферм, повинні надівати спецодяг.

Бригада повинна мати комплектну медичну аптечку першої допомоги і ветеринарну аптечку. В них необхідні дезінфекційні засоби: для рук – хлорамін 0,02 %, для тварин – креолін, 5% розчин або мазь для обеззаражування поранень шкіри. Комплект медикаментів для працівників повинен мати: 5 % розчин

йоду, 2 % розчин перекису водню, бинти, бактерицидний пластир, гумовий жгут на випадок кровотечі, знеболюючі засоби таблетки анальгін, валідолу, активованого вугілля на випадок харчового отруєння. Такий набір ліків є як мінімум для невідкладної допомоги.

Кожний працівник вівчарської ферми повинен пройти інструктаж техніки безпеки при роботі на стригальних пунктах, при виконанні технологічних операцій на фермі в процесі роздачі кормів, напування і купання овець. Особлива увага приділяється захисту працівників вівчарських ферм від інфекційних хвороб овець – загальних для тварин і людей антропозоонозів. Найчастіше вівчарі хворіють **на бруцельоз**, який призводить до інфекційного запалення суглобів у людей – невиліковному поліартриту і враженню статевих органів невиліковному безпліддю. Бактерія бруцельозу на відміну від інших бактерій, має здатність проходити в кров людини через непошкоджену шкіру. Миття рук з дезінфікуючими засобами не захищає працівника від зараження, яке частіше відбувається під час допомоги у пологах вівцематок. Тому необхідно надівати гумові довгі рукавички при роботі на окотах овець і обслуговуванні новонароджених ягнят. Бруцельозних овець треба бракувати і здавати на санітарну бойню. Бруцельозом можна заразитися через молоко, овечий сир і кисломолочні продукти.

На віддалених високогірних пасовищах вівчарі мають знати про небезпеку нападу вовків на отари. Треба мати 3 - 4 спеціально навчених службових собак для супроводження отар, доглядати за їх здоров'ям, вакцинацією від сказу і обробкою антигельмінтними препаратами від глистів. Чабани повинні мати рацію для радіозв'язку із стаціонарною фермою або інші засоби мобільного зв'язку.

Чабанам треба мати **гирлигу** – це палка довжиною 2метра із міцно закріпленим гачком для підгону овець. Електрична огорожа пасовища або загонів у вигляді дроту повинна бути добре закріплена на стояках на 0,7 - 0,8м від землі. Треба перевіряти надійність заземлення і відповідність джерела живлення (напруга не більше 6В).

При стриженні овець треба мати справний комплект стригальних машинок, стригалі повинні стояти на діелектричних килимках чистих і сухих.

Електродвигуни, проводи та кабелі переносної електромережі повинні бути заземлені і перевірені контакти їх на корпусі стригального агрегату.

Стригальна машина повинна мати добре заточену різальну пару, гребінку і справну підвіску. Пускове обладнання стригальних агрегатів повинно забезпечувати безвідмовний пуск і зупинку. Гнучкий вал повинен мати справну захисну оболонку. Точильний апарат повинен також бути справним. Категорично забороняється руками визначати якість заточки леза.

При роботі пресу для пресування вовни треба перевірити надійність болтових з'єднань пресу, герметичність шлангів високого тиску гідроприводу пресу, плавність руху пресувальної плити ( пресувальної камери).

На всіх агрегатах стригального пункту не повинно бути зайвих предметів. Перед початком стрижки овець треба перевірити роботу вентиляційного облад-



нання стригального пункту. Технічний стан машин повинен відповідати вимогам безпеки, які викладені в експлуатаційній документації.

Стригальний пункт має мати бачок і кухлі з кип'яченою водою. На бачку повинен бути напис «Кип'ячена вода». Для обробки рук треба мати умивальник, господарче мило, розчини дезінфікуючих засобів і комплектну аптечку.

### **4.3 Проектування і розрахунок технологічних ліній приготування кормів**

#### **4.3.1 Загальні відомості**

Збирати кормові культури необхідно в період, коли вони мають найбільшу врожайність та поживну цінність. Якість кормів визначається не лише їх поживною цінністю, а й наявністю (або відсутністю) в них баластних, некорисних чи інколи навіть шкідливих включень. Останні можуть спричинити травмування чи отруєння споживачів, знижувати ефективність роботи та надійність технологічного обладнання.

Для попередження таких явищ корми в процесі підготовки до згодовування очищають. Допустимий ступінь залишкового забруднення залежить від виду кормів, а також характеру включень та їх можливих наслідків. Так, домішки землі не повинні перевищувати 1-2 %, піску – 0,3-1%, металеві домішки розміром до 2мм з незагостреними краями – 30мг на 1кг корму, насіння отруйних трав – 0,25%.

Для високоефективного використання кормів важливим є забезпечення оптимальної крупності кормових часток, що залежить від біологічного виду та віку тварин і птиці, а також від виду кормової сировини й характеру використання кормів (згодовування роздільне чи в складі кормових сумішей, у розсипному стані чи у вигляді гранул або брикетів). З цією метою кормову сировину перед згодовуванням подрібнюють.

Доведено, що готувати комбікорми для свиней необхідно з інгредієнтів дрібного (середній розмір частинок – 0,2-1мм) помелу, а для великої рогатої худоби і птиці – середнього (1-1,8мм) та крупного (1,8-2,6мм). Грубі корми для свиней слід переробляти до розміру частинок 1-2мм, для великої рогатої худоби – на січку завдовжки 30-50мм при роздільному згодовуванні і 10-15мм у складі кормових сумішей. Коренебульбоплоди перед згодовуванням (не раніше як за 1,5-2год) рекомендується подрібнювати на частинки розміром 5-10мм для свиней і на стружку завтовшки 10-15мм для великої рогатої худоби.

Готові кормові суміші повинні задовольняти зоотехнічним вимогам, які наведені у таблиці 4.3.1.

У залежності від розмірів комплексів (ферм), видів кормів використовують кормоцехи, кормові двори і окремі кормоприготувальні лінії. Кормоцехи розташовують в окремих будинках або зблоковано зі складами концентрованих кормів. Це зменшує витрати на транспортування кормів зі складу до кормоцеху. Приготовлені корми доставляють у приміщення і розвантажують у годівниці.

Технологію приготування і роздачі кормів вибирають виходячи з типу годівлі і раціону (зимовий і літній); способу підготовки і дозування кормів; типу кормосховища; взаємного розташування кормосховища і виробничого приміщення; місця і порядку годівлі тварин; системи утримання тварин і конструкції стійл; способу транспортування і роздачі кормів.

Таблиця 4.3.1 – Зоотехнічні вимоги до параметрів кормової суміші

Показник	Для ВРХ та овець	Для свиней
Вологість, %	до 75	60-80
Рівномірність змішування, % не менше	80	90
Допустимі відхилення (за масою) вмісту компонентів у суміші, %:		
грубі, соковиті	± 10	± 10
концентровані	± 5	± 5
кормові дріжджі	± 2,5	± 2,5
рибні		± 5
молочні	± 5	± 5
поживні розчини	± 5	± 5
мінеральні домішки	± 5	± 5
харчові відходи	-	± 5

#### 4.3.2 Обґрунтування і вибір технології обробки кормів. Складання схеми технологічного процесу.

Технологія обробки і приготування кормів залежить від конкретних умов господарства, зоотехнічних вимог до згодовування, економічній доцільності застосування тих чи інших способів обробки і готування кормів.

Ділянку приготування кормів проектують за наступним планом: по розрахунковій кількості кормів, що підлягають обробці, обґрунтовують і вибирають технологічну схему обробки кормів; роблять вибір машин для виконання технологічного процесу; визначають продуктивність поточкових технологічних ліній при комплектуванні технологічними машинами, потребу в машинах і устаткуванні; визначають потребу у воді, парі, електроенергії і паливі; складають графіки завантаження машин, устаткування і робочої сили; розраховують питомі витрати по кожному варіанту проектних ліній; визначають оптимальний склад технологічної лінії

У складі тваринницького підприємства повинні бути кормоприготувальні об'єкти, призначені для приймання, нагромадження й обробки кормової сировини, приготування та видачі кормових сумішей у необхідній кількості (відповідно до разової норми) і в чітко визначений час (безпосередньо перед годівлею за встановленим розпорядком дня ферми).

Вибір варіанта такого об'єкта, структура його технологічних ліній визначаються виробничим напрямом та розмірами ферми, складом кормових раці-

онів, способами підготовки до згодовування окремих компонентів і зоотехнічними вимогами щодо показників якості їх обробки, номенклатурою машин й обладнання, що випускається промисловістю.

Процес кормоприготування полягає у виконанні технологічних заходів (дій, операцій), спрямованих на кормову сировину, що обробляється, з метою надання їй нових властивостей. Стосовно конкретних видів кормів багаторічним досвідом, а також науковими дослідженнями визначені раціональні технологічні заходи. Деякі з них є обов'язковими для більшості видів кормової сировини (наприклад, очищення, подрібнення). Крім того, для найефективнішого використання кормових ресурсів (годівля тварин повнораціонними збалансованими кормовими сумішами) обов'язковими є також операції дозування та змішування. Схема на рисунку 4.3.1 дає наочне уявлення про послідовність обробки і приготування кормів, дозволяє сполучити однойменні операції і полегшує вибір системи машин. Проектування технологічного процесу необхідно почати з розробки загальних схем переробки усіх видів кормів з обґрунтуванням послідовності операцій обробки кожного виду корму і вибору системи машин. Розробляючи схему технологічного процесу, необхідно розглянути декілька варіантів і визначити оптимальний за техніко-економічними показниками. При цьому, необхідно провести аналіз послідовності виконання операцій. Наприклад, при завантаженні грубих кормів проводити одночасно їх подрібнення. В тому випадку, коли використовується стаціонарне обладнання для обробки і переробки кормів, а також приготування суміші, окремо виділяються операції по підвозу їх до цього обладнання.

Технологічне устаткування, яке призначене для тваринницьких ферм, дозволяє використовувати наступні способи приготування кормів: механічний, тепловий, хімічний, біологічний і біохімічний. При виборі технології кормоприготування і відповідного варіанта кормоприготувального об'єкта доцільно дотримуватися таких рекомендацій:

1) готувати повнораціонні кормові суміші з різних компонентів без їх термічної, хімічної або біологічної обробки. В такому цеху кормові компоненти перед годівлею лише очищають, подрібнюють і змішують. Це найпростіша технологія кормоприготування, яка рекомендується для тих господарств, де корми доброякісні і не потребують спеціальної обробки;

2) готувати кормові суміші із застосуванням теплової обробки окремих або всіх компонентів. Завдяки такій обробці зіпсовані корми знезаражуються, покращується їх поїдання. Така технологія застосовується у разі використання недоброякісних, запліснявілих кормів (наприклад, харчові відходи) або при згодовуванні великій рогатій худобі значної кількості грубих (солома) кормів чи свиням коренебульбоплодів;

3) готувати кормові суміші з використанням хімічної, баротермічної, ультрафіолетової чи інфрачервоної або іншої радикально-активної обробки кормів. За такою технологією обробка (наприклад, грубих кормів хімічними розчинами) запарюванням під високим тиском, активним промінням забезпечують розкладання клітковини (лігніну) і завдяки цьому підвищуються засвоєння поживних речовин та енергетична цінність корму. Цей варіант помітно ускладнює те-

хнологію і технічне оснащення кормоцеху, пов'язаний із значними додатковими матеріальними витратами на його будівництво та експлуатацію. Рекомендується лише в окремих випадках для господарств, де грубі корми (в першу чергу солома) становлять значну частку в раціонах худоби.

Базовою технологічною операцією, що визначає продуктивність всього процесу кормоприготування, є змішування, яке може здійснюватися за порційним або поточковим принципами. Перший варіант дозволяє реалізовувати такі технології кормоприготування, в структурі яких є операції, що потребують тривалої експозиції (наприклад, запарювання кормів або підігрівання їх взимку, хімічна чи термохімічна обробка грубих кормів).

Прикладом порційного приготування кормових сумішей є типовий кормоцех для свиней (рисунок 4.3.2). Такий варіант кормоцехів дещо поступається перед поточковим кормоприготуванням за продуктивністю, а також питомими показниками енерго - та металомісткості процесу, проте покращує якість обробки кормів, рівномірність їх змішування.

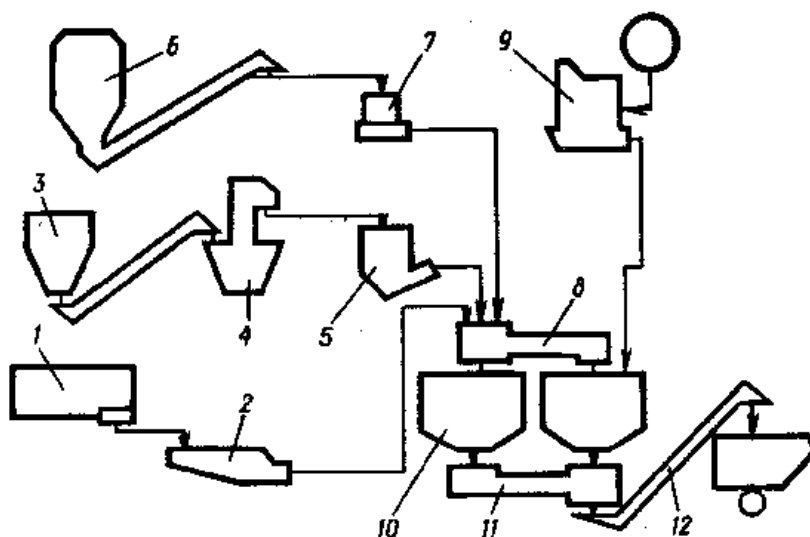


Рисунок 4.3.2. Структурно-технологічна схема кормоцеху для свиноферми: 1 – живильник стеблових кормів; 2 – подрібнювач стеблових кормів; 3 – живильник коренебульбоплодів; 4 – установка для обробки коренебульбоплодів; 5 – дозатор соковитих кормів; 6 – бункер сухих кормів; 7 – дозатор концентрованих кормів; 8 – завантажувальний конвеєр; 9 – обладнання для приготування поживних розчинів; 10 – запарник-змішувач; 11 – розвантажувальний конвеєр; 12 – похилий транспортер.

Потоковість процесу кормоприготування забезпечують кормоцехи безперервної дії (рисунок 4.3.3). Існує два варіанти кормоцехів такого типу:

- 1) на базі подрібнювача-змішувача, в якому кормові компоненти (грубі корми, коренебульбоплоди) одночасно із змішуванням додатково подрібнюються;
- 2) на базі змішувача, до якого компоненти надходять попередньо подрібненими до потрібного розміру.

Перший варіант дещо простіший у конструктивному відношенні, потребує меншого набору машин і дешевий, проте поступається перед другим за якістю обробки (подрібнення) і змішування кормів.

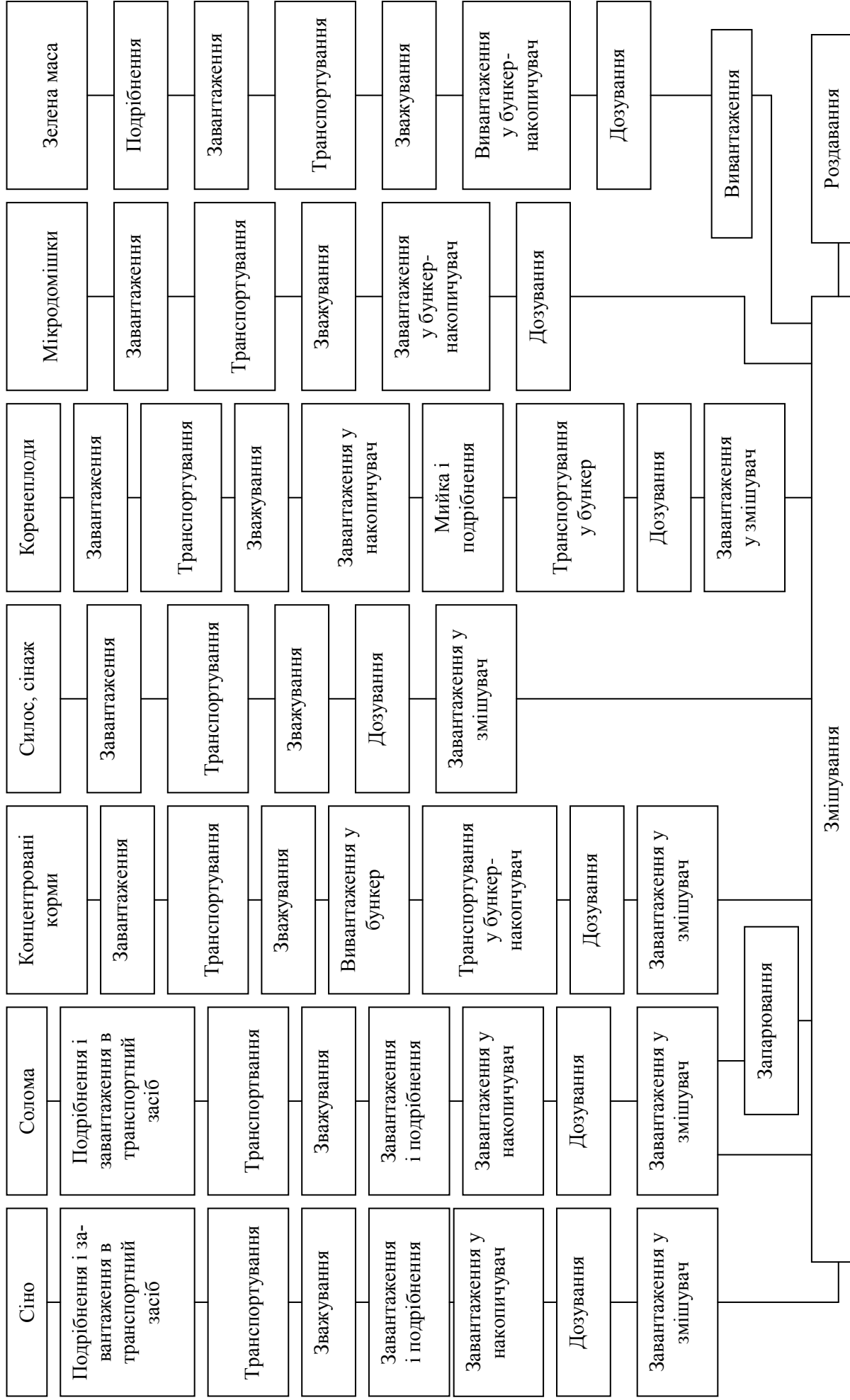


Рисунок 4.3.1 Схема технологічного процесу приготування кормів

Сучасні технології передбачають також приготування сумішей для великої рогатої худоби за допомогою мобільних змішувачів-кормороздавачів, а на свинарських фермах – приготування в стаціонарних змішувальних відділеннях і транспортування рідких сумішей в годівниці по трубах.

Змішувальні відділення й мобільні змішувачі-кормороздавачі дозволяють використовувати вагове дозування компонентів раціону та при необхідності збільшувати експозицію з метою зниження нерівномірності суміші. Дослідження свідчать, що мобільні змішувачі-кормороздавачі за техніко-економічними показниками переважають стаціонарні комплекти обладнання і можуть застосовуватись при будь-яких добових об'ємах приготування кормів на фермах. Особливість змішувальних відділень – приготування кормосумішей з готових компонентів (наприклад, комбікорм і вода).

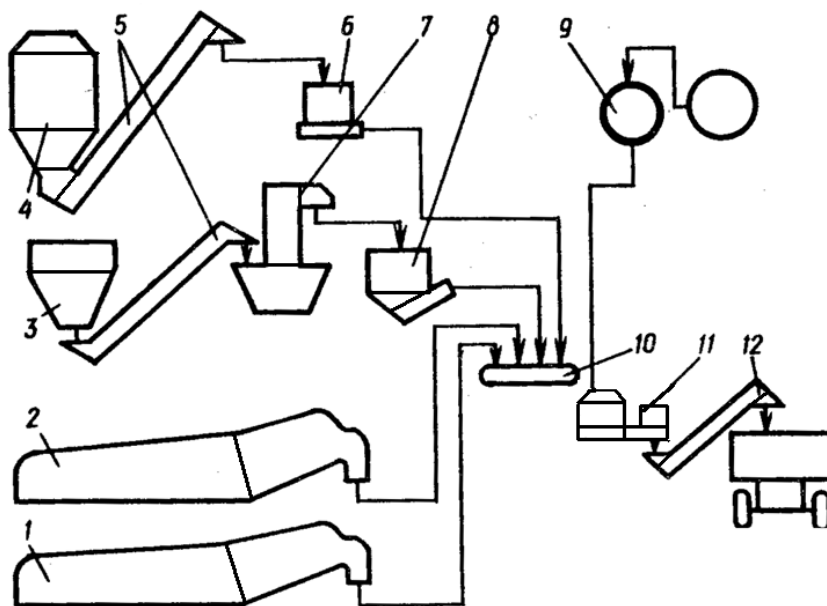


Рисунок 4.3.3. Структурно-технологічна схема кормоцеху для великої рогатої худоби: 1, 2 – живильники-дозатори стеблових кормів; 3 – бункер - живильник кореневульбоплодів; 4 – бункер сухих кормів; 5 – конвеєр - живильник; 6 – дозатор концентрованих кормів; 7 – мийка-подрібнювач коренеплодів; 8 – дозатор соковитих кормів; 9 – обладнання для приготування поживних розчинів; 10 – збірний конвеєр; 11 – змішувач (подрібнювач-змішувач); 12 – розвантажувальний транспортер.

Кормоприготувальні агрегати – це комбіновані машини, які виконують кілька технологічних операцій. Вони застосовуються у випадках спрощеної схеми приготування кормів та обмеженої кількості компонентів. Порівняно з кормоцехами і змішувальними відділеннями дають змогу зменшити капіталовкладення, мають значно менші показники енергоємності, проте не дозволяють реалізувати складніші технологічні схеми приготування кормів.

#### 4.3.3 Розрахунок кількості кормів

Для розрахунків технологічних ліній приготування кормів необхідно знати їх кількість, добову, разову дачу, а також необхідний запас.

Добову витрату кормів визначають по формулі:

$$G_{\text{доб}} = \sum_i^i G_i, \text{ кг/доб.}, \quad (4.3.1)$$

де  $G_i$  – добові витрати  $i$  – го корму, кг.

$$G_i = m_j \cdot g_i, \text{ кг}, \quad (4.3.2)$$

де  $m_j$  – кількість тварин в  $j$ -й групі;

$g_i$  – норма видачі  $i$ -го виду корму на одну голову  $j$ -ї групи, кг. (додатки 4.1.9...4.1.15).

#### 4.3.4 Розрахунок технологічної лінії навантаження і підвозу кормів

Технологічний процес приготування кормів починається з їхнього навантаження в транспортні засоби і транспортування від сховища до кормоцеху. Навантажувальні засоби вибираються в залежності від виду корму. Для транспортування кормів застосовують причепи, кормороздавачі, автомобілі.

Продуктивність транспортного засобу залежить від місткості кузова, відстані перевезень, швидкості руху і визначається за формулою:

$$Q_{\text{ТЗ}} = \frac{V_k \cdot \varepsilon \cdot \rho}{t_{\text{ц}}}, \text{ кг/год.}, \quad (4.3.3)$$

де  $V_k$  – місткість кузова,  $\text{м}^3$ ;

$\varepsilon$  – коефіцієнт, що враховує заповнення кузова,  $\varepsilon = 0,75 \dots 0,85$ ;

$\rho$  – насипна щільність корму (додаток 25),  $\text{кг/м}^3$ ;

$t_{\text{ц}}$  – час одного циклу перевезення, год..

Час одного циклу транспортування дорівнює:

$$t_{\text{ц}} = t_H + t_{\text{ТР}} + t_B + t_{\text{ХХ}}, \text{ год.}, \quad (4.3.4)$$

де  $t_H$  – час навантажування, год;

$t_{\text{ТР}}$  – час транспортування вантажу, год;

$t_B$  – час вивантаження, год;

$t_{\text{ХХ}}$  – час руху без вантажу (холостий хід);

Час навантажування, год

$$t_H = \frac{V_k \cdot \varepsilon \cdot \rho}{Q_H}, \text{ год.}, \quad (4.3.5)$$

де  $Q_H$  – продуктивність навантажувача при навантаженні даного виду корму,  $\text{кг/год}$ .

Час транспортування вантажу, год:

$$t_{\text{ДГ}} = \frac{S}{V_T}, \text{ год.}, \quad (4.3.6)$$

де  $S$  – відстань перевезення корму, км;

$V_T$  – швидкість руху транспортного засобу з вантажем, для тракторних агрегатів  $V_T=15 - 20\text{км/год}$ , для автомобілів  $V_T=20 - 25\text{км/год}$ .

Тому що вивантаження кормів у більшості випадків здійснюються механізовано, то час на вивантаження приблизно складає 10-15% від часу на навантаження:

$$t_B = (0,1 - 0,15)t_H, \text{ГОД} \quad (4.3.7)$$

Час руху без вантажу, год

$$t_{XX} = \frac{S}{V_{XX}}, \text{ГОД.} \quad (4.3.8)$$

де  $V_{XX}$  – середня швидкість руху агрегату без вантажу, для тракторних агрегатів  $V_{XX}=20 - 25$ км/год, для автомобілів  $V_{XX}=25 - 30$ км/год.

При розрахунку кількості транспортних засобів необхідно враховувати, що час на підвіз кормів обмежене і складає  $t_n=(1-2)$ год. Тоді кількість транспортних засобів для перевезення одного виду корму дорівнює

$$n_{TP} = \frac{G_{ki}}{Q_{TZ} \cdot t_n}, \quad (4.3.9)$$

де  $G_{ki}$  – кількість  $i$ -го виду корму, яку необхідно перевезти, кг.

$$G_{ki} = G_i \cdot D_i, \text{ кг,} \quad (4.3.10)$$

де  $D_i$  – кількість днів накопичення  $i$ -го корму в кормоцеху

Для навантаження кормів використовуються універсальні і спеціальні навантажувачі. Кількість навантажувачів розраховують по формулі:

$$n_H = \frac{G_i}{Q_H \cdot t_n} \quad (4.3.11)$$

де  $Q_H$  – продуктивність навантажувача при навантаженні даного виду корму, т/год.

#### 4.3.5 Розрахунок технологічних ліній приготування кормів

Для розрахунків технологічних ліній приготування кормів необхідно визначити добову потребу кормів на фермі, а також разову дачу кормів.

Технологічна продуктивність кормоцеху визначається з урахуванням разової дачі кормів на фермі і часу, відведеного на приготування кормів у відповідності до розпорядку дня на фермі:

$$Q_{кит} = \frac{G_{раз}}{T_n} \quad (4.3.12)$$

де  $G_{раз}$  – разова дача кормової суміші, кг.;

$T_n$  – час, відведений на приготування разової дачі корму у відповідності до розпорядку дня на фермі, год.

$$G_{раз} = G_{доб} \cdot \beta, \text{ кг,} \quad (4.3.13)$$

де  $\beta$  – коефіцієнт, який враховує кількість годувань, для дворазового  $\beta=0,5$ , для триразового  $\beta=0,4$ .

Технічна продуктивність кормоцеху, яка потрібна для вибору і розрахунків необхідної кількості обладнання технологічних ліній враховує непродуктивні витрати часу:



$$Q_{кц} = \frac{Q_{кцТ}}{\eta}, \text{ кг/ГОД.} \quad (4.3.14)$$

де  $\eta$  – узагальнений коефіцієнт використання часу зміни, який враховує витрати часу на технічне обслуговування машин, регулювання робочих органів тощо. В технологічних лініях безперервної дії  $\eta = 0,5-0,9$ , а періодичної дії –  $0,35-0,5$ .

Розрахунки технологічних ліній кормоцеху проводяться з урахуванням способу змішування.

*В кормоцехах із змішувачами безперервної дії*

Продуктивність технологічних ліній для кожного виду корму в кормоцеху визначають за виразом:

$$Q_i = \frac{Q_{кц} \cdot P_i}{100}, \text{ кг/ГОД.} \quad (4.3.15)$$

де  $P_i$  – процент  $i$  – го корму у раціоні, %.

Визначається мінімальна і максимальна продуктивності технологічної лінії:

$$Q_{i\min} = \frac{Q_{кц} \cdot P_{\min}}{100}, \text{ кг/ГОД.} \quad (4.3.16)$$

$$Q_{i\max} = \frac{Q_{кц} \cdot P_{\max}}{100}, \text{ кг/ГОД.} \quad (4.3.17)$$

$P_{\min}$  і  $P_{\max}$  вибирається з усіх раціонів, по яких будуть готуватись кормові суміші.

По максимальній і мінімальній продуктивні визначаються межі регулювання продуктивності лінії і підбирається відповідне обладнання.

Продуктивність технологічної лінії збору всіх компонентів, їх змішування і вивантаження готової суміші дорівнює продуктивності кормоцеху:

$$Q_i = Q_{кц}, \text{ кг/ГОД.} \quad (4.3.18)$$

Необхідну кількість машин  $n_M$  вибраної марки визначають за відношенням:

$$n_M = \frac{Q_i}{Q_M} \quad (4.3.19)$$

*В кормоцехах із змішувачами періодичної дії*

Продуктивність технологічних ліній для кожного виду корму в кормоцеху визначають за виразом:

$$Q_i = \frac{G_3 \cdot P_i \max}{t_3}, \text{ кг/ГОД.,} \quad (4.3.20)$$

де  $G_3$  – маса кормової суміші, яку можна завантажити у вибраний змішувач, кг,

$t_3$  – час, який відведено на завантаження кормів у змішувач,  $t_3 = 0,15-0,25$  год.

$$G_3 = V_3 \cdot \rho_c \cdot \varphi, \text{ кг}, \quad (4.3.21)$$

де  $V_3$  – об'єм змішувача,  $\text{м}^3$ ,

$\rho_c$  – об'ємна маса кормової суміші,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ,

$\varphi$  – коефіцієнт заповнення змішувача,  $\varphi=0,7 - 0,8$ .

Об'ємна маса кормової суміші – це середньозважений показник, який становить:

$$\rho_c = \frac{\sum_{i=1}^k \rho_i g_i}{\sum_{i=1}^k g_i}, \text{ кг}/\text{м}^3, \quad (4.3.22)$$

де  $\rho_i$  – об'ємна маса  $i$ -го компонента суміші,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

$g_i$  – кількість  $i$ -го компонента в суміші,  $\text{кг}$ .

Необхідну кількість машин  $n_m$  вибраної марки визначають за відношенням:

$$n_m = \frac{Q_i}{Q_m}, \quad (4.3.23)$$

де  $Q_m$  – продуктивність вибраної машини,  $\text{кг}/\text{год}$ .

Кількість змішувачів періодичної дії  $n_m$  визначають за формулою:

$$n_m = \frac{G_{\text{раз}}}{G_3 \cdot i_u}, \quad (4.3.24)$$

де  $G_{\text{раз}}$  – маса максимальної разової даванки суміші корму,  $\text{кг}$ ;

$i_u$  – кількість циклів змішування в одному агрегаті.

Кількість циклів змішування  $i_u$  залежить від тривалості циклу приготування однієї порції кормової суміші та допустимого часу роботи лінії  $T_\delta$ :

$$i_u = \frac{T_\delta}{t_u}. \quad (4.3.25)$$

$$T_\delta = T \cdot \eta, \text{ год}. \quad (4.3.26)$$

Тривалість циклу приготування однієї порції кормової суміші становить:

$$t_u = t_z + t_{zm} + t_p, \text{ год.}, \quad (4.3.27)$$

де  $t_z$  – час завантаження змішувача,  $\text{год}$ ;

$t_{zm}$  – час змішування,  $\text{год}$ ;

$t_p$  – час розвантаження змішувача,  $\text{год}$ .

Ці дані – з технічної характеристики вибраного змішувача.

Для створення оперативних запасів вихідних кормових компонентів у кормоцехах є бункери-накопичувачі або бункери-живильники. Місткість цих бункерів  $V_6$  приймають залежно від тривалості періоду, на який розраховується запас відповідного корму:

$$V_6 = \frac{G_{\text{добі}} \cdot D}{\varphi_6 \cdot \rho_i}, \text{ м}^3, \quad (4.3.28)$$

де  $G_{\text{добі}}$  – добова потреба  $i$ -го виду корму, кг;

$D$  – кількість діб, протягом яких використовують корм із бункера;

$\varphi_6$  – коефіцієнт заповнення бункера,  $\varphi_6 = 0,9-0,95$ ;

$\rho_i$  – об'ємна маса  $i$ -го корму, кг/м<sup>3</sup>.

Для забезпечення безперебійної роботи кормоцеху необхідно мати запаси сировини обсягом не менше дводобової потреби.

Для визначення оптимального складу машин по кожній технологічній лінії необхідно розглянути декілька варіантів комплектування технологічних ліній, розрахувати питомі витрати по кожному із варіантів, визначити варіант з найменшими питомими витратами, який і буде оптимальний.

## 4.4 Технологічний розрахунок лінії роздавання кормів

### 4.4.1 Загальні відомості

Одним із самих трудомістких процесів на тваринницьких та птахівничих фермах є роздавання кормів, на долю якого припадає 30-40% від загальних витрат праці по обслуговуванню тварин та птахів. Від своєчасного роздавання кормів рівномірного його дозування залежить ефективність всіх зоотехнічних заходів по годівлі тварин і птахів.

Для механізації процесу доставки і роздавання сухих, рідких і напіврідких кормів використовуються різні кормороздавальні машини та пристрої як мобільного, так і стаціонарного типу. Ці машини та пристрої дозволили в значній мірі підняти рівень механізації процесів доставки кормів і роздавання їх безпосередньо в годівниці при різних способах утримання тварин і птахів.

Кормороздавач виконує дві операції: транспортує корм від місця завантаження до точки роздавання та дозовано розподіляє його вздовж фронту годування з видачею в годівниці порції, яка дорівнює встановленій нормі функція дозованого розподілу є головною і відрізняє кормороздавальні пристрої від звичайних транспортуючих засобів. В основному цим і зумовлено різноманітність конструкцій кормороздавачів.

Аналіз даних випробувань та узагальнення досвіду механізації роздавання кормів показує, що вибір засобів роздачі кормів і ефективне їх використання визначаються в основному наступними факторами: структурою кормів, способом годівлі, типом тваринницьких будівель, способом утримання тварин і птахів та розміром ферм.

Виходячи із цих факторів вимоги до кормороздавальних пристроїв можна розділити на зоотехнічні та технічні.

Зоотехнічні включають в себе вимоги, які є загальними для більшості тваринницьких ферм, і специфічні, які стосуються головним чином технологічного процесу, що здійснюється кормороздавальними пристроями.

До механізованого роздавання кормів пред'являються зоотехнічні вимоги, у відповідності з якими роздавачі кормів повинні: забезпечувати час розда-

вання кормів в одному приміщенні до 30 хвилин для мобільних і 20 хвилин для стаціонарних роздавачів.

При застосуванні мобільних кормороздавачів можливі дві технологічні схеми. Найбільш проста схема це застосування мобільних причіпних або автомобільних кормороздавачів (рисунок 4.4.1). Ці кормороздавачі в основному використовуються на фермах ВРХ та вівцефермах. Використання цього типу кормороздавачів дозволяє сумістити процес транспортування з процесом нормованої роздачі кормів.

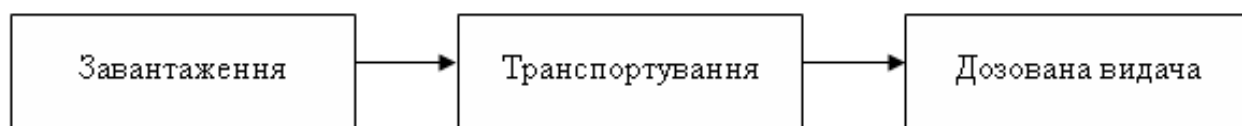


Рисунок 4.4.1 – Технологічна схема роздавання кормів мобільними кормороздавачами

На рисунку 4.4.2 представлено технологічну схему роздавання кормів із застосування електромобільних кормороздавачів, які в основному знайшли своє застосування на свино- та птахофермах.

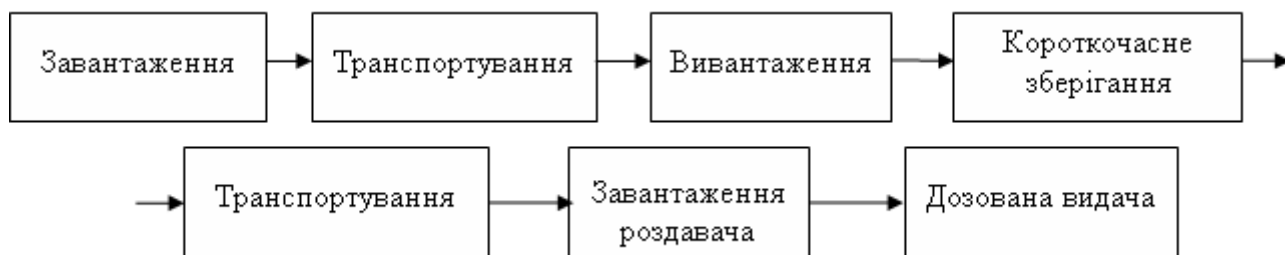


Рисунок 4.4.2 – Технологічна схема роздавання кормів електромобільними кормороздавачами

При силосно-сінажно-концентратному і сінажно-концентратному типі годівлі на фермах ВРХ та більшості свиноферм використовують стаціонарні кормороздавачі в поєднанні з мобільними засобами доставки кормів (рисунок 4.4.3).

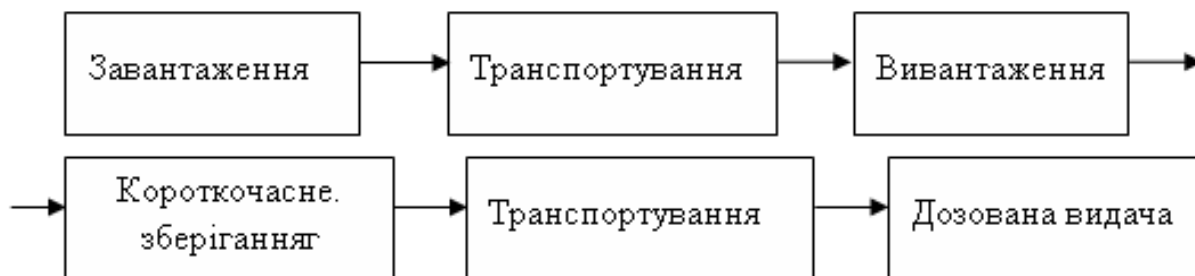


Рисунок 4.4.3 – Технологічна схема роздавання кормів стаціонарними кормороздавачами

Останнім часом широкого застосування набули стаціонарні кормові автомати (рисунок 4.4.4).

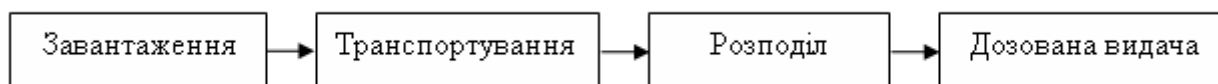


Рисунок 4.4.4 – Технологічна схема із застосуванням стаціонарних автоматичних кормороздавачів

Застосування кормових автоматів дозволяє значно спростити технологічні процеси приготування і роздачі кормів та зробити їх менш затратними.

#### 4.4.2 Технологічний розрахунок мобільних кормороздавачів

При роздаванні кормів мобільними кормороздавачами необхідно визначити їх вантажопідйомність, тривалість одного рейсу (циклу) та загальну кількість кормороздавачів для ферми.

Вантажопідйомність мобільного кормороздавача  $G_p$  (кількість корму, яку можна доставити і роздати за один рейс):

$$G_p = \frac{V_b \cdot \beta_p}{\rho}, \text{ кг}, \quad (4.4.1)$$

де  $V_b$  – місткість бункера-кормороздавача,  $\text{м}^3$ ;

$\beta_p$  – коефіцієнт заповнення бункера,  $\beta_p=0,8-1$ ;

$\rho$  – об'ємна маса корму (додаток 25),  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Кількість циклів  $i_u$ , що може виконати один кормороздавач за час роздавання:

$$i_u = \frac{T_p}{t_u}, \quad (4.4.2)$$

де  $T_p$  – допустимий час роздавання кормів (зумовлюється розпорядком дня), год;

$t_u$  – час, необхідний для виконання одного рейсу або циклу роздавання, год.

Відповідно до зоотехнічних вимог час, що відводиться на роздавання кормів, не повинен перевищувати 1,5-2 год. На великих фермах та комплексах часто застосовують суміщений графік годівлі тварин, тоді допустимий час  $T_p$  можна збільшити до 4-6 год.

Тривалість одного циклу роздавання визначається як сума затрат часу на окремі операції цього циклу:

$$t_u = (t_x + t_s + t_m + t_p) k_o, \text{ год}, \quad (4.4.3)$$

де  $k_o$  – коефіцієнт, що враховує затрати часу на вимушені зупинки, розвороти тощо,  $k_o=1,1-1,2$ .

Час транспортування порожнього кормороздавача  $t_x$ , год, до місця його завантаження кормами визначають так:

$$t_x = \frac{S}{V_x}, \text{ год}, \quad (4.4.4)$$

де  $S$  – середня відстань від тваринницького приміщення до місця завантаження кормів, км;

$V_x$  – швидкість транспортування порожнього роздавача, км/год.

Час завантаження кормороздавача  $t_3$ , год, розраховують за формулою:

$$t_3 = \frac{G_p}{Q_3}, \text{ год}, \quad (4.4.5)$$

де  $Q_3$  – продуктивність завантажувача, кг/год.

Час транспортування завантаженого кормороздавача  $t_m$ , год, до місця роздавання кормів становить:

$$t_m = \frac{S}{V_m}, \text{ год}, \quad (4.4.6)$$

де  $V_m$  – швидкість транспортування завантаженого кормороздавача, км/год.

Тривалість роздавання кормів  $t_p$ , год, дорівнює:

$$t_h = \frac{G_h}{Q_h} \text{ або } t_h = \frac{S_n}{V_p}, \text{ год}, \quad (4.4.7)$$

де  $Q_p$  – продуктивність кормороздавача при роздаванні кормів у годівниці, кг/год;

$S_n$  – довжина тваринницького приміщення, км;

$V_p$  – швидкість переміщення кормороздавача при роздаванні корму, км/год.

Необхідна продуктивність кормороздавача  $Q_p$  становить:

$$Q_p = 1000 \cdot g \cdot V_p, \text{ кг/год}, \quad (4.4.8)$$

де  $V_p$  – швидкість агрегату під час роздавання кормів у годівниці, км/год.

Погонну норму видачі корму  $g$ , кг/м, розраховують за формулою:

$$g = \frac{g_e \cdot K}{b}, \text{ кг/м}, \quad (4.4.9)$$

де  $g_e$  – разова норма видачі на одну голову (встановлюється залежно від добового кормового раціону, а також кратності годівлі), кг/гол;

$K$  – змінність годівлі з одного головомісця ( $K=1$  при прив'язному способі утримання тварин, при інших – не більше  $K=2-3$ );

$b$  – ширина фронту годівлі однієї тварини (0,8-1,1 – для дорослого поголів'я великої рогатої худоби, але не менше 0,4м; 0,4-0,5 – для свиноматок; 0,2 – молодняку до двох місяців; 0,3-0,35м – свиней на відгодівлі).

Загальна кількість циклів (рейсів)  $i_3$  для годівлі всіх тварин залежить від обсягу кормів, що необхідно роздати, і становить:

$$i_3 = \frac{G_{раз}}{G_p}, \quad (4.4.10)$$

Кількість корму  $G_{раз}$ , кг, для однієї годівлі визначають на формулою:

$$G_{раз} = m \cdot g_e, \text{ кг}, \quad (4.4.11)$$

де  $m$  – загальне поголів'я тварин на фермі, гол.

Тоді потрібна кількість мобільних кормороздавачів  $n_p$  становить:

$$n_p = \frac{i_z}{i_u}, \quad (4.4.12)$$

Одержаний результат розрахунку округляють до цілого числа в бік збільшення і приймають як кількість роздавачів для ферми.

При розрахунку технологічного процесу, який протікає в пересувних кормороздавальних пристроях (наприклад рельсових), необхідно визначити продуктивність основних робочих органів і машини в цілому, встановити основні розміри робочих органів та режими їх роботи, пов'язані з роздачею необхідної кількості кормів для кожної тварини або кожної птиці.

Пересувний кормороздавач, який проходить вздовж годівниць, повинен мати продуктивність  $Q$ , яка забезпечує видачу необхідної кількості корму на кожну голову у відповідності з прийнятими нормами:

$$Q = 1000 \frac{G_l}{L} \cdot V, \text{ т/год}, \quad (4.4.13)$$

де  $G_l$  – кількість корму, необхідного для розрахункового поголів'я худоби, т;  
 $L$  – довжина фронту годівлі, тобто загальна довжина годівниць, які завантажуються кормом за один прохід кормороздавача, м;

$V$  – робоча швидкість кормороздавача, км/год.

Кількість корму, необхідного для розрахункового поголів'я худоби або птиці:

$$G_l = \frac{q \cdot n_c}{1000}, \text{ т}, \quad (4.4.14)$$

де  $q$  – кількість корму, необхідного тварині або птиці на одне годування згідно раціону, кг/гол;

$n_c$  – розрахункове поголів'я худоби або птиці, гол.

Довжина фронту годівлі:

$$L = \frac{a \cdot n_2}{n_1}, \text{ м}, \quad (4.4.15)$$

де  $a$  – довжина одного кормового місця, м;

$n_2$  – кількість голів худоби або птиці, що приходяться на одне кормове місце.

Підставляючи значення  $G_l$  і  $L$  із виразів (4.4.14) і (4.4.15) в формулу (4.4.13), отримаємо:

$$Q = \frac{q \cdot n_2}{a} \cdot V, \text{ т/год}. \quad (4.4.16)$$

Цей вираз характеризує продуктивність кормороздавача за годину безпосереднього роздавання кормів.

Для визначення кількості кормороздавачів, що обслуговують поголів'я худоби на фермі, необхідно знати продуктивність кормороздавача за годину змінного часу  $Q$ , яку визначаємо з урахуванням коефіцієнта використання робочого часу  $A$ , рівного

$$A = \frac{T}{T + T_0}, \quad (4.4.17)$$

де  $T$  – час, що витрачається на безпосереднє роздавання кормів, год;  
 $T_0$  – час, що витрачається на непродуктивні (допоміжні) операції, год.

$$T_0 = T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + T_5 + T_6 + T_7, \text{ год,}$$

де  $T_1$  – час транспортування пустого кормороздавача від місця роздавання кормів до місця завантаження;

$T_2$  – час завантаження;

$T_3$  – час транспортування корму до місця роздавання;

$T_4$  – час простоїв з технологічних причин;

$T_5$  – час на технічне обслуговування;

$T_6$  – час на ремонт машин;

$T_7$  – час переїзду від однієї лінії роздавання до іншої, якщо ємність бункера кормороздавача забезпечує роздавання корму в декількох лініях.

Знаючи коефіцієнт  $A$ , легко визначити продуктивність кормороздавача за годину змінного часу:

$$Q' = Q \cdot A, \text{ т/год.} \quad (4.4.18)$$

Кількість кормороздавачів  $n_k$  для даної ферми визначено із виразу:

$$n_k = \frac{n_{z.f.} \cdot q}{Q' \cdot 1000}, \text{ шт.,} \quad (4.4.19)$$

де  $n_{z.f.}$  – кількість голів на фермі;

$q$  – норма видачі корму на одну голову (додатки 9...15), кг/гол.

Кількість тварин або птиці, що обслуговуються одним кормороздавачем за зміну,  $n_{zm}$  можна визначити за виразом:

$$n_{zm} = \frac{T_{zm} \cdot n_{zp}}{T_o \cdot n_p}, \text{ ГОЛ,} \quad (4.4.20)$$

де  $T_{zm}$  – тривалість зміни, год;

$n_{zp}$  – кількість тварин в групі, якій корм доставляється за один рейс;

$n_p$  – число рейсів доставки і роздавання кормів за день одній групі тварин.

Для визначення кількості корму, що доставляється за один рейс, необхідно знайти ємність бункера кормороздавача:

$$V = \frac{G_l}{\rho} \cdot \psi, \text{ м}^3, \quad (4.4.21)$$

де  $\rho$  – об'ємна маса корму (додаток 25), т/м<sup>3</sup>;

$\psi$  – коефіцієнт заповнення бункера (слід приймати 0,75 – 0,8).

#### 4.4.3 Технологічний розрахунок стаціонарних кормороздавачів

Продуктивність стаціонарних кормороздавальних пристроїв, розташованих безпосередньо в годівницях, визначають із умов швидкості транспортування



корму годівницями та кількості корму на одне кормове місце. Швидкість визначають дослідним шляхом і вибирають такою, щоб тварини або птахи не могли приймати корм в період його руху годівницями. Такі умови забезпечують рівну кількість корму усім тваринам або птиці, що знаходяться в ряду. Так, наприклад, встановлено, що оптимальна швидкість транспортування корму годівницями для ВРХ за допомогою стрічкового транспортера становить 0,4 – 0,45м/сек., оптимальна швидкість стрічки кормороздавача для птиці становить 0,5м/сек.

Швидкість транспортування кормів кормороздавальними пристроями, які знаходяться поза годівницями, підбирають із умови, щоб час заповнення усіх годівниць або самогодівниць було мінімально можливим. Так, швидкість транспортування корму кормороздавачем РКС-3000М дорівнює 0,5м/с.

Продуктивність стаціонарних кормороздавальних пристроїв

$$Q = 3,6 \cdot k_1 \cdot V_m \cdot q_m, \text{ т/ГОД}, \quad (4.4.22)$$

де  $V_m$  – швидкість транспортуючого органу в м/сек.;

$k_1$  – коефіцієнт зниження швидкості корму із-за пробуксовування його по годівниці;

$q_m$  – кількість корму, яку необхідно роздати на 1м довжини годівниці:

$$q_m = \frac{n_2 \cdot q}{a}, \text{ кг/м},$$

де  $n_2$  – кількість голів на одне кормове місце;

$q$  – норма видачі корма згідно раціону, кг/гол;

$a$  – довжина кормового місця, м.

При проектуванні стаціонарних кормороздавальних пристроїв необхідно знати кількість кормороздавальних ліній в тваринницькому приміщенні, які можуть забезпечити норму видачі корму худобі та птиці.

Корисна площа  $F_k$  тваринницького або птахівничого приміщення рівна:

$$F_k = L_n \cdot B_n + F_1, \text{ м}^2, \quad (4.4.23)$$

де  $L_n$  – довжина приміщення, м;

$B_n$  – ширина приміщення, м;

$F_1$  – площа проходів і тамбурів, м<sup>2</sup>.

Щільність розташування тварин і птиці на одиницю площі можна визначити за формулою

$$\delta = \frac{n_n}{L_n B_n + F_1}, \text{ гол/м}^2, \quad (4.4.24)$$

де  $n_n$  – кількість голів в приміщенні.

Якщо число ліній роздавання в приміщенні  $n$ , то на кожному метрі довжини двосторонньої годівниці довжина фронту годівниці дорівнює  $2n$ .

Довжина питомого фронту годування

$$l = \frac{2n}{\delta \cdot B_n}, \text{ м/гол}. \quad (4.4.25)$$

Підставляючи у вираз (4.4.24) значення  $\delta$ , отримаємо

$$n = 0,5 \cdot l \cdot B_n \frac{n_n}{L_n B_n + F_1} \quad (4.4.26)$$

При виборі типу кормороздавального пристрою слід враховувати коефіцієнт використання корисної площі приміщень:

$$K = \frac{F_n}{F_0}, \quad (4.4.27)$$

де  $F_n$  – корисна площа приміщення, м<sup>2</sup>;

$F_0$  – загальна площа приміщення, м<sup>2</sup>.

Необхідно відмітити, що, частіше за все, кількість кормороздавальних ліній в тваринницькому приміщенні відповідає необхідній кількості кормороздавальних пристроїв.

#### 4.4.4 Розрахунок ПТЛ роздавання кормів з координатною системою

Потоково-технологічні лінії роздавання кормів на основі координатної системи поділяються на рельсові і безрейкові.

При виборі координатної системи з траверсною транспортною системою (рельсові) необхідно враховувати, що вона може одночасно обслуговувати більше одного роздавача, забезпечує резервування, переміщується перпендикулярно лініям роздачі.

Завантажувальний транспортер вибирають за подачею, яку визначають як

$$W_{з.мп} = \frac{L \cdot q_{max} \cdot v_{мп} \cdot k_3}{n_{кр} \cdot \rho_c \cdot (l_3 + l_i + t_c \cdot v_{трв})}, \text{ кг/с}, \quad (4.4.28)$$

де  $L$  – довжина кормової лінії, м;

$l_3$  – відстань від місця завантаження кормом до ближньої кормової лінії, м;

$l_i$  – відстань між лініями, м;

$t_c$  – тривалість стикування або розстикування траверсного візка, с;

$n_{кр}$  – кількість кормороздавачів,

$q_{max}$  – максимальна норма видачі корму, кг;

$v_{мп}$  – швидкість руху транспортера, м/с;

$v_{трв}$  – швидкість руху траверсного візка, м/с.

Коли при  $n_{кр}$  роздавачах, траверсний візок буде запізнюватись, тривалість запізнення не повинна перевищувати тривалості роботи роздавача на одній лінії  $t_{роз} \rightarrow t_{трв}$ .

Для визначення оптимального числа кормороздавачів користуються залежністю:

$$K' = 1 - \frac{\{L1 + L2\} \cdot v_{xx} \cdot v_p}{[L \cdot v_{трв} \cdot (v_{xx} + v_p)]} \rightarrow 0, \quad (4.4.29)$$

де  $L1 = 2 \cdot (n_{кр} - 1) \cdot l_3 + [n_l \cdot (n_{кр} - 1) - 6 \cdot n_{кр} + 14] \cdot l_i$ ;

$L2 = [(n_{кр} - 1) \cdot t_3 + 2 \cdot n_{кр} \cdot t_c] \cdot v_{трв}$ .

При  $K' > 0$  – простоюватиме траверсний візок, при  $K' < 0$  – простоюватиме кормороздавач.

Якщо швидкість траверсного візка регулюється, тоді після визначення оптимальної кількості кормороздавачів, уточнюють швидкість візка з рівняння:

$$v_{\text{мрв}} = \left\{ 2 \cdot (n_{\text{кр}} - 1) \cdot l_3 + [n_l \cdot (n_{\text{кр}} - 1) - 6 \cdot n_{\text{кр}} + 14] \right\} \cdot v_{\text{xx}} \cdot v_p \times \\ \times \left\{ (1 - K') \cdot L \cdot (v_{\text{xx}} + v_p) - [(n_{\text{кр}} - 1) \cdot t_3 + 2 \cdot n_{\text{кр}} \cdot t_c] \cdot v_{\text{xx}} \cdot v_p \right\}^{-1} \quad (4.4.30)$$

За основу розрахунку необхідно брати тривалість роздачі корму, яка повинна відповідати зоотехнічним вимогам щодо тривалості.

Тривалість разової роздачі розраховують за формулою:

$$t_{\text{роз}} = t_3 + t_{\text{нр}} + t_p + t_{\text{рз}}, \text{ с}, \quad (4.4.31)$$

де  $t_3$  – тривалість завантаження кормороздавача, с;

$t_{\text{нр}}$  – тривалість проїзду роздавача між лініями годівлі і завантаження, с:

$$t_{\text{нр}} = \frac{2 \cdot l_3 \cdot (n_l) + 2 \cdot \sum_{i=2}^{n_l} l_i}{v_p}, \text{ с}; \quad (4.4.32)$$

$t_{\text{рз}}$  – тривалість розвороту роздавача для роздачі корму і завантаження бункера, с:

$$t_{\text{рз}} = t_c \cdot n_l, \text{ с}; \quad (4.4.33)$$

$t_p$  – тривалість роботи роздавача на лініях, с:

$$t_p = n_l \cdot \left\{ [(v_{\text{xx}} + v_p) / v_{\text{xx}} \cdot v_p] + t_m \right\}, \text{ с}. \quad (4.4.34)$$

#### 4.4.5 Розрахунок процесу роздавання кормів з пневмоскребковими кормороздавачами

При розрахунку ПТЛ з пневмоскребковими кормороздавачами необхідно визначити її подачу за формулою:

$$W_{\text{ПТЛ}} = M_{\text{мв}} \cdot q_1 / t_p, \text{ кг/с}, \quad (4.4.35)$$

де  $t_p$  – тривалість разової роздачі корму, с.

Для подальшого розрахунку викреслюють схему лінії у масштабі і визначають довжини і висоти усіх ділянок. Тоді починають поетапний розрахунок основних складових ПТЛ.

Розраховуємо продуктивність повітряної лінії за формулою:

$$W_n = K_3 \cdot W_{\text{ПТЛ}} / (\rho_n \cdot \mu), \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4.4.36)$$

де  $K_3$  – коефіцієнт запасу продуктивності машини по повітрі;

$\rho_n$  – густина повітря, кг/м<sup>3</sup>;

$\mu$  – масова концентрація суміші, кг/кг.

Розраховуємо швидкість руху повітря в повітропроводі за формулою:

$$v_n = \beta \cdot v_{\text{ном}}, \text{ м/с}, \quad (4.4.37)$$

де  $\beta$  – дослідний коефіцієнт, що залежить від складності пневмосистеми, виду матеріалу, коефіцієнта масової концентрації суміші;

$v_{num}$  – швидкість повітря, при якій матеріал (його частинки) зависає в повітрі, м/с.

Швидкість руху вантажу у трубопроводі розраховується з рівняння:

$$v_g = K_k \cdot v_n, \text{ м/с}, \quad (4.4.38)$$

де  $K_k$  – коефіцієнт ковзання матеріалу в трубопроводі.

Площу поперечного перерізу трубопроводу розраховуємо за формулою:

$$F = F_g + F_n = \frac{W_{птл}}{\rho_c \cdot K_k \cdot v_g} + \frac{W_{птл}}{\rho_n \cdot \mu \cdot v_n}, \text{ м}^2. \quad (4.4.39)$$

Діаметр трубопроводу знаходять з рівняння:

$$d = 1,13 \cdot \sqrt{\frac{W_{птл} \cdot (\rho_c \cdot K_k + \rho_n \cdot \mu)}{\mu \cdot \rho_n \cdot \rho_c \cdot v_n \cdot K_k}}, \text{ м}. \quad (4.4.40)$$

Розраховуємо напір, який повинна створи повітряна машина:

$$H_m = H_g + H_n, \text{ Па}, \quad (4.4.41)$$

$$\text{або } H_m = \rho_n \cdot \mu \cdot K_F \cdot [q \cdot (L_x \cdot f \pm L_y) + v_g^2 \cdot (K_{поч} + \sum K_{мі}) + v_g^2 \cdot K_v \cdot K_\mu],$$

де  $K_F$  – коефіцієнт, який виражає відношення сумарної площі поперечного перерізу трубопроводу до площі перерізу, зайнятої кормом;

$$K_F = \left[ 1 - \frac{4 \cdot W_{птл}}{\mu \cdot \rho_n \cdot v_n \cdot \pi \cdot d^2} \right]^{-1}; \quad (4.4.42)$$

$L_x, L_y$  – відповідно довжини проекції трубопроводів на осях X і Y, м;

$f$  – коефіцієнт тертя корму;

$K_{поч}, K_{мі}, K_v, K_\mu$  – дослідні коефіцієнти (для прикладу

$$K_{поч} = 1 - v_{поч}/v_g, \quad K_{мі} = 1 - v_{мі}/v_g);$$

$v_{поч}$  – швидкість вантажу на початку транспортування, м/с;

$v_{мі}$  – швидкість вантажу на заданій ділянці, м/с.

Напір для переміщення повітря орієнтовно можна визначити за формулою:

$$H_n = H_g / (\mu \cdot K_k), \text{ Па}. \quad (4.4.43)$$

Визначаємо необхідну потужність приводу повітряної машини за формулою:

$$N_m = v_n \cdot H_m, \text{ Вт}. \quad (4.4.44)$$

Тоді потужність двигуна буде становити

$$N_{де} = K_{з.н} \cdot H_m / \eta_{пр}, \text{ Вт} \quad (4.4.45)$$

де  $K_{з.н}$  – коефіцієнт запасу потужності двигуна;

$\eta_{пр}$  – коефіцієнт корисної дії приводу.

Для скребкового механізму необхідно визначити довжину скребка (робочу ширину жолоба годівниці) за формулою:

$$B = \frac{W_{\text{ПТЛ}}}{h \cdot \varphi_3 \cdot v_{\text{mp}} \cdot \rho_c}, \text{ м} \quad (4.4.46)$$

де  $h$  – висота скребка, м;

$v_{\text{mp}}$  – швидкість транспортера, м/с;

$\varphi_3$  – коефіцієнт заповнення об'єму, для відношення  $B/h=2\dots4$ , значення  $\varphi_3$  вибирають з таблиці 4.4, де  $S$  – крок скребка.

Таблиця 4.4. – Дані для визначення коефіцієнта заповнення

$S/h$	3	4	5
$\varphi_3$	0,7	0,6	0,5

Потужність електродвигуна розраховують за формулою:

$$N_{\text{дв}} = g \cdot v_{\text{mp}} \cdot (q_n \cdot L \cdot f + q_{\text{лан}} \cdot L \cdot K_{\text{лан}}), \text{ Вт} \quad (4.4.47)$$

де  $q_n$  – кількість корму на один погонний метр транспортера, кг/м;

$L$  – довжина транспортера скребків, м;

$f$  – коефіцієнт тертя корму об матеріал жолоба годівниці;

$q_{\text{лан}}$  – вага одного метра погонного ланцюга скребків, кг/м;

$K_{\text{лан}}$  – коефіцієнт опору руху ланцюга скребків,  $K_{\text{лан}}=0,4\dots0,5$ .

## 4.5 Технологічний розрахунок лінії водозабезпечення

### 4.5.1 Загальні відомості, вимоги до виконання технологічного процесу

Продуктивність і стан здоров'я тварин та птиці залежать не тільки від рівня годівлі, а також від своєчасного забезпечення їх доброякісною водою. Тому при вирішенні проблеми водозабезпечення ферми обов'язково враховують вимоги до питної води.

Природна вода ніколи не буває чистою. Дощова вода вважається найбільш чистою, але і в ній містяться різні домішки, що потрапляють з повітря, наприклад, розчинені гази або пил.

Велику роль у формуванні хімічного складу води грають ґрунти, з якими вона вступає в зіткнення. Профільтрувавшись через ґрунт, вода розчиняє мінерали, які зустрічаються їй на шляху. Ступінь мінералізації підземних вод залежить від хімічного складу ґрунтів, часу контакту і пройденого водою шляху. Окрім розчинних домішок (солей, газів) і нерозчинних частинок, природна вода містить різноманітні мікроби, у тому числі і хвороботворні. Показники якості природних вод, які використовують для питних, господарських і технічних цілей: прозорість, запах, присмак, кольоровість, загальна жорсткість, мінералізація, вміст шкідливих хімічних, речовин і бактерій тощо. Питна вода повинна бути прозорою, безбарвною, не мати запаху, присмаку і не містити хвороботворних бактерій. Вимоги до якості води визначаються діючими в даний час ГОС-Тама та вимогами ДСТУ.

Щоб перевірити якість води і встановити її придатність до вживання, проводять фізичний, хімічний і бактеріологічний аналізи. При фізичному аналізі визначають її температуру, каламутність, колір, смак і запах. Хімічним аналі-

зом знаходять вміст у воді різних елементів (кальцію, магнію, заліза, марганцю і ін.). Бактеріологічний аналіз дозволяє визначити вміст бактерій. Аналізи проводять в лабораторіях. Висновок про придатність води для господарсько-питних цілей дають органи санітарної інспекції. Якщо вміст шкідливих домішок і бактерій перевищує допустимі норми, воду піддають обробці.

Як правило, тваринницькі ферми і населені пункти забезпечуються водою з одного джерела. Відповідно до цього її якість повинна задовольняти всім вимогам, які пред'являються до води для питних і господарських потреб. Якщо з одного джерела не вдається забезпечити потреби населення і ферми, то влаштовують роздільні системи водопостачання.

Джерелами водопостачання ферм бувають трубчасті колодязі, шахтові колодязі та відкриті водойми.

#### 4.5.2 Обґрунтування вибору технологічної лінії

Вибір технологічної лінії водопостачання залежить від цілого ряду чинників:

- місця розташування тваринницького підприємства;
- віддаленості від відкритих джерел води;
- глибини підземних вод;
- кількості водоспоживачів і їх взаємного розташування;
- наявності засобів механізації для забезпечення подачі води;
- наявності гідроапаратури і гідроарматури для розподілу води між споживачами води;
- інших чинників.

Система водопостачання — це комплекс елементів (інженерних споруд та технічних пристроїв) для забирання, обробки до необхідної якості, доставки і розподілу води між споживачами. Структура та взаємне розміщення окремих елементів системи водопостачання залежать від її призначення, місцевих природних умов і санітарних вимог до води. Схема водопостачання значною мірою визначається вибором джерела води. Існуючі схеми водопостачання показані на рисунку 4.5.1.

Після вибору схеми водопостачання визначаються зі схемою водопровідної мережі.

Водопровідна (розводяща) мережа служить для подачі води від водовода або водонапірної башти до місць її споживання. Водопровідні мережі (рисунок 4.5.2) бувають розгалуженими (тупиковими) і кільцевими.

**Розгалужена мережа** (рисунок 4.5.2, *а*) забезпечує надходження води до споживачів тільки з одного боку. Розгалужені мережі доцільні при невеликих витратах води і розосереджених пунктах водоспоживання. До недоліків тупикових мереж слід віднести їх малу надійність: при пошкодженні на якій-небудь ділянці ланцюга частина споживачів позбавляється води. Наприклад, при пошкодженні на ділянці 2 - 3 (рисунок 4.5.2, *а*) позбавляються води споживачі з витратами  $q_3$  і  $q_6$ .

**Кільцева мережа** (рисунок 4.5.2, *б*) забезпечує підведення води до будь-якої точки водоспоживання мінімально з двох боків, тому, у разі пошкодження якої-небудь ділянки водопровідної мережі, його можна відключити без

припинення подачі води решті споживачам. Кільцеві мережі мають і ряд інших переваг. У них забезпечується більш рівномірний тиск по всій довжині, зменшується небезпека гідравлічних ударів і замерзання води в трубах, створюється можливість прокладки мережі з труб меншого діаметру тощо. При проектуванні водопроводу віддають перевагу кільцевій мережі.

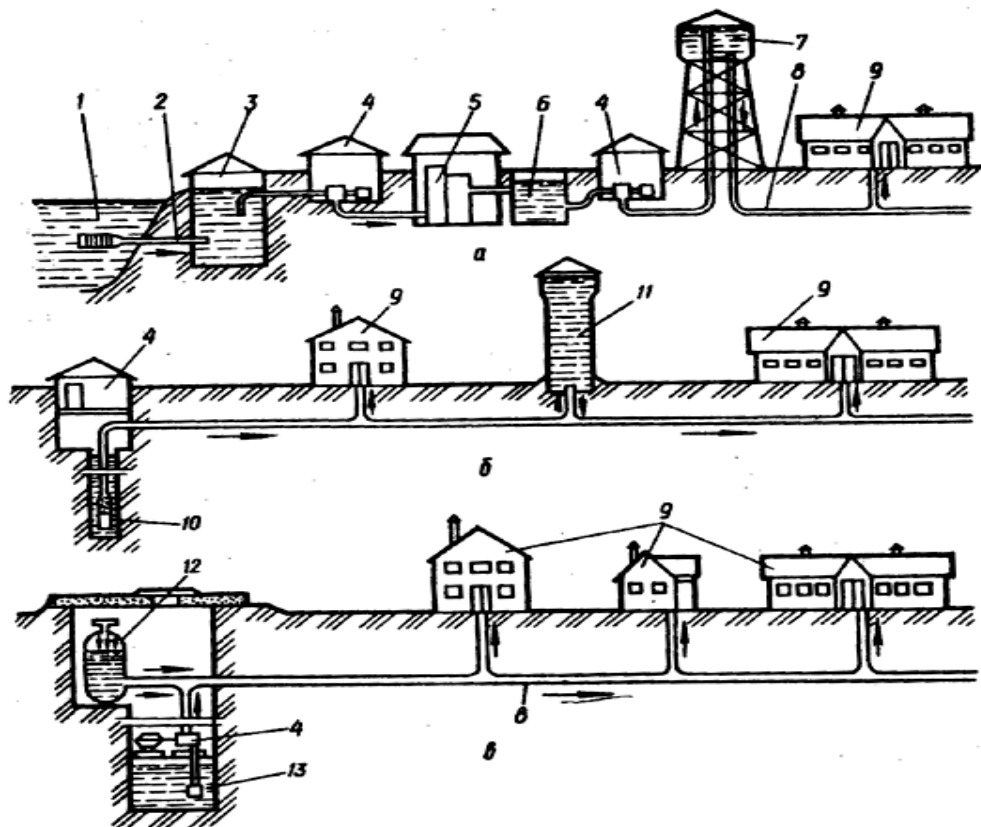


Рисунок 4.5.1 – Схеми водопостачання при забиранні води: *a* – з відкритого водоймища; *б* і *в* – відповідно із трубчастого та шахтного колодязів; 1 – водоймище; 2 – водоприймальний пристрій; 3 – береговий колодязь; 4 – насосна станція; 5 – водоочисна споруда; 6 – резервуар очищеної води; 7 – водонапірний бак; 8 – водопровідна мережа; 9 – об'єкти споживання води; 10 – буровий колодязь; 11 – водонапірна башта; 12 – повітряно-водяний бак; 13 – шахтовий колодязь.



Рисунок 4.5.2 – Схема водопровідних мереж: *a* – тупикова; *б* – кільцева.

На практиці застосовують і комбіновані мережі, що є поєднанням кільцевої і розгалуженої мережі, коли до основної кільцевої мережі приєднують декілька відгалужень, що подають воду до окремих водоспоживачів.

Для водопровідних мереж застосовують чавунні, сталеві, азбестоцементні, пластмасові та інші труби.

### 4.5.3 Розрахунок технологічної лінії

#### Розрахунок водоспоживання

При розрахунку технологічної лінії водозабезпечення необхідно визначити витрати води, об'єм водонапірної башти, діаметр труб водопровідної мережі, повний гідравлічний напір у системі водопостачання тощо.

Вода на тваринницьких фермах витрачається на напування тварин і виробничо-технічні потреби. Для розрахунку витрати води враховують види, число тварин і індивідуальні норми водоспоживання. Крім того, знаходять кількість води, яка потрібна для виробничо-технічних потреб і пожежної безпеки тваринницької ферми.

*Нормою водоспоживання* називається кількість води, що витрачається одним споживачем в одиницю часу (добу). Норми водоспоживання враховують витрати води на напування тварин, приготування кормів, на виробничі та побутові потреби. Норми витрат води для напування тварин приведені в додатку 26, на виробничі та побутові потреби – в додатку 27.

Витрата води на фермах дуже нерівномірна як протягом року, так і протягом доби, тому в довідниках зазвичай приводяться середньодобові за рік норми водоспоживання.

На основі середньодобових норм споживання і кількості споживачів на фермі визначають добову потребу води:

$$Q_{доб} = \sum_{i=1}^n g_i \cdot m_i, \text{ л/доб.}, \quad (4.5.1)$$

де  $g_i$  – середньодобова норма витрат води одним споживачем  $i$ -ї групи (додатки 26, 27), л.;

$m_i$  – кількість споживачів  $i$ -ї групи;

Споживання води на фермі розподіляється дуже нерівномірно як протягом року, так і протягом доби. З урахуванням цього максимальна добова потреба води  $Q_{доб.max}$  і годинна  $Q_{год}$  для ферми становлять:

$$Q_{доб.max} = \alpha_0 \cdot Q_{доб}, \text{ л/доб.}, \quad (4.5.2)$$

$$Q_{год} = \frac{G_{доб.max} \cdot \alpha_2}{24}, \text{ л/ГОД.}, \quad (4.5.3)$$

де  $\alpha_0, \alpha_2$  – коефіцієнти нерівномірності добового та годинного споживання води, відповідно  $\alpha_0 = 1,3$ ;  $\alpha_2 = 2 - 2,5$ .

#### Розрахунок водопровідної мережі

Для зручності виконання розрахунків водопровідну мережу на плані ділять на окремі ділянки відповідно до пунктів споживання води (рисунок 4.5.3). Початкові і кінцеві точки (вузли) ділянок позначають номерами, встановлюють їх довжину.

Розрахунок водопровідної мережі починають з найвіддаленіших від насоса та водонапірної споруди ділянок і вузлів. За необхідною подачею води за секунду:



$$Q_{ci} = \frac{\alpha_o \cdot \alpha_z \cdot \sum g_i \cdot m_i}{24 \cdot 3600}, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (4.5.4)$$

Визначають діаметр труб на відповідній ділянці:

$$d_{mp} = 2 \sqrt{\frac{Q_{ci}}{\pi \cdot V}}, \text{ м.}, \quad (4.5.5)$$

де  $Q_{ci}$  – розрахункова подача води за секунду на даній ділянці,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$V$  – швидкість води в мережі (для зовнішньої мережі з діаметром труб до 300мм приймають  $V = 0,4 - 1,25 \text{ м/с}$ , для внутрішніх трубопроводів  $V = 1 - 1,75 \text{ м/с}$ ).

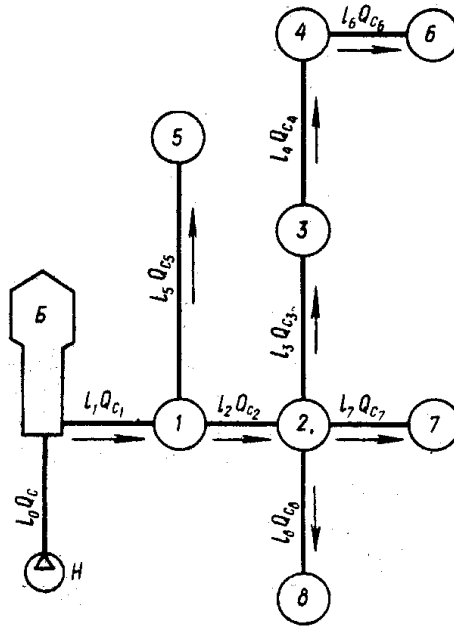


Рисунок 4.5.3 – Розрахункова схема тупикової системи водопостачання (Б – водонапірна споруда; Н – насосна станція).

За отриманими розрахунками підбирають найближчий більший діаметр труб із стандартних розмірів.

Орієнтовні діаметри водопровідних мереж також можна приймати за розрахунковою подачею води за секунду (додаток 28).

Слід зауважити, що з наближенням до водонапірної споруди та насоса зростає транзитна подача води на ділянці до наступних об'єктів водоспоживання. Це спричинює відповідне збільшення діаметра трубопроводу.

### Розрахунок водонапірної споруди

Споживання води на фермі протягом доби відбувається нерівномірно: то помітно зростає, то значно зменшується. Для узгодження роботи насосних станцій з нерівномірним режимом витрат води в системі водопостачання передбачені спеціальні водонапірні споруди. Вони створюють необхідний запас води і цим підтримують сталий режим роботи водорозбірних пристроїв у період зупинки насоса, при усуненні аварій, гасінні пожежі тощо. Найсучаснішими водонапірними спорудами для тваринницьких підприємств є суцільнометалеві збірно-блокові башти. Вони відзначаються простотою конструкції та експлуатації,

надійні в роботі. Для водопостачання тваринницьких ферм найбільш широко застосовують безшатрові водонапірні башти конструкції А. А. Рожновського об'ємом 15, 25, 50 і 75м<sup>3</sup>

Загальну місткість резервуара водонапірної башти  $V$  розраховують за формулою:

$$V = V_{рез} + V_{пож} + V_{ав}, \text{ м}^3, \quad (4.5.6)$$

де  $V_{рез}$  – робочий або регулюючий об'єм резервуара, м<sup>3</sup>;

$V_{пож}$  – протипожежний об'єм запас води, м<sup>3</sup>;

$V_{ав}$  – аварійний запас резервуара; м<sup>3</sup>.

Регулювальна місткість бака залежить від величини максимальної добової потреби води, характеру її витрачання в різні години доби та режиму роботи насосної станції. Визначити її можна наближено розрахунковим шляхом залежно від середньодобової потреби води:

$$V_{рез} = (0,15 - 0,3) \cdot Q_{доб}, \text{ м}^3. \quad (4.5.7)$$

Щоб забезпечити запас води, який виключив би можливість повного спорожнення резервуара бака у пікові години, вибрану регулювальну місткість необхідно збільшити на 2-3%.

Аварійний запас води  $V_{ав}$  приймають з розрахунку вимушеної зупинки насосної станції для усунення можливих неполадок протягом 2-4 годин:

$$V_{ав} = (2 - 4) \cdot Q_{зод.макс}, \text{ м}^3. \quad (4.5.8)$$

У водонапірній башті рекомендується мати протипожежний запас води  $V_{пож}$  (з розрахунку на 10 - 15хв гасіння пожежі при витраті води 10 - 12л/с) до 9м<sup>3</sup>.

$$V_{пож} = 60 \cdot t_n \cdot Q_n, \text{ м}^3, \quad (4.5.9)$$

де  $t$  – час гасіння пожежі, хв.;

$Q_n$  – витраті води при гасінні пожежі, л/с.

Висота водонапірної башти повинна бути такою, щоб забезпечити подачу води до найвіддаленішого від неї і найвище розміщеного пункту споживання води, який називають диктуючою точкою. До того ж, у цій точці потрібно підтримувати достатній вільний напір  $H_в$ . Відповідно до діючих норм і правил (СНиП) мінімальний вільний напір при одноповерховій забудові приміщень приймають рівним 10м, двоповерховій - 12, при багатоповерховій на кожний поверх додають по 4м. Тоді необхідна висота водонапірної башти  $H_б$  становитиме:

$$H_б = H_в + h + (h_д - h_в), \text{ м}, \quad (4.5.10)$$

де  $H_в$  – вільний напір найвіддаленішого і найвище розташованого споживача, м;

$h$  – загальні втрати тиску в трубопроводі на ділянці від башти до диктуючої точки, м;

$(h_д - h_в)$  – різниця геодезичних позначок землі у місці розміщення диктуючої точки та башти, м.

Втрати напору  $h$  – це сума втрат на подолання тертя вздовж трубопроводу  $h_m$  та місцевих опорів  $h_m$ :

$$h = h_m + h_m, \text{ м.} \quad (4.5.11)$$

Втрати напору на подолання тертя в трубопроводі круглого перерізу залежать від діаметра і довжини  $L$ , а також від швидкості  $V$  води в ньому:

$$h = \lambda \frac{V^2 \cdot L}{2g \cdot d_{mp}}, \text{ м.,} \quad (4.5.12)$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт гідравлічного опору. Для чавунних та сталевих труб  $\lambda = 0,02$ , для азбестоцементних –  $\lambda = 0,025$ ;

$V$  – рекомендована швидкість води в трубопроводі в залежності від діаметру труби (додаток 29);

$g$  – прискорення вільного падіння,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$L$  – сумарна довжина трубопроводів, м.:

$$L = \sum l_i, \text{ м,} \quad (4.5.13)$$

$l_i$  – довжина відповідних ділянок трубопроводів (рисунок 4.5.3).

Втрати напору в місцевих опорах для трубопроводів значної протяжності можна не розраховувати. Достатньо збільшити втрати напору на подолання тертя в трубопроводі на 3-5% для зовнішніх та на 5-10% для внутрішніх водопровідних мереж.

При розрахунку коротких трубопроводів (наприклад, всмоктувальна лінія насоса) необхідно визначити втрати в місцевих опорах відповідно до конкретної монтажної схеми водопровідної мережі. При цьому

$$h_m = \frac{V^2}{2g} \sum \varepsilon_i \cdot n_i, \text{ м,} \quad (4.5.14)$$

де  $\varepsilon_i$  – коефіцієнт місцевого опору, який залежить від виду опору (додаток 30);

$n_i$  – кількість місцевих опорів.

За розрахунками загального об'єму резервуара водонапірної споруди та по розрахунковій необхідній висоті водонапірної башти вибирають необхідну марку башти до найближчого за стандартом (додаток 32).

### **Вибір водопідіймального обладнання**

При виборі водопідіймального обладнання (насоса) враховують фактори, що характеризують особливості експлуатації систем водопостачання сільськогосподарського призначення: вид, глибину залягання і дебіт джерела води, тип та розміри водозабірних пристроїв, можливості енергозабезпечення та автоматизації, якість води і характер водоспоживання. Основне завдання вибору насоса – це забезпечення у системі водопостачання необхідних подачі води та тиску. При значних об'ємах подачі води досить важливим є коефіцієнт корисної дії (ККД) насоса, оскільки від цього залежать експлуатаційні витрати. Для установок низької продуктивності з невеликими витратами енергії ККД менш суттєвий.

Для подачі води з поверхневих джерел проміжних резервуарів, а також шахтних колодязів чи бурових свердловин при динамічному рівні води в них не глибше 6м від поверхні землі застосовують відцентрові насоси звичайного виконання (з горизонтальним положенням вала). У тих випадках, коли вода в джерелі не містить абразивних домішок, витрати її відносно невеликі, а за умови експлуатації воду потрібно подавати на значну висоту, використовуючи вихрові насоси.

Для подачі води з глибини 10м і більше застосовують водопідіймальні установки, які опускають у колодязь або свердловину: заглибні відцентрові, водоструминні, гвинтові, повітряні ерліфти. Три останні варіанти використовують для подачі води, в складі якої є значна кількість (понад 0,01 % за масою) абразивних домішок.

Необхідну продуктивність водопідіймального обладнання визначають за максимальними витратами води на фермі:

$$Q_n = \frac{Q_{\text{доб. max}}}{T_n}, \text{ м}^3/\text{ГОД.}, \quad (4.5.15)$$

де  $T_n$  – тривалість роботи насоса протягом доби. Рекомендується приймати не більше 14 - 16 год.

Повний напір  $H$  у системі складається з геометричної висоти підйому води та сумарних втрат напору на подолання опору у всмоктувальному і нагнітальному трубопроводах (рисунок 4.5.4):

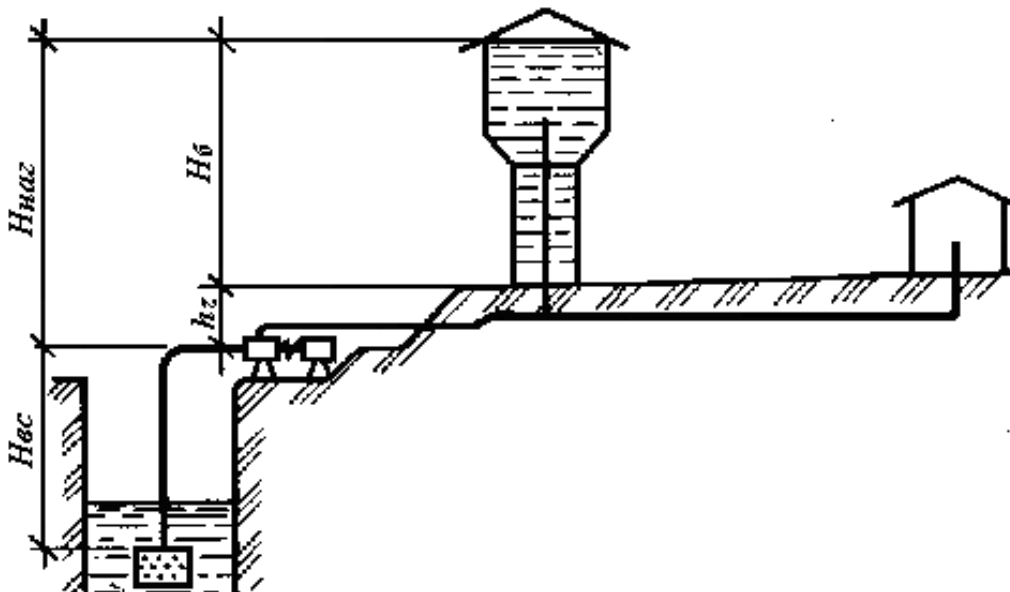


Рисунок 4.5.4 – Схема для визначення розрахункового напору насоса

$$H = H_g + h, \text{ м}, \quad (4.5.16)$$

де  $H_g$  – відстань по вертикалі від місця забирання (нижній рівень води в джерелі) до верхнього рівня води у башті, м. вод. ст. (геометричний напір);

$h$  – сумарні втрати напору в трубопроводах, м.

$h$  визначається за формулами (4.5.12 – 4.5.14)

Геометрична висота подачі при незмінних рівнях засмоктування та нагнітання води залишається постійною і не залежить від продуктивності насоса. Відповідно до рисунка 4.5.4 вона становить:

$$H_z = H_{вс} + H_{наг}, \text{ м.}, \quad (4.5.17)$$

де  $H_{вс}$  – висота всмоктування, м.;

$H_{наг}$  – висота нагнітання, м.

Висота всмоктування – це відстань від динамічного рівня води в джерелі до осі водяного насоса (рисунок 4.5.4).

Висота нагнітання визначається за формулою:

$$H_{наг} = h_z + H_{\sigma}, \text{ м.}, \quad (4.5.18)$$

де  $h_z$  – геодезична різниця висот місць установки башти і насоса, м.

Відповідно до визначеної продуктивності, розрахункового напору та характеристики джерела за технічними даними (додаток 31) вибирають необхідний насос.

У разі необхідності збільшення подачі води або при значних змінах її залежно від графіка водоспоживання можна встановлювати кілька насосів, які працюють паралельно на одну мережу. При цьому враховують, що кількість насосів не призводить до пропорційного підвищення продуктивності. Це пояснюється тим, що із збільшенням подачі води втрати напору на подолання опору в трубопроводі (дивись рівняння 4.5.9) також зростають і тому продуктивність сумісно працюючого насоса дещо знижується порівняно з його автономною роботою із тією ж водопровідною мережею.

Якщо можливості насоса щодо створюваного ним напору недостатні для конкретних умов експлуатації, у водопровідну мережу послідовно включають кілька насосів. Для цього нагнітальний патрубок одного насоса з'єднують із всмоктувальним патрубком наступного. У цьому разі загальний напір складається із суми напорів кожного з послідовно працюючих насосів.

Розрахункова потужність  $N_{np}$ , приводу водяного насоса, визначається за формулою:

$$N_{np} = \frac{Q_n \cdot H}{\eta_n \cdot \eta_m}, \text{ кВт}, \quad (4.5.19)$$

де  $H$  – повний напір, який потрібно створити у водопровідній системі, кПа;

$\eta_n$  – коефіцієнт корисної дії насоса;

$\eta_m$  – коефіцієнт корисної дії трансмісії.

Потужність електродвигуна  $N_{дв}$ , приймають з урахуванням коефіцієнта запасу:

$$N_{дв} = k_z \cdot N_{np}, \text{ кВт}. \quad (4.5.20)$$

Коефіцієнт запасу беруть залежно від потужності двигуна:

до 0,7 кВт –  $k_z = 2$ ;

0,7 - 1,5 кВт –  $k_z = 1,5$ ;

1,5 - 3,5 кВт –  $k_z = 1,2$ ;

3,5 - 35 кВт –  $k_z = 1,15$ ;

понад 35 кВт –  $k_z = 1,1$ .

## **4.6 Технологічний розрахунок лінії доїння сільськогосподарських тварин**

### **4.6.1 Зоотехнічні вимоги до процесу доїння**

Машинне доїння істотно полегшує і підвищує продуктивність праці тваринників, створює передумови для одержання високосортного молока, особливо при доїнні в молокопровід. Залежно від системи утримання тварин і технології їх доїння у 4-5 разів (доїння у стійлах) та навіть у 10-20 і більше (доїння на автоматизованих конвеєрних установках) можна знизити затрати праці порівняно з ручним варіантом.

Одержане молоко менше контактує з навколишнім середовищем, послідовно проходить первинну обробку (очищення, охолодження), завдяки чому менше забруднюється (бактеріологічне та механічними домішками), довше зберігає свою якість.

Ефективне і без шкідливих наслідків доїння можливе тільки при дотриманні технології, що виходить із фізіологічних особливостей молоковіддачі тварин. Ця технологія може включати ручні, машинно-ручні і машинні операції, співвідношення яких залежить від вибору технічного обладнання та організації процесу доїння.

Відповідно до зоотехнічних вимог технологічного процесу необхідно:

- доїння провадити в одні й ті ж години, дотримуючись встановленої черговості обслуговування окремих груп тварин та режимів роботи доїльної апаратури (рівень вакууму, частота пульсацій, тип доїльного апарата). Такий підхід виробляє умовний рефлекс і сприяє молоковіддачі;

- при доїнні у стійлах корів слід підняти за годину до цього, прибрати гній, замінити підстилку і провітрити приміщення, тобто створити передумови одержання високоякісного молока без стороннього запаху; у разі доїння в спеціальних залах тварин направити на перед доїльні майданчики із таким розрахунком, щоб час перебування на них не перевищував 20 хв.;

- перед доїнням перевірити справність доїльних апаратів, рівень вакууму, частоту пульсацій, підігріти доїльні стакани у воді при температурі 48 °С;

- щоб викликати повноцінний рефлекс молоковіддачі, слід підготувати вим'я протягом 40-60 с, тобто обмити його теплою (40-48°С) водою, зняти вологу чистим рушником чи салфеткою, зробити попередній масаж, здоїти в спеціальну кружку по 2-3 цівки молока з кожної дійки для зменшення його бактеріологічного забруднення та контролю стану вим'я;

- доїльні стакани встановлювати на дійки лише після припускання молока, не допускаючи при цьому підсмоктування повітря у піддійкові камери (шляхом перегинання молочних трубок до одягання стаканів на дійки);

- здійснювати контроль за процесами машинного доїння та молоковіддачі, своєчасно визначати закінчення останньої (момент, з якого потік молока становитиме менше 200-225 г/хв.) і не допускати холостої роботи доїльного апарата, коли молоко з дійок не надходить у стакани (явище "сухого" доїння), що є основною причиною захворювання тварин на мастит;

- тривалість машинного додоювання (з моменту, коли інтенсивність молоковіддачі знижується до 400 г/хв..) не повинна перевищувати 30 с і виконується одночасно із заключним масажем вим'я;

- закінчувати доїння після повної молоковіддачі, знімаючи доїльні стакани при виділенні молока з дійок дрібними краплями, після цього відкрити на кілька секунд клапан колектора, щоб забезпечити відсмоктування залишків молока з доїльного апарата.

Порушення наведених правил супроводжується недобором молока, захворюванням корів на мастит. За технологією машинного доїння всі операції потрібно виконувати і виконувати якісно, оскільки будь-які порушення спричиняють технологічні збитки.

Крім забезпечення зоотехнічних вимог щодо процесу доїння, установки повинні:

- сприяти стимуляції молоковіддачі і повному видаленню молока з вимені без ручного додоювання; .

- мати засоби автоматичного дотримання заданого рівня вакуумметричного тиску в робочій системі, а також можливість регулювання частоти пульсацій доїльних" апаратів;

- не спричиняти під час доїння небезпечних дій стосовно тварин і обслуговуючого персоналу;

- не створювати під час роботи надмірного шуму;

- відзначатися простотою в обслуговуванні, високою експлуатаційною надійністю та довговічністю.

#### **4.6.2 Вибір варіантів технології та засобів машинного доїння**

Залежно від способу утримання корів, їх продуктивності, розмірів ферми та екологічних особливостей господарства для кожної ферми вибирають відповідно технологію та організаційну схему машинного доїння, а на їх основі — доїльне обладнання певного типу (додатки 33, 34).

Якщо спосіб утримання прив'язний, стійлово-пасовищний або стійлово-табірний, віддають перевагу доїнню корів у стійлах, при якому молоко збирається у переносні відра або молокопровід й за допомогою останнього транспортується на первинну обробку і тимчасове зберігання. При цьому способі технологічної операції доїння відсутні операції по переміщенню корів до місць доїння, більше уваги можна приділити індивідуальному догляду за тваринами.

При доїнні молока в переносні відра потрібно мати найпростіший набір технічних засобів, але у цього варіанта найбільші затрати праці через ручні операції при переміщенні доїльних апаратів уздовж фронту доїння і транспортуванні молока до молочної. Технологія доїння у відра може бути рекомендована для нетипових приміщень (наприклад пологове відділення молочної ферми), невеликих ферм із низьким рівнем механізації, а також у випадку надлишку трудових ресурсів.

Доїння в стійлах у молокопровід забезпечує поліпшення якості молока і підвищення продуктивності праці за рахунок відсутності ручних операцій при транспортуванні молока. Проте значна довжина молокопроводів потребує до-

даткових матеріальних витрат і ускладнення технічного обслуговування. Такий варіант застосовують на механізованих фермах, забудованих типовими приміщеннями з молочними відділеннями й обладнаних опаленням, вентиляцією та каналізацією.

Доїння на доїльних майданчиках і в залах найчастіше застосовують при безприв'язному способі утримання. Ця технологія придатна також у разі використання автоматичних прив'язей-відв'язей. Особливістю даної технології доїння є обмежене переміщення оператора машинного доїння-і рух тварин на доїння безперервним потоком або групами у рухомі чи стаціонарні групові або індивідуальні доїльні станки.

Доїння на доїльних майданчиках і в залах можна рекомендувати для великих молочнотоварних комплексів із потоковою технологією виробництва молока.

За такої технології відсутні операції по перенесенню доїльних апаратів і транспортуванню молока. Рациональна організація праці і вузька спеціалізація, а при застосуванні маніпуляторів доїння — автоматизація процесу дозволяють досягти найвищої продуктивності праці оператора. У свою чергу, зростають витрати на формування однорідних технологічних груп корів і ускладнюється індивідуальний контроль за тваринами.

Використання доїльних установок із стаціонарними індивідуальними, поспідовно розміщеними станками типу "Тандем" (рисунок 4.6.1) з боковим входом забезпечує організацію індивідуального доїння корів, що знижує вимоги до формування однорідних груп тварин.



Рисунок 4.6.1 – Доїльна установка типу "Тандем"



Доїльні установки із станками типу "Ялинка", "Паралель" (рисунок 4.6.2 а, б) відрізняються від попередніх тим, що мають групові станки, розміщені по обидва боки траншеї. Станки обладнані вхідними і вихідними дверима, через які впускають, і випускають тварин групами. Ця особливість висуває додаткові вимоги щодо формування однотипних груп тварин, але сприяє підвищенню продуктивності праці операторів доїння.



Рисунок 4.6.2 – Доїльні установки типу: а – "Ялинка", б – "Паралель"

Доїльні установки конвейерного типу (рисунок 4.6.3) мають рухомих платформу, на якій розміщені доїльні станки. На вході до конвейера є обладнання для санітарної обробки вим'я.



Рисунок 4.6.3 – Доїльна установка типу "Карусель"

При стійлово-пасовищному способі утримання корів у більшості випадків недоцільно переганяти тварин на доїння у стаціонарні доїльні зали чи приміщення, оскільки це значно впливає на продуктивність. У таких випадках тварин доять безпосередньо на пасовищах.

Крім того, режим випасання на багаторічних культурних пасовищах передбачає зміну місцезнаходження літнього табору, який у більшості випадків важко електрифікувати від електромережі. Ці особливості вимагають застосування для доїння корів пересувних установок з автономним енергозабезпеченням.

Під час доїння корів у доїльних залах і на майданчиках тварини знаходяться в доїльних станках (стаціонарних чи пересувних). Станки обладнані доїльними апаратами та іншими засобами для контролю і керування процесом доїння та обслуговування тварин. Така технологія забезпечує скорочення тривалості технологічних операцій завдяки їх механізації та автоматизації і підвищення якості виконання при подальшій спеціалізації праці операторів.

Сучасне доїльне обладнання складається з уніфікованих базових агрегатів (вакуумна установка, доїльна апаратура, очисники та охолодники молока, пристрій для циркуляційного промивання тощо). Рівень уніфікації установок для доїння корів у стійлах у загальний молокопровід з установками доїльних залів досягає 70-80%. Відрізняються вони переважно за кількісним складом базових елементів, організацією процесу доїння, а, отже, й техніко-економічними показниками.

Уніфікація конструкторських рішень доїльного обладнання значно полегшує вирішення питань механізації технологічного процесу і підготовки персоналу, спрощує експлуатацію доїльного обладнання.

Ефективність використання доїльних установок значною мірою зумовлюється кратністю доїння корів та організацією праці доярок. Залежно від технології утримання корів доять двічі або тричі на добу. Досвід свідчить, що при дворазовому доїнні створюються кращі умови організації праці операторів. При цьому затрати праці на цей процес скорочуються майже на 30% порівняно із триразовим доїнням.

На раціональний вибір варіанта доїння значний вплив має продуктивність корів та їх концентрація на фермі. Затрати (матеріальні, трудові, економічні), пов'язані з процесом доїння, формуються з двох складових. У першу чергу, це витрати на саме доїння корів і, крім того, на технічне обслуговування доїльної апаратури та молочного обладнання. Друга частина витрат суттєво зростає в міру технічного ускладнення доїльної установки. Тому технічно складне доїльне обладнання доцільно застосовувати в умовах високопродуктивного стада корів і при достатній їх кількості на кожен доїльну установку. На малопродуктивних фермах слід віддавати перевагу доїнню корів у стійлах у переносні відра. Для ефективного застосування доїльних установок з молокопроводом річна продуктивність корів повинна бути не менше 2800-3000 кг на одну голову, а для варіантів з автоматизованими конвеєрними доїльними лініями – 5000-6000кг.

### 4.6.3 Розрахунок параметрів процесу доїння та кількості доїльного обладнання

Загальну кількість доїльних установок  $n_y$  для ферми *при безприв'язному утриманні* корів визначають залежно від кількості дійних корів  $m_\delta$  на цій фермі та пропускної здатності  $W_y$ , голів/год., вибраної установки (додаток 33) за формулою:

$$n_y = \frac{m_\delta}{W_y \cdot T} + 1, \quad (4.6.1)$$

де  $T$  – тривалість одного циклу доїння всіх корів, год.;

$m_\delta$  – кількість дійних корів;

$1$  – одна доїльна установка (ДУ) пологового відділення (доїння в відра).

При цьому тривалість одного циклу доїння може досягати 4-6 годин, а у випадку дворазового доїння — 8-10 год.

*При прив'язному утриманні* корів, кількість лінійних доїльних установок, які використовуються стаціонарно в однотипних корівниках, розраховують за формулою:

$$n_y = \sum_{i=1}^n \frac{m_i \cdot n_j}{m_k} + 1, \quad (4.6.2)$$

де  $m_i$  – місткість типового корівника, голів;

$n_j$  – кількість однотипних приміщень на фермі;

$m_k$  – кількість корів, що обслуговується однією доїльною установкою.

Фактична пропускна здатність  $W_\phi$  лінійної доїльної установки становить:

$$W_\phi = \frac{60 \cdot n'_{da} \cdot N_{on}}{t}, \text{ гол/год}, \quad (4.6.3)$$

де  $n'_{da}$  – кількість доїльних апаратів (індивідуальних станків), які обслуговує один оператор (визначається із технічної характеристики доїльної установки) (додаток 33);

$N_{on}$  – кількість операторів, що обслуговують доїльну установку, чоловік (визначається із технічної характеристики доїльної установки) (додаток 33);

$t$  – тривалість циклу доїння однієї корови, 5-6 хв.

Для чіткої організації доїння, особливо на конвеєрних доїльних установках, важливим показником процесу є ритм (такт) доїння  $r_\delta$  — проміжок часу між однойменними операціями (наприклад, впускання корови у станок, підключення чи відключення доїльного апарата, випускання корови із станка), які стосуються двох корів, що видоюються одна за одною. Цей показник визначається за відношенням:

$$r_\delta = \frac{T - t}{m_\delta - 1} \quad (4.6.4)$$

Для дотримання встановленого цим рівнянням ритму доїння, забезпечення безперервного руху корів у доїльно-молочний блок перед ним обладнують перед доїльний майданчик із розрахунку  $f_I=1,8-2\text{ м}^2$  площі на одну голову групи

тварин. При змінно-потоківій системі утримання тварин доїльно молочний блок сполучають з приміщенням для годівлі тварин. При цьому шляхи руху не видоєних та видоєних корів не повинні перетинатися.

Необхідна площа  $F_m$  перед доїльного майданчика залежить від кількості корів у групі  $m_m$ , що знаходяться на ньому:

$$F_m = f_1 \cdot m_m, \text{ м}^2. \quad (4.6.5)$$

Максимальна кількість корів у групі зумовлюється допустимим часом перебування  $T_m$  (за зоотехнічними вимогами – до 20 хв.) їх на перед доїльному майданчику і визначається за відношенням:

$$m_m = \frac{T_m}{r_\delta}. \quad (4.6.6)$$

Інтенсивність, або щільність, потокової технологічної лінії доїння дає уяву про кількість корів, що одночасно знаходяться в доїльному блоці, і характеризується відношенням циклу (часу  $t$  доїння однієї корови) до ритму потоку  $r_\delta$ :

$$I_n = \frac{t}{r_\delta}. \quad (4.6.7)$$

Визначення продуктивності ДУ  $Q_{ДУ}$  по максимальній кількості молока, що може бути видоєно:

$$Q_{ДУ} = \frac{m \cdot G \cdot c \cdot k_p}{365 \cdot \rho_l \cdot T_u}, \text{ кг/ГОД}, \quad (4.6.8)$$

де  $m$  – кількість корів, яка обслуговується доїльною установкою, голів;

$G$  – середньорічний надій на корову, кг;

$c$  – коефіцієнт місячної нерівномірності надходження молока. Характеризується відношенням максимального місячного надою до середньомісячного показника і становить  $c = 1,1-1,5$ ;

$k_p$  – коефіцієнт нерівномірності разового надою. При трикратному доїнні  $k_p = 0,55-0,6$ , при двократному –  $k_p = 0,82-0,9$ ;

$\rho_l$  – коефіцієнт, що враховує тривалість лактації корів,  $\rho_l = 0,8-0,82$ ;

$T_u$  – тривалість циклу разового доїння, год.

Для розрахунку продуктивності обладнання молочного відділення визначаємо загальну продуктивність  $Q_m$  встановлених ДУ:

$$Q_m = \sum_{i=1}^n Q_{ДУ_i} = Q_{ДУ_1} + Q_{ДУ_2} + \dots + Q_{ДУ_n}, \text{ кг/ГОД}. \quad (4.6.9)$$

#### 4.6.4 Використання роботизованих доїльних установок

Перспективою розвитку молочного скотарства ХХІ століття стане широке використання безлюдних енергозберігаючих технологій виробництва і безприв'язного утримання тварин. Розробка та апробація таких технологій розпочалася в кінці минулого століття і базується на застосуванні доїльних роботів на молочних фермах. Доїльні роботи (додаток 34) на 1 доїльне місце розташовують безпосередньо у корівнику і можуть видоювати 55-65 корів. Роботизова-

но установки на декілька доїльних місць (від 2 до 4) розміщують в окремому приміщенні і можуть обслуговувати до 160 корів.

На даний час у світі є понад 10 фірм, які розробляють і виготовляють роботизовані доїльні системи. Найбільш відомі такі фірми: “Лелі”, “Меко”, “Гасконь Мелот”, “Галасі”, “Пролін Б.В”, “АМС Ліберті” (Нідерланди), “Дювелсдорф”, “Вестфалія” (Німеччина), “Фулвуд” (Великобританія) та інші. Технічні характеристики доїльних роботів наведено в додатку 4.6.2.

У світовій практиці існує два типи доїльних роботів:

- один доїльний бокс, який обслуговує один робот;
- АМС- доїльна установка, в якій рухомий робот для надівання доїльних склянок на дійки вимені корів обслуговує декілька доїльних боксів.

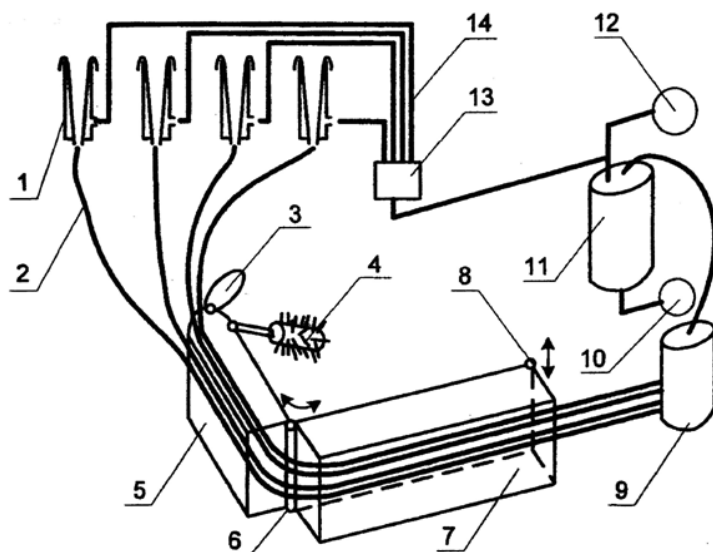


Рисунок 4.6.4 – Принципова схема доїльного робота: 1 – доїльний стакан; 2 – шланг молочний; 3 –пристрій скануючий; 4 – щітки; 5 – рукав; 6 – шарнір; 7–кожух; 8 – шарнір; 9 – лічильник молока;10 – насос молочний;11 –приймальник молока; 12 – насос вакуумний; 13 – блок пульсаторів; 14 – шланг вакуумний

Доїльні роботи “Астронавт” випускаються фірмою “Лелі” (Нідерланди) уже потягом останніх 10 років, і всього їх реалізовано в Європі до 10 тисяч доїльних систем різної комплектації – від 1 доїльного боксу на 50 корів до установки на 9 місць для стада 540 корів. За даними голландських учених, використання доїльних роботів дозволяє підвищити продуктивність дійного стада на 10-20%. Створення і використання роботизованих доїльних систем сприяє:

- вирішенню соціальних питань, скороченню витрат фізичної праці у сільськогосподарському виробництві і, зокрема, у тваринництві;
- заміні ручної праці механізмами та роботами, що дає певну вигоду;
- забезпеченню подальшого зростання продуктивності тварин.

Робот реєструє основні показники доїння;

- кількість і час доїнь кожної корови;
- продуктивність корови очікувана і реальна;
- середня швидкість надходження молока;
- споживання концентрату.

Робот здійснює дії, що повторюються, реєструє і записує в пам'ять комп'ютера дані, пов'язані з процесом доїння.

Практично всі моделі роботів розраховані на 150-170 доїнь за добу. Тобто, при 2- 3-х разовому доїнні один робот у змозі обслужити 50-70 корів за добу. Застосування робота ефективне, коли загальне виробництво молока цих корів складає 400-500 тис. літрів на рік.

На молочній фермі витрати часу в молочному цеху займає 70% часу. Це в середньому 7,4 години щоденної роботи у точно відведений термін часу.

Робот дозволяє скоротити зайнятість фермера на доїнні на 2,5 години на день, або до 900 годин на рік.

Тип будівлі для доїння не вимагає яких-небудь особливостей, а розміри можуть бути істотно меншими. При проектуванні будівлі можливе розташування робота, яке забезпечує вільний або примусовий вхід до нього корів (обов'язковий прохід через робот при переході з ділянки для годівлі до ділянки для відпочинку і сну).

## 4.7 Технологічне обґрунтування процесу первинної обробки молока

### 4.7.1 Способи первинної обробки молока

При розробці технологічних схем первинної обробки молока враховуються виробничі умови конкретного господарства.

Серед операцій первинної обробки молока найбільшою поширення набули очищення, охолодження, пастеризація і сепарація.

На рисунках 4.7.1 – 4.7.5 показані можливі схеми технологічних ліній первинної обробки молока.



Рисунок 4.7.1 – Технологічна лінія очищення і охолодження молока в об'ємних охолоджувачах

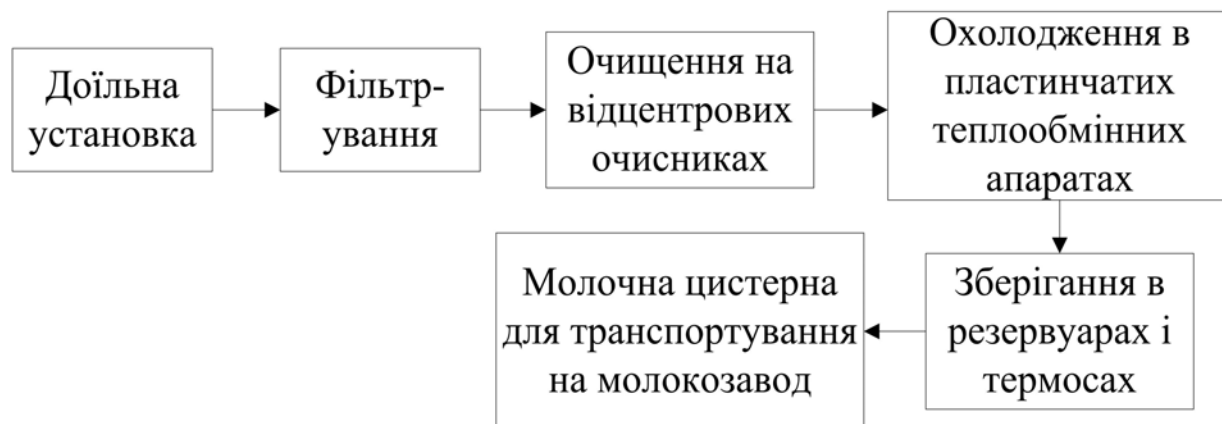


Рисунок 4.7.2 – Технологічна лінія очищення і охолодження молока в пластинчатих охолоджувачах

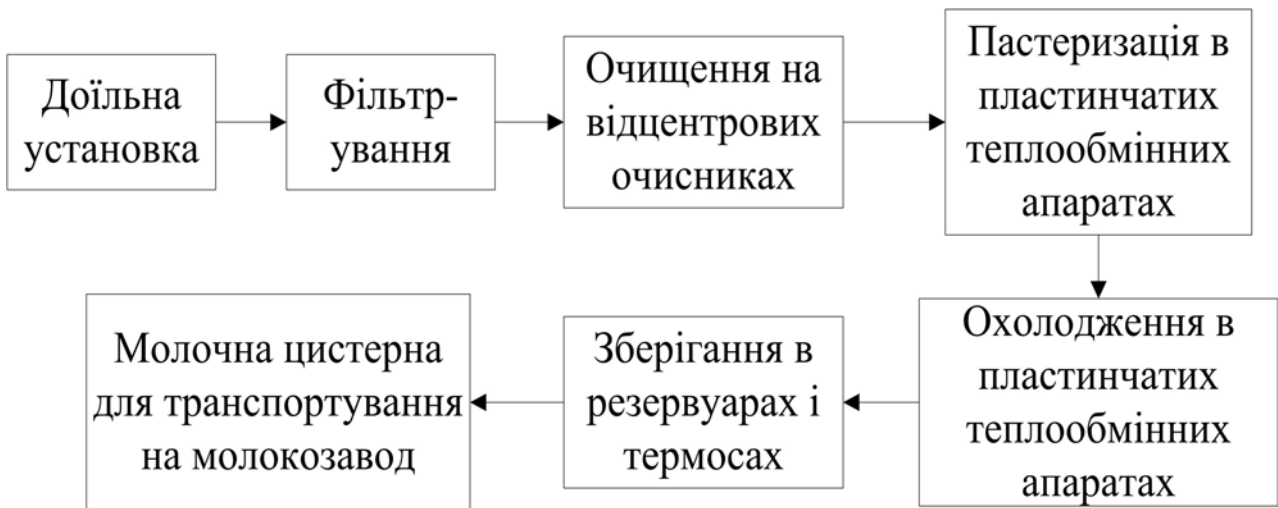


Рисунок 4.7.3 – Технологічна лінія очищення, пастеризації і охолодження молока в пластинчатих охолоджувачах



Рисунок 4.7.4 – Технологічна лінія очищення, сепарації і охолодження молока в об'ємних охолоджувачах

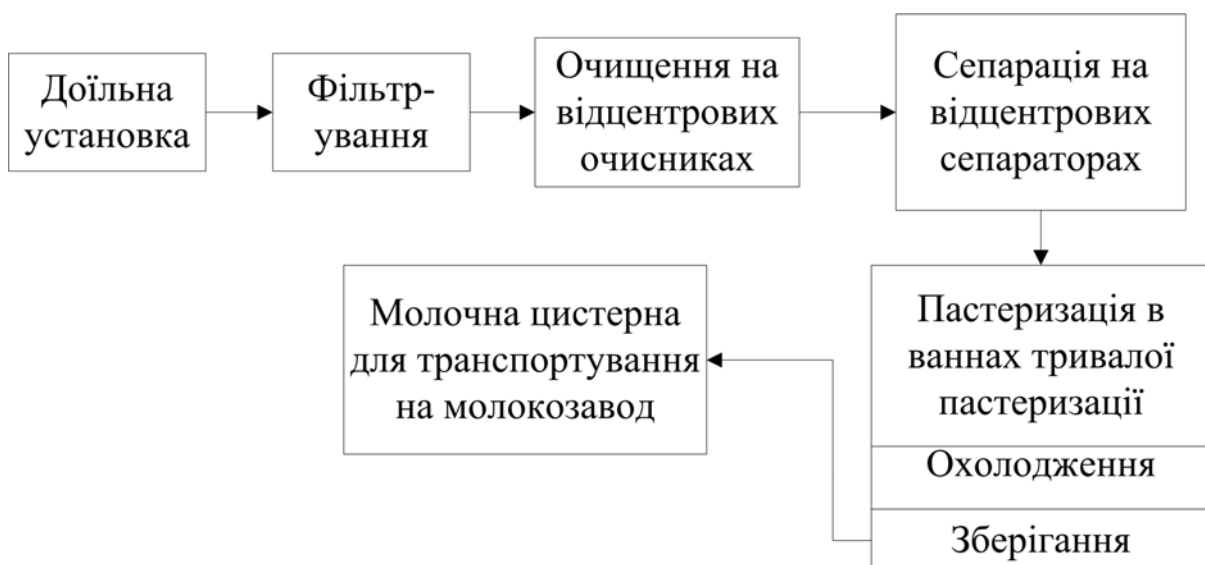


Рисунок 4.7.5 – Технологічна лінія очищення, сепарації, пастеризації і охолодження молока в об'ємних резервуарах (ваннах)

## **Очищення**

При очищенні молока видаляються механічні домішки, чим покращується його якість, створюються передумови для довгого зберігання.

Фільтрування не дає змоги видалити з молока такі шкідливі включення як кров ( $\rho_k = 1050 \text{ кг/м}^3$ ), гнійна слизь ( $\rho_{TC} = 1070 \text{ кг/м}^3$ ). Такі включення можуть з'явитись в молоці при не нормальних режимах роботи доїльних апаратів, при хворобах тварин. Очищення молока від таких включень можливе тільки на відцентрових очисниках.

При відцентровому очищенні молоко надходить безпосередньо із доїльної установки з температурою близько  $36^\circ\text{C}$ . Завдяки цьому виключається збивання молока та осідання жиру, а також істотно підвищується пропускна здатність сепаратора-очисника.

## **Охолодження**

Для охолодження молока використовуються пластинчаті теплообмінні апарати або резервуари спеціального призначення – танки-охолоджувачі.

Очищене молоко охолоджується до  $8 - 10^\circ\text{C}$  і може зберігатися без погіршення якості до 24 год., при  $4 - 6^\circ\text{C}$  – до 36 год.

## **Пастеризація**

Пастеризація – теплова обробка молока з метою знищення шкідливих мікроорганізмів без зміни смаку, запаху, консистенції та кольору молока.

При тривалій пастеризації температуру молока доводять до температури  $63 - 65^\circ\text{C}$  і витримують при ній протягом 30 хв.; при короткочасній пастеризації молоко нагрівають до температури  $71 - 76^\circ\text{C}$  і витримують протягом 20 - 30 с; при миттєвій пастеризації молоко нагрівають до температури  $85 - 90^\circ\text{C}$  без витримки при цій температурі.

Для пастеризації використовуються резервуари спеціального призначення – ванни тривалої пастеризації, пластинчаті теплообмінні апарати і пастеризатори парові з витискним барабаном.

## **Сепарація**

Сепарація – процес розділення молока на молочну плазму ( $\rho_B = 1030 \text{ кг/м}^3$ ) і молочний жир ( $\rho = 930 \text{ кг/м}^3$ ). Для сепарації молока використовуються машини, які називаються сепараторами. При зниженні температури молока його густина зростає, погіршується здатність молока до розділення.

Температура молока для сепарації повинна бути в межах  $36 - 45^\circ\text{C}$ . Можливе підігрівання молока перед сепарацією. Зниження температури сепарації погіршує процес і збільшує вихід жиру(вершків) у перегін. Допустима жирність перегону складає 0,03%.

### **4.7.2 Визначення продуктивності технологічних ліній первинної обробки молока**

Вихідними даними для розрахунку і вибору обладнання технологічної лінії (ПТЛ) первинної обробки молока є поголів'я корів на фермі (комплексі), їх продуктивність та кратність доїння.



Необхідна пропускна здатність  $Q_{по}$  лінії обробки молока визначається за формулою:

$$Q_{по} = \frac{m \cdot G \cdot C \cdot k_p}{365 \cdot \kappa_{л} \cdot T_y}, \text{ кг/ГОД.}, \quad (4.7.1)$$

де  $m$  – кількість корів на фермі, гол.;

$G$  – середньорічний надій на корову, кг.;

$C$  – коефіцієнт місячної нерівномірності надходження молока,  $C=1,1 \dots 1,5$ ;

$k_p$  – коефіцієнт нерівномірності разового надою ( $K_p = 0,55 - 0,6$  – при трьохкратному доїнні,  $k_p = 0,82 - 0,9$  – при двохкратному доїнні)

$\kappa_{л}$  – коефіцієнт, що враховує тривалість лактації корів, ( $\kappa_{л} = 0,8 - 0,82$ )

$T_y$  – тривалість разового доїння, год.

Попередній вибір обладнання лінії обробки молока забезпечується уже на стадії обґрунтування технології схеми первинної обробки молока.

Спочатку підбирають обладнання, за допомогою і куди молоко надходить із доїльної установки. Потім комплектують та апарати відповідно до прийнятої технологічної схеми обробки молока. При цьому віддавати перевагу новим зразкам високопродуктивного і перспективного технологічного обладнання.

По пропускній здатності технологічних ліній  $Q_{по}$  з використанням значень продуктивності вибраних машин і обладнання, визначається їх кількість за формулою:

$$n_o = \frac{Q_{по}}{Q_m}, \quad (4.7.2)$$

де  $Q_m$  – продуктивність машини або обладнання, кг/год. (вибирається по каталогу або з додатку 5.9.5).

#### 4.7.3 Визначення кількості резервуарів

Загальна місткість резервуарів для приймання і зберігання молока визначається за формулою:

$$V_p = \frac{m \cdot G \cdot C \cdot k_p}{365 \cdot \rho_m \cdot i_B}, \text{ кг.}, \quad (4.7.3)$$

де  $i_B$  – кратність вивезення молока з ферми;

$\rho_m$  – щільність молока (додаток 80).

Резервуари для молока мають такі розміри робочої ємності:  $1,0 \text{ м}^3$ ,  $2,5 \text{ м}^3$ ,  $1,6 \text{ м}^3$ ,  $4,0 \text{ м}^3$ ,  $6,3 \text{ м}^3$ ,  $10,0 \text{ м}^3$ .

У відповідності з типорозміром молочних резервуарів підбираємо резервуари і визначаємо їх кількість:

$$n_p = \frac{V_p}{V_T}, \quad (4.7.4)$$

де  $V_m$  – об'єм вибраного резервуара (додаток 81).

Крім резервуарів основних випускається резервуари місткістю менше  $1,0 \text{ м}^3$  і більше  $10,0 \text{ м}^3$ , розміри яких встановлені у відповідності з міжнародним стандартом (ряд чисел R5).

В практичній діяльності часто необхідно знати не тільки робочу, але й геометричну місткість резервуара, а також площу його поверхні.

Для приймання і зберігання молока використовуються резервуари різної форми: прямокутні, циліндричні, напівциліндричні тощо.

Найбільш вигідна форма прямокутного резервуара – кубічна. При конструюванні такого резервуара намагаються, щоб його висота дорівнювала ширині. Ухил дна приймають  $1/10 \dots 1/50$ .

Для циліндричних резервуарів найбільш вигідне співвідношення  $H : D = 1$  ( $H$  – висота резервуара,  $D$  – діаметр резервуара). Виходячи із специфіки розміщення цистерн на шасі або платформі і танків – охолоджувачів в доїльно молочних блоках використовують приблизно такі співвідношення :

- для автоцистерни  $H : D = 1,25 \dots 1,45$ ;
- для залізничних цистерн  $H : D = 1,4 \dots 2,0$ ;
- для вертикальних танків  $H : D = 1 \dots 1,6$ ;
- для горизонтальних танків  $H : D = 1 \dots 1,2$ .

#### 4.7.4 Визначення витрат тепло- та холодоагентів

Для проведення теплообмінних процесів при первинній обробці молока необхідно розрахувати потреби в подачі тепла (на пастеризацію) і холоду (на охолодження). Система рівнянь балансу теплоти при пастеризації та охолодженні молока буде мати вигляд:

$$\left. \begin{aligned} Q_{no} C_m (t_m^k - t_m^n) &= \Pi (i_n - i_k); \\ Q_{no} C_m (t_m^n - t_m^k) &= BC (t_g^k - t_g^n), \end{aligned} \right\} \quad (4.7.5)$$

де  $C_m, C_g$  – питома теплоємність відповідно молока та води залежно від їх температури та щільності,  $C_m = 3,852 - 3,923 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ , а  $C_g = 4,2 - 4,37 \text{ кДж}/(\text{кг} \cdot ^\circ\text{C})$ ;

$t_m^n, t_m^k$  – температура молока відповідно на початку та в кінці обробки,  $^\circ\text{C}$ ;

$t_g^n, t_g^k$  – те ж, стосовно води,  $^\circ\text{C}$ ;

$\Pi$  – витрати пари на підігрівання молока,  $\text{кг}/\text{год}$ ;

$i_n$  – ентальпія пари,  $\text{кДж}/\text{кг}$ ;

$i_k$  – теплоємність конденсату,  $\text{кДж}/\text{кг}$ ;

$B$  – витрати води на охолодження молока,  $\text{кг}/\text{год}$ .

За системою рівнянь (4.7.4) визначають потреби пари та води:

$$\Pi = \frac{Q_{no} C_m (t_m^k - t_m^n)}{i_n - i_k}, \text{ кг.}, \quad (4.7.6)$$

$$B = \frac{Q_{no} C_m (t_m^n - t_m^k)}{C (t_g^k - t_g^n)}, \text{ кг.} \quad (4.7.7)$$

Відповідно до необхідної подачі теплоносія та холодоагента підбирають відповідне обладнання для утворення пари й охолодження води, розраховують діаметри трубопроводів розподільної мережі.

#### **4.8 Технологічний розрахунок лінії прибирання гною в тваринницьких приміщеннях**

##### **4.8.1 Загальні відомості**

На сьогоднішній час проблему прибирання та утилізації гною в господарствах розглядають при врахуванні таких складових: забезпечення фізіологічного комфорту при утриманні тварин; захист навколишнього середовища; використання гною в першу чергу для отримання біогазу і якісних органічних добрив. В Європейському Союзі, куди також очікується входження України, планується після 2020 року задовольняти до 10% усіх енергетичних потреб за рахунок не традиційних джерел енергії, основну частку яких становлять біопалива.

Ця проблема складається із декількох складових: прибирання гною в тваринницькому приміщенні і транспортування до камери для метанової ферментації або в гноесховище; складування, знезараження та зберігання; його подальше використання.

При проектуванні та експлуатації тваринницьких підприємств необхідно враховувати, що технологічні і технічні рішення стосовно наведених складових зумовлюються способом утримання тварин, консистенцією гною та напрямком його використання.

Гній – складне багатофазне колоїдно-напівдисперсне середовище, яке складається із компонентів органічного походження: неперетравлені в шлунку тварин частинки корму, загублений корм при годівлі і мінерального: води, різних солей, газів, мікроорганізмів.

Основними фізико-механічними характеристиками гною є: склад, вологість, об'ємна маса, коефіцієнт тертя, текучість, в'язкість, опір зсуву тощо. Більшість з цих показників залежить від вмісту в ньому вологи.

За консистенцією гній поділяється на твердий (вологістю до 81%), напіврідкий (82 - 88%), рідкий безпідстилковий (88 - 93% на фермах великої рогатої худоби і до 97% – на свинофермах).

Середній розмір частинок чистого гною ВРХ становить 2,6мм, а свинячого – 0,63 - 1,24 мм. Однак, в рідкому гною ВРХ міститься багато крупних включень від залишків корму, які засмічують решітки полів, каналів і, в цілому, порушують нормальну роботу гідро–транспортної системи видалення гною. Волокнистих частинок довжиною більше 100мм в гною великої рогатої худоби міститься більше 30% від загальної кількості довгих частинок.

Свинячий гній має в п'ять раз менше колоїдів і його структура майже в півтора рази слабкіша структури гною великої рогатої худоби. Тому в ньому значно менше миттєве напруження зсуву і в'язкості. При зменшенні вологості свинячого гною від 94 до 84% в'язкість зростає від 0,2 до 1,6 Па, а миттєве напруження зсуву – від 10 до 210 Па.

Екскременти свиней різних статевих груп мають вологість 86 – 91%, куди входять залишки корму, підстилки, технологічна вода і тому вони не розділя-

ються на фракції шляхом відстоювання. Середня щільність сухої речовини екскрементів свиней складає 1800 кг/м<sup>3</sup>. Якщо розбавити екскременти водою в відношенні 1:6, дець 20% сухої речовини знаходиться в розчиненому стані (у вигляді колоїдів).

Рідкий гній розшаровується при вологості більше 92%, а коли вологість понад 96,5%, цей процес відбувається інтенсивно і осадок дуже ущільнюється, тому перед обробкою його необхідно перемішати. Гази, що виділяються при анаеробному бродінні гною, містять метану 55 – 65%, вуглекислоти 35 – 40%, азоту – 3%, водню – 1%, до 15% кисню, сірководню та аміаку. Це може спричинити отруєння людей тому, що цей газ дуже небезпечний.

Основні вимоги до технології і засобів для видалення, зберігання, переробки та використання гною визначені нормативно-технічною документацією на проектування таких систем, а також ветеринарно-санітарними і гігієнічними вимогами щодо обладнання технологічній ліній прибирання, переробки, знезараження та утилізації гною в тваринницьких господарствах з врахуванням прогресивних технологій.

Таким чином при проектуванні систем прибирання, видалення, переробки та використання гною слід дотримуватися умов, які забезпечують:

- повне використання всіх видів гною та його складових як органічних добрив для сільськогосподарських угідь або сировини для виробництва біогазу, комплексних органо-мінеральних добрив;
- виконання ветеринарних і санітарно-гігієнічних вимог експлуатації тваринницьких підприємств при мінімальних витратах води, а також вимог законодавства щодо охорони навколишнього середовища;
- підвищення рівня механізації та автоматизації виробничих процесів.

### **Вимоги до системи видалення гною та каналізації**

Вибір системи видалення, транспортування, обробки, знезараження, зберігання та використання гною визначається техніко-економічним обґрунтуванням, яке враховує конкретні природно-кліматичні умови району будівництва підприємства.

Проектування цих систем здійснюється відповідно до вимог діючих “Норми технологічного проектування систем видалення, обробки, підготовки та використання гною”.

Прийняті способи утилізації гною повинні забезпечувати економічно-доцільне і безпечне у ветеринарно-санітарному відношенні використання всієї кількості гною, яка надходить від тварин.

Кінцеві продукти переробки гною не повинні забруднювати атмосферу та водні джерела, землю тощо.

На скотарських підприємствах утворюються: підстилковий гній (вологістю до 85%), безпідстилковий або напіврідкий гній (вологістю до 92%) і гнойові стоки (вологістю більше 97%).

Кількість гнойових стоків, що надходять з доїльних майданчиків, від однієї голови слід визначати 20 л/добу. Забруднення доїльних майданчиків екскрементами становить 2-3 % від середньодобового їх виходу.

Видалення гною з тваринницьких приміщень за їх межі та транспортування його до місць зберігання здійснюється механічними способами (скребковими транспортерами, скреперними та гідрофікованими установками, а також бульдозерами тощо) та гідравлічним способом (при відповідному обґрунтуванні).

Для відведення виробничих стічних вод (від миття обладнання, коренебульбоплодів тощо), а також господарсько-побутових стічних вод, скотарські підприємства обладнуються каналізацією. Кількість та типи систем каналізації повинні визначатися з урахуванням забезпечення повного знезараження стоків відповідно до СНиП 2.04.03-85 “Канализация. Наружные сети и сооружения”

При проектуванні скотарських підприємств необхідно передбачити заходи щодо захисту водойм, водотоків і морських акваторій відповідно до вимог водного законодавства і санітарних норм, для запобігання забруднення поверхневих і підземних вод з дотриманням норм гранично допустимих концентрацій (ГДК) забруднюючих речовин у водних об’єктах, які використовуються для господарсько-питного водопостачання населення і у рибогосподарських цілях.

#### **4.8.2 Деякі технологічні схеми видалення та утилізація гною**

При утриманні тварин застосовують різні технологічні схеми видалення та утилізації гною. Вони залежать від способу утримання тварин у приміщенні, від кількості та варіанту використання підстилкового матеріалу і його вологопоглинання, також від початкової вологості гною.

При утриманні великої рогатої худоби на прив’язі в стійлах гній прибирають 2 - 5 разів на добу. Його видаляють за межі приміщення гноєприбиральними транспортерами в тракторний причеп і транспортують у гноєсховище або на площадку для приготування компосту.

На фермах при безприв’язному утриманні великої рогатої худоби на глибокому шару підстилки гній видаляють двічі-тричі на рік, а з вигульних майданчиків – щоденно або на потязі двох-трьох днів залежно від пори року.

Також застосовують технологічні схеми накопичення гною у тваринницькому приміщенні з застосуванням щілинної підлоги, який нагромаджується в каналах або сховищах. Звідти гній видаляють періодично (з каналів у міру їх заповнення, зі сховища – у міжсезоння).

Технологічний процес прибирання гною із тваринницьких приміщень та подальше використання його включає комплекс операцій: доставка і розподіл підстилки в місця утримання тварин; прибирання й видалення гною з приміщень; транспортування до місця метанового зародження або в гноєсховище; знешкодження і переробка гною або приготування компосту; доставка органічних добрив на поле та внесення їх в ґрунт.

В залежності від зони розташування тваринницьких підприємств, конкретних умов утримання тварин та консистенції гною набули поширення різні технологічні схеми його видалення, переробки і використання.

На малих фермах при прив’язному утриманні тварин (рисунок 4.8.1) підстилковий гній із стійл прибирають вручну в гноєві канали транспортерів колової дії або канали скреперних установок, які видаляють його за межі приміщення. Потім гній завантажують у мобільні транспортні засоби за допомогою похилих транспортерів і складують у траншеї чи бурти. Після зберігання та самознезараження його використовують як органічне добриво.

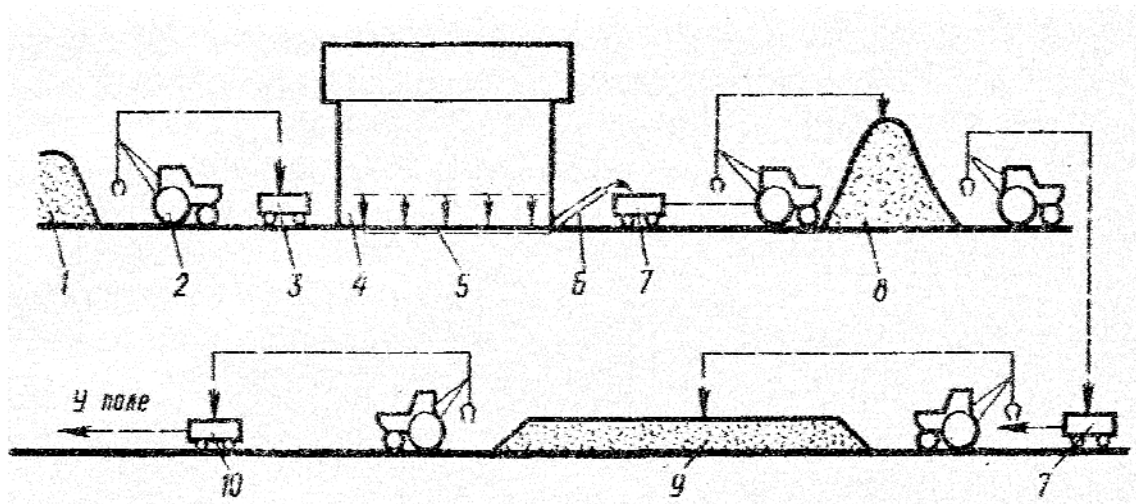


Рисунок 4.8.1 – Технологічна схема видалення та утилізація підстилкового гною: 1 – склад підстилки; 2 – навантажувач; 3 – розкидач підстилки; 4 – тваринницьке приміщення; 5 – транспортер для видалення гною; 6 – похилий транспортер навантажувач; 7 – транспортний засіб; 8 – карантинно-компостний майданчик; 9 – гноєсховище; 10 – розкидач гною.

Напіврідкий гній (рисунок 4.8.2) транспортером завантажується в приймальник насоса, який по трубопроводу подає його в гноєзбірник. Після карантинної витримки гній використовують для приготування компосту як органічне добрива.

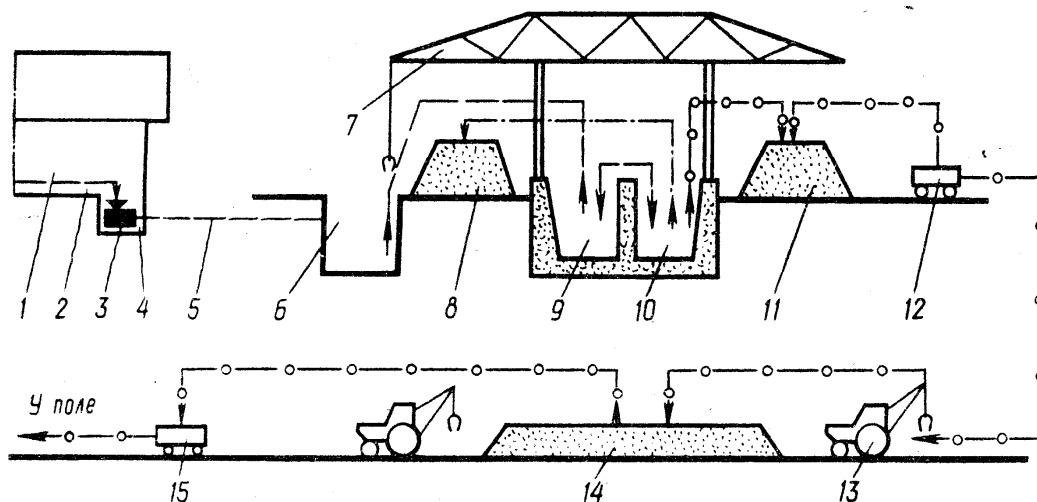


Рисунок 4.8.2 – Технологічна схема видалення та утилізації напіврідкого гною: 1 – тваринницьке приміщення; 2 – транспортер для видалення гною; 3 – насосна установка; 4 – прийомок; 5 – гноєпровід; 6 – гноєзбірник; 7 – рухомий кран; 8 – склад для зберігання торфу; 9 – карантинна секція гноєсховища; 10 – секція приготування суміші; 11 – майданчик компостування; 12 – транспортний засіб; 13 – навантажувач; 14 – сховище для компостування; 15 – розкидач органічних добрив.

Рідкий гній (рисунок 4.8.3) крізь щілинну підлогу потрапляє в канали гідравлічної системи і надходить у гноєзбірник. Далі проходить переробку за однією із схем, яка полягає у відокремленні грубодисперсних включень, розділенні на тверду та рідку фракції, гомогенізації, знезараженні, роздільному ви-

користанні фракції як добрива чи для приготування компосту. Також необхідно відмітити, що на теперішній час набувають розповсюдження енергогенеруючі установки інтегрального типу з біогазовим виробництвом (рисунок 4.8.4), одна з яких споруджена в Золотоніському районі Черкаської області.

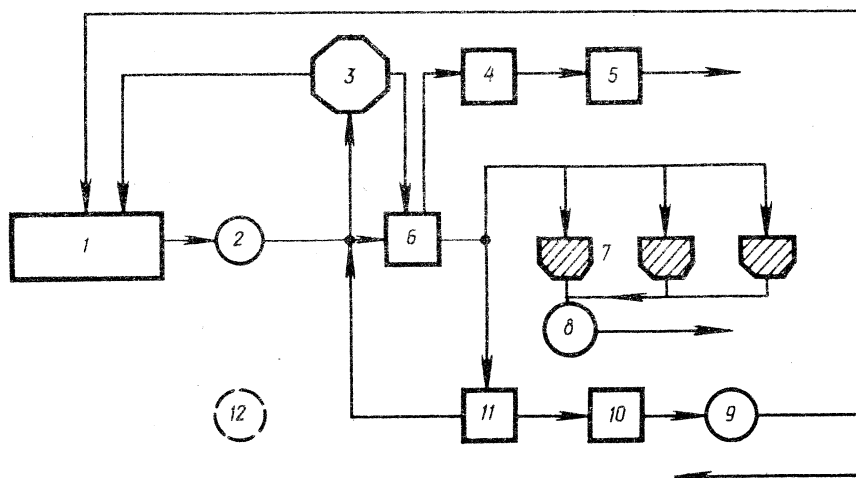


Рисунок 4.8.3 – Структурна схема переробки і використання рідкого гною: 1 – тваринницьке підприємство; 2 – станція перекачування гною; 3 – метантенк; 4 – цех компостування; 5 – майданчик для складування твердої фракції; 6 – цех розділення гною на фракції; 7 – секція сховища; 8 – станція перекачування рідкої фракції на зрошення; 9 – станція перекачування освітленої фракції; 10 – біоставок; 11 – аеротенк; 12 – знезараження гною у випадок епізоотії.

В енергоустановку інтегрального типу входять сонячно-вітрові електростанції і системи пристроїв для використання біогазу в процесі анаеробного зародження гноївки свинарського комплексу на 24 тисячі голів. Електростанція сонячно-вітрової дії являє собою систему з плоских теплоприймальних пристроїв, двох вітроелектричних агрегатів потужністю 2 кВт кожний, які працюють паралельно з дизель-генератором АДС-60, переведеним на біогаз.

На рисунку 4.8.4 представлена спрощена схема інтегральної установки, але на ній не позначені трансформаторна підстанція, резервуари для дренажних і дощових вод та утилізатор технологічних відходів. За рахунок сумісного функціонування з дизель-генератором здійснюється синхронізація роботи вітроелектричних агрегатів за частотою і напругою. Обладнання компонується таким чином, що дозволяє нарощувати встановлену потужність електричних генераторів за рахунок додаткових агрегатів. Наприклад, вода в циркуляційному контурі між баками-акумуляторами місткістю  $16\text{ м}^3$  і поверхнею нагрівання в  $240\text{ м}^2$  нагрівається до температури  $60\text{--}65^\circ\text{C}$ , а потім використовується для підігріву біосировини (гноївки), що спрямовується на зародження, до температури  $35^\circ\text{C}$ . Для здійснення циркуляції теплоносія в замкнутому контурі застосовують два вітромеханічні агрегати УВМ-2М. На випадок безвітряної погоди встановлені резервні насоси з приводом від електричної мережі.

Вироблений біогаз застосовують в котлах КВ-300 з газомазутним пальником, у газодизельних генераторах, що працюють в режимі газодизеля, з додаванням дизельного палива у кількості від 5 до 30%.

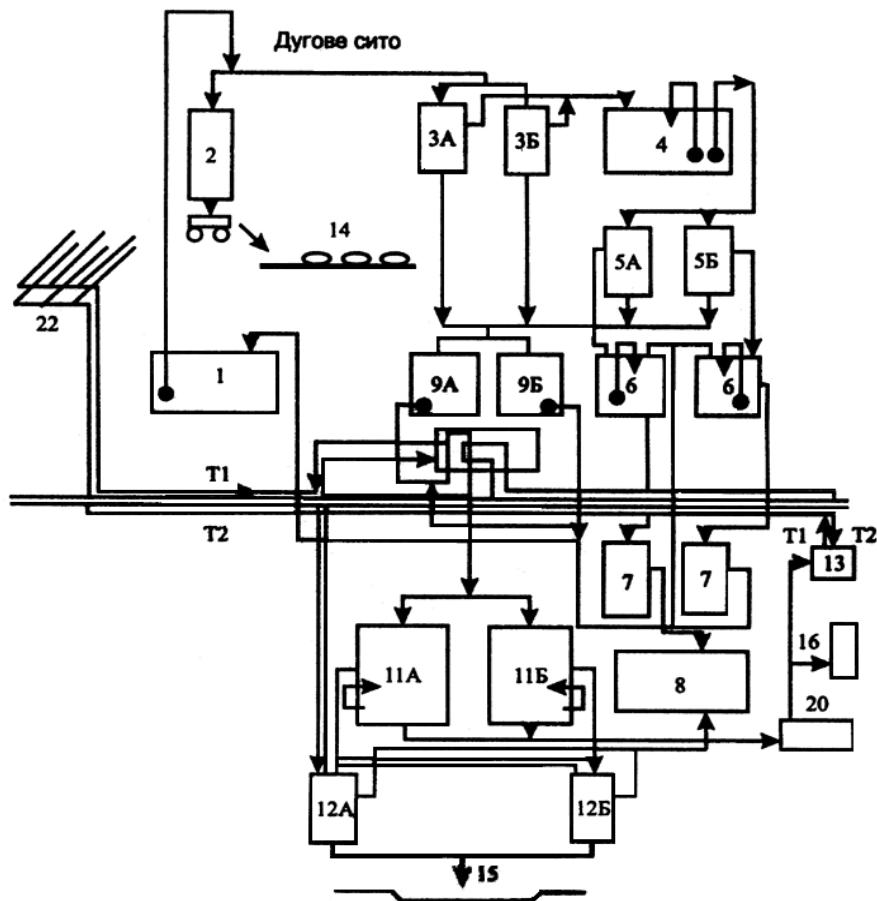


Рисунок 4.8.4 – Структурна схема енергоустановки інтегрального типу: 1 – резервуар для гноївки; 2 – цех фільтрації; 3А, 3Б і 5А, 5Б – первинні та вторинні відстійники; 4, 6 – аеротенки; 7 – резервні відстійники; 8 – ставок; 9А, 9Б – резервуари для осадів; 10 – помпова станція осадів; 11А, 11Б – метантенки; 12А, 12Б – згущувачі зброджених осадів; 13 – котельня; 14 – площадка твердої фракції; 15 – гноєсховище; 16 – газгольдер; 20 – газозбиральний пункт метантенків; 22 – геліоустановки.

Застосування транспортерних установок для видалення гною полегшує ручну працю тваринників, але не усуває її повністю, оскільки робітникам вручну доводиться очищати стійла від гною і скидати його у гноєві канали (транспортерів колової дії або зворотно поступальної дії). Значно знижує затрати ручної праці утримання тварин на щілинній підлозі, яке в поєднанні з механічними засобами, гідравлічними або гідропневматичними системами дає змогу практично механізувати роботи, пов'язані з очищенням приміщень від гною, видаленням його й транспортуванням у гноєсховища.

У свинарниках щілинну підлогу обладнують тільки на певній площі підлоги приміщення (в зоні годівлі-напування), де найбільше накопичення гною. Зони відпочинку тварин (лігва) мають суцільну підлогу.

Недоліками гідравлічної системи видалення і транспортування гною є значні витрати води, випаровування, яке збільшує відносну вологість повітря у тваринницькому приміщенні, що, в свою чергу, вимагає застосування інтенсивної вентиляції, транспортування, утруднює зберігання і подальше використання.



## **Вимоги до спорудження гноєсховищ**

Майданчик для спорудження гноєсховища необхідно розміщувати по відношенню до житлової зони і тваринницьких підприємств із підвітреної сторони домінуючого напрямку вітру, нижче водозабірних споруд та інших виробничих підприємств.

Ділянка повинна бути, по можливості, не сільськогосподарського призначення. Вибрана площа гноєсховища повинна підтверджуватися техніко-економічним обґрунтуванням. На вибрану ділянку необхідно мати погодження державного нагляду і міністерства охорони здоров'я. Дане господарство повинно мати землі для використання гною як органічного добрива. Рельєф місцевості і гідрогеологічні вимоги повинні сприяти охороні навколишнього середовища.

Ділянка вибирається у відповідності до вимог земельного і водного законодавств України з урахуванням проектів районного планування, наявності комунікацій та інженерних мереж, залізничних і автомобільних доріг, газопроводів тощо. Спеціальна комісія складає акт на будівництво гноєсховища і оформляє необхідні документи за підписом усіх членів комісії.

### **Типи гноєсховищ**

Сховища для гною повинні зберігати поживні речовини і підвищувати якість гною як добрива. Вони поділяються:

- |                              |  |
|------------------------------|--|
| за призначенням              | - на прифермські та польові;   |
| за типом                     | - на горизонтальні та вертикальні;   |
| за формою                    | - на прямокутні та круглі;   |
| за конструктивним вирішенням | - спрощені (грунтові) і капітальні (бетонні, залізобетонні, цегляні тощо). |

Вибираючи тип гноєсховища, слід враховувати тип отриманого гною (твердий, рідкий) та кліматичні умови будівництва. Розміри будови визначають, виходячи із кількості поголів'я на фермі, норм виходу гною і терміну його зберігання (не менше стійлового зимового періоду утримання тварин).

Твердий гній можна зберігати у відкритих наземних або заглиблених (у вигляді котловану або траншеї) сховищах. Наземні сховища будують у разі високого рівня стояння ґрунтових вод. Їхнє дно підносять до 20 см, роблять з нахилом у бік гноївкозбірників, бетонують, а вертикальні бокові стінки виконують зі збірного залізобетону. Гноєсховища котлованного (вертикального) типу доцільно будувати в південних і південно-східних посушливих районах, де в штабелях гній швидко висихає.

Для збирання рідкого гною будують відкриті або закриті прифермські і польові гноєсховища. У залежності від природнокліматичних умов вони можуть бути відкритого або закритого типу. Відкриті гноєсховища виконують у вигляді котлованів із відлогими стінками, облицьованими або без облицювання. Закрите сховище є заглибленою в землю спорудою, стіни, підлогу і перекриття якого виконують із монолітного бетону або залізобетону. Як відкриті, так і закриті гноєсховища можуть бути як прямокутної, так і круглої форми.

Згідно із санітарними нормами, крім основних гноєсховищ для постійного зберігання гною, на фермах передбачають також карантинні секції резервуари чи карантинні майданчики. Таких секцій повинно бути не більше двох.

Видалена з ферми в карантинне гноєсховище добова порція гною витримується в ньому не менше 6 діб, якщо на фермі за цей час не виявлено інфекційних хвороб, перевантажується до основного гноєсховища.

#### 4.8.3 Добовий вихід гною і витрата підстилкового матеріалу

Гній на протязі доби нагромаджується в тваринницькому приміщенні не рівномірно. Понад третину добового виходу гною припадає на період годівлі тварин. Необхідно здійснювати прибирання стійл (станків) і заміну підстилки вранці і ввечері (на молочнотоварних фермах це слід робити за годину до початку доїння).

Добовий вихід гною залежить від способу утримання тварин чи птиці, їх живої маси, віку, продуктивності, виду та технології роздавання кормів, концентрації поголів'я у приміщенні, виду і норми використання підстилкових матеріалів та інших факторів. На протязі доби вихід гною  $g_{zn}$  від однієї тварини можна визначити наступним чином:

$$g_{zn} = g_k + g_c + g_n, \text{ кг}, \quad (4.8.1)$$

де  $g_k$  – добовий вихід екскрементів, кг;

$g_c$  – добовий вихід сечі, кг;

$g_n$  – добова норма внесення підстилки, кг.

Усереднені дані щодо виходу екскрементів та норми внесення підстилки на одну голову тварини за добу наведені в додатках 34...36

Добовий вихід гною по фермі (чи в окремому приміщенні)  $G_{доб}$  знаходимо за формулою:

$$G_{доб} = \sum_{i=1}^n g_{zni} m_i, \text{ кг}, \quad (4.8.2)$$

де  $g_{zni}$  – добовий вихід гною від однієї голови  $i$ -ї групи тварин, кг;

$m_i$  – кількість тварин  $i$ -ї групи, голів;

$n$  – кількість груп тварин.

В тому випадку, коли в технології прибирання гною передбачено розбавлення його водою до заданої консистенції, тоді добова подача води розраховується таким чином

$$G_B = \frac{G_{доб} (W_k - W_{zn})}{100 - W_{zn}}, \text{ кг}, \quad (4.8.3)$$

де  $G_B$  – добова подача води у гній, кг;

$W_k$  – кінцева (необхідна) вологість гною, %;

$W_{zn}$  – початкова вологість гною, %.

Для того, щоб знайти початкову вологість гною, необхідно враховувати вид тварин, тип їх годівлі, кількість внесеної підстилки і який підстилковий матеріал. Знаходимо початкову вологість гною по наступній формулі:

$$W_{\text{гн}} = \frac{g_k W_k + g_c W_c + g_n W_n}{g_{\text{гн}}}, \%, \quad (4.8.4)$$

де  $W_k, W_c, W_n$  – відповідно вологість екскрементів, сечі та підстилкового матеріалу (додаток 37), %.

Річний вихід гною становить:

$$G_p = G_{\text{доб}} D, \text{ кг}, \quad (4.8.5)$$

де  $D$  – кількість днів накопичення гною на фермі:

$$D = D + K_n (365 - D_c), \quad (4.8.6)$$

де  $D_c$  – тривалість стійлового періоду, днів;

$K_n$  – коефіцієнт, що враховує частку виходу екскрементів в стійлово-пасовищний період.

Коефіцієнт  $K_n$  залежить від тривалості перебування тварин протягом доби на фермі в пасовищний період. При відсутності літніх таборів  $K_n = 0,3-0,5$ .

Річна потреба підстилкового матеріалу становить:

$$G_n = \sum_{i=1}^n g_{ni} m_i D, \text{ кг}. \quad (4.8.7)$$

Знаходимо місткість гноєсховища:

$$V = \frac{Q_{\text{пик}}}{\rho}, \text{ м}^3, \quad (4.8.8)$$

де  $\rho$  – щільність гною (додаток 37), кг/м<sup>3</sup>.

#### 4.8.4 Розрахунок технологічної лінії прибирання гною

Кількість транспортних засобів, які необхідні для перевезення гною в гноєсховище, визначається таким чином:

1. Знаходимо продуктивність технологічної лінії прибирання гною:

$$Q_z = \frac{Q_{\text{доб}}}{T_u}, \text{ т/год}, \quad (4.8.9)$$

де  $T_u$  – час, який необхідний для прибирання гною із приміщення за добу, год.

2. Знаходимо продуктивність транспортних засобів:

$$Q_{mp} = \frac{G_{mp}}{t_u} \cdot \eta_e, \text{ т/год}, \quad (4.8.10)$$

де  $G_{mp}$  – вантажомісткість транспортного засобу, т;

$t_u$  – час циклу транспортування гною транспортним засобом, год;

$\eta_e$  – коефіцієнт використання транспортних засобів,  $\eta_e = 0,7 \dots 0,8$ .

3. Знаходимо час циклу завантаження гною на транспортний засіб і транспортування його до гноєсховища:

$$t_u = t_z + t_{TP} + t_B + t_{xx}, \text{ год}, \quad (4.8.11)$$

де  $t_z$  – час завантаження гною, год.:

$$t_3 = \frac{G_{mp}}{Q_{mp}}, \text{ год}, \quad (4.8.12)$$

де  $Q_{mp}$  – продуктивність гноєприбирального транспортера або навантажувача гною, кг/год;

$t_{mp}$  і  $t_{xx}$  – час пересування транспортних засобів із гноєм і без гною відповідно між приміщенням і гноєсховищем:

$$t_{mp} = \frac{S}{V_{mp}}, \text{ год}, \quad (4.8.13)$$

$$t_{xx} = \frac{S}{V_{xx}}, \text{ год}, \quad (4.8.14)$$

де  $S$  – середня відстань між приміщенням і гноєсховищем, км;

$V_{mp}; V_{xx}$  – швидкість руху транспортного засобу з вантажем і без вантажу відповідно, км/год;

$t_6$  – час розвантаження транспортного засобу, (для тракторного причепа ПТС-4М становить  $t_6 = 0,13$  год).

4. Знаходимо необхідну кількість транспортних засобів, які повинні забезпечувати технологічну лінію прибирання гною в приміщенні:

$$n_{mp} = \frac{Q_2}{Q_{mp}} + 1, \text{ шт.} \quad (4.8.15)$$

Якщо отримуємо дрібне число, то необхідно округлити його до ближнього цілого.

Один транспортний засіб повинен бути резервним.

Перед кожним доїнням необхідно обов'язково прибрати гній із приміщення, щоб не забруднити молоко. У даному випадку розрахунок необхідно виконувати за цикловим виходом гною:

$$G_{\text{ц}} = \frac{G_{\text{доб}}}{z}, \text{ т}, \quad (4.8.16)$$

де  $z$  – кількість циклів прибирання гною.

Далі проводимо розрахунок кількості установок для прибирання гною в приміщенні.

Загальна потреба в скребкових (скреперних) установках для ферми визначається відношенням:

$$n_y = \sum_{i=1}^k n_{ni} \cdot n_m, \quad (4.8.17)$$

де  $n_y$  – загальна потреба в скребкових (скреперних) установках;

$n_{ni}$  – кількість приміщень для  $i$ -ї статево вікової групи;

$n_m$  – кількість транспортерів для  $i$ -ї статево вікової групи;

$k$  – кількість статево вікових груп.

#### 4.8.5 Розрахунок гноєсховищ

Площа карантинного майданчика для збереження підстилкового гною визначається за формулою:

$$F_{к.м.} = \frac{G_{доб} D_{к} \mu}{\rho_{гн} H_{б}}, \text{ м}^2, \quad (4.8.18)$$

де  $F_{к.м.}$  – площа карантинного майданчика,  $\text{м}^2$ ;

$D_{к}$  – тривалість карантинного витримування гною,  $D_{к} = 6 - 18$  днів;

$\rho_{гн}$  – щільність гною,  $\text{кг}/\text{м}^3$  (додаток 37);

$H_{б}$  – висота бурта гною,  $H_{б} = 1,5 - 2,5$  м;

$\mu$  – коефіцієнт, який враховує відстань між окремими буртами,  $\mu = 1,3$ .

Місткість однієї секції карантинного резервуара повинна бути не менша за:

$$V_{к.с.} = \frac{G_{доб} D_{к}}{\rho_{гн} n_{с}}, \text{ м}^3, \quad (4.8.19)$$

де  $V_{к.с.}$  – місткість однієї секції карантинного резервуара,  $\text{м}^3$ ;

$n_{с}$  – кількість секцій.

Загальна місткість основного гноєсховища дорівнює:

$$V_{сх} = \frac{1}{\rho_{гн}} G_{доб} D_{ск} k_{у}, \text{ м}^3, \quad (4.8.20)$$

де  $V_{сх}$  – Загальна місткість гноєсховища,  $\text{м}^3$ ;

$D_{ск}$  – тривалість зберігання гною, днів;

$k_{у} = 0,82$  – коефіцієнт, який враховує зменшення об'єму гною за рахунок

його усадки, випаровування вологи тощо.

Місткість гноєсховищ має забезпечувати збереження гною, що накопичується протягом зимового періоду ( $D_{ск} = 120 - 200$  днів). Розташовують гноєсховища таким чином, щоб шляхи, якими вивозять гній, не перетиналися в межах території ферми з іншими шляхами, особливо з тими, по яких підвозять корми.

#### 4.8.6 Розрахунок лінії переробки гною

##### Механічний поділ рідкого гною на фракції

Поділ рідкого гною на фракції може бути природним та механічним. Природний відбувається в горизонтальних і вертикальних відстійниках під дією гравітаційного поля Землі. Ці пристрої прості, але природне відстоювання гною не відбувається, якщо його вологість менша 90%.

Механічний поділ гною на фракції застосовують на великих фермах і комплексах (рисунок 4.8.5).

Для переробки органічних відходів у тваринництві застосовують велику кількість різноманітного обладнання, яке застосовується для механічного фракціонування і осаджуючих центрифуг безперервної дії тощо, а також планової пропускну здатності відповідної лінії.

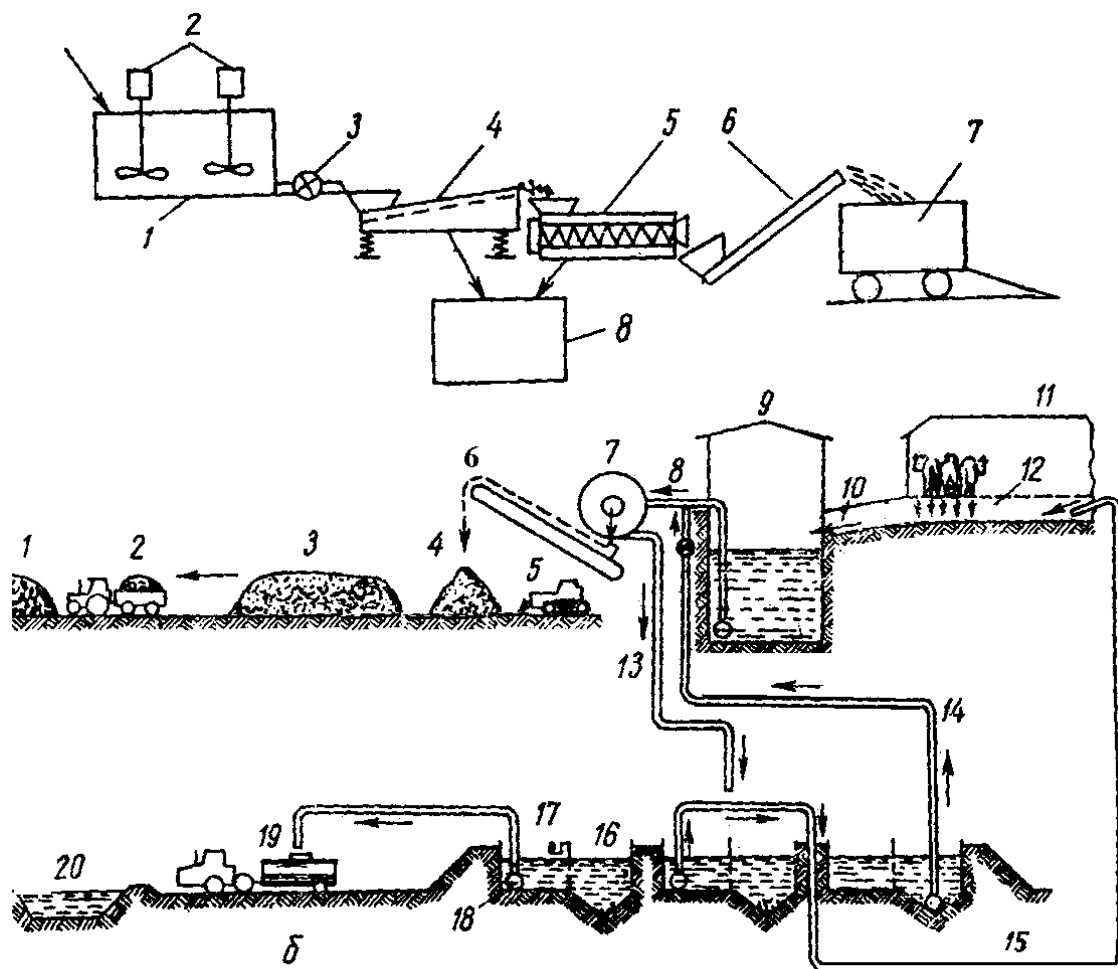


Рисунок 4.8.5 – Схема поточних ліній переробки рідкого гною з поділом на фракції: *a* – лінія з віброгрохотом ГЛІ-52 і шнековим фільтром-пресом: 1 – резервуар; 2 – лопатеві мішалки; 3 – заслінка; 4 – віброгрохот; 5 – шнековий прес-фільтр; 6 – скребковий транспортер; 7 – транспортний засіб; 8 – гноївкозбиральник; *б* – лінія з фільтруючою центрифугою УОІ-700М: 1 – штабель; 2 – причеп; 3, 4 – бурти; 5 – бульдозер; 6 – стрічковий транспортер; 7 – транспортний засіб; 8 – гноєпровід; 9 – насосна станція; 10 – поперечний колектор; 11 – тваринницьке приміщення; 12 – гноєприймальний канал; 13 – трубопровід; 14 – зворотній трубопровід; 15 – змивний трубопровід; 16, 17 – відстійники-накопичувачі; 18 – заглиблений насос; 19 – цистерна; 20 – польовий гноєзбірник.

Кількість установок (дугові сита, центрифуги, віброгрохоти та інше механічне обладнання), призначених для розділення гною на тверду і рідку фракції, розраховують за формулою:

$$n_y = \frac{G_{доб}}{Q_y \cdot t_p}, \quad (4.8.21)$$

де  $n_y$  – кількість установок;

$G_{доб}$  – кількість добового виходу гною, що підлягає переробці, т;

$Q_y$  – продуктивність установки, т/год;

$t_p$  – тривалість роботи установки, год.

Основний показник оцінки роботи установок для розділення рідкого гною на фракції – ефективність видалення твердих речовин, яка визначається відношенням:

$$E_y = \frac{G_k}{G_{II}}, \quad (4.8.22)$$

де  $E_y$  – ефективність видалення твердих речовин;

$G_k$  і  $G_{II}$  – вміст твердих речовин відповідно в рідкій фракції та у вихідному гною, г/л(г/кг).

Кількість відстійників для розділення гною вологістю 96 - 98% становить:

$$n_e = \frac{G_{доб} \cdot D_e}{V_e \cdot \rho}, \quad (4.8.23)$$

де  $D_e$  – тривалість знаходження гною у відстійнику, діб;

$V_e$  – робочий об'єм відстійника, м<sup>3</sup>;

$\rho$  – щільність гною, т/м<sup>3</sup>.

### **Розрахунок технологічного процесу виробництва біогазу**

Використання біогазових установок для метанового зброджування екскрементів повністю виключає втрати азоту, забезпечує дегельмінтацію, дезодорацію, знешкоджує властивість до сходження у насіння бур'янистих рослин, сприяє утворенню цінного органічного добрива.

Визначено комплект устаткування біогазових енергетичних установок (БЕУ), призначених для молочнотоварних та інших ферм. Так, наприклад, для ферми з поголів'ям 400 корів такий комплект складається з двох реакторів об'ємом 125м<sup>3</sup>, одного підігрівника і трьох блоків-контейнерів. Пропускна спроможність – 30...50 м<sup>3</sup>/добу. Вихід біогазу – 750 м<sup>3</sup>/добу. Об'єм газу, який використовується на господарські потреби, складає 300м<sup>3</sup>/добу. Температурний режим роботи реакторів – 45°C, вихід біогазу з 1кг гною – 12м<sup>3</sup>, тривалість циклу зброджування – 3 доби. Добове споживання гною – 42м<sup>3</sup> при вологості забродженої маси 96...98 %. Отриманий газ збирається в газгольдер.

При зброджуванні екскрементів виділення біогазу відбувається в 2,5...3 рази швидше в термофільних умовах (54...55°C), ніж у мезофільних (32...35°C). Оптимальне значення рН для метанових бактерій – 7,0...7,6; частинами подача екскрементів більш ефективна, ніж разова (на 38...50%); внесення екзогенних добавок (метанол, ацетат, целюлоза) у період розгону метантенка прискорює вихід його на робочий режим до 3...5 діб. Оптимальний варіант попередньої підготовки екскрементів - подрібнювання і вистоювання їх при температурі процесу.

Розроблено комплект устаткування біологічної обробки екскрементів і стоків (КОБОС) з використанням БЕУ (рисунок 4.8.6).

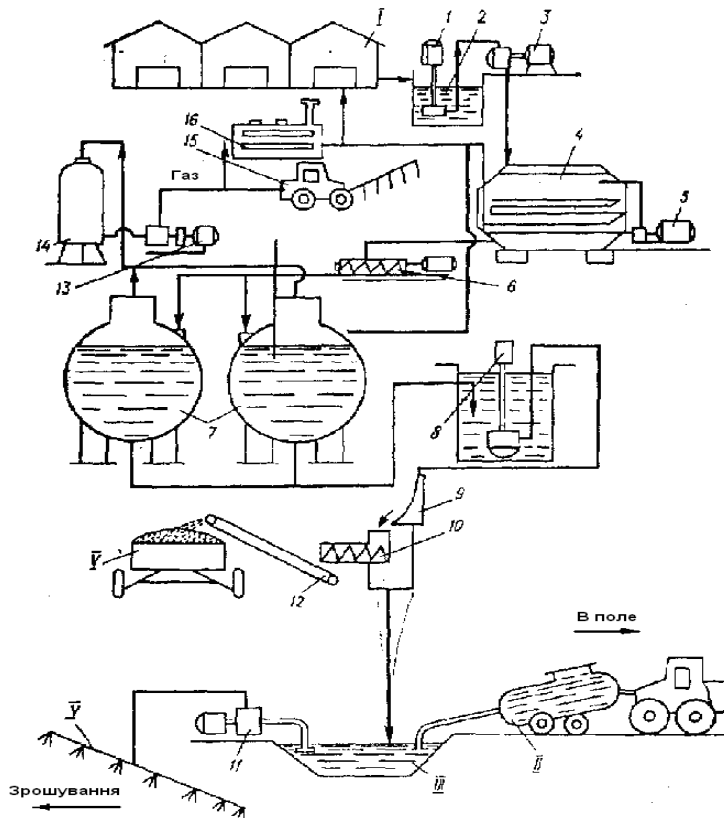


Рисунок 4.8.6 – Конструктивно-технологічно схема виробництва біогазу "Кобос": I – ферма; II – цистерна-розкидач; III – гноєсховище; IV – зрошувальна система; V – транспортний агрегат; 1 – насос для рідких екскрементів; 2 – колектор; 3 – подрібнювач; 4 – підігрівник-витримувач; 5; 8 – фекальні насоси; 7 – гвинтовий насос; 7 – реактор; 9 – дугове сито; 10 – прес-фільтр; 11 – насос; 12 – транспортер; 13 – компресор; 14 – газгольдер; 15 – двигун внутрішнього згоряння, який працює на біогазі; 16 – котел.

Розрахунок кількості біогазу проводять за кількістю абсолютно сухої речовини, яку визначають за формулою:

$$P_{аб.с.р.} = \frac{Q_{ек} \cdot (100 - B_{ек})}{100}, \text{ кг}, \quad (4.8.24)$$

де  $Q_{ек}$  – вміст екскрементів, біомаси в метантенку, кг;

$B_{ек}$  – вологість біомаси, %.

Розраховують кількість органічної речовини в біомасі, яка завантажена в метантенк за формулою:

$$P_{орг} = P_{аб.с.р.} \cdot 0,85, \text{ кг}. \quad (4.8.25)$$

Кількість біогазу, одержаного із однієї заправки метантенка, розраховують за формулою:

$$Q_{б} = P_{орг} \cdot K_p^{орг} \cdot q_{б}, \text{ м}^3, \quad (4.8.26)$$

де  $K_p^{орг}$  – коефіцієнт розкладання органічної речовини  $K_p^{орг} = 0,3$ ;

$q_{б}$  – вихід біогазу,  $\text{м}^3/\text{кг}$ .



Розрахунок показників характеристики біомаси розраховують за формулами:

$$ХПК = P_{орз} \cdot 1,2, \text{ кг}, \quad (4.8.27)$$

$$БПК5 = ХПК \cdot 0,42, \text{ кг}, \quad (4.8.28)$$

$$БПК20 = ХПК \cdot 0,84. \quad (4.8.29)$$

Об'єм газгольдера уточнюють за формулою:

$$V_z = G_o \cdot \tau_{н.б} / 24, \text{ м}^3, \quad (4.8.30)$$

де  $\tau_{н.б}$  – тривалість накопичення біогазу за добу, год.

### Розрахунок потоково-технологічних ліній з аеротенками

Аеробна біологічна обробка екскрементів проводиться в спеціальних спорудах: аеротенках, аероробних ставках, окислювальних каналах та інших спорудах. В аеротенках використовують обладнання для насичення біомаси киснем за рахунок інтенсивного насичення повітрям. Для цього технологічного процесу використовують: турбіни типу КПС-108.61.08.000; турбоповітродувки ТВ-80-1, БМ-01, ТВ-175-1,6М-01; пневмо - механічні аератори типу АПН-24.

Розрахунок потоково-технологічних ліній з аеротенками зводиться до визначення технологічних показників і вибору технологічного обладнання.

Спочатку уточнюють робочий об'єм аеротенка за формулою:

$$V_a = W_{op} \cdot \tau_p / 24, \text{ м}^3, \quad (4.8.31)$$

де  $W_{op}$  – розрахунковий витрати освітленої рідини, м<sup>3</sup>/добу;

$\tau_p$  – тривалість обробки біомаси в аеротенку, год.

Кількість активного мулу, що видаляється з системи протягом доби, розраховується за формулою:

$$Q_{мул.} = П_{а.мул.} \cdot W_{op}, \quad (4.8.32)$$

де  $П_{а.мул.}$  – приріст активного мулу, приймається 40% від ХПК.

Визначальним параметром аеротенка є окислювальна потужність, яку розраховують за формулою:

$$N_a = \frac{24 \cdot C_k}{\Psi_o \cdot V_a} \cdot (1 - \gamma), \text{ м}^3/\text{добу}, \quad (4.8.33)$$

де  $C_k$  – швидкість поглинання кисню, кг/год;

$\Psi_o$  – потреба у кисні на вбирання 1 кг БПК<sub>пов</sub> (для аеротенків довготривалої аерації приймають 1,8кг О<sub>2</sub>/кг БПК<sub>пов</sub>);

$\gamma$  – відносна залишкова концентрація поживних речовин.

Відносну залишкову концентрацію поживних речовин визначають з виразу:

$$\gamma = S_k / S_n, \quad (4.8.34)$$

де  $S_k$  – залишкова концентрація поживних речовин в одиницях БПК<sub>пов</sub>, кг/м<sup>3</sup>;

$S_n$  – концентрація поживних речовин в екскрементах, що надійшли на обробку, в одиницях БПК<sub>пов</sub>, кг/м<sup>3</sup>;

$$S_n = S_o \cdot (1 + f) \quad (4.8.35)$$

де  $S_o$  – початкова концентрація поживних речовин в аеротенку; кг/м<sup>3</sup>;

$f$  – рециркуляційне відношення – відношення витрати циркулюючого активного мулу до витрати екскрементів, що надходять на обробку:

$$f = \frac{g_f}{W_{op.}}, \quad (4.8.36)$$

де  $g_f$  – витрати циркулюючого активного мулу, м<sup>3</sup>/с.

При аерації з використанням перфорованих (розрізаних) труб і фільтрів загальна швидкість поглинання кисню визначається наступним чином:

$$G_k = \eta \cdot \varphi_k \cdot W_{нов}, \text{ кг/ГОД.}, \quad (4.8.37)$$

де  $\eta$  – концентрація кисню в повітрі (0,3 кг/м<sup>3</sup>);

$\varphi_k$  – ступінь використання кисню, %;

$W_{нов}$  – витрати повітря в аеротенку (подача аератора), м<sup>3</sup>/год.

Витрати повітря в аеротенках з пневматичною аерацією визначають за формулою:

$$W_{нов} = \frac{[(v_{вс} - v_n) \cdot v_n^2] \cdot L \cdot (H^2 + B^2)}{2,5 \cdot g \cdot h \cdot B}, \text{ м}^3/\text{ГОД.}, \quad (4.8.38)$$

де  $v_{вс}$  – швидкість спливання бульбашки повітря, м/с;

$v_n$  – швидкість висхідного потоку рідини, м/с;

$L$  – довжина коридору аеротенка, м;

$H$  – робоча глибина екскрементів в аеротенку, м;

$B$  – ширина коридору аеротенку, м;

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

$h$  – заглиблення повітророзподільного пристрою, м.

В аеротенках з пневматичними аераторами загальну швидкість поглинання кисню визначають за формулою:

$$G_k = \eta \cdot W_{нов} \cdot \left( 1 - \exp\left(-\frac{f_{\delta}}{V_{\delta}} \cdot \beta \cdot \Psi \cdot V_{\delta}\right) \right), \text{ кг/ГОД.}, \quad (4.8.39)$$

де  $f_{\delta}$  – площа поверхні бульбашки, м<sup>2</sup>;

$V_{\delta}$  – об'єм бульбашки, м<sup>3</sup>;  $\beta$  – коефіцієнт масопередачі;

$\Psi$  – константа рівноваги ( $\Psi = 0,333$ ).

Об'єм бульбашки визначають за формулою:

$$V_{\delta} = \pi \cdot d_{\delta}^3 / 6, \text{ м}^3, \quad (4.8.40)$$

де  $d_{\delta}$  – діаметр бульбашки, м.

Витрати повітря в аеротенках з пневмомеханічною аерацією:

$$W_{нов} = \frac{r_{p.\delta} \cdot (4 \cdot H^2 + B^2) \cdot (v_{вс} + v_n) \cdot v_n^2}{1,25 \cdot g \cdot H \cdot B}, \text{ м}^3/\text{ГОД.}, \quad (4.8.41)$$

де  $r_{p.\delta}$  – радіус розповсюдження бульбашок повітря в зоні дії аератора, м:

$$r_{p,\bar{o}} = r_0 \cdot \left[ 1 + \frac{4 \cdot q}{\pi \cdot d_m^2 \cdot (v_{ac} - v_n)} \right], \text{ м}, \quad (4.8.42)$$

де  $r_0$  – радіус мішалки, м;

$q$  – подача мішалки,  $q = 0.33 \cdot n \cdot d_M^3$ ,

де  $n$  – частота обертання мішалки,  $\text{с}^{-1}$ ;

$d_m$  – діаметр мішалки, м.

Середній діаметр повітряної бульбашки розраховуємо за формулою:

$$d_{\bar{o}} \approx 4,15 \cdot \varphi^{0,5} \cdot \varepsilon_0^{-0,4} \cdot \left( \frac{\sigma}{\rho_{ек}} \right)^{0,5} + 0,0009, \quad (4.8.43)$$

де  $\varphi$  – питома газонаповнення повітродіючої суміші в зоні спливання бульбашки, визначається з рівняння  $\varphi = W_{нос} / \pi \cdot r_{\bar{o}}^2 \cdot v_{\bar{o}}$ ;

$\varepsilon_0$  – показник дисипації енергії в одиниці маси переміщуваного середовища,  $\varepsilon_0 = N_p / \rho_{сум} \cdot V_{сум}$ ,

де  $N_p$  – потужність, що розсіюється в зоні диспергування, складає 90% від потужності мішалки, Вт;

$\rho_{сум}$  – густина газорідної суміші,  $\text{кг/м}^3$ ;

$V_{сум}$  – об'єм газорідної суміші,  $\text{м}^3$ .

Густина суміші розраховуємо за формулою:

$$\rho_{сум} = \rho_{ек} \cdot (1 - \varphi), \text{ кг/м}^3. \quad (4.8.44)$$

Площу поверхні бульбашки розраховують за формулою:

$$f_{\bar{o}} = 1,27 \cdot d_{\bar{o}}^2 \cdot W_e^{0,4} \cdot \sqrt{1 + 5,28 \cdot W_e^{-1,2}}, \text{ м}^2, \quad (4.8.45)$$

де  $W_e$  – число Вебера, яке розраховується за формулою:

$$W_e = \rho_{ек} \cdot d_{\bar{o}} \cdot v_{ac} / \sigma. \quad (4.8.46)$$

Продуктивність поверхневого механічного аератора по кисню оцінюється пропорційно витраті повітря і визначається за формулою:

$$Q_k = 8 \cdot W_{нос} \cdot h_m \cdot (G_k - C), \text{ кг/год.}, \quad (4.8.47)$$

де  $h_m$  – глибина розміщення турбіни, приймають  $h_m = 0,8\text{м}$ ;

$C_k$  – концентрація насичення киснем,  $\text{кг/м}^3$ ;

$C$  – концентрація кисню в екскрементах,  $\text{кг/м}^3$ .

Витрата повітря аератором розраховується за формулою:

$$W_{нос} = 0,47 \cdot \psi_p \cdot d_p^2 \cdot \sqrt{g \cdot h_p}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (4.8.48)$$

де  $\psi_p$  – газонаповнення в порожнині ротора;

$d_p$  – діаметр ротора, м.

Газонаповнення в порожнині ротора розраховують за формулою:

$$\psi_p = \frac{\pi^2 \cdot n^2 \cdot d_p^2}{2 \cdot g \cdot h_p \cdot (1 + \varphi)} - 1. \quad (4.8.49)$$

## Розрахунок біологічного очищення

Розрахунок біологічного очищення за допомогою аеробних бактерій при насиченні рідкої фракції гною повітрям проводять у механічних або пневматичних аераторах. На відміну від механічних, використання пневматичних аераторів не потребує будівництва спеціальних приміщень.

Фактичне навантаження на аератор можна розрахувати за формулою:

$$P = \frac{g_n \cdot (X_B - X_O) \cdot G_p}{n_a \cdot \alpha_T \cdot \alpha_{II} \cdot \delta}, \text{ кг}, \quad (4.8.50)$$

де  $P$  – витрата повітря при роботі аератора, кг;

$g_n$  – витрата повітря на окислення 1 кг органіки, кг/кг;

$X_B$  і  $X_O$  – вміст органіки відповідно у вихідній рідкій фракції гною та в очищених стоках, кг/м<sup>3</sup>;

$G_p$  – об'єм рідкої фракції гною, що подається на очищення, м<sup>3</sup>;

$n_a$  – кількість аераторів;

$\alpha_T$  – коефіцієнт, що враховує вплив температури на інтенсивність розчинення кисню,  $\alpha_T = 1 + 0,02 \cdot (T - 20)$ ;

$T$  – температура мулу,  $T = 23 - 37^\circ\text{C}$ ;

$\alpha_{II}$  – коефіцієнт, що враховує вплив домішок на ефективність дії кисню (для стоків свиноферм  $\alpha_{II} = 0,7$ );

$\delta$  – дефіцит кисню (для суміші в аеротенках першого ступеня очищення  $\delta = 1$ ).

## Перевезення і внесення гною у ґрунт

Перевезення і внесення гною у ґрунт можна здійснювати при різному поєднанні транспортно-навантажувальних засобів від прийнятої технології його використання.

При проектуванні тваринницького підприємства заздалегідь орієнтовно виконують розрахунки площі земельних угідь, які будуть використовуватися для повної переробки гною як органічного добрива. Розрахунки проводять за формулою:

$$S_{з.у.} = \frac{G_{річ} \cdot \beta_{ем.}}{G_{га}}, \text{ га}, \quad (4.8.51)$$

де  $S_{з.у.}$  – площа земельних угідь, для повної переробки гною, га;

$G_{річ}$  – річний вихід свіжого гною з тваринницького підприємства, кг;

$\beta_{ем.}$  – коефіцієнт, що враховує втрати азоту в процесі зберігання гною,  $\beta_{ем.} = 0,2 - 0,3$ ;

$G_{га}$  – норма внесення гною, кг/га.

Проведений економічний аналіз свідчить, що раціональною є схема прямого використання гною (ферма – поле) відстанню транспортування до 5 км, а при використанні великовантажних цистерн та причепів відстань збільшується від 5 до 10 км. Коли застосовують перевалочну технологію транспортування гною, тоді експлуатаційні витрати збільшуються 3,8 рази.

## 4.9. Особливості проектування технологічних ліній в птахівництві

### 4.9.1 Розрахунки кількості кліткових батарей

Кількість кліткових батарей  $n_{кб}$  в пташнику визначається за формулою:

$$n_{кб} = \frac{B_n - \sum B_{пр}}{B_{кб}}, \text{ шт.}, \quad (4.9.1)$$

де  $B_n$  – ширина приміщення (пташника) 12 і 18 м;

$B_{пр}$  – ширина проходів між клітковими батареями – 0,7-1 м;

$B_{кб}$  – ширина кліткової батареї, м.

Кількість птиці в клітковій батареї  $n_{пт}$ .

$$n_{пт} = n_{кл} \cdot n, \text{ тис. гол.}, \quad (4.9.2)$$

де  $n_{кл}$  – кількість голів в одній клітці (для молодняка – 10-20 гол, для курей-несучок – 7-8 гол), гол;

$n$  – кількість кліток в клітковій батареї, шт.;

$$n = n_{яр} \cdot n_{кл яр} \cdot n_p, \text{ шт.}, \quad (4.9.3)$$

де  $n_{кл яр}$  – кількість кліток на одному ярусі кліткової батареї, шт.,

$n_{яр}$  – кількість ярусів в клітковій батареї  $n_{яр} = 1, 2, 3$ .

$n_p$  – кількість рядів кліток в клітковій батареї  $n_p = 1, 2, 3, 4$  (4 рядні використовуються тільки при проектуванні одноярусних кліткових батарей).

$$n_{кл яр} = L_{кб} - L_{кл}, \text{ шт.}, \quad (4.9.4)$$

де  $L_{кб}$  – довжина кліткової батареї (дані наведені в підрозділі 5.14), м,

$L_{кл}$  – довжина клітки(дані наведені в підрозділі 5.14), м.

Щільність посадки птиці в пташнику  $\rho_{пт}$ ,

$$\rho_{пт} = \frac{n_{кб} \cdot n_{пт}}{S_{б}}, \text{ гол/м}^2, \quad (4.9.5)$$

де  $n_{кб}$  – кількість кліткових батарей в пташнику, шт.;

$n_{пт}$  – кількість птиці в одній клітковій батареї, тис. гол;

$S_{б}$  – площа пташника, м<sup>2</sup>.

### 4.9.2 Технологічна лінія годування птиці

При вирощуванні і утриманні птиці повноцінне годування є найголовнішим фактором для підвищення продуктивності і раціонального використання всіх ресурсів. Годівля займає найбільший відсоток витрат в собівартості продукції (виробництво яєць) і складає біля 60-67%.

В організмі птиці проходить інтенсивний обмін речовин. За продуктивний період, рівний одному року, вихід яєчної маси перевищує масу тіла несучки в 7,5-9,5

рази. Кожне яйце в середньому, складається з 12% сирого протеїну, біля 10% від маси яйця складає шкарлупа, яка складається в основному із солей кальцію.

Повноцінне годування забезпечується комплексом живильних, мінеральних, і біологічно активних речовин, які повинні поступати в організм в визначеному співвідношенні і достатній кількості. Головне завдання при цьому – досягнення найбільшої продуктивності і найкращих відтворних якостей при мінімальних витратах кормових ресурсів на одиницю продукції.

### Розрахунок добової, разової і сезонної потреби в кормах для птиці

Для розрахунку добової потреби в кормах необхідно визначити кількість голів птиці у кожній статево – віковій групі. Для кожної групи ремонтного молодняку і дорослої птиці складається раціон годівлі. Кількість кожного виду корму визначається підсумовуванням добуток кількості корму в раціоні на поголів'я птиці у даній групі, тобто:

$$Q_i = \sum a_i m_j, \text{ кг}, \quad (4.9.6)$$

де  $Q_i$  – добове споживання даного виду корму, кг/доб;

$m_j$  – кількість голів у  $j$ -й групі, гол;

$a_j$  – норма видачі  $i$ -го корму в раціоні на одну голову, кг/доб

Норми згодовування для птиці приведені в таблиці 4.9.1.

$$Q_{\text{доб}} = \sum Q_i, \text{ кг}. \quad (4.9.7)$$

Потреба в кормах на одну годівлю визначається розподілом добової кількості кормів на кратність годівлі:

$$Q_{\text{раз}} = \frac{Q_{\text{доб}}}{k}, \text{ кг}, \quad (4.9.8)$$

де  $k$  – кратність годівлі,  $k = 2, 3$ .

Таблиця 4.9.1 – Приблизні середні норми згодовування комбікормів ремонтного молодняку і курей-несучок промислового стада і бройлерів, г/ на голову.

Ремонтний молодняк і дорослі кури-несучки яєчних порід.		Кури м'ясних порід (бройлери)	
Вік птиці, тижнів	г/на голову	Вік птиці, тижнів	г/на голову
1-8	32	При двох періодах згодовування	
		1-7	50
9-21	77	8-23	90
		При трьох періодах згодовування	
22-47	115	1-7	50
		8-13	78
48 і більше	100	14-23	100

Сезонна потреба в кормах визначається множенням добової потреби на тривалість періоду в добі:

$$Q_{\text{сез}} = Q_{\text{су}} \cdot t_{\text{сез}}, \text{ кг}, \quad (4.9.9)$$

де  $t_{\text{сез}}$  – тривалість сезону, днів; (для вирощуванні бройлерів сезон складає 310 днів; для курей-несучок 360 дні).

Так як птицю на виробництві годують повнораціонними і збалансованими за поживними і енергетичними властивостями комбікормами, то технологічна лінія годування птиці зводиться до підвезення комбікорму транспортними засобами до пташника, заповнення і зберігання в кормовому бункері і роздаванні корму стаціонарними кормороздавачами.

Стаціонарні кормороздавачі встановлюють в приміщеннях (пташниках) де і відбувається безпосередньо годівля птиці.

В приміщеннях для вирощування і утримання птиці в основному використовують навесні бункерні, ланцюгові, ланцюгово-дискові, канатно-дискові і спіральні кормороздавачі.

### Розрахунок потрібної кількості кормороздавачів

При роздаванні кормів стаціонарними роздавачами їх кількість визначають залежно від параметрів і кількості прийнятих птахівницьких приміщень, поголів'я птиці, що обслуговує один кормороздавач:

$$n_p = \frac{n_{np} \cdot m_1}{m_2}, \text{ шт}, \quad (4.9.10)$$

де  $n_p$  – необхідна кількість стаціонарних кормороздавачів, шт;

$n_{np}$  – кількість приміщень на фермі, шт;

$m_1$  – місткість одного приміщення, гол;

$m_2$  – кількість птиці, що обслуговується одним кормороздавачем, гол;

Кількість циклів  $i_u$ , що може виконати один кормороздавач за час роздавання:

$$i_u = \frac{T_p}{t_u}, \quad (4.9.11)$$

де  $T_p$  – допустимий час роздавання кормів (зумовлюється розпорядком дня), год;

$t_u$  – час, необхідний для виконання одного рейсу або циклу роздавання, год.

Відповідно до зоотехнічних вимог час, що відводиться на роздавання кормів, не повинен перевищувати 1,5-2 год.

Тривалість одного циклу роздавання визначається як сума затрат часу на окремі операції цього циклу:

$$t_u = (t_x + t_z + t_p)k_o, \text{ год.}, \quad (4.9.12),$$

де  $k_o$  – коефіцієнт, що враховує затрати часу на вимушені зупинки, розвороти тощо,  $k_o = 1,1-1,2$ ,

$t_x$  – час транспортування порожнього кормороздавача, год,

$t_3$  – час завантаження кормороздавача, год,

$t_p$  – тривалість роздавання кормів, год.

Час транспортування порожнього кормороздавача  $t_x$ , год, до місця його завантаження кормами визначають так:

$$t_x = \frac{S}{V_x}, \text{ год}, \quad (4.9.13)$$

де  $S$  – довжина кормороздавача, (кліткової батареї, або обладнання для утримання птиці на підлозі), км

$V_x$  – швидкість транспортування порожнього кормороздавача, км/год.

Час завантаження кормороздавача  $t_3$ , год, розраховують за формулою:

$$t_3 = \frac{G_p}{Q_3}, \text{ год.}, \quad (4.9.14)$$

де  $Q_3$  – продуктивність завантажувача, кг/год;

$G_p$  – продуктивність кормороздавача, кг/год.

Тривалість роздавання кормів  $t_p$ , год, дорівнює:

$$t_p = \frac{G_p}{Q_p}, \text{ год.}, \quad (4.9.15)$$

де  $Q_p$  – продуктивність кормороздавача при роздаванні кормів у годівниці, кг/год;

$V_p$  – швидкість переміщення кормороздавача при роздаванні корму, км/год.

Необхідна продуктивність кормороздавача  $Q_p$  становить:

$$Q_p = g \cdot V_p, \text{ кг/год.}, \quad (4.9.16)$$

де  $V_p$  – швидкість агрегату під час роздавання кормів у годівниці, км/год,

$g$  – погона норма видачі корму, кг.

Погону норму видачі корму  $g$ , розраховують за формулою:

$$g = \frac{g_e \cdot k_3}{b}, \text{ кг/м}, \quad (4.9.17)$$

де  $g_e$  – разова норма видачі на одну голову (встановлюється залежно від добового кормового раціону, а також кратності годівлі), кг;

$k_3$  – змінність годівлі з одного головомісця (не більше  $k_3 = 2$  або  $3$ );

$b$  – ширина фронту годівлі птиці (для молодняку від 0,025 до 0,1 м на голову, і від 0,1 до 0,12 м – для дорослої птиці).

Загальна кількість циклів (рейсів)  $i_3$  для годівлі птиці залежить від обсягу кормів, що необхідно роздати, і становить:



$$i_3 = \frac{G_{раз}}{G_p}, \quad (4.9.18)$$

де  $G_{раз}$  – кількість корму для однієї годівлі, кг.

Кількість корму  $G_{раз}$ , для однієї годівлі визначають на формулою:

$$G_{раз} = m \cdot g_6, \quad \text{кг}, \quad (4.9.19)$$

де  $m$  – загальне поголів'я птиці в пташнику, гол

Одержаний результат розрахунку округлюють до цілого числа в бік збільшення і приймають як кількість роздавачів для ферми.

### 4.9.3 Технологічна лінія напування птиці

Поряд із годівлею, напування є найважливішим біотехнологічним процесом, в якому птиця безпосередньо контактує із засобами забезпечення водою. Робочі органи цих засобів повинні якнайкраще відповідати фізіологічним особливостям споживачів води.

Із технологічного обладнання, яке використовують для лінії напування птиці, визначають різноманітні напувалки. Серед них найефективнішими в технологічному відношенні є автонапувалки, тобто спеціальні автоматичні пристрої, за допомогою яких птиця може самостійно, без участі людини, споживати воду з водопровідної мережі протягом доби і в потрібній кількості. Для поїння птиці розрізняють такі автонапувалки: жолобкові, ніпельні і мікрочашкові.

#### Вибір та визначення кількості напувалок

Вибір засобів напування зумовлюється віком птиці, а також способом їх утримання. Індивідуальні напувалки використовують при вирощуванні молодняку птиці, в початковий період життя. В основному в цей період життя, використовують вакуумні напувалки. В подальшому, з розвитком молодняку, його привчають до жолобкових, і ніпельних напувалок, які в подальшому використовують при утриманні вже дорослої птиці.

Необхідну кількість напувалок  $n_{нан}$  розраховують за відношенням:

$$n_{нан} = \sum \frac{m_i}{m'_i}, \quad \text{шт.}, \quad (4.9.20)$$

де  $m_i$  – кількість птиці  $i$ -ї групи, гол;

$m'_i$  – кількість гол, що обслуговується однією напувалкою для  $i$ -ї групи.

Технічна характеристика напувалок для птиці наведена в додатку 49.

### 4.9.4 Технологічна лінія видалення посліду

Вихід посліду при вирощуванні і утриманні птиці. Кількість посліду, який виділяє в добу одна птиця приблизно в 1,5-2 рази більше з'їденого нею сухої речовини корму.

Вихід посліду за добу  $Q_{доб}$  розраховується по формулі:

$$Q_{доб} = \sum q_i m_i, \quad \text{т}, \quad (4.9.21)$$

де  $q_i$  – кількість посліду від одної голови  $i$ -ї групи, т

Вихід посліду за рік  $Q_{річ}$  розраховується по формулі:

$$Q_{річ} = \sum q_i m_i D_i, \text{ т,} \quad (4.9.22)$$

де  $D_i$  – кількість днів утримання птиці за рік, дні; (для вирощуванні бройлерів сезон складає 310 днів; для курей-несучок 360 дні).

Вихід посліду натуральної вологості від однієї голови птиці сучасних кросів за даними галузевих норм технологічного проектування птахівничих підприємств приведений в таблиці 4.9.3.

При утриманні птиці на підстилці послід змішується з нею, підсушується як за рахунок поглинання певної частини вологи підстилкою, так і за рахунок природного усихання.

Вихід підстилкового посліду при вирощуванні і утриманні птиці різного промислового призначення приведений в таблиці 4.9.4.

Вологість підстилкового посліду залежить від вживаного підстилкового матеріалу, мікроклімату в пташнику і ряду інших чинників. При дотриманні технологічних параметрів утримання птиці і норм витрати підстилки, застосуванні підстилки на основі торфу, вологість підстилкового посліду складає 35-48%, при підстилці на основі тирси, лушпиння соняшнику і тому подібне - 23-31%.

Механізми для прибирання посліду з клітинних батарей і пташників розділяють на два основні типи: скребкові (скреперні) і стрічкові. Скребковими механізмами для прибирання посліду обладнані в основному клітинні батареї для вирощування і утримання птиці (КБУ-3, БКН-3, БКМ-3, ККТ, ЕКТ, L-134, L-112, L-124, КБР-2, К-П-15, ОБН, КБН).

При використанні цих механізмів потрібне щоденне, одно-трьохкратне прибирання посліду. До того ж скребкові механізми вказаних клітинних батарей далеко не завжди можуть прибирати послід природної вологості і для надійної роботи механізмів потрібне розбавлення посліду водою, тому вологість посліду на підприємствах, що застосовують клітинні батареї з скребковим прибиранням посліду, складає 83-95%. При цьому маса і об'єм посліду, витрати на його транспортування і переробку, потреба в сховищах збільшується в 2-3 рази.

Останнім часом всього великого поширення набувають клітинні батареї із стрічковим прибиранням посліду один раз в 5-7 днів. Знаходячись тривалий час на стрічкових транспортерах клітинних батарей, послід підсушується.

Обов'язковою умовою застосування клітинних батарей із стрічковим прибиранням посліду є недопущення попадання води в послід, що досягається використанням ніпельних напувалок з клапанами і краплеуловлювачами.

Кліткові батареї із стрічковою системою прибирання посліду, можуть бути з вбудованими повітряними системами аерації посліду і без системи аерації. Вологість посліду при видаленні з клітинних батарей з системою аерації складає 55-30%, без такої системи – 70-55% залежно від мікроклімату в пташнику і марки устаткування.

Таблиця 4.9.3 – Вихід посліду від однієї голови птиці

Групи птиці по виробничому визначені	Кількість посліду за добу, г (в середньому)	Відносна вологість посліду, %	Цикл вирощування і утримання птиці, тижнів	Кількість посліду за цикл, кг
<b>Доросла птиця</b>				
Кури				
- батьківське стадо яєчних курей;	189	71-73	52	69,0
- промислове стадо яєчних курей;	179	71-73	51	63,9
- батьківське стадо бройлерів	276-300	71-73	40	77,3-84,0
<b>Ремонтний молодняк</b>				
Кури яєчного напрямку в віці, тижнів:				
1-4	24	66-74	4	0,7
4-9	97	66-74	5	3,4
9-22	176	66-74	13	16,0
1-22	131	66-74	22	20,1
Бройлери в віці, тижнів:				
1-8	140	66-74	8	7,8
8-18	184	66-74	10	12,9

Таблиця 4.9.4 – Надходження маси посліду з підстилкою при напільному утриманні птиці за період вирощування

Вид птиці	Термін вирощування або утримання, тижнів	Загальне надходження посліду з підстилкою в розрахунку на 1000 гол., т
<b>Ремонтний молодняк</b>		
Яєчні кури	1-21	16,7
М'ясні кури (бройлери)	1-25	21,2
<b>Доросла птиця</b>		
Кури м'ясні (бройлери)	35	45,2
Кури яєчні	52	42,5

#### 4.9.5 Технологічна лінія збирання та обробки яєць

На сучасних птахофабриках та великих птахофермах найбільш відповідальною, складною і трудомісткою операцією є збирання і обробка яєць. У зв'язку з маломіцністю вихідного матеріалу механізація цих робіт не відповідає оптимальним умовам зберігання кінцевого продукту. Крім того, із збільшенням рівня механізації та автоматизації виробничих процесів у птахівництві відносна трудомісткість операції збирання й обробки яєць безперервно зростає. Так, при утриманні птиці в немеханізованих кліткових батареях затрати праці на цю технологічну операцію складали до 20 % загальних трудозатрат, у сучасних механізованих батареях їх частка збільшується в 2,5 – 3 рази, тобто до 60 – 65 %, а в потоково-механізованих і автоматизованих кліткових батареях досягає 80 %. Отже, основні вимоги до цього технологічного процесу та відповідних машин і обладнання, по-перше, повна заміна ручних операцій, по-друге, – найменше пошкодження яєць.

Під пошкодженням розуміють не тільки порушення цілісності шкаралупи чи підшкаралупної оболонки, а й збовтування, яке спричиняє змішування жовтка з білком, у результаті чого змінюється внутрішня структура яйця.

Утримання птиці в багатоярусних кліткових батареях призводить до того, що вже при відкладанні яєць, а також у процесі їх збирання й обробки вони скочуються, ударяються, падають, переміщуються в горизонтальному, похилому та вертикальному напрямках, спричиняючи пошкодження. З метою зменшення кількості таких яєць швидкість робочих транспортерів не повинна перевищувати 0,2 м/с.

Потокові технологічні лінії збирання і товарної обробки яєць включають такі операції: збирання з гнізд батарей, транспортування в цех, миття, дезинфекцію й сушіння, сортування за якістю (овоскопування) і масою (зважування), маркування, укладання в тару й складування. Для виконання вказаних технологічних операцій застосовується відповідний набір машин і обладнання, які мають гнізда для відкладання яєць, сковувальні підніжні решітки кліткових батарей, транспортні установки для горизонтального переміщення, яєць, елеватори вертикального транспортування і машини для товарної обробки яєць.

При утриманні батьківського та промислового стада на підлозі застосовують спеціальні гнізда, призначені для розміщення птиці під час відкладання яєць. Гнізда бувають контрольні, індивідуальні і групові. Контрольні використовують для індивідуального обліку продуктивності кожної несучки в селекційних та племінних пташниках. Індивідуальні і групові гнізда призначені для яйцекладки при отриманні яєць на інкубацію та товарних. Кліткове утримання передбачає кладку яєць безпосередньо в клітках батарей.

Знесене яйце з гнізда або кліток батарей скочується похилою поверхнею підніжної решітки в бік транспортера або пересувного лотка. Яйця скочуються на стрічкові транспортери зразу після відкладання, а збирають їх на пересувні лотки під час руху кормороздавача.

Пересувні лотки мають певні конструктивні недоліки, з якими пов'язаний підвищений бій і насічка яєць, значні затрати праці при збиранні готової продукції. Цей

вид яйцезбірника вимагає від обслуговуючого персоналу підвищеної уваги в процесі експлуатації, не піддається автоматизації і працює в режимі ручного керування.

Економічно доцільніше для збирання та транспортування яєць застосовувати стрічкові горизонтальні транспортери. Їх можна розмістити між суміжними рядами кліток, зовні ряду кліток і всередині. В останньому випадку над конвеєром роблять перехідний місток (захисний козирок), щоб птиця не пошкоджувала й не забруднювала яйця. У варіанті зовнішнього розміщення при виході з ладу яйцезбирального механізму яйця можна збирати вручну, а в двох інших – ця операція неможлива, що висуває підвищені вимоги до надійності обладнання.

Курок-несучок на великих птахівницьких підприємствах утримують в багатоярусних, розміщених у кілька рядів кліткових батареях. Щоб забезпечити вихід з усіх ярусів і рядів на один рівень, застосовують яйцезбиральні конвеєри з елеватором.

Конвеєрні стрічки подають яйця на один загальний приймально-нагромаджувальний стіл. Потім їх вручну перекладають у тару і стаціонарними чи мобільними засобами транспортують на яйцесклад для обробки та сортування. Застосувати мобільні засоби доцільно у випадку великих відстаней між пташниками й яйцескладом.

Яйцесклади будують у великих спеціалізованих господарствах. На першому етапі механізації яйцесклад укомплектовують окремими машинами, які виконують найбільш трудомісткі операції обробки яєць. При використанні окремих машин, що не з'єднані в єдину потокову лінію, зберігається значний рівень ручної праці на навантажувально-розвантажувальних і транспортних операціях.

Яйцесклад має три виробничі відділення (приймальне, товарної обробки, пакування та зберігання), службові і допоміжні приміщення. При прийманні яєць виконують первинне сортування, яке полягає у відбиранні яєць з пошкодженою шкаралупою та забруднених. Забруднені яйця миють, обсушують, а потім відправляють на яйцесортувальну машину.

Яйця з пошкодженою підшкаралупною оболонкою та ознаками течі звільняють від шкаралупи, зливають у чистий емальований посуд і відправляють для реалізації до хлібопекарень та кондитерських підприємств.

Після сортування яйця маркують нешкідливою фарбою, проставляючи на кожному яйці категорію й дату сортування. Відсортовані яйця пакують окремо, за категоріями, в спеціальну тару.

### **Розрахунок лінії збирання та обробки яєць**

При проектуванні птахофабрик і птахоферм комплект технологічних засобів вибирають залежно від запланованого обсягу робіт, віку птиці, системи утримання, способу годівлі, кліматичних умов тощо.

Річний обсяг роботи  $Q_p$  механізованого яйцескладу або цеху для сортування і пакування яєць дорівнює:

$$Q_p = ma, \text{ шт. яєць} \quad (4.9.23)$$

де  $m$  – середньорічне поголів'я птиці, що відкладає яйця, гол;  
 $a$  – несучість дорослої птиці, шт.

Ці дані для різних видів птиці наведені в таблиці 4.9.5.

Добовий обсяг роботи визначають за формулою:

$$Q_{доб} = \frac{\alpha Q_p}{365}, \text{ шт. яєць,} \quad (4.9.24)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт добової нерівномірності надходження яєць ( $\alpha = 0,7 - 0,8$ ).

За добовим обсягом роботи розраховують змінну  $Q_{зм}$  і годинну  $Q_2$  продуктивність механізованих яйцескладів або цехів для сортування та пакування яєць:

$$Q_{зм} = \frac{Q_{доб}}{n_{зм}}, \text{ шт./доб.,} \quad (4.9.25)$$

Таблиця 4.9.5 – Показники продуктивності птиці

Вид птиці	Жива маса, кг	Несучість, шт. яєць за рік	Використання яєць на інкубацію, %	Вихід молодняку, %	Збереженість, %
Кури яєчних білих кросів: - промислове стадо - батьківське стадо	1,6	290	-	-	95
	1,7	260	70	80	95
Кури коричневих кросів: промислове стадо батьківське стадо	2,1	280	-	-	95
	2,2	260	75	80	95
Кури м'ясо-яєчних порід промислове стадо батьківське стадо	2,4	205	-	-	95
	2,4	200	75	75	95

$$Q_2 = \frac{Q_{зм}}{t_{зм}}, \text{ шт./год.,} \quad (4.9.26)$$

де  $n_{зм}$  – кількість робочих змін на добу;

$t_{зм}$  – тривалість зміни технологічного процесу, год.

Далі визначаємо кількість машин для обробки яєць:

$$n_{оя} = \frac{Q_2}{G_m}, \text{ шт.,} \quad (4.9.27)$$

де  $G_m$  – продуктивність машини для обробки яєць, тис. яєць/год

Після цього провадять вибір відповідних машин і ліній за продуктивністю, габаритними розмірами та іншими техніко-економічними даними для цехів, що проектуються. Технічна характеристика машин і ліній для обробки яєць наведена в додатку 46.

Розміри приміщень для цехів обробки яєць залежать від габаритних розмірів обладнання. Приміщення для зберігання яєць проектують із розрахунку 3,5–5 м<sup>2</sup> на кожні 10 тис. гол.

#### **4.10 Розрахунок механізованого процесу стрижки овець**

##### **Особливості механізованої технології у вівчарстві**

Якщо розглядати механізацію технологічних процесів у вівчарстві, то найбільш відрізняється ПТЛ стрижки овець. Усі інші ПТЛ ідентичні за методикою формування і розрахунку як і ПТЛ для великої рогатої худоби.

Розглянемо технологічні вимоги до стрижки і первинного обробітку вовни. Шерсть ділиться за товщиною на тонку (діаметр 23,1...25,0 мкм) і напівтонку (25,1...50,0 мкм). Довжина шерсті повинна становити 65...80 мм. Шерсть довжиною 20...30 мм використовується на виготовлення валяних виробів, інших матеріалів із войлоку. Тонкорунних і напівтонкорунних овець стрижуть раз у рік (весною), грубошерстих і напівгрубошерстих – два рази в рік (весною і восени). Романівську породу овець стрижуть 3 рази в рік (весна, літо, осінь).

Стрижуть отару овець у наступній послідовності: спочатку маточне поголів'я зимового окоту, молодняк, народжений минулого року, валунів, маток весняного ягнуння, баранів.

Перед стрижкою овець протягом доби витримують без корму і 10...12 год. без води. На ніч залишають їх у приміщенні, щоб вовна не зволилась.

Після стрижки всі вівці обробляються розчином креоліну і гексахлораном для профілактики захворювання.

Машинна стрижка овець збільшує настриг вовни на 5...7 %.

##### **Стригальні пункти**

Залежно від системи вівчарства, поголів'я овець, а також місця і часу проведення стрижки стригальні пункти поділяють на наступні типи: 1) крупні стаціонарні на 24 машинки; 2) стаціонарні на 12 і 24 машинки, що утворюють на базі типових кошар; 3) переносні або виносні на 12 і 24 машинки.

Найбільшого розповсюдження набули виносний цех ВСЦ-24/200 і комплект обладнання КТО-24. Робота обладнання у таких цехах забезпечується електростанцією СТН-12А, яка може навішуватись на трактор.

Приміщення цеху має універсальне перекриття УУП-500, яке представляє собою збірний каркас з металевих труб, що накривається брезентом. У комплект обладнання входить огорожа для загонів і оцарків, стелажі для стрижки, бокси для класифікації шерсті. Основне технологічне обладнання складається з 24 стригальних машинок марки МСУ-200, які входять у склад електростригальних агрегатів ЭСА-12/200, транспортера для рун шерсті ТШ-0,5Б, класифікаційного столу, гідравлічного пресу для шерсті ПГШ-1Б, точильного апарату ТА-1, доводчого апарату ДАС-350. Цех має три основні виробничі дільниці і побутову

зону обслуговування персоналу. Першою є дільниця стрижки, де розміщені загін, оцарки, робочі місця стригалів і транспортер шерсті; другою є дільниця обліку, класифікації і пресування рун шерсті; третя дільниця - дільниця технічного обслуговування машин, де разом з точильним ТА-1 і доводочним ДАС-35 апаратами знаходиться комплект КВЗ-1 допоміжного обладнання для заточування різальних пар, там же знаходиться робоче місце слюсаря-наладчика. За боксами для класифікації шерсті розміщена лабораторія якості шерсті.

У цеху працюють 24 стригалі і 34...37 чоловік обслуговуючого персоналу.

Увесь процес стрижки і первинної обробки шерсті можна розділити на наступні технологічні лінії: 1 – підготовки не обстрижених овець; 2 – стрижки овець; 3 – обробки обстрижених овець; 4 – сортування шерсті; 5 – первинної обробки шерсті.

### Розрахунок параметрів технологічного процесу стрижки овець

Технологічний процес стрижки – складова частина системи “оператор-машина-тварина”. Важливою ланкою в енергетичній системі “оператор-машина-тварина” є живий рушій – людина, що є джерелом енергії.

Академік В.П. Горячкін вивчив це питання і встановив, що продуктивність людини і системи в цілому залежить від трьох факторів:  $F$  – сили тяги,  $v$  – швидкості руху машинки,  $t$  – тривалості стрижки.

Оптимальне співвідношення між цими факторами визначається відомою формулою Машека:

$$\frac{F}{F_{cp}} + \frac{V}{V_{cp}} + \frac{t}{t_{cp}} = 3, \quad (4.10.1)$$

звідки при  $\frac{t}{t_{cp}} = 1$  одержимо  $\frac{F}{F_{cp}} + \frac{V}{V_{cp}} = 2$ .

Для оцінки працездатності стригаля В.І.Крисюк запропонував залежність:

$$v_{cmp} = 1,14 \left( 1 - \frac{F_{cmp}}{80} \right) + 0,99 \left( 1 - \frac{F_{cmp}}{80} \right)^3, \text{ м/с}, \quad (4.10.2)$$

де  $V_{cmp}$  – швидкість руху руки стригаля, м/с;

$F_{cmp}$  – сила подачі, що розвиває рука стригаля при швидкості  $V_{cmp}$ , Н.

За експериментальними даними побудована характеристика  $P_{cmp} = f(V_{cmp})$ , яка наведена на рис. 5.7.

Оптимальною вважається швидкість руху руки стригаля  $V_{cmp} = 0,93$  м/с, з якою він може працювати протягом усієї зміни при навантаженні на руку з машинкою  $F_{cmp} \approx 31$  Н. Потужність, яку буде розвивати стригаль, при цьому становитиме близько 28,3 Вт. Визначається вона за формулою:

$$N_{cmp} = V_{cmp} \cdot F_{cmp}, \text{ Вт}. \quad (4.10.3)$$

Загальне зусилля, яке необхідно прикласти до стригальної машинки, розраховується за формулою:



$$F_{cnp} = F_m + F_{np} + F_{piz}, \text{ Н,} \quad (4.10.4)$$

де  $F_m$  – зусилля опору переміщення машинки внаслідок тертя її об шкіру тварини, Н;

$F_{np}$  – зусилля опору, що залежить від ваги приводу машинки, Н;

$F_{piz}$  – зусилля опору різання шерсті, Н.

Зусилля опору різання, яке діє у площині осьового переміщення машинки і обумовлене повздовжнім згином шерсті, визначається за формулою:

$$F_{piz} = \frac{36 \cdot 10^5 \cdot b \cdot V_{cnp}^{0,69}}{n^2} \cdot (1 + K_1 \cdot \varphi^2), \text{ Н} \quad (4.10.5)$$

де  $b$  – ширина захвату ріжучого апарату машинки, мм;

$n$  – частота подвійних ходів,  $\text{хв}^{-1}$ ;

$\varphi$  – кут нахилу гребінки до поверхні тіла;

$K_1$  – коефіцієнт, що враховує геометрію ріжучої пари і стану покрову.

Загальне зусилля, яке необхідно прикласти до стригальної машинки можна визначити також по графіку на рисунку 4.10

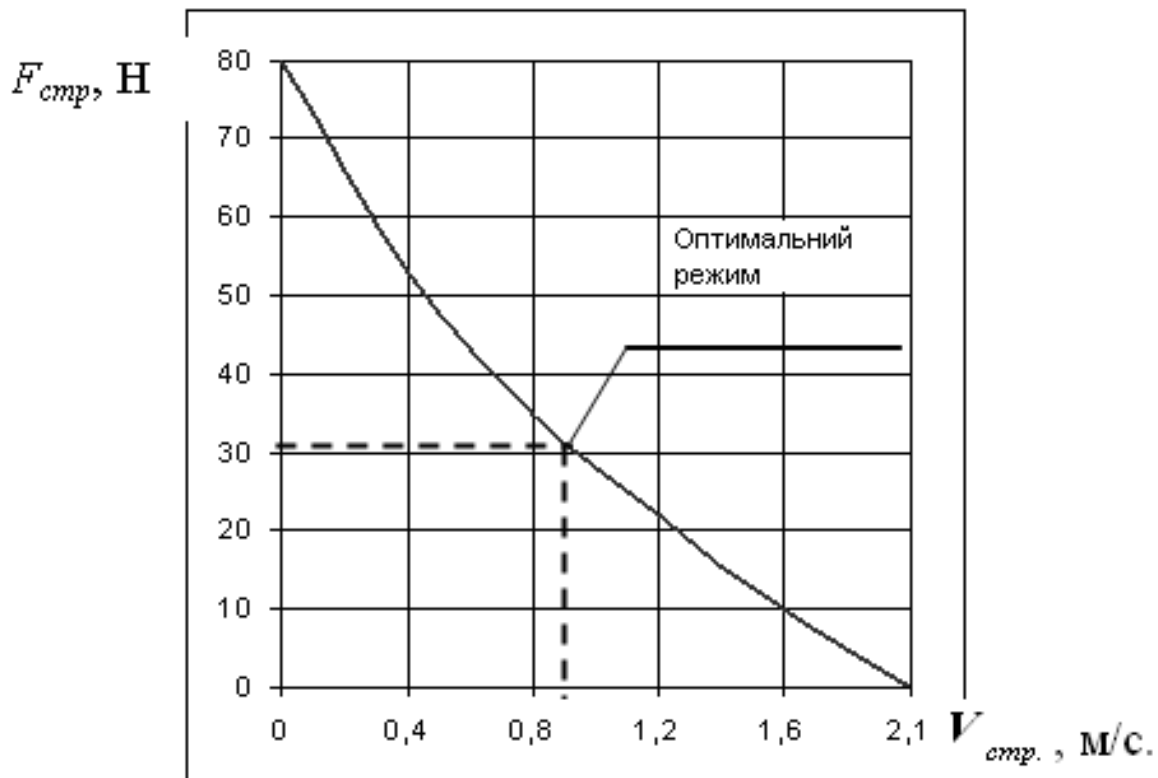


Рисунок 4.10 – Силова характеристика роботи стригалі:  $V_{cnp}$  – швидкість руху руки стригалі;  $F_{cnp}$  – сила подачі, що розвиває рука стригалі.

Чистий час стрижки однієї вівці розраховується за формулою:

$$t_{cnp} = \frac{S_m}{Q_m}, \text{ с,} \quad (4.10.6)$$

де  $S_m$  – площа тіла вівці (вівцематка -  $1 \dots 1,8 \text{ м}^2$ , барани -  $2 \dots 2,6 \text{ м}^2$ );

$Q_m$  – продуктивність стригалі,  $\text{м}^2/\text{с}$ .

Дану продуктивність розраховують за формулою:

$$Q_m = \eta_{p.x} \cdot \eta_{ш} \cdot b \cdot v_{стр}, \text{ м}^2/\text{с}, \quad (4.10.7)$$

де  $\eta_{p.x}$  – коефіцієнт, що враховує затрати часу на робочі проходи машинки;  
 $\eta_{ш}$  – коефіцієнт, що враховує використання конструктивної ширини захвату ножа;  
 $b$  – конструктивна ширина ножа, м.

Загальний час стрижки однієї вівці визначається за формулою:

$$T_{стр} = t_{стр} + t_{\delta} + \varepsilon \cdot t_{ГО}, \text{ с}, \quad (4.10.8)$$

де  $t_{\delta}$  – час виконання допоміжних операцій, приймається 45...70 с;  
 $t_{ГО}$  – час на технічне обслуговування машинки, приймається 50...80 с;  
 $\varepsilon$  – коефіцієнт, що враховує частоту зміни різальних пар,  $\varepsilon = 0,4...0,7$ .  
Тоді продуктивність праці стригалю розраховують за формулою:

$$Q_{стр} = \frac{3600}{T_{стр}}, \text{ гол./год.} \quad (4.10.9)$$

### Розрахунок показників машиновикористання стригального пункту

Розміри і потужність стригального пункту визначається числом обладнання і робочих місць, у кінцевому - числом стригальних машинок. При однозмінній роботі кількість стригалів відповідає кількості стригальних машинок. Крім них, у стригальному цеху працюють точильники-наладчики, класирувальники, ваговики, обліковці, робітники, зайняті на пресуванні та упаковці шерсті, підсобні робітники.

Загальна кількість працівників стригального цеху визначається за формулою:

$$n_{роб} = (1,5...2,0) \cdot n_{стр}, \text{ осіб}, \quad (4.10.10)$$

де  $n_{роб}$  – кількість стригалів, яка визначається за формулою:

$$n_{стр} = \frac{M}{Q_{стр} \cdot T_{зм} \cdot D}, \text{ осіб}, \quad (4.10.11)$$

де  $M$  – кількість овець, що підлягають стрижці, гол.;

$D$  – кількість днів стрижки овець, діб.

Загальна тривалість стрижки овець обумовлена зоотехнічними вимогами і для районів тонкорунного вівчарства складає 25...30 діб. В окремих випадках, коли отара нечисленна (до 10000 овець), тривалість стрижки не перевищує 10...12 діб. Можливе зменшення тривалості стрижки при зменшенні поголів'я отари.

Обсяг виробництва шерсті за одну стрижку, розраховується за формулою:

$$G_{стр} = q_{\epsilon} \cdot Q_{стр} \cdot n_{стр} \cdot T_{зм} \cdot D, \text{ кг}, \quad (4.10.12)$$

де  $q_{\epsilon}$  – настриг шерсті з однієї вівці, в середньому 1,5...4 кг.

## **Компонування технологічного обладнання цехів і стригальних пунктів**

Якщо поголів'я овець становить до 10...15 тис., а отари з року в рік знаходяться в одному місці, то стригальні пункти розміщують у приміщеннях або під навісами.

Якщо отари більші 15...20 тис. голів то обладнують нестационарні пункти для стрижки. В їх склад входять 12...16 машинок, 7...10 столів з загородками, легка крівля і стелажі з розрахунку 1,2...1,5 м<sup>2</sup> на кожного стригалю, ваги. На великих пунктах встановлюються преси.

Комплект технологічного обладнання КТО-24, розрахований на поголів'я до 20 тис. овець, складається з: стригальних агрегатів ЭСА-12Г – 2 шт.; агрегатів для заточування ріжучих пар ТА-1 і ДАС-350; транспортерів шерсті ТШ-0,5; гідравлічного пресу ПГШ-1Б; столів для класифікації шерсті – СКШ-200; ваги ВЦП –25 – для рун, ВПГ-500 –для тюків.

Виносні стригальні цехи ВЦС-24/200 у своєму комплекті мають: накриття УПП-500; електростанцію СНТ-12А на базі трактора МТЗ, потужністю 12 кВт; два комплекти КТО-24 з машинами МСУ-200, що входять у комплект ЭСА-12/200.

Машинки МСО-77Б входять у комплект ЭСА-1Д і ЭСА-12Г, машинки МСУ-200В входять у комплект ЭСА-12/200.

Обов'язкова наявність установок для купання овець після стрижки КУП-1. Можлива заміна їх на обпилувач або обприскувач овець ОЖУ-5.

Стригальна електростанція встановлюється окремо від стригальної ділянки, на відстані 15...20 м.

### **4.11 Розрахунок параметрів обладнання мікроклімату приміщень**

Мікроклімат складається із таких основних факторів як температура, вологість, швидкість переміщення повітря, його склад, опромінення, освітлення, які повинні відповідати зоотехнічним вимогам. Всі ці фактори впливають на фізіологічні процеси, які протікають в організмі тварини або птиці, і як наслідок, на їх здоров'я та продуктивність.

Для створення сприятливих умов утримання тварин і птиці необхідно проектувати оптимальні поєднання основних параметрів мікроклімату виробничих приміщень для тварин і птиці.

Нормативні параметри мікроклімату для тварин і птиці приведені в таблицях додатка 4.11.

Для підтримання оптимальних значень температури, вологості, швидкості повітря і його складу використовуються системи вентиляції.

Для обеззаражування повітря в приміщеннях для утримання тварин і птиці використовують ультрафіолетове опромінення.

Для підтримання оптимальних значень освітлення в приміщеннях використовують системи природного і штучного освітлення.

#### **4.11.1 Системи вентиляції**

Вентиляцією називається сукупність заходів та пристроїв, що забезпечують необхідний стан повітряного середовища у відповідності з зоогігієнічними нормами.

Система вентиляції тваринницьких приміщень повинна забезпечувати: подачу свіжого і видалення забрудненого повітря безпосередньо із зони перебування тварин і птиці; необхідну температуру, вологість, газовий склад і швидкість руху повітря:

- незалежно від пори року;
- незалежність роботи від зовнішніх метеорологічних умов;
- відсутність різких змін температур в приміщенні і протягів;
- найбільш доцільне використання тепловиділень тварин;
- простоту, зручність, надійність та економічність експлуатації.

На рисунку 4.11.1 показано схеми систем вентиляції.

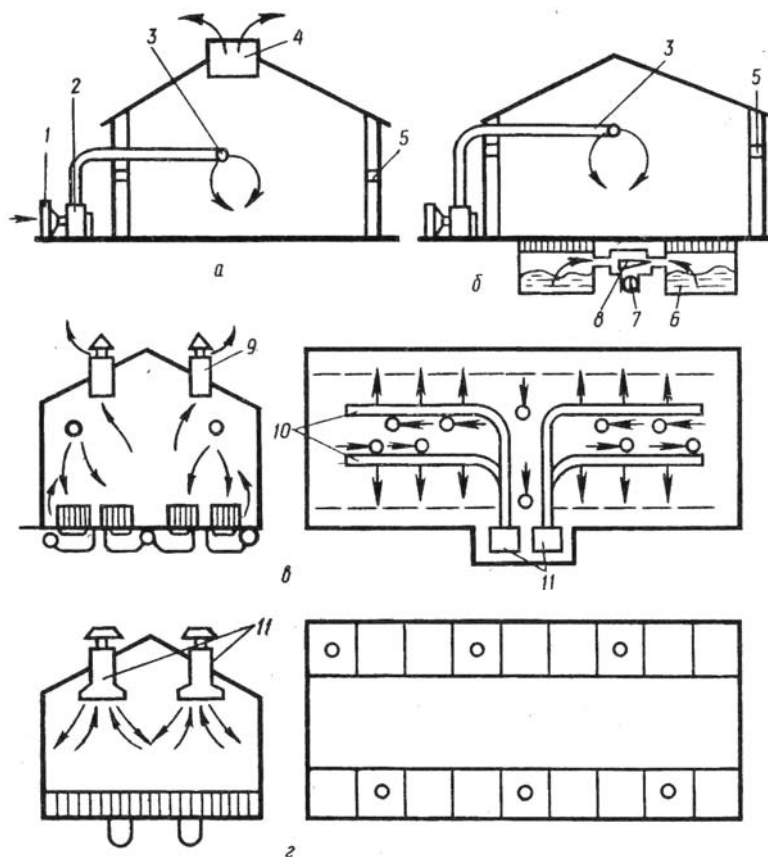


Рисунок 4.11.1 Схеми систем вентиляції: а – корівники з прив'язним і безприв'язним утриманням тварин; б – приміщення з підпільним накопичуванням гною; в – комплекси на 24 тис. свиней на рік; г – комплекси на 108 тис. свиней на рік; 1 – калорифер; 2 – приточний вентилятор; 3 – повітровод; 4 – витяжна шахта; 5 – вікно; 6 – витяжний канал; 7 – витяжний вентилятор; 8 – верхній повітровод; 9 – витяжна шахта з вентилятором; 10 – витяжні канали; 11 – вентиляційно-опалювальні агрегати.

Вентиляція, яка служить для подачі свіжого зовнішнього повітря в приміщення, називається приточною (припливною), а для видалення забрудненого повітря витяжною. Залежно від способу руху повітря вентиляція буває природною, штучною і комбінованою.

В природних системах вентиляції рух повітря відбувається за рахунок різниці тисків стовпів внутрішнього і зовнішнього повітря та вітрового тиску, а в механічних – за рахунок вентиляторів.

#### 4.11.2 Розрахунок параметрів мікроклімату

Обмін повітря тваринницького приміщення характеризується величиною подачі свіжого або видалення забрудненого повітря, а також кратністю обмін повітря в приміщенні за одиницю часу.

Обмін повітря в тваринницьких приміщеннях розраховують по видаленню вуглекислого газу, водяної пари, і надлишкового тепла.

Розрахунок обмін повітря для ВРХ, свиней рекомендується проводити по видаленню водяної пари, для птиці – по видаленню вуглекислого газу.

##### Видалення вуглекислого газу

Критеріям придатності повітря служить вміст в ньому вуглекислого газу.

Необхідний по вмісту вуглекислого газу обмін повітря (м<sup>3</sup>/год) розраховується за формулою

$$V_B = \frac{P \cdot m}{P_d - P_n}, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (4.11.1)$$

де  $P$  – кількість вуглекислого газу, яку видихає одна тварина або птиця за годину, л/год; ( додток 51)

$m$  – кількість тварин або птиці в приміщенні;

$P_d$  – допустима концентрація вуглекислого газу в приміщенні, л/м<sup>3</sup>  
(  $P_d = 2.5$  л/м<sup>3</sup>)

$P_n$  – вміст вуглекислого газу в свіжому повітрі, л/м<sup>3</sup> ( додток 51)

##### Видалення водяної пари

Необхідний по вмісту водяної пари обмін повітря (м<sup>3</sup>/год) розраховується за формулою:

$$V_B = \frac{G_{ВП}}{(d_2 - d_1) \cdot \rho_B}, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (4.11.2)$$

де  $G_{ВП}$  – кількість водяної пари, яка виділяється в приміщенні, г/год.

$$G_{ВП} = g \cdot m, \text{ г/ГОД}, \quad (4.11.3)$$

де  $g$  – кількість водяної пари, яку виділяє одна тварина за годину (додток 54), г/год.

$m$  – кількість тварин в приміщенні, гол.

$d_2$  – питомий вміст вологи в повітрі приміщення, яке визначається по діаграмі  $H-d$  сухого повітря, г/кг;

$d_1$  – питомий вміст вологи в зовнішньому повітрі, яке визначається по діаграмі  $H-d$  сухого повітря, г/кг ;

$\rho_B$  – щільність повітря при температурі приміщення, кг/м<sup>3</sup>.

Значення  $\rho_B$  знаходять за додатком 4.11.4.

Діаграма H-d вологого повітря при p=99.3кПа

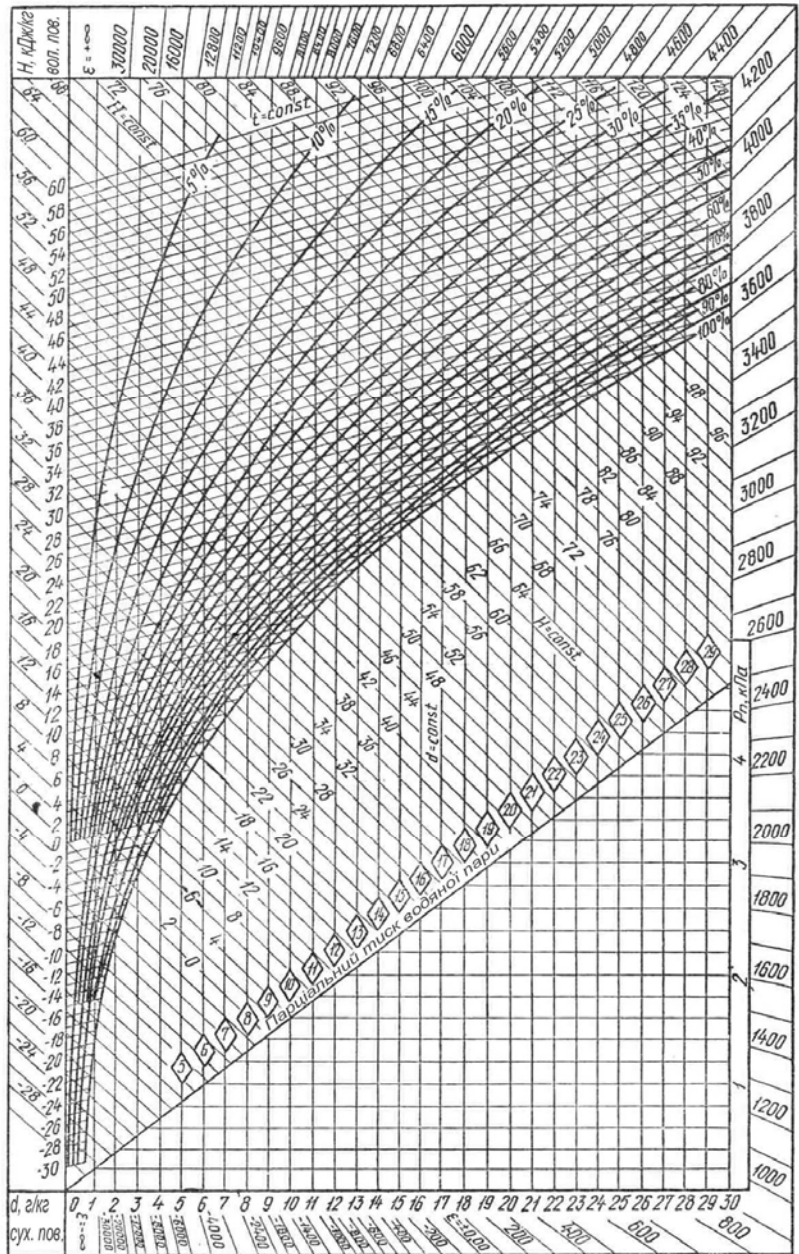


Рисунок 4.11.2 – Діаграма H-d

**Видалення надлишкового тепла**

Необхідний по видаленню надлишкового тепла обмін повітря (м<sup>3</sup>/год) розраховується за формулою:

$$V_B = \frac{Q_{над}}{C_n \cdot (t_B - t_3) \cdot \rho_3}, \text{ м}^3/\text{ГОД}, \quad (4.11.4)$$

де  $Q_{над}$  – надлишкова кількість тепла, яка виділяється в приміщенні, кДж/год).

$C_n$  – питома теплоємність повітря,  $C_n = 0,99$  кДж/кг °С;

$t_B - t_3$  – температура внутрішнього і зовнішнього повітря відповідно, °С;

$\rho_3$  – щільність зовнішнього свіжого повітря, кг/м<sup>3</sup>;

Кількість надлишкового тепла визначається за формулою:

$$Q_{над} = Q_T - Q_n, \text{ кДж/год}, \quad (4.11.5)$$

де  $Q_T$  – кількість тепла, яка виділяється тваринами або птицею, кДж/год;

$Q_n$  – кількість тепла, що витрачається на підігрівання свіжого повітря, що надходить до приміщення, кДж /год;

Кількість тепла, яка виділяється тваринами визначається за формулою

$$Q_T = q \cdot m \cdot K_T \cdot K_C, \text{ кДж/год}, \quad (4.11.6)$$

де  $q$  – кількість тепла, яку виділяє тварина за годину, кДж/год (додаток 54);

$m$  – кількість тварин в приміщенні;

$K_T$  – коефіцієнт, який враховує виділення тепла в залежності від температури повітря в приміщенні;

$K_C$  – коефіцієнт, який враховує виділення тепла в стані спокою (для тварини – 0,8, для птиці – 0,6).

Кількість тепла, яка витрачається на підігрівання свіжого повітря, що надходить до приміщення, визначається за формулою:

$$Q_n = C_n \cdot V_B \cdot (t_B - t_3) \cdot \rho_B, \text{ кДж/год}, \quad (4.11.7)$$

де  $C_n$  – питома теплоємність повітря;

$V_B$  – необхідний обмін повітря, м<sup>3</sup>/год.;

$t_B - t_3$  – температура внутрішнього і зовнішнього повітря відповідно, °С;

$\rho_B$  – щільність повітря при температурі приміщення, кг/м<sup>3</sup>; (додаток 53).

Крім того, за рахунок інфільтрації крізь конструкцію будівлі втрати тепла в холодну пору року зростають на 10 – 15% тобто:

$$Q_n' = 1,15 \cdot Q_n, \text{ кДж/год}, \quad (4.11.8)$$

Відношення розрахункового обміну повітря  $V_B$  до внутрішнього об'єму приміщення  $V_{пр}$  називається кратністю обміну повітря  $K_{об}$

$$K_{об} = \frac{V_B}{V_{пр}}, \quad (4.11.9)$$

яка показує, скільки разів протягом години повністю змінюється повітря в приміщенні.

Залежно від величини кратності обмін повітря застосовують різні варіанти вентиляції.

При  $K_{об} < 3$  достатньо буде вентиляції з природним обміном повітря.

При  $K_{об} = 3 - 5$  приймається варіант з примусовою циркуляцією повітря. кондиціонування повітря за температурним режимом.

При  $K_{об} > 5$  в холодну чи жарку пору року необхідно забезпечувати кондиціонування повітря за температурним режимом.

При заповненні тваринницьких приміщень поголів'я необхідно приймати на такому рівні, щоб кратність обмін повітря в них не перевищувала 5-6 разів на годину. Не виконання цієї умови приводить до ускладнення системи вентиляції і збільшення витрат на її експлуатацію.

### 4.11.3 Розрахунок витяжних і приточних (припливних) каналів

При застосуванні природної вентиляції загальна площа витяжних каналів  $F_B$  розраховується за формулою:

$$F_B = \frac{V_B}{3600 \cdot v}, \text{ м}^2, \quad (4.11.10)$$

де  $V_B$  – необхідний обмін повітря, м<sup>3</sup>/год:

$v$  – швидкість руху повітря в каналі, м/с.

Швидкість руху повітря у витяжному каналі природної вентиляції за формулою

$$v = \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho_3}}, \text{ м/с}, \quad (4.11.11)$$

де  $\Delta P$  – різниця тисків (Па), яку можна визначити за формулою:

$$\Delta P = h \cdot g \cdot (\rho_3 - \rho_B), \text{ Па}, \quad (4.11.12)$$

де  $h$  – довжина витяжних труб, м;

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>

$\rho_3, \rho_B$  – щільність зовнішнього і внутрішнього повітря відповідно (додаток 53), кг/м<sup>3</sup>.

При розрахунках природної вентиляції дійсна швидкість  $v_d$  в витяжній трубі визначається за формулою:

$$v_d = 0,5 \cdot 4,427 \cdot \sqrt{\frac{\Delta P}{\rho_3}}, \text{ м/с}, \quad (4.11.13)$$

Загальна площа приточних каналів визначається за формулою:

$$F_{np} = \frac{V_{np}}{3600 \cdot v}, \quad (4.11.14)$$

Кількість каналів  $n_k$  вентиляції системи визначається за відношенням:

$$n_k = \frac{F_B}{t_B}, \quad (4.11.15)$$

Витяжні канали рекомендується приймати таких розмірів: 0,4x0,4; 0,5x0,5; 0,6x0,6; 0,7x0,7; 1x1м. Вони не повинні виступати над дахом більш як 0,5 – 0,7, м.

Загальну площу перерізу приточних (припливних) каналів  $F_{np}$  приймають для дерев'яних стін  $F_{np} = 0,5 \cdot F_B$ , для цегляних  $F_{np} = 0,7 \cdot F_B$ ; їх переріз, як правило, має такі розміри: 0,25x0,25; 0,2x0,3; 0,3x0,4м.

Сумарна продуктивність  $W_B$  витяжних вентиляторів в системах вентиляції з механічним збудженням потоку повітря приймається з певним запасом:



$$W_B = (2 \dots 3) V_B, \text{ м}^3/\text{год} \quad (4.11.16)$$

Це дозволяє регулювати мікроклімат у приміщенні і не потребує постійного вмикання установок.

Продуктивність приточних вентиляторів повинна на 10 – 20% перевищувати продуктивність витяжних установок, щоб створювати у приміщенні дещо підвищений тиск повітря. Завдяки цьому зовнішнє холодне повітря, пиловидні частинки, хвороботворні мікроорганізми не будуть надходити в приміщення крізь щілини стін, вікон та дверей.

Кількість  $n_B$  вентиляційних установок виражається за формулою:

$$n_B = \frac{W_B}{W_{\Pi}}, \quad (4.11.17)$$

де  $W_{\Pi}$  – продуктивність вибрано ( по каталогу ) вентилятора (додатки 59...62),  $\text{м}^3/\text{год}$ .

При  $W_B \leq 8000 \text{ м}^3/\text{год}$  вибирають схему з одним вентилятором; при  $W_B \geq 8000 \text{ м}^3/\text{год}$  – з декількома вентиляторами, але продуктивність кожного із них повинна бути не вище  $8000 \text{ м}^3/\text{год}$ .

Діаметр повітропроводу приточної системи вентиляції визначається за формулою

$$d = \frac{1}{30} \sqrt{\frac{W_B}{\pi \cdot v_B}}, \text{ м}, \quad (4.11.18)$$

де  $v_B$  – швидкість повітря в повітропроводі ( $v_B = 10 \dots 15 \text{ м/с}$ ),  $\text{м/с}$ .

Необхідний обмін повітря в тваринницьких приміщеннях створюють вентилятори різних систем.

В залежності від створюваного вентилятором тиску вони поділяються на 3 групи: низького тиску – до  $100 \text{ Н/м}^2$ , середнього тиску – до  $300 \text{ Н/м}^2$  і високого  $1500 \text{ Н/м}^2$ .

Найбільше розповсюджені вентилятори низького і середнього тиску. На тваринницьких фермах використовуються вентилятори відцентрові, осьові, дахові.

#### 4.11.4 Ультрафіолетове опромінення

Одним із факторів мікроклімату є ультрафіолетове опромінення.

Ультрафіолетове опромінення характеризується довжиною хвилі від 5 до 400 нм. Ультрафіолетове опромінення розбивають на такі області по довжині хвилі: А – 380 – 320 нм; В – 320 – 280 нм; С – 280 нм.

Випромінювання області С має сильну бактерицидну дію і використовується для обеззаражування повітря в приміщеннях, води, посуду.

Джерело природного ультрафіолетового опромінювання – сонце.

Сонячне світло сприятливо впливає на тварин. Основне значення мають ультрафіолетові промені, що містяться в сонячному світлі. Вони активізують провітамін ПРО, що сприяє зміцненню кісткової системи тварин, а також попереджає виникнення рахіту. Шибка не пропускає ультрафіолетових променів,

тому в період стійлового утримання тварин застосовують штучне ультрафіолетове опромінення (УФ). Ультрафіолетове опромінення використовують при утриманні ВРХ, свиней і птиці. При використанні опромінення необхідно дотримуватись добових норм опромінення. Особливо ретельний контроль\_необхідний при запровадженні в дію нових випромінюючих установках, при експлуатації яких необхідно періодично замірювати дозу опромінення.

Як джерела УФ випромінювання застосовують ртутно-кварцові і еритемні лампи (ЛЕ-15, ЛЕР-40, ДРВЕД-220-160, ДБ-15, ДВ-30-1, ДБ-60, ДРТ-375 і ДРТ-1000) потужністю від 15 до 1000 Вт.

Для УФ опромінення з інфрачервоним обігрівом застосовують спеціальні установки ІКУФ. Їхнє застосування для обігріву й опромінення поросят сприяє збільшенню збереження поголів'я до 6 % з одночасним збільшенням живої маси до 2 кг.

Аналогічними установками опромінюють телят. Складаються вони з випромінювачів, до яких входять дві інфрачервоні лампи ІКЗК/220-250 і одна ультрафіолетова ЛЕ-15, блоку керування і силових щитів. При опроміненні молодняку необхідно суворо дотримувати дозування.

Тварини звикають до опромінення повільно, тому спочатку повну дозу дають частками з перервами в кілька діб. Повну норму опромінення рекомендується давати через 15 – 20 діб. Особливу увагу варто приділяти контролю параметрів мікроклімату в приміщеннях, де міститься молодняк, тому що він найбільше піддається захворюванням.

#### **4.11.5 Системи освітлення**

Один із суттєвих факторів мікроклімату, який впливає на продуктивність тварин і особливо птиці, є освітлення приміщень. Для освітлення приміщень необхідно максимально денне світло ( природне освітлення ).

На продуктивність птиці впливає не тільки саме освітлення, але і тривалість світлового дня. Для продовження біологічно необхідного світового дня використовуються штучне освітлення.

Приміщення для відгодівлі молодняку великої рогатої худоби допускають проектування без природного освітлення.

В більшості будівель для утримання тварин і птиці використовують бокове освітлення.

Вікна для тваринницьких і птахівничих будівель проектують по ГОСТ 12506 – 80 “Окна деревянные для производственных зданий. Типы, конструкция и размеры”.

При проектуванні системи природного освітлення дотримуються вимог, в залежності від виду тварин (ВРХ, свині) і птиці.

Для ВРХ висоту від підлоги до низу вікна приймають 1.2 м ; в обґрунтованих випадках допускаються робити вікна на більшій висоті з врахуванням шару підстилки. В приміщеннях з безприв'язним утриманням тварин на глибокій підстилці вікна в середині приміщень захищають решітками на висоту не менше 2,4 м від підлоги.

В районах з розрахунковою температурою зовнішнього повітря – 20 °С і нижче вікна роблять з подвійним склом..

Норми природного освітлення приймають в приміщеннях для утримання корів і молодняку 1:10...1:15; для відгодівлі молодняку ВРХ 1:20...1:30; родильне відділення 1:10...1:15; доїльні зали 1:10...1:12.

В приміщеннях для свиней, вікна розміщують на висоті не менше 1,2м від підлоги. Приміщення для відгодівлі свиней допускають проектування без природного освітлення.

В районах з розрахунковою температурою зовнішнього повітря – 20°С і нижче вікна в ставнях для свиней передбачають з подвійним склом, причому не менше 50% вікон повний мати відкриваючі кватирки.

Норми природного освітлення – відношення площі вікон до площі підлоги – приймають в приміщеннях для утримання хряків, супоросних і підсосних свиноматок і поросят – 1:10... 1:12, в приміщеннях ремонтного молодняку 1:12...1:15, а в приміщеннях для утримання відгодівельного поголів'я – 1:15...1:20.

Вікна в приміщеннях для утримання птиці всіх видів в районах з розрахунковою зимовою температурою зовнішнього повітря – 20°С й нижче роблять з подвійним склом, в інших районах – з одним склом.

Вікна в пташниках при напільному утриманні птиці розміщують на висоті від підлоги до підвіконника 0,6 ... 1,2м ; в приміщеннях для кліткового утримання птиці – 0.9 ... 1.2м.

Норми природного освітлення – відношення площі вікон до площі підлоги – приймають в приміщеннях для дорослої птиці 1:10...1:12, для молодняку 1:8...1:10, для бройлерів 1:20 і в приміщеннях обслуговуючого призначення 1:12 ...1:20.

### **Розрахунок природного освітлення**

При проектуванні нових будівель визначають розміри і кількість вікон.

При реконструкції будівель для утримання тварин і птиці здійснюють перевірку кількості вікон відповідно нормам природного освітлення.

Площа вікон  $F_B$  визначається через площу підлоги  $F_{II}$  і нормативного коефіцієнта природного освітлення  $\alpha_c$ .

$$F_B = \alpha_c \cdot F_{II}, \quad (4.11.19)$$

Кількість вікон визначається за формулою

$$N_B = \frac{F_B}{F_{Вік.}}, \quad (4.11.20)$$

де  $F_{вік}$ – площа одного вікна, м<sup>2</sup>.

Розміри вікон в тваринницьких приміщеннях (Н x В)приймають в межах 0,6...1,0 x 1,5...2,4м.

### **Розрахунок штучного освітлення**

Для рівномірної освітленості приміщень потрібно, щоб на лампу припадало не більше 25м<sup>2</sup> поверхні підлоги. Відстань між лампами не повинна перевищувати 5м.

При розрахунках штучного освітлення визначають кількість електричних ламп  $n_{л}$  висоту їх підвищування і раціональну схему розміщення.

Кількість електричних ламп можна виразити за питомою світловою потужністю  $q_0$ , Вт/м<sup>2</sup>.

$$n_{л} = \frac{F_{л} \cdot q_0}{P_{л}}, \text{ шт}, \quad (4.11.21)$$

Або за світловим потоком  $F_{л}$ .

$$n_{л} = \frac{E_{min} \cdot k_3 \cdot F_{л} \cdot k_{mn}}{F_{л} \cdot \eta_c}, \text{ шт}, \quad (4.11.22)$$

де  $q_0$  – питома потужність на освітлення, Вт/м<sup>2</sup>;

$P_{л}$  – потужність лампи (додаток 67), Вт ;

$E_{min}$  – норма мінімально допустимого освітлення (додатки 64...66), лк;

$k_3$  – коефіцієнт запасу освітлення;

$k_{mn}$  – коефіцієнт мінімального допустимого освітлення;

$F_{л}$  – світловий потік лампи, Лм;

$\eta_c$  – коефіцієнт ефективності використання світлового потоку, що зумовлюється коефіцієнтом використання приміщення,  $\varphi$  ;

$$\varphi = \frac{F_{л}}{H_{п} (A + B)}, \quad (4.11.23)$$

де  $H_{п}$  – висота підвищування світильника, м;

$A$  і  $B$  – довжина і ширина приміщення, відповідно, м.

Висоту  $H_{п}$  можна визначити за формулою:

$$H_{п} = H \cdot (l_{п} + h_p), \text{ м}, \quad (4.11.24)$$

де  $H$  – висота приміщення, м;

$l_{п}$  – довжина підвіски світильника, м;

$$l_{п} = (0,2 - 0,25) H_0, \text{ м}, \quad (4.11.25)$$

$h_p$  – відстань від підлоги до освітлюваної поверхні,  $h_p = 0,8 \dots 1,2$  м;

$H_0$  – відстань від стелі до поверхні освітлення, м.

Тип світильників вибирається в залежності від умов використання. Якщо в освітлюваному приміщенні є ферми або колони, світильники доцільно розміщувати у шаховому порядку (наприклад, за схемою квадратів, ромбів), в інших випадках можна застосовувати одно-, дво- чи багаторядне розміщення.

Для електричного освітлення тваринницьких приміщень використовуються лампи загального призначення типу НВ і типу НБ і НТ з різьбовим полем типу R27. Лампи вкручуються в патрон з різьбовою гільзою діаметром 27мм.

## 5. МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ РОЗРАХУНКІВ МАШИН ТА ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА

### 5.1 Загальні положення розрахунку машин для тваринницьких підприємств

#### 5.1.1 Узагальнюючі положення конструктивної розрахункової частини дипломного (курсового) проекту

Конструктивна частина курсового чи дипломного проекту включає в себе наступні основні складові:

- розробку нового або вдосконалення існуючого технологічного процесу, технологічний розрахунок машини;
- розрахунок міцності розроблених вузлів та деталей;
- обґрунтування і використання стандартних виробів, підбір конструкційних матеріалів.

Розробка нового або вдосконалення існуючого технологічного процесу полягає в детальному вивченні технології, використанні окремих машин, механізмів та обладнання, перелік технологічних операцій, складання технологічної схеми в певній послідовності проходження або обробка матеріалу. Проводиться опис машин, механізмів та обладнання, на якому виконуються операції технологічного процесу, вказуються основні технічні характеристики механізмів та обладнання. Вказуються недоліки існуючого процесу, напрям його вдосконалення.

Основна увага зосереджується на машині або обладнанні, використанні яких вдосконалив технологічний процес. Технологічний розрахунок машини починається з детального опису її конструкції, вивчення технологічної схеми, а також особливості виконання нею технологічних операцій, системи передач, та механізмів приводу.

Підраховується продуктивність машини. Проводиться розрахунок основних робочих органів машини по виконанню технологічного процесу.

Проводиться розрахунок енергоємності технологічного процесу, розраховується потужність електродвигуна. По довідковим матеріалам обґрунтовується використання марки електродвигуна.

Розрахунок міцності окремих складових вузлів та деталей виконується згідно матеріалів теорії, механізмів машин та опору матеріалів. Використовуються раніш одержані знання з вищої математики, деталей машин, теоретичної механіки, та інші. При цьому використовується вміння творчого мислення та розвиток інтуїції. На певному прикладі проводиться розрахунок деталей та їх розміри. Проводиться обґрунтування прийнятих для розрахунку матеріалів, та стандартних виробів, при необхідності з поясненням номерів державних стандартів.

Крім цього при конструюванні машини чи агрегату, треба виходити з основних показників, які характеризують розробку. До них відносяться конструктивний, технологічний та експлуатаційний показники.

*Конструктивний* показник, містить в собі параметри запасу міцності машин, а також жорсткості та стійкості конструкції, необхідність правильного вибору матеріалів, підвищення достовірності параметрів в розрахунках, надійності та довговічності.

*Технологічний* показник, характеризує підвищення надійності машин за рахунок відповідної обробки деталей та вузлів, високої якості складання, використання сучасних засобів контролю в процесі виробництва машин.

Крім основних положень, які торкаються конструктивної розробки на рівні ідей або визначення шляхів вирішення, повинні бути висвітлені питання оцінки *експлуатаційних* даних машини: придатність до ремонту, взаємозамінність, зручність обслуговування, можливість швидкого усунення відмови, контролю якості роботи, забезпеченість засобами обслуговування. Оцінка експлуатаційних даних органічно зв'язана з експлуатаційним показником. *Експлуатаційний* показник містить: своєчасне проведення технічного та технологічного обслуговування та ремонту машин, підвищення кваліфікації кадрів, виконання правил експлуатації та безпеки.

### **5.1.2 Зооінженерні вимоги до машини, яка розробляється**

В цьому розділі повинні бути представлені найбільш важливі зооінженерні вимоги, які дозволяють обґрунтувати конструкторську розробку машин чи агрегату, шляхом вивчення, зоотехнічних та інженерних вимог до технологій виконання операції або наміченого процесу. До цього необхідно віднести наступні вимоги до машини, яка розробляється:

- ідентичність технологічних операцій чи процесів (наприклад змішування, подрібнення, сепарація, доїння і т.д.);
- кращі техніко-економічні показники, відносно до прототипу машини, яка розробляється;
- висока продуктивність обладнання;
- виконання технологічного процесу чи операції за час обумовлений зоотехнічними вимогами;
- можливість регулювання продуктивності машини відносно до зоотехнічних вимог;
- машина повинна якісно переробляти продукт без суттєвих втрат його поживності;
- надійність роботи машини забезпечується простотою управління, яка забезпечується простотою устрою при експлуатації машини;
- зручність мийки та дезинфекції основних робочих органів машини, а також зручність очистки від залишків;
- розміри машини повинні відповідати необхідності використання їх типових тваринницьких приміщеннях;
- машина не повинна захаращувати (заставляти ) проходи та затемнювати приміщення;
- уніфікація машини, можливість взаємозамінності машини у випадку її виходу з ладу;
- енерговитрати машини яка пропонується чи агрегату, повинні бути якомога мінімальними;
- використання матеріалів в конструкції, які забезпечують стійкість робочих органів машин від впливу хімічних реакцій;
- можливість використання засобів автоматизації.

В процесі порівняння машин, які використовуються на виробництві, або які можуть використовуватись але морально застаріли, на основі їх критичного вивчення, необхідно:

- проаналізувати зооінженерні вимоги до машини чи агрегату, прототипів обладнання;
- обґрунтувати необхідність проектування нової машини або модернізацію існуючої машини.

### **5.1.3 Вибір та обґрунтування технологічного процесу машини, яка розробляється**

Розробка нового або вдосконалення існуючого технологічного процесу полягає в детальному вивченні технології – як сукупності технологічних операцій, які виконуються окремими вузлами, механізмами та пристосуванням, аналогу машини, яка розробляється.

Для цього висвітлюється перелік технологічних операцій, складання технологічної схеми, в певній послідовності проходження або обробки матеріалу в машині.

Розглядаються недоліки вузлів, виконуючих ті чи інші операції, та наслідки цих прорахунків. На основі цього аналізу, приймається рішення по розв'язанню проблеми, з урахуванням вирішення аналогічних проблем на сучасному обладнанні.

Шляхом порівняння існуючих рішень в машині, яка розглядається, та сучасних машин, пропонується оптимальне розв'язання проблеми з обґрунтуванням наслідків цього вдосконалення.

### **5.1.4 Обґрунтування вибору раціональної конструкції машини та обладнання**

При обґрунтуванні вибору раціональної конструкції машини, необхідно навести класифікаційну схему яка об'єднує машини аналогічного типу за призначенням. Вибрати базову модель і, описати її конструктивно-технологічну схему та її роботу.

### **5.1.5 Конструктивна схема машини**

Конструктивна схема являє собою основу конструкції машини, яка розробляється. Конструктивна схема машини, яка проектується, вміщує контури складових частин машини або агрегату, їх робочих органів, контури робочих елементів, кінематичні елементи в умовному чи спрощеному зображенні з постановкою основних розмірів та кінематичних характеристик. Крім цього дається опис загальної будови машини яка проектується.

### **5.1.6 Вибір кінематичної схеми машини**

Кінематична схема обирається на основі кінцевого вибору конструктивно-технологічних схем машини та агрегату.

На кінематичній схемі в відповідності до вимог повинна; бути відображена вся сукупність основних кінематичних елементів та їх з'єднань, а також кінематичні зв'язки, її опис. Якщо кінематична схема служить для динамічного аналізу, то на ній вказують необхідні розміри та характеристики елементів, а

також найбільші навантаження основних елементів. На такій схемі вказують опори валів та осей з урахуванням їх функціонального призначення. При дипломному та курсовому проектуванні повний динамічний аналіз машини не проводиться. Студент повинен провести динамічний аналіз тільки того агрегату чи вузла машини який ним модернізується або розробляється.

### **5.1.7 Технологічний розрахунок машини**

Технологічний розрахунок машини починається з детального опису її конструкції, вивчення та аналізу її технологічної схеми, а також особливості виконання нею технологічних операцій, які потребують удосконалення конструкції.

Для проведення розрахунків органів машини, які виконують ті чи інші технологічні операції в удосконаленні яких є нагальна необхідність, визначають порядок виконання операцій, тип та розміщення робочих органів одних відносно інших.

Основою виконання технологічного процесу є необхідність послідовності технологічних операцій та при необхідності безперервності виконання технологічних операцій.

Безперервність технологічних операцій, які забезпечують безперервність технологічного процесу можливо при:

- взаємовідповідності продуктивностей окремих складових робочих органів машини;
- безперервному транспортуванні речовини, яка бере участь в технологічному процесі.

Крім цього технологічний розрахунок машини включає необхідність визначення основних технологічних параметрів машини, які забезпечують виконання технологічних операцій.

Наведемо основні технологічні параметри деяких сільськогосподарських машин, які забезпечують виконання тих чи інших технологічних процесів в основних технологічних лініях тваринництва (заготівлі та приготування кормів, годівлі тварин, доїння, прибирання гною).

Для силосозбиральних комбайнів:

- ширина захвату, пропускна спроможність, продуктивність.

Мийок-коренерізок:

- розміри миючої та подрібнюючої камер, частота обертів миючих дисків з крилачами, продуктивність, потужність приводу;

Дозаторів:

- подача дозаторів, точність дозування, робочий об'єм, частота обертання (дозатори барабанного типу), швидкість витікання рідини (дозатори рідких компонентів), потужність приводу;

Агрегатів по приготуванню кормів:

- співвідношення компонентів, розміри запарника, котла, необхідна кількість пари та параметри паропроводу (паропроводу, отворів та їх кількість), кут під яким розміщені лопаті, швидкість руху продукту в запарнику, продуктивність, потужність приводу.

Кормороздавачів:

- робочий об'єм, швидкість завантажувальних та розвантажувальних устроїв, швидкість руху (мобільні кормороздавачі), продуктивність, потужність приводу.



Гноєприбиральних транспортерів:

- опір руху транспортера, подача транспортера, потужність приводу транспортера.

### 5.1.8 Розрахунок продуктивності машини

Продуктивність машини пов'язують з необхідністю виконання зооінженерних вимог до машини на етапі використання її в технологічному процесі. Це забезпечується, в першу чергу, складовими параметрами продуктивності машини чи агрегату, які виходять із зооінженерних вимог:

- швидкість переміщення роздавача, рівномірність видачі роздавачем корму – КУТ-3,0А;

- часу циклу приготування кормосумішів змішувачем – С-12;

- добовий вихід гною чи посліду, загальний час роботи устрою – скребачковий гноєприбиральний транспортер ТСН – 3,0Б.

Умови безперервності процесу:

$$KWt \leq K_1 W_1 t_1 \leq \dots \leq K_n W_n t_n \quad (5.1.1)$$

де  $K, K_1, \dots, K_n$  – число окремих ланок машини;

$W, W_1, \dots, W_n$  – продуктивність окремих ланок машини;

$T, t_1, \dots, t_n$  – час роботи відповідних ланок машини.

Ці умови повністю можна віднести не тільки для підтвердження умов безперервного процесу в машинах, але й для підтвердження безперервності процесів технологічних ліній.

### 5.1.9 Конструктивний розрахунок робочих органів машини

Після визначення загальної продуктивності машини, для виконання умови нерозривності технологічних операцій самої машини, розраховують технологічну продуктивність кожного з робочих органів, який забезпечує нерозривність технологічного процесу. Окрім цього розрахунком продуктивності машини маємо змогу визначити і деякі необхідні геометричні та кінематичні параметри, які не входять до конкретної конструктивної розробки вузла та складових деталей проекту, але необхідні для функціональних характеристик машин.

### 5.1.10 Розрахунок міцності вузлів та деталей машини

Розрахунки на міцність виконують для найбільш відповідальних деталей вузла проблемної машини. Крім геометричних параметрів студент повинен обґрунтувати вибір відповідних матеріалів для деталей машини. Якщо вузли включають підшипники, то необхідно провести їх розрахунок, і довести відповідність їх типу та параметрів довідковим матеріалам. Студент, повинен знати, що міцність це один з основних критеріїв в працездатності. В розрахунках деталей вузла вона визначає опір деталей проти зруйнування або виникнення пластичних деформацій під дією навантажень які прикладені до них.

Міцність деталі чи елемента конструкції визначають розрахунком небезпечного перерізу, в якому виникають найбільші нормальні  $\sigma$ , або дотичні  $\tau$  напруження.

Методи розрахунку на міцність та їх практичного використання, вивчаються в курсах опору матеріалів та деталей машин, надійності сільсько-господарських машин.

В цьому розділі студент повинен описати і відобразити конструкцію вузла з елементом, який підлягає розрахунку. Далі зобразити розрахункову схему навантажень, на якій повинні бути вказані вектори всіх прикладених сил, а також геометричні, а при необхідності - кінематичні параметри. Для подальших розрахунків міцності, в залежності від схеми навантажень, побудувати опори навантажень згинальних чи крутних моментів, величини яких повинні бути відображені у характерних точках чи перерізах. Використання значень напружень дозволяють визначитись з розмірами проблемної деталі, чи елемента конструкції.

## 5.2 Розрахунки параметрів конструкцій та робочих органів соломосилосорізок

### 5.2.1 Загальні відомості

Професор Резнік Н.Є. виділив шість типів робочих органів, які виконують процес різання: пласко-обертальні, циліндрично-обертальні, обернено-поступальні, криволінійно-коливальні, пласко-коливальні і пласко-поступальні.

Дискові робочі органи мають ножі, які закріплені таким чином, що при обертанні їх леза рухаються в площині кола. У барабанних робочих органах леза ножів описують циліндричну поверхню.

Для соломосилосорізок найбільш прийнятні перші два: пласко-обертальні (дискові) і циліндрично-обертальні (барабанні).

Раціональна схема різального апарату повинна відповідати таким вимогам:

- мінімальні витрати енергії на роботу різання;
- більш-менш рівномірне навантаження на вал машини;
- надійне защемлення матеріалу на всій робочій довжині леза.

В.П. Горячкін визначив, що на режими різання впливають такі основні конструктивні розміри:

$a$  і  $b$  – висота і ширина горловини;

$h$  – відстань від осі обертання до протирізальної пластини по вертикалі;

$c$  – відстань від осі обертання до горловини по горизонталі;

$\rho$  – виліт ножа в апаратах з прямолінійним лезом.

### 5.2.2 Визначення основних параметрів дискових соломосилосорізок

Продуктивність соломосилосорізок визначається за формулами:

$$Q = a \cdot b \cdot l_{min} \cdot \rho \cdot n \cdot z, \text{ кг/с}, \quad (5.2.1)$$

або 
$$Q = 0,16 \cdot a \cdot b \cdot l_{min} \cdot \rho \cdot \omega \cdot z, \text{ кг/с}, \quad (5.2.2)$$

де  $a$  і  $b$  – висота і ширина горловини, м;

$l_{min}$  – мінімальна довжина різки, оскільки  $l = 0,01 \dots 0,12$  м, то  $l_{min} = 0,01$  м;

$\rho$  – об'ємна маса стиснутого продукту, для соломи  $\rho = 120 - 160$  кг/м<sup>3</sup>, для зеленої маси  $\rho = 350 - 500$  кг/м<sup>3</sup>;

$n$  – частота обертання ріжучого апарата, с<sup>-1</sup>;

$\omega$  – кутова швидкість ріжучого апарата, для соломосилосорізок  $\omega = 36 \dots 45, \text{с}^{-1}$ ;  
 $z$  – кількість ножів на диску,  $z = 2 - 6$ .

### Розрахунки геометричних параметрів різального апарата з прямолінійним лезом

Розрахункова схема подрібнювача з прямолінійним лезом приведена на рисунку 5.2.1

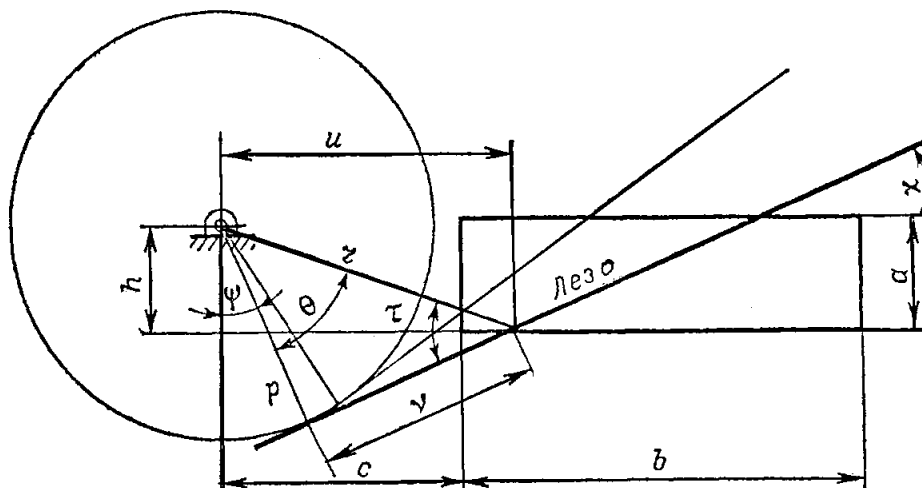


Рисунок 5.2.1 – Схема і конструктивні параметри різального апарата з прямим лезом

Для дискових подрібнювачів співвідношення  $a$  і  $b$  таке:

$$k = \frac{a}{b} = 0,25 \dots 0,45, \quad (5.2.3)$$

тому

$$a = k \cdot b. \quad (5.2.4)$$

Із формули (5.2.2) з урахуванням формули (5.2.3) знаходимо:

$$b = \sqrt{\frac{Q}{0,16 \cdot k \cdot l_{\min} \cdot \rho \cdot \omega \cdot z}}, \text{ м.} \quad (5.2.5)$$

Потім визначаємо  $a$  за формулою (5.2.4).

Відстань від осі обертання до горловини по горизонталі (рисунок 5.2.1) визначається за формулою:

$$c = \frac{b \cdot \text{tg}(\tau_{\min} - x_{\min})}{\text{tg}(\tau_{\min} - x_{\min}) - \text{tg}(\tau_{\max} - x_{\max})}, \text{ м,} \quad (5.2.6)$$

де  $\tau_{\max}$  – максимальний кут ковзання,  $\tau_{\max} = 55^\circ$ ;

$\tau_{\min}$  – мінімальний кут ковзання,  $\tau_{\min} = 40^\circ$ ;

$x_{\max}$  – максимальний кут защемлення,  $x_{\max} = 50^\circ$ ;

$x_{\min}$  – мінімальний кут защемлення,  $x_{\min} = 24^\circ$ .

Відстань від осі обертання до протирізальної пластини по вертикалі можна визначити за формулою:

$$h = c \cdot \text{tg}(\tau_{\max} - x_{\max}), \text{ м.} \quad (5.2.7)$$

Виліт ножа дорівнює:

$$p = \frac{h \cdot \sin \tau_{max}}{\sin(\tau_{max} - \alpha_{max})}, \text{ м.} \quad (5.2.8)$$

Відстань від осі обертання до кінця горловини визначаємо як максимальний радіус дії леза ножа:

$$r_{max} = \frac{p}{\sin \tau_{min}}, \text{ м.} \quad (5.2.9)$$

Мінімальний радіус дії леза ножа:

$$r_{min} = \frac{p}{\sin \tau_{max}}, \text{ м.} \quad (5.2.10)$$

Мінімальна робоча довжина леза

$$L_p = \frac{p \cdot (\operatorname{tg} \tau_{max} - \operatorname{tg} \tau_{min})}{\operatorname{tg} \tau_{max} \cdot \operatorname{tg} \tau_{min}}, \text{ м.} \quad (5.2.11)$$

### Проектування різального апарата з криволінійним лезом

Розрахункова схема подрібнювача з криволінійним лезом приведена на рисунку 5.2.2.

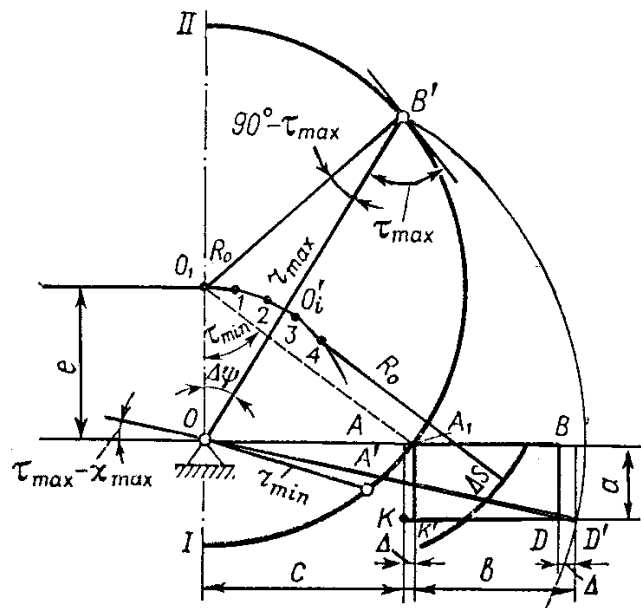


Рисунок 5.2.2 – Проектування схеми різального апарата з криволінійним лезом.

Побудова схеми ріжучого апарату з криволінійним лезом починають з вибору геометричної форми кривою, по якій буде виконано лезо ножа. Враховуючи переваги ексцентричного кола, покладемо її в основу подальших розрахунків. Початковими даними є продуктивність машини і розрахункова довжина різки.

Побудову схеми проводять в наступному порядку:

1. Грунтуючись на результатах досліджень, вибрати значення мінімального і максимального кутів ковзання, наприклад  $\tau_{min}=35 - 40^\circ$  і  $\tau_{max}=55-60^\circ$ , а також закон зміни питомого тиску  $q$ .

2. Конструктивно вибрати основний розмір ножа – номінальний радіус  $R_0$  (рисунок 5.2.2) і з довільного центру  $O_I$  провести цим радіусом дугу I-II кола. У існуючих конструкціях соломосилосорізкок зустрічаються ножі з радіусами  $R_0=300-450\text{мм}$ .

3. З центру  $O_I$  під кутом  $\tau_{min}$  до вертикалі провести вниз пряму  $O_I A_I$  до перетину з дугою кола.

4. Із знайденої точки  $A_I$  провести горизонталь  $A_I O$  до перетину з вертикальним діаметром раніше проведеного кола. Отримана точка  $O$  відзначить центр обертання диска соломосилосорізки, а відстань  $O_I O$  по вертикалі – величину  $e$  ексцентриситету. Слід перевірити, щоб ця величина відповідала умові  $e=(0,7 - 0,8)R_0$ .

5. Послідовною побудовою знайти на дузі кола таку точку  $B'$ , в якій кут між радіусом  $R_0$  ножа і радіус-вектором  $OB'=r_{max}$  буде рівний  $(90^\circ - \tau_{max})$ . З побудови виходить, що в точці  $B'$  кут між радіус-вектором і дотичній, тобто кут ковзання, матиме максимальне значення  $\tau_{max}$ .

6. Знайти довжину леза  $B'A'$ , вважаючи, що центральний кут обхвату ножа  $\angle B'O_I A' \approx 90^\circ$ , а вільна довжина леза лівіше за точку  $A_I$  дорівнює 30-40мм.

7. Знайти ширину горловини  $b$ , для чого з центру обертання  $O$  провести дугу  $B'D'$  радіусом  $r_{max}$  і потім з того ж центру провести пряму вниз під кутом  $(\tau_{max} - x_{max})$  до перетину з отриманою дугою в точці  $D'$ .

З аналізу схеми виходить, що в цьому ріжучому апараті у міру повороту ножа кут  $x$  збільшується і досягає свого максимального значення в точці  $D'$ .

Щоб забезпечити умову затискання, необхідно, щоб  $x_{zam} = \varphi_1 + \varphi_2 < \tau_{max}$ . При  $\tau_{max} = 55-60^\circ$ ,  $\varphi_1 = 15-17^\circ$ ,  $\varphi_2 = 25-30^\circ$  допустимий кут буде  $x_{max} = 40-57^\circ$ . В цьому випадку М. В. Сабліков рекомендує приймати  $x_{zam} = 2\varphi_{min}$

Далі, із знайденої точки  $D'$  проводять горизонтальну лінію до перетину з вертикаллю, проведеною через точку  $A_I$  отриманий відрізок  $O'k'$ , буде шуканою шириною горловини.

Якщо врахувати зношення ножа, то правий і лівий обрізи горловини слід змістити до центру обертання на величину  $\Delta = 10-15\text{мм}$ . Проте остаточне положення лівого обріза визначається з урахуванням умови, при якому  $c = r_{min} + \Delta \geq 100\text{мм}$ .

8. Визначити розрахункову висоту  $a$  горловини по формулі:

$$a = \frac{Q}{0,16 \cdot b \cdot l_{min} \cdot \rho \cdot \omega \cdot z}, \text{ м}, \quad (5.2.12)$$

У тих соломосилосорізках, що існують, висота горловини варіює в межах від 50 до 100мм.

Остаточний контур горловини відмічений на рисунку 5.2.2 буквами  $ABDK$ .

9. З центру  $O$  радіусом  $e$  провести дугу кола  $O_1 O_i$ , яка є траєкторією центру кривизни ножа, що переміщається при повороті диска. На отриманій дузі через інтервали  $\Delta\psi = 10^\circ$  зробити відмітки 1, 2, 3 і т. д., і з них радіусом  $R_0$  нанести по черзі дуги, що відзначають на перетині горловини для кожного відповідного положення ножа довжину  $\Delta S$  навантаженої частини леза. Потім, орієнтуючись по середній висоті горловини, знайти для кожного положення ножа поточні значення параметрів:  $r$ ,  $\Delta S$ ,  $\tau$  і  $x$ , а також значення питомого тиску  $q$ , використавши для цього графік  $q=f(\tau)$ .

Потужність на привод подрібнювача визначається за формулою:

$$N = q \cdot l_p \cdot V_c \cdot k, \text{ Вт}, \quad (5.2.13)$$

де  $q$  – питомий опір різанню, для соломи  $q = (3,5 \dots 8) \cdot 10^3 \text{ Н/м}$ ;  
 $k$  – вибрали по формулі (5.2.3);  
 $V_c$  – середня швидкість різання, м/с.

$$V_c = \pi \cdot n (r_{max} + r_{min}), \text{ м/с}; \quad (5.2.14)$$

$l_p$  – довжина леза, що бере участь у роботі, м.

$$l_p = \frac{a}{\sin x_c}, \text{ м}, \quad (5.2.15)$$

$$x_c = \frac{x_{max} + x_{min}}{2}, \text{ град.} \quad (5.2.16)$$

### 5.2.3 Визначення основних параметрів барабаних соломосилосорізків

Продуктивність соломосилосорізки визначається за формулами (5.2.1; 5.2.2). Ширину горловини  $b$  з урахуванням того, що  $a = 0,04 - 0,06 \text{ м}$ , а кутова швидкість для соломосилосорізків складає  $40 - 60 \text{ с}^{-1}$ , а для силосозбиральних комбайнів –  $100 - 150 \text{ с}^{-1}$  розраховуємо за формулою:

$$b = \frac{Q}{a \cdot l_{min} \cdot \rho \cdot n \cdot z}, \text{ м}. \quad (5.2.17)$$

Потім визначаємо діаметр барабана:

$$D_6 = \frac{z}{\pi} (b \cdot \text{tg } x - a), \text{ м}. \quad (5.2.18)$$

де  $x$  – кут установки ножів на барабані,  $x = 24 - 30^\circ$ ;

$z$  – максимальна кількість ножів на барабані,  $z = 3 - 6$ .

Довжина барабана береться з урахуванням ширини горловини.

Довжина ножа, що бере участь у різанні:

$$L_p = \frac{a}{\sin x}, \text{ м}. \quad (5.2.19)$$

Повна довжина ножа:

$$L = \frac{b}{\cos x}, \text{ м}. \quad (5.2.20)$$

Радіус кривизни ножів можна прийняти

$$R_H = (3 \dots 5) D_6, \text{ м}. \quad (5.2.21)$$

Потужність на привод барабанного подрібнювача визначається за формулою:

$$N = \pi \cdot q \cdot b \cdot D_6 \cdot n, \text{ Вт}. \quad (5.2.22)$$

А з урахуванням опору повітря і на холостий хід:

$$N_p = \frac{5}{3} N, \text{ Вт.} \quad (5.2.23)$$

#### 5.2.4 Розрахунки штифтового подрібнювача

Подрібнювач складається з рухомого диска і нерухомого, на яких концентрично встановлено штифти. У поперечному розрізі штифти ротора і нерухомого диска входять у проміжки між собою (рисунок 5.2.2). Повітряний потік, що створюється лопатями, подає матеріал в зазор між штифтами, де він подрібнюється на частки розміром до 10 - 30мм із розщепленням стебел упродовж волокон. Подрібнений матеріал повітряним потоком вивантажується із подрібнювача.

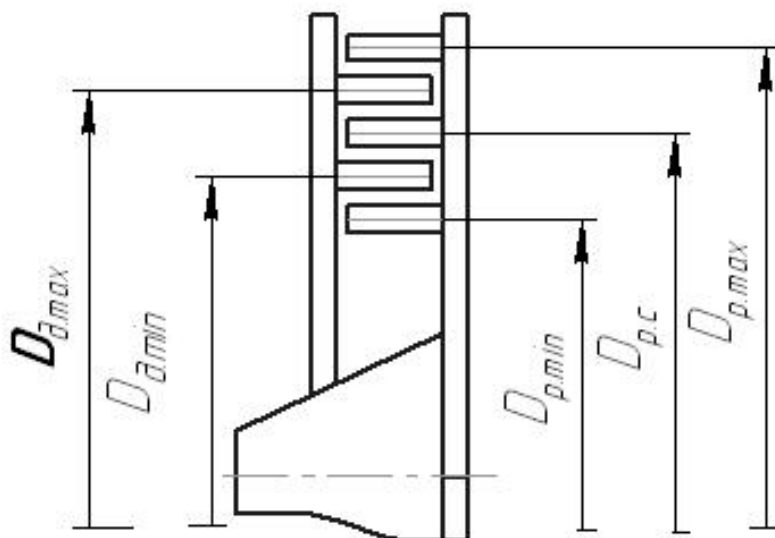


Рисунок 5.2.3 – Розрахункова схема штифтового подрібнювача: 1 – нерухомий диск, 2 – рухомий диск (ротор)

Розрахунки подрібнювача проводимо, виходячи із заданої продуктивності  $Q_p$ .

$$Q_p = z_p \cdot \mu, \text{ кг/с,} \quad (5.2.24)$$

де  $z_p$  – кількість штифтів на роторі, шт.;

$\mu$  – питома продуктивність на один штифт,  $\mu=0,007 - 0,035$  кг/с·шт.

Звідси кількість штифтів на роторі буде:

$$z_p = \frac{Q_p}{\mu}, \text{ шт.} \quad (5.2.25)$$

Кількість штифтів на нерухомому диску буде:

$$z_o = z_p \cdot \varepsilon, \text{ шт.} \quad (5.2.26)$$

де  $\varepsilon$  – коефіцієнт пропорційності,  $\varepsilon = 0,7 - 0,8$ .

Розрахована кількість штифтів округляється до цілого числа.

Беремо кількість рядів штифтів на роторі і нерухомому диску: звичайно беруть три ряди штифтів на роторі і два на нерухомому диску. У цьому випадку одержуємо найбільшу ефективність процесу подрібнення і вивантаження корму.

Кількість штифтів у рядах визначається за формулою:

$$m = \frac{z}{N}, \text{ шт,} \quad (5.2.27)$$

де  $z$  – кількість штифтів на роторі або диску, шт.;

$N$  – кількість рядів на роторі або диску, шт..

Штифти розміщуються в шаховому порядку по двох або більше концентричних колах. Кут між суміжними штифтами в ряду буде таким:

$$\Theta = \frac{2\pi}{m}, \text{ рад.} \quad (5.2.28)$$

або

$$\Theta = \frac{360}{m}, \text{ град.}$$

Кут між суміжними штифтами різних рядів буде таким:

$$\Theta_p = \frac{\Theta}{2}, \text{ град (рад).} \quad (5.2.29)$$

Визначаємо довжину (глибину) камери подрібнення:

$$L = L_i + 2\Delta L, \text{ м,} \quad (5.2.30)$$

де  $L_i$  – відстань між крайніми рядами штифтів, м;

$\Delta L$  – відстань від крайнього ряду до краю ротора,  $\Delta L = 0,018 - 0,02\text{м}$ .

$$L_i = (N_p + N_d - 1) \cdot a, \text{ м,} \quad (5.2.31)$$

де  $a$  – відстань між сусідніми рядами штифтів,  $a = 0,025 - 0,028\text{м}$ .;

$N_p$  і  $N_d$  – кількість рядів на роторі і диску, шт.

Визначаємо діаметри концентричних кіл на роторі і диску для розміщення рядів штифтів:

Мінімальний діаметр на роторі:

$$D_{p.min} = \frac{V_{min} \cdot t \cdot m_p}{\pi}, \text{ м,} \quad (5.2.32)$$

де  $V_{min}$  – мінімальна швидкість руху штифтів на внутрішньому колі ротора,  $V_{min} = 38 - 47 \text{ м/с}$ ;

$t$  – час, за який ротор повертається на кут  $\frac{\Theta}{2}$ ,  $t = c(4,5 - 7,5) \cdot 10^{-3} \text{ с}$ .

$$D_{p.c.} = D_{p.min} + 4a, \text{ м.} \quad (5.2.33)$$

$$D_{p.max.} = D_{p.min} + 8a, \text{ м.} \quad (5.2.34)$$

$$D_{d.min.} = D_{p.min} + 2a, \text{ м.} \quad (5.2.35)$$

$$D_{d.max.} = D_{p.min} + 6a, \text{ м.} \quad (5.2.36)$$



Частота обертання ротора визначається за формулою:

$$n = \frac{V_{min}}{\pi \cdot D_{p.min}}, \text{ c}^{-1}, \quad (5.2.37)$$

або кутова швидкість:

$$\omega = \frac{2V_{min}}{D_{p.min}}, \text{ c}^{-1}. \quad (5.2.38)$$

### 5.2.5 Розрахунок потужності на привод подрібнювача

Оскільки подрібнювач обладнується живильником і вивантажувальним пристроєм, то загальна потужність на привод складає:

$$N = N_{ж} + N_n + N_{x.x.} + N_{mp}, \text{ Вт}, \quad (5.2.39)$$

де  $N_{ж}$  – потужність, що витрачається на привод живильника (розрахунки наведено далі), Вт;

$N_n$  – потужність, що витрачається на подрібнення матеріалу, Вт;

$N_{x.x.}$  – потужність, що витрачається на холостий хід подрібнювача, Вт;

$N_{mp}$  – потужність, що витрачається на вивантажувальний пристрій (розрахунки наведено далі), Вт.

Потужність, що витрачається на подрібнення матеріалу, точно визначити неможливо тому, що вона залежить від багатьох складових (геометричні і кінематичні параметри, фізико-механічні властивості стеблових кормів, які змінюються в залежності від культури, терміну зберігання, вологості тощо), тому приблизно, з достатньою вірогідністю, її можна визначити за формулою:

$$N_n = k \cdot Q \cdot V_c^2, \text{ Вт}, \quad (5.2.40)$$

де  $k$  – коефіцієнт, що враховує геометричні і кінематичні параметри, а також фізико-механічні властивості матеріалів,  $k = 8 - 8,5$ ;

$Q$  – продуктивність подрібнювача, кг/с;

$V_c$  – середня швидкість руху штифтів,  $V_c = 40 - 55$  м/с.

Потужність  $N_{z.z.}$  можна визначити за емпіричною формулою:

$$N_{x.x.} = g(A \cdot \omega + B \cdot \omega^2), \text{ Вт}, \quad (5.2.41)$$

де  $A$  і  $B$  – коефіцієнти, одержані дослідним шляхом:  $A=0,6$ ,  $B=0,68 \cdot 10^{-5}$ .

### 5.2.6 Визначення геометричних і кінематичних параметрів живильника

З урахуванням того, що об'ємна маса насипних соломи, сіна або зеленої маси незначна, то найбільш раціональною схемою живильника може бути схема, яку наведено на рисунку 5.2.4.

Така конструкція дозволяє стискувати матеріал, збільшувати його об'ємну масу, подаючи його на вальці тонким шаром, що дозволяє зменшувати діаметр вальців.

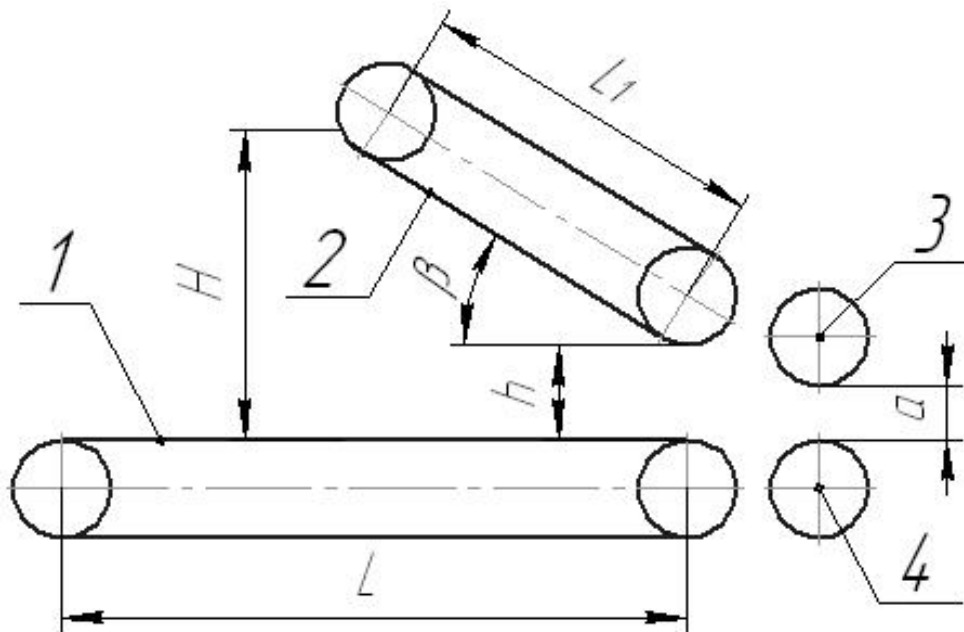


Рисунок 5.2.4 – Схема живильника: 1 і 2 – транспортери; 3 і 4 – вальці

Продуктивність живильника визначається за формулою:

$$Q = a \cdot b \cdot V \cdot \rho, \text{ кг/с}, \quad (5.2.42)$$

де  $V$  – швидкість подачі маси, м/с;

$a$  і  $b$  – висота і ширина горловини, м;

$\rho$  – об'ємна маса стиснутого продукту, кг/м<sup>3</sup>.

або

$$Q = H \cdot b \cdot V \cdot \rho', \text{ кг/с}, \quad (5.2.43)$$

де  $\rho'$  – об'ємна маса насипного продукту, для соломи,  $\rho' = 48 - 72$  кг/м<sup>3</sup>.

$$\frac{h}{H} = 0,4 \dots 0,6$$

де  $H$  – товщина шару матеріалу до ущільнення, м;

$h$  – товщина шару матеріалу після ущільнення, м.

У тому випадку, коли відсутні вальці,  $h=0,7a$ .

Для затягування шару соломи в зазор між транспортерами живильниками необхідно виконання умову:  $\beta < 2\varphi$ , град.

Для соломи  $\varphi = 17 - 27^\circ$ ,  $\beta = 20^\circ$ .

В існуючих конструкціях подрібнювачів прийнято такі розміри:

$$L=1.2 - 1.6\text{м}$$

$$L_i=0.3 - 0.5\text{м}.$$

Ширина транспортера відповідає ширині горловини  $b$ .

### 5.2.7 Визначення параметрів вальців живильника

$$d_e = \frac{h - a'}{1 - \cos \alpha}, \text{ м}. \quad (5.2.44)$$

$$h=(2 - 4)a', \text{ м}. \quad (5.2.45)$$

$$a' = 0.7a, \text{ м}, \quad (5.2.46)$$

де  $\alpha$  – кут затягування соломи, для гладких вальців  $\alpha = 20^\circ$ .

Для того, щоб зменшити діаметр вальців, їхню поверхню роблять рифленою, збільшуючи кут  $\alpha$ .

За розміром висоти горловини визначаємо  $a', h, d_e$  і  $H$ .

Довжина вальців  $l_e = b$ , м.

Частоту обертання вальців визначаємо за формулою:

$$n_e = \frac{l \cdot z \cdot n}{\pi \cdot d_e}, \text{ с}^{-1}, \quad (5.2.47)$$

де  $z$  – кількість ножів на подрібнювачі;

$l$  – відповідна довжина різки, м;

$n$  – частота обертання подрібнювача,  $\text{с}^{-1}$ .

Максимальна частота обертання вальців визначається з формули (5.2.42) з урахування того, що:

$$V = 2\pi \cdot n_e \cdot R_e = \pi \cdot n_e \cdot d_e, \text{ м/с.}, \quad (5.2.48)$$

$$n_e = \frac{Q}{\pi \cdot a \cdot b \cdot \rho \cdot d_e}, \text{ с}^{-1} \quad (5.2.49)$$

Швидкість подачі корму при різній довжині різки  $l$  і кількості ножів  $z$ :

$$V = l \cdot z \cdot n, \text{ м/с.} \quad (5.2.50)$$

### 5.2.8 Визначення потужності, необхідної для приводу живильника

Потужність на привод живильника складається з потужностей на привод горизонтального транспортера  $N_z$ , на привод притискного транспортера  $N_{np}$  і на привод вальців  $N_e$ :

$$N_{ж} = N_z + N_{np} + N_e, \text{ Вт.} \quad (5.2.51)$$

Розрахунки потужності на привод горизонтального і притискного транспортерів проводять з урахуванням типу транспортерів (стрічковий, ланцюгово-планчатий тощо), а також стискання продукту між транспортерами.

Потужність на привод вальців визначають за формулою:

$$N_e = \pi \cdot l_e \cdot q \cdot d_e \cdot n_e \cdot f, \text{ Вт}, \quad (5.2.52)$$

де  $q$  – питомий тиск вальців на соломі,  $q = (1.6 - 1.9) \cdot 10^4$ , Н/м;

$f$  – коефіцієнт тертя соломи по вальцях,  $f = 0,6 - 0,7$ .

У зв'язку з тим, що довжина транспортерів живильника незначна, і основне навантаження на них – це опір матеріалу при його стискуванні між транспортерами, то потужність на їхній привод попередньо можна приблизно визначити за формулою:

$$N_z + N_{np} = 2q \cdot b \cdot V \cdot f, \text{ Вт.} \quad (5.2.53)$$

### 5.2.9 Розрахунки пневматичного вивантажувального пристрою

Витрати повітря визначають за формулою:

$$Q_n = \frac{Q}{\mu \cdot \rho_n}, \quad \text{м}^3/\text{с.}, \quad (5.2.54)$$

де  $Q$  – продуктивність подрібнювача, кг/с.

$\mu$  – коефіцієнт вагової концентрації суміші в трубопроводі, для низького і середнього тиску,  $\mu = 0,5 - 5$ ;

$\rho_n$  – щільність повітря,  $\rho = 1,29$  кг/м<sup>3</sup>.

У той же час  $Q_n$  визначають за іншою формулою:

$$Q_n = \frac{\pi d_m^2 \cdot V_n}{4}, \quad \text{м}^3/\text{с.}, \quad (5.2.55)$$

де  $d_m$  – діаметр трубопроводу, м;

$V_n$  – швидкість руху повітря в трубопроводі, м/с;

$$V_n = (1,25 - 2,5) \cdot V_{кр}, \quad \text{м/с.}, \quad (5.2.56)$$

де  $V_{кр}$  – критична швидкість руху повітря, визначаємо за таблицею 6.1.

Таблиця 6.1 – Критична швидкість руху повітря, м/с

Матеріали	$V_{кр}$
Солома пшениці	12 - 19
Солома жита	6,4 - 8,4
Солома вівса	7,0 - 8,7
Полова гречана	0,92 - 2,73
Полова	0,67 - 3,1
Солома, різана довжиною до 100 мм	3,5 - 4,25
Зелена маса різана	5,0 - 7,5

У тому випадку, коли машину використовують для подрібнення як соломи, так і зеленої маси, розрахунки проводять за зеленою масою.

Порівнюючи праві частини рівнянь (5.2.56) і (5.2.57), визначаємо діаметр трубопроводу:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \cdot V_n \cdot \mu \cdot \rho_n}}, \quad \text{м.} \quad (5.2.57)$$

Для створення необхідної швидкості руху суміші повітря і матеріалу і для подолання опору в трубопроводі необхідно створити перепад тисків:

$$H = H_{дин} + H_{ст}, \quad \text{Н/м}^2. \quad (5.2.58)$$

Динамічний тиск визначають за формулою:

$$H_{дин} = \rho \cdot \frac{V_n^2}{2} \cdot \left( 1 + \mu \frac{V_m^2}{V_n^2} \right), \quad \text{Н/м}^2 \quad (5.2.59)$$

де  $\frac{V_m}{V_n}$  – відношення середньої швидкості,  $\frac{V_m}{V_n} = 0,65 - 0,85$ .

Величину статичного тиску визначають таким чином:

$$H_{ст} = H_{нід} + H_{мп} + H_{.м}, \text{ Н/м}^2, \quad (5.2.60)$$

де  $H_{нід}$  – витрати тиску на піднімання суміші маси і повітря,  $\text{Н/м}^2$  ;

$H_{мп}$  – витрати тиску на тертя при транспортуванні суміші в трубопроводі,  $\text{Н/м}^2$ ;

$H_{.м}$  – витрати тиску в місцевих переходах (коліна, дифузор, дефлектор),  $\text{Н/м}^2$ ;

$$H_{нід} = (1 + \mu) \cdot \rho_n \cdot h \cdot g, \text{ Н/м}^2, \quad (5.2.61)$$

де  $h$  – висота транспортування суміші, м.;

$g$  – прискорення сили тяжіння,  $g=9,81\text{ м/с}^2$ .

$$H_{мп} = \lambda_c \frac{l_i V_n^2}{2d_m} (1 + \mu) \cdot \rho_n, \text{ Н/м}^2, \quad (5.2.62)$$

де  $l_i$  – довжина трубопроводу, м;

$\lambda_c$  – коефіцієнт опору руху суміші,  $\lambda_c = (1,2 \dots 1,5) \cdot \lambda_n$ .

$$\lambda_n = 0,0124 + \frac{0,0011}{d_m}. \quad (5.2.63)$$

$$H_{.м} = \xi \frac{V_n^2 \cdot \rho_n}{2}, \text{ Н/м}^2, \quad (5.2.64)$$

де  $\xi$  – коефіцієнт опору руху в переході,  $\xi = 0,16$ .

Потужність, яка необхідна для транспортування подрібненої маси, визначається за формулою:

$$N = Q_n \cdot H, \text{ Вт.} \quad (5.2.65)$$

## 5.3 Розрахунки параметрів конструкцій та робочих органів дробарок кормів

### 5.3.1 Зоотехнічні вимоги до технологічних операцій дробарок при приготуванні концентрованих кормів

Зоотехнічними вимогами обумовлені такі операції щодо приготування концентрованих кормів.

1. Очищення від землі, каміння, насіння бур'янистих рослин і соломистих домішок на зерноочисних машинах (сепаратори, грохоти тощо) і від металевих домішок – на магнітних сепараторах.

Зміст мінеральних домішок (піску) у комбікормах припускається не більше: 0,3% 0150 – для курчат, відлучених порослят і телят молочного періоду; 0,5% – для молодяку великої рогатої худоби і свиней; 0,7% – для корів і овець. У трав'яному борошні припускається вміст піску не більше 1 % (ГОСТ 18691-88).

Вміст металомангнітних домішок розміром до 2 мм із негострими краями допускається не більше 30 мг на 1 кг корму. Комбікорм, що містить металомангнітні домішки в кількості, що перевищує припустиму норму, не придатний

до згодовування, тому що може викликати важкі захворювання тварин. Особливо небезпечні великі металеві частки з гострими ріжучими крайками.

2. Подрібнення до заданої крупності різними способами на дробарках, або млинах-плющилках. Зоотехнічні вимоги до підготовленого зернового корму передбачають розміри часток: для великої рогатої худоби – не вище 3 мм, для свиней – до 1 мм, для птиці – до 2-3 мм при сухій годівлі і до 1 мм, якщо годівлю роблять вологими мішанками.

Стандарт на комбікорми, борошно та висівки (ГОСТ 13496.8-72, ГОСТ 27560-87) визначає 3 ступеня розмолу, що характеризуються середніми розмірами часток (модуль): від 0,2 до 1 мм – дрібне розмелення, від 1 до 1,8 мм – середнє і від 1,8 до 2,6 мм – велике розмелення.

3. Дозування і змішування компонентів при готуванні кормових сумішей за рецептами на спеціальних дозаторах і змішувачах універсальних комбікормових агрегатів.

Однорідність складу забезпечує однакову живильну цінність всієї отриманої кормової суміші. Для зернових кормів показник однорідності суміші повинен бути не меншим 90-95% (у залежності від призначення за видом і віком тварин).

4. Гранулювання кормових зернових або сумішей трав'яного борошна на прес-грануляторах.

### 5.3.2 Розрахунок молоткових дробарок

#### 5.3.2.1 Конструктивний розрахунок молоткових дробарок

При розрахунку молоткових дробарок визначають: розміри барабана (діаметр і довжину)  $D$  і  $L$ ; розміри, кількість і порядок розміщення молотків; показники кінематичного режиму; енергетичні та техніко-економічні показники.

Вихідними даними при проектуванні є: розрахункова продуктивність дробарки,  $g$  кг/с; необхідний ступінь подрібнення матеріалу,  $\lambda$ ; основні фізико-механічні властивості матеріалу.

Розрахункова продуктивність дробарки залежить від основних розмірів барабана – діаметра  $D$  і довжини  $L$ . Визначимо зв'язок між ними і заданою продуктивністю через показник питомого навантаження (кг/(с·м<sup>2</sup>)):

$$g' = \frac{g_p}{DL}, \frac{\text{кг}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}. \quad (5.3.1)$$

де  $g'$  – показник питомого навантаження, кг/(с·м<sup>2</sup>);

$g_p$  – розрахункова (задана) продуктивність, кг/с (додаток 68).

Як видно з виразу (5.3.1), питомим навантаженням дробарки називається відношення секундної розрахункової продуктивності до площі діаметральної проекції  $DL$  барабана, яка зображена на рисунку 5.3 1.

У сучасних дробарках кормів показник питомого навантаження при швидкостях молотків 45-55 м/с складає 2-3 і відповідно 3-6 кг/с·м<sup>2</sup> при швидкості молотків 70-80 м/с (додаток 68).

При розрахунковому проектуванні необхідно враховувати тип барабана, що характеризується відношенням:

$$\frac{D}{L} = K . \quad (5.3.2)$$

За цією ознакою розрізняють два типи барабанів. Для першого з них зазначений показник  $K$  дорівнює 1-2 (А1-ДМР, КДУ-2, ДДМ, ДМ та ін.), а для другого він складає  $K=4-7$  (А1-ДМ2Р-55(75), А1-ДМ2Р-110(160)).

У барабанів першого типу маса молотків, пальців і шайб складає близько 50% маси барабана. Барабани цього типу характеризуються високою металоємністю. Їх піддають тільки статичному балансуванню, тому що всі зазначені маси розташовані поблизу осі обертання і створюють відносно невисокий осьовий момент інерції.

У барабанів другого типу маса молотків із пальцями і шайбами складає 15-18% від усієї маси барабана. Пакети молотків значно віднесені від осі обертання і створюють великі осьові моменти інерції. Такі барабани обов'язково піддають статичному і динамічному урівноважуванню.

З урахуванням викладеного з виразу (5.3.2) випливає, що довжина барабана:

$$L = \frac{D}{K} , \text{ м} \quad (5.3.3)$$

Тоді показник питомого навантаження буде дорівнювати:

$$g' = \frac{g_p}{D \frac{D}{K}} = \frac{g_p K}{D^2} , \frac{\text{кг}}{\text{с} \cdot \text{м}^2} ; \quad (5.3.4)$$

звідси діаметр барабана:

$$D = \sqrt{\frac{g_p K}{g'}} \text{ чи } D = A \sqrt{g_p} , \text{ м.} \quad (5.3.5)$$

Для барабанів першого типу значення коефіцієнта  $A$  беруть 0,5-0,9, а другого – 1,0-1,9.

За величиною діаметра ( $D$ ) і показником типу барабана ( $K$ ) визначають його довжину ( $L$ ).

Ширина подрібнювальної камери

$$(L + 2\Delta L) = \frac{(D + \Delta D)}{K} , \text{ м} \quad (5.3.6)$$

Діаметр ( $D_k$ ) і довжину ( $L_k$ ) подрібнювальної камери знаходять з урахуванням радіальних ( $\Delta R$ ) і бічних ( $\Delta L$ ) зазорів (рисунок 5.3.1)

$$\left. \begin{aligned} D_k &= D + 2\Delta R \\ L_k &= L + 2\Delta L \end{aligned} \right\} , \text{ м} \quad (5.3.7)$$

Величину радіальних зазорів доцільно приймати в зоні  $\Delta R = 2-3$  мм, мінімально допустиму з конструктивних міркувань; в зоні решіт  $\Delta R = 8-12$  мм.

При конструюванні ротора дробарки слід прагнути щоб бічні зазори (між площиною крайніх молотків на вісі підвісу і боковиною камери подрібнення) були не більше радіальних.

Якість роботи дробильної машини та її довговічність певною мірою залежать від конструкції молотків та правильного їх монтажу. Молотки монтуються на барабані за допомогою шарнірів. Дуже важливо розмістити вісь підвісу молотка таким чином, щоб реакція в шарнірі була мінімальною або зовсім зникла.

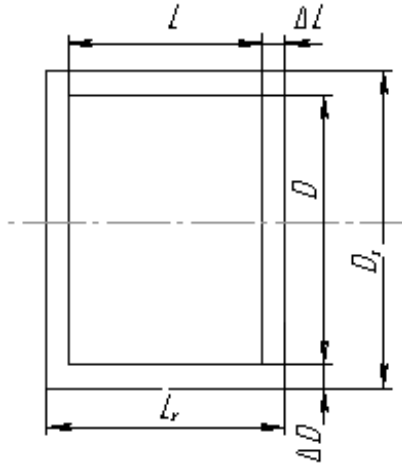


Рисунок 5.3.1 – Схема для визначення параметрів подрібнювальної камери

З метою визначення осі підвісу молотка проведемо такі дослідження. Для спрощення розмірковувань молоток дробильної машини покажемо у вигляді прямокутної пластини, як показано на рисунку 5.3.2а.

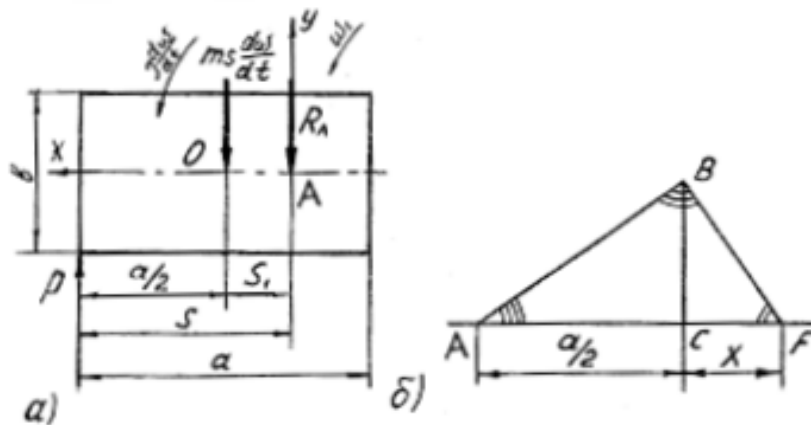


Рисунок 5.3.2 – Розрахункові схеми для: а) визначення осі підвісу молотка; б) розміщення осей симетрії молотка

У результаті обертання барабана молотки співударяються з матеріалом, що подрібнюється із зусиллям  $P$ , докладеним по дотичній до крайньої торцевої площини молотка. У результаті докладання сили в точці  $A$  вісі шарніру виникає реакція  $R_a$ , яка спрямована в сторону, протилежну дії сили. Під дією цієї ж сили  $P$  молоток обертається навколо осі підвісу з кутовим прискоренням, що дорівнює  $\frac{d\omega}{dt}$ . У результаті цього виникає момент сили інерції молотка відносно осі підвісу.



Вилучивши з цих рівнянь силу  $P_I$  та прирівнюючи значення реакції  $R_a$  до нуля, після перетворень отримаємо:

$$\frac{d\omega}{dt}(I - mss_1) = 0. \quad (5.3.8)$$

Полярний момент інерції:

$$I = m\rho^2,$$

де  $\rho$  – радіус інерції молотка відносно осі підвісу, м<sup>2</sup>.

У загальному випадку  $I$  може бути виражений сумою моментів інерції:

$$I = I_0 + m \cdot s_1^2, \text{ кг}\cdot\text{м}^2, \quad (5.3.9)$$

де  $I_0$  – полярний момент інерції молотка відносно осі, що проходить через центр мас, кг·м<sup>2</sup>;

$m$  – маса молотка, кг ( $m = 0,032-0,38$  кг);

$s_1$  – відстань від центра мас до осі підвісу, м.

Враховуючи, що полярний момент інерції молотка відносно осі, що проходить через центр мас,  $I_0 = \frac{m}{12}(a^2 + b^2)$  і, підставляючи знайдене значення полярного моменту інерції в попереднє рівняння і розв’язуючи його відносно  $s_1$ , отримаємо:

$$s_1 = \frac{a^2 + b^2}{6a}, \text{ м}, \quad (5.3.10)$$

де  $a$  і  $b$  ширина та довжина молотка, м ( $a = 0,1-0,16$ м,  $b = 0,03-0,06$ м).

Величина  $s_1$  і визначає пошукове мінімальне значення місця розташування осі підвісу молотка.

Маючи розміри молотка-подрібнювача, вісь підвісу молотка можна визначити із такої геометричної побудови.

На рисунку 5.3.2б показано розміщення осей симетрії молотка, що перетинаються в центрі мас. З точки  $C$  по вертикальній осі відкладаємо відрізок, рівний  $\sqrt{\frac{a^2 + b^2}{12}}$ .

Під прямим кутом до прямої  $AB$  проведено лінію до перетину з горизонтальною віссю. Перетин цих прямих у точці  $F$  становить собою місце розташування осі підвісу молотка, у чому легко впевнитись при розгляді подібності трикутників  $ABC$  та  $BFC$ .

Для молотків такої ж форми, але з двома отворами  $U$  діаметром  $d$ , ця відстань  $s_1$  визначається за таким виразом:

$$s_1 = \sqrt{\frac{A^2}{4} + B} - \frac{A}{2}, \text{ м}; \quad (5.3.11)$$

де  $A$  і  $B$  емпіричні коефіцієнти, які визначаються з виразів:

$$A = \left( \frac{a^2 b}{\pi d^2} - \frac{a}{2} \right), \text{ м}; \quad B = \left( \frac{ab(a^2 + b^2)}{b\pi d} - \frac{d^2}{8} \right), \text{ м}.$$

Далі визначають розміри і кількість молотків, які виготовляють із марганцевої сталі марки 65Г або із вуглецевої сталі з наплавкою робочих кромek сормайтom. В залежності від матеріалу та термічної обробки строк експлуатації молотків складає від 72 до 280 годин.

У загальному випадку молоток не буде передавати удари на вісь підвісу, якщо квадрат радіуса ( $\rho_0$ ) інерції молотка щодо осі підвісу буде дорівнювати добутку відстані  $c$  від зазначеної осі до центра ваги на відстань  $l$ . Якщо розміри молотків задовольняють зазначену умову, такі молотки називають урівноваженими на удар.

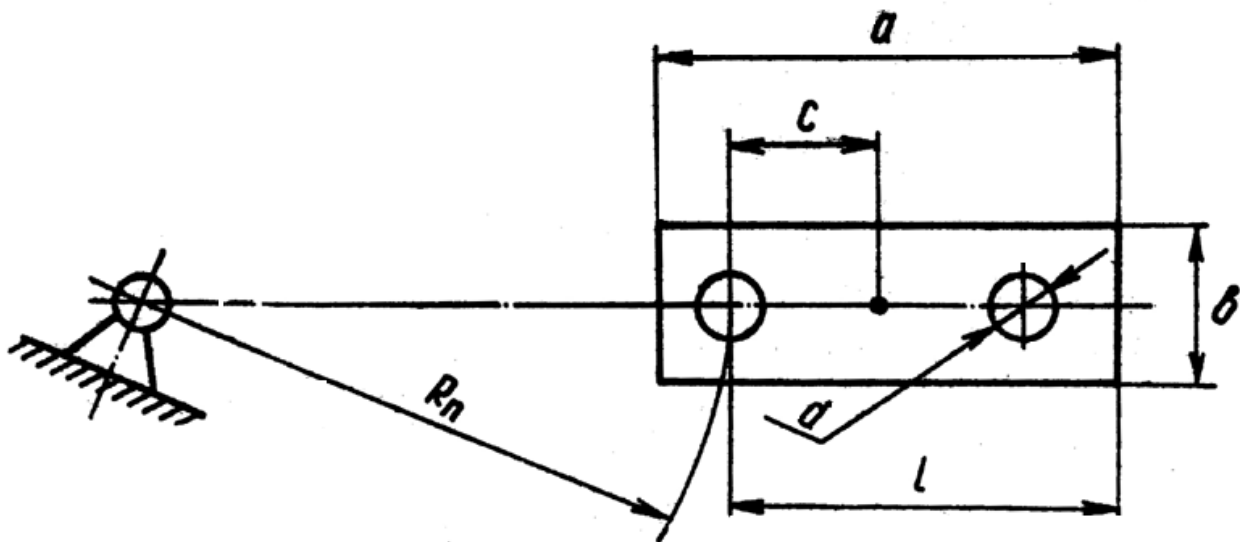


Рисунок 5.3.3 – Схема до розрахунку молотків

Відстань  $c$  для пластинчатих молотків прямокутної форми (рисунок 5.3.2) з одним отвором визначають за формулою:

$$c = \frac{a^2 + b^2}{6a}, \text{ м}; \quad (5.3.12)$$

де  $a$  і  $b$  – відповідно довжина і ширина молотка, м ( $a = 0,1-0,16$  м,  $b = 0,03-0,06$  м). У випадку, якщо такі молотки мають два отвори, відстань  $c$  дорівнює:

$$c = -\frac{A}{2} + \sqrt{\frac{A^2}{4} + B}, \text{ м}; \quad (5.3.13)$$

де  $A$  і  $B$  відповідні емпіричні коефіцієнти, які визначаються з виразів:

$$A = \frac{a^2 b}{\pi l^2} - \frac{a}{2}, \text{ м}; \quad B = \frac{ab(a^2 + b^2)}{6\pi l} - \frac{d^2}{8}, \text{ м}.$$

де  $d$  – діаметра отвору під палець, м.

Величину радіуса підвісу беруть  $Rn = 0,346D$ . Відстань від осі підвісу до кінця молотка  $l = 0,154D$  (якщо  $D > 0,4$  м) і  $l = 0,2D$  (якщо  $D < 0,4$  м).

Довжину і ширину молотка орієнтовно беруть:  $a = 1,5 \cdot l = (0,23D)$  і  $b = (0,4-0,5)a \approx (0,1D)$ .

При визначенні діаметра отвору під палець  $d$  виходять з умов міцності пальця і беруть його рівним 18-20 мм.

Число молотків визначають за формулою:

$$Z_{.m} = \frac{(L - \Delta L)Z'}{\delta}, \quad (5.3.14)$$

де  $L$  – довжина барабана ( $L$  – сумарна довжина вузлів, займаних диском і шайбами, що не перекриваються молотками), м;

$Z'$  – число молотків, що йдуть по одному сліду,  $Z' = 1-6$ ;

$\delta$  – товщина молотка, м.

Для подрібнення зерна та м'яких продуктів використовують тонкі молотки ( $\delta = 2-3$  мм), а для стеблових кормів –  $\delta = 6-8$  мм і вище.

Необхідно прагнути до того, щоб простір дробильної камери якнайбільше було перекрито молотками, а порядок розміщення їх не порушував умов статичної і динамічної урівноваженості барабана.

Усі зазначені розміри уточнюють після розрахунку деталей барабана на міцність.

Частота обертання ротора (кінематичний режим)  $n$  визначається за знайденим значенням  $v_{.m}$  і діаметра барабана  $D$ :

$$v_{.m} = \frac{\pi D n}{60}, \frac{m}{c}; \quad (5.3.15)$$

звідки:

$$n = \frac{60 v_{.m}}{\pi D}, \text{XB}^{-1}. \quad (5.3.16)$$

Основними показниками робочого процесу проходження матеріалу через робочу камеру є: переміщення сировини, переробка (подрібнення) і відведення готового продукту.

**Вибір решета визначається виходячи з наступних міркувань.** Решета послуговують для відведення готового продукту з подрібнюючої камери і які регулюють ступінь подрібнення корму. В дробарках кормів, в більшій мірі, використовують гладкі решета з пробитими круглими отворами, які виготовляють із листової сталі. Живий переріз решета складає 0,08-0,35. Кут обхвату барабана решетою змінюється в діапазоні від 120° до 360°. Коловий рух матеріалів у дробильній камері у кількісному відношенні характеризується кратністю циркуляції, тобто скільки повних обертів зробить матеріал за час подрібнення до заданої величини. При здрібнюванні кормів на молоткових дробарках регулятором тонкості розмелу є решето, встановлене в дробильній камері.

Абсолютні значення ступеня  $\lambda$  подрібнення зерна злакових культур у залежності від діаметра решета в камері дробарки, можна приймати наступними:

Діаметр решета, мм	10	6	3	2
Ступінь подрібнення $\lambda$	1,5–1,6	2,0–2,4	5–7	8,4–9,7

### 5.3.2.2 Розрахунок системи відводу і розподілу продуктів подрібнення

Сучасні дробарки зазвичай бувають обладнані системою пневматичного транспортування продуктів подрібнення (рисунок 5.3.4).

До елементів цієї конструктивної системи відносять: вентилятор з всмоктувальним і нагнітальним трубопроводами, циклон, шлюзова заслінка і зворотній повітропровід.

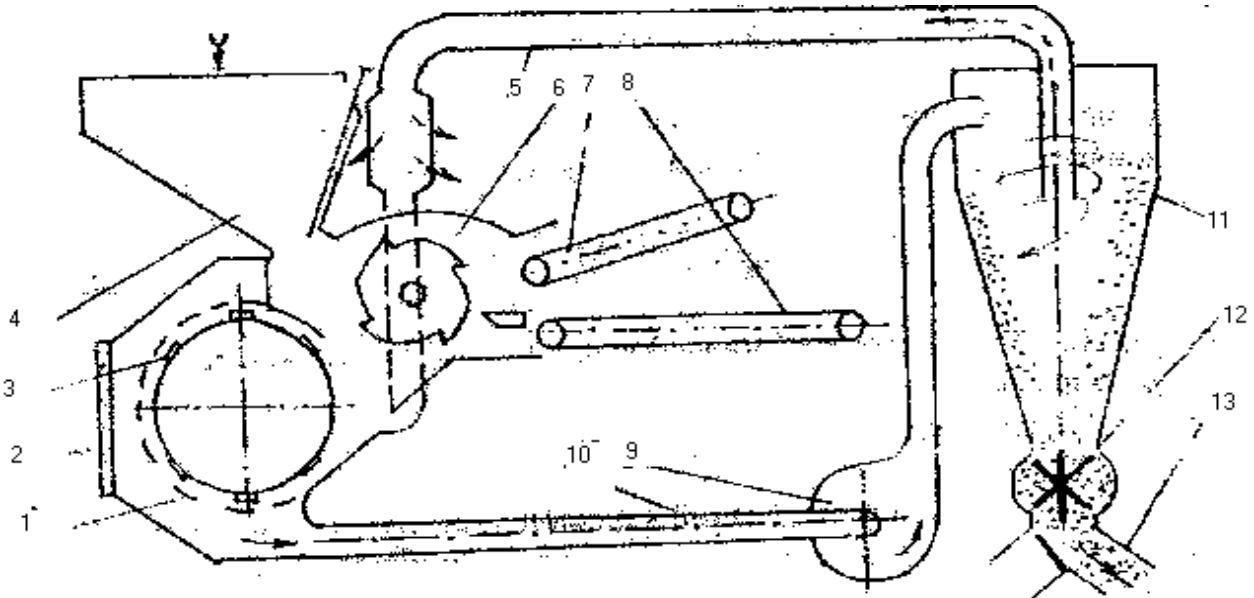


Рисунок 5.3.4 – Технологічна схема дробарки з радіальною подачею

———> сипучий корм,                      - - - -> грубий корм,  
 ———> подрібнений продукт,            - - - -> повітря.

1 – змінне решето; 2 – відкидна кришка; 3 – барабан дробарки; 4 - ківш;  
 5 – трубопровід відводу повітря з циклону; 6 – ріжучий барабан; 7 – похилий транспортер; 9 – вентилятор; 10 – трубопровід подрібненого продукту; 11 – циклон; 12 – шлюзова заслінка; 13 - відвідний рукав

Розрахунок елементів ведеться по витраті повітря  $Q_{\text{п}}$ , що складає

$$Q_{\text{п}} = \frac{Q_{\text{дроб}}}{\mu \cdot \gamma_{\text{п}}}, \text{ м}^3/\text{с} \quad (5.3.17)$$

де  $Q_{\text{дроб}}$  – продуктивність дробарки, кг/с;

$\mu$  – коефіцієнт вагової концентрації суміші. В нагнітальних установках низького і середнього тиску  $\mu = 0,5...5$ . Для кормо переробних машин рекомендується приймати  $\mu = 0,5...2$ ;

$\gamma_{\text{п}}$  – щільність повітря, кг/м<sup>3</sup>. За нормальних умов  $\gamma_{\text{п}} = 1,29$  кг/м<sup>3</sup>.

По витраті повітря підбирають вентилятори з розрахунку забезпечення швидкості повітря у трубопроводі в межах 15-20м/с та напору, який дорівнює 0,12-0,2м водяного стовпа або 1200-2000Па. (Для пневматичного транспортування кормових матеріалів в більшості випадків приймають відцентрові вентилятори).

Діаметри всмоктувального і нагнітаючого трубопроводів ( $d_{\text{тр}}$ ) знаходять з виразу

$$d_{TP} = 2 \cdot \sqrt{\frac{Q_{II}}{\pi \cdot V_{II}}}, \text{ м} \quad (5.3.18)$$

де  $V_{II}$  – швидкість повітря в трубопроводі, м/с.

Швидкість  $V_{II}$  знаходиться з умов витання частинок корму і приймається більше критичної швидкості  $V_{кр}$ , при якій не відбувається завал трубопроводу транспортувальним матеріалом.

$$V_{II} = (1,25 \dots 2,5) V_{кр}, \text{ м/с.} \quad (5.3.19)$$

$V_{кр}$  можна приймати з літературних даних про аеродинамічні властивості продуктів подрібнення, (додаток 72) або яку знаходять за емпіричною формулою

$$V_{кр} = 36,5 \sqrt{\frac{M}{(100 - W) l_{ч}}}, \text{ м/с,} \quad (5.3.20)$$

де  $M$  – середній розмір частинок (модуль) продуктів подрібнення, м (додаток 71);

$l_{ч}$  – їх довжина, м;

$W$  – вологість продукту, % (вологість зерна  $W = 12-14\%$ , вологість грубих кормів повинна бути  $W = 10-17\%$ ).

Нагнітальний трубопровід з'єднаний з циклоном за допомогою дифузора, який забезпечує деяке зниження швидкості потоку при вході в циклон  $V_{BX}$ . Встановлено що за умов розділення потоку швидкість повітря на вході повинна перевищувати 17...15 м/с. Тому переріз дифузора дещо більший за переріз нагнітального трубопроводу

$$c \cdot h > \frac{\pi \cdot d_{TP}^2}{4}, \text{ м}^2 \quad (5.3.21)$$

де  $c, h$  – сторони перерізу прямокутного дифузора, м.

При цьому

$$V_{BX} = \frac{Q_{II}}{ch} \leq (10 \dots 15) \text{ м/с} \quad (5.3.22)$$

В циклоні за рахунок розширення швидкість потоку падає і складає 30...40% від  $V_{BX}$ , тому

$$V_{II} = (0,3 \dots 0,4) V_{BX} \quad (5.3.23)$$

де  $V_{II}$  – швидкість потоку в циклоні, м/с.

Діаметр внутрішньої труби циклона  $D_0$  знаходиться по формулі

$$D_0 = 2 \cdot \sqrt{\frac{Q_{II}}{\pi \cdot V_{II}}}, \text{ м} \quad (5.3.24)$$

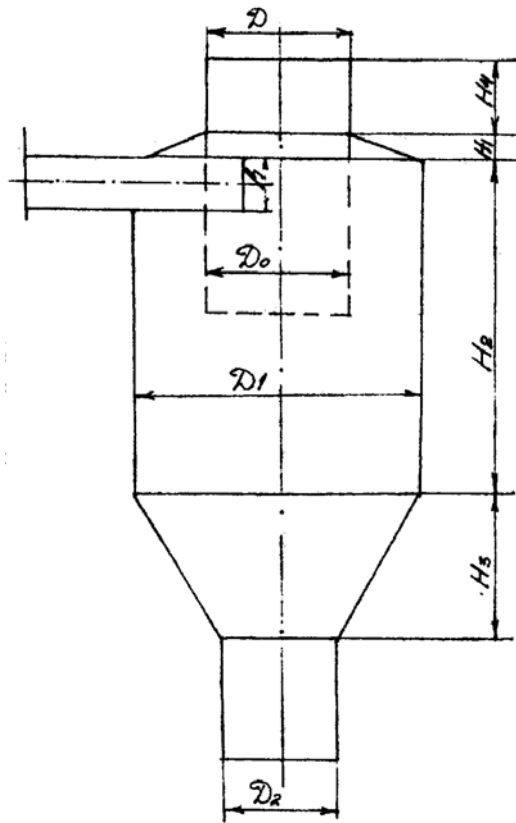


Рисунок 5.3.5 – Схема для розрахунку циклона

Мінімально допустимі геометричні розміри циклона (згідно рисунку 5.3.5) рекомендується приймати наступними:

$$D_1 = 1,5 \cdot D_0, \text{ м} \quad H_2 = 1,25 \cdot D_1, \text{ м}$$

$$D_2 = 0,4 \cdot D_0, \text{ м} \quad H_3 = 1,35 \cdot D_0, \text{ м}$$

$$H_1 = 0,1 \cdot D_0, \text{ м} \quad H_4 = 0,25 \cdot D_0, \text{ м}$$

Діаметр зворотного повітропроводу, для з'єднання циклона з камерою подрібнення, повинен бути не більшим  $d_{TP}$ , зазвичай приймається по діаметру внутрішньої труби циклона  $D_0$ .

Розміри барабана шлюзової заслінки знаходять з рівняння його продуктивності

$$Q_{дроб} \leq Q_{БШЗ} = \frac{\pi d_6^2}{4} \cdot l_6 \cdot n_6 \cdot \gamma_{пр} \cdot \beta, \text{ кг/с}, \quad (5.3.25)$$

де  $l_6$  і  $d_6$  – діаметр і довжина барабана шлюзової заслінки, м;

$n_6$  – частота обертання барабана,  $\text{с}^{-1}$ ;

$\gamma_{пр}$  – щільність продуктів подрібнення,  $\text{кг/м}^3$ ;

$\beta$  – коефіцієнт заповнення барабана,  $\beta = 0,7-0,8$ .

Частота обертання барабана визначається з наступних міркувань. Оберти шлюзової заслінки мають обмеження. На рисунку 5.3.4 позицією 12 показана заслінка, яка має 6 лопатей. Для повного звільнення міжлопатевого простору необхідно витримати певний час  $t$  за певний кут  $W_t$  повороту заслінки.

Представимо цей час відношенням

$$t = \frac{W_t}{\omega_3}, \text{ с} \quad (5.3.26)$$

Кут  $W_t$  підраховується з урахуванням кількості лопатей  $z$

$$W_t = \frac{2\pi}{z}, \text{ радіани.} \quad (5.3.27)$$

Час вільного падіння частинки визначається в залежності від висоти падіння, яка співпадає з розміром радіуса  $R$  заслінки

$$t = \sqrt{\frac{2R}{g}}, \text{ с} \quad (5.3.28)$$

де  $g$  – прискорення вільного падіння,  $9,8\text{м/с}^2$ .

Кутова швидкість  $\omega_3$  шлюзової заслінки повинна бути в наступній залежності

$$\omega_3 < \frac{2\pi}{z} \sqrt{\frac{g}{2R}}, \text{ с}^{-1} \quad (5.3.29)$$

Частота обертання барабана

$$n_6 = \frac{1}{z} \sqrt{\frac{g}{2R}}, \text{ с}^{-1} \quad (5.3.30)$$

На практиці величина  $n_c$  приймається в межах  $0,5...1\text{с}^{-1}$ .

Доцільно приймати рівне співвідношення довжини заслінки  $l_6$  з її діаметром  $d_6$ . Тобто  $l_6 = d_6$ , тоді

$$d_6 = \sqrt[3]{\frac{4Q_{\text{БШЗ}}}{\pi \cdot n_c \cdot \gamma_{\text{ПР}} \cdot \beta}}, \text{ м.} \quad (5.3.31)$$

### 5.3.2.3 Визначення енергетичних показників дробарки

Енергетичні показники подрібнювача дробарки характеризуються рівнянням балансу потужності:

$$N = N_{\text{ндр}} + N_u + N_{\text{x.x}}, \text{ Вт;} \quad (5.3.18)$$

де  $N_{\text{ндр}}$  – потужність, що витрачається на руйнування матеріалу, Вт;

$N_u$  – потужність, що витрачається на створення циркуляції матеріалу в дробильній камері, Вт;

$N_{\text{x.x}}$  – потужність, яка необхідна на холостий хід дробарки, Вт.

Потужність на подрібнення матеріалу можна визначити за заданою продуктивністю дробарки ( $g_p$ ) і величиною роботи подрібнення ( $A_{\text{ндр}}$ );  $V_m$  – колова швидкість молотків, м/с.:

$$N_{\text{ндр}} = gA = g_p [c_1 l g \lambda^3 + c_2 (\lambda - 1)], \text{ Вт.} \quad (5.3.19)$$

Розрахункова секундна продуктивність дробарки може бути визначена за формулою:

$$q_p = q' \cdot D \cdot L, \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad (5.3.20)$$

де  $q'$  – питоме навантаження дробарки ( $\frac{\text{кг}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}$ ), що характеризує вихід готового продукту з  $1 \text{ м}^2$  площі діаметрального перерізу камери.

Для зернових кормів  $q'$  беруть  $2,4-2,6 \frac{\text{кг}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}$ , для січки –  $0,5 - 0,8 \frac{\text{кг}}{\text{с} \cdot \text{м}^2}$ .

Продуктивність дробарки для подрібнення зернових кормів можна визначити за емпіричною формулою:

$$q = (2 - 8) \cdot 10^{-5} \gamma \cdot D^2 \cdot \omega, \text{ кг/с}. \quad (5.3.21)$$

Потужність на циркуляцію матеріалу в камері і холостий хід беруть у межах 15-20 % від  $N_{\text{др}}$ :

$$N_u + N_{x.x} = (1,15 \dots 2,0) N_{\text{др}}, \text{ Вт}. \quad (5.3.22)$$

Загальна розрахункова встановлена потужність, яка необхідна для приводу дробарки, знаходиться з рівняння енергетичного балансу

$$N_{\text{рвп}} = N + N_{\text{тр}} + N_{\text{ш}}, \text{ Вт} \quad (5.3.23)$$

де  $N_{\text{рвп}}$  – загальна розрахункова встановлена потужність, яка споживається при подрібненні переробленого матеріалу, Вт;

$N$  – потужність подрібнювача (формула 5.3.18) дробарки, Вт;

$N_{\text{тр}}$  – потужність, яка споживається на транспортування продуктів подрібнення, Вт;

$N_{\text{ш}}$  – потужність приводу шлюзової заслінки, Вт.

В залежності від призначення молоткової дробарки (спеціальна-універсальна) її завантажувальний пристрій може бути виготовлений у вигляді живильного транспортера і у вигляді самопливного бункера (додаток 68).

Потужність, що споживається на транспортування пневмотранспортером продуктів подрібнення, знаходиться за формулою:

$$N_{\text{тр}} = \frac{\sum H \cdot Q_{\text{п}}}{\eta_{\text{в}}}, \text{ Вт}, \quad (5.3.24)$$

де  $\sum H$  – загальний напір (тиск) повітря  $\text{Н/м}^2$  (Па).

$$\sum H = H_{\text{д}} + H_{\text{ст}}, \text{ Па}, \quad (5.3.25)$$

де  $H_{\text{д}}$  – динамічний напір повітря, Па;

$H_{\text{ст}}$  – статичний напір повітря, Па;

$\eta_{\text{в}}$  – ККД вентилятора,  $\eta_{\text{в}} = 0,8$ .



Динамічний напір повітря рівний

$$H_d = \frac{1}{2} \cdot \gamma_{\text{п}} \cdot V_{\text{п}}^2 \cdot \left[ 1 + \mu \cdot \left( \frac{V_{\text{ппр}}}{V_{\text{п}}} \right)^2 \right], \text{ Па}, \quad (5.3.26)$$

де  $\frac{V_{\text{ппр}}}{V_{\text{п}}}$  – відношення середньої швидкості переміщення частинок продуктів

подрібнення до швидкості руху повітря. Знаходиться в межах 0,65-0,85.

$\mu$  – коефіцієнт концентрації матеріалу кг/кг, приймають 2-5;

$\gamma_{\text{п}}$  – щільність повітря,  $\gamma_{\text{п}} = 1,29 \text{ кг/м}^3$ .

Необхідний статичний тиск знаходиться за таким виразом:

$$H_{\text{ст}} = H_{\text{п}} + H_{\text{тр}} + H_{\text{м}}, \text{ Па}, \quad (5.3.27)$$

де  $H_{\text{п}}$  – втрати напору повітря на піднімання продуктів подрібнення.

$$H_{\text{п}} = g \cdot (1 + \mu) \cdot \gamma_{\text{п}} \cdot h, \text{ Па}, \quad (5.3.28)$$

$h$  – висота транспортування, м ( $h = 1,5-2,7 \text{ м}$ );

$H_{\text{тр}}$  – втрати напору повітря на подолання сил тертя при транспортуванні продукту по трубопроводу.

$$H_{\text{тр}} = (1 + \mu) \gamma_{\text{п}} \cdot \lambda_{\text{см}} \cdot L_{\text{тр}} \cdot \frac{V_{\text{п}}}{2d_{\text{тр}}}, \quad (5.3.29)$$

де  $L_{\text{тр}}$  – довжина трубопроводу, м;

$\lambda_{\text{см}}$  – коефіцієнт опору суміші продукту з повітрям,  $\lambda_{\text{см}} = (1,2-1,5) \lambda_{\text{п}}$ ;

$\lambda_{\text{п}}$  – коефіцієнт опору руху повітря,

$$\lambda_{\text{п}} = 0,0124 + \frac{0,0011}{d_{\text{тр}}},$$

$H_{\text{м}}$  – втрати напору повітря в переходах (коліно, дифузор, циклон),

$$H_{\text{м}} = \frac{1}{2} \sum \varepsilon \cdot V_{\text{п}}^2 \cdot \gamma_{\text{п}}, \text{ Па} \quad (5.3.30)$$

$\sum \varepsilon$  – сумарний коефіцієнт опору повітря. Для повороту  $\varepsilon_1 = 0,16$ , дифузора  $\varepsilon_2 = 0,1$ , циклона  $\varepsilon_3 = 2$ .

Потужність приводу шлюзової заслінки знаходять з наступної залежності:

$$N_{\text{ш}} = q \cdot Q, \text{ кВт}, \quad (5.3.31)$$

де  $q$  – питома витрата енергії,  $q = 0,05-0,1 \text{ кВт} \cdot \text{год/т}$ .

Для знаходження потужності електродвигуна на привод дробарки необхідно брати до уваги ККД передач на кожній ділянці (привод завантажувального пристрою, ротора дробарки, вентилятора, шлюзової заслінки), згідно до конкретної кінематичної схеми дробарки.

**Порівняння проекрованої дробарки і загальну оцінку її конструкції проводять за техніко-економічними показниками.**

Питома витрата енергії, чи питома енергоємність:

$$W = \frac{N}{g_p}, \text{ Дж/кг.} \quad (5.3.32)$$

Питома продуктивність:

$$E = \frac{g_p}{N}, \text{ кг/Дж.} \quad (5.3.33)$$

Питома продуктивність при даному ступені подрібнення:

$$E' = \frac{g_p \lambda}{N}, \text{ кг/Дж.} \quad (5.3.34)$$

Енергоємність  $E_n$  процесу з урахуванням досягнутого ступеня подрібнення:

$$E_n = \frac{N_{zm}}{Q} \cdot \lambda, \text{ кВт·год/т;} \quad (5.3.35)$$

де  $Q$  – продуктивність дробарки, т/год;

$\lambda$  – ступінь подрібнення (додаток 71).

Загальна ефективність  $E$  роботи дробарки оцінюється величиною питомої продуктивності, яка характеризує кількість готового продукту, який отримують з одиниці встановленої потужності:

$$E = \frac{Q}{N_{вст}}, \text{ кг/Дж.} \quad (5.3.36)$$

### 5.3.3 Вальцьові млини

#### 5.3.3.1 Будова і робота вальцьових млинів

На відміну від дробарок, млинами називають групу подрібнювачів, у яких рухомі і нерухомі поверхні робочих органів стикаються один із одним, утворивши через сировину твердий контакт. Вальцьові млини або станки застосовуються в господарствах поряд з молотковими дробарками для розмолу зерна в борошно. Системою машин передбачене застосування вальцьових млинів у потокових лініях кормоцехів і комбікормових заводів.

Вальцьові млини розрізняють: за числом пар вальців – з однією чи двома парами; за характерними розмірами – діаметром і довжиною вальців. У залежності від призначення застосовують вальці нарізні з рифленою, матовою (шорсткуватою) або гладкою (полірованою) поверхнею. Робочі органи – два циліндричних вальця однакового діаметра, що обертаються в протилежних напрямках назустріч один одному з різними чи однаковими коловими швидкостями. Винятки складають вальце-декові верстати, в яких замість другого вальця встановлено деку.

Найбільш поширеними є зернові вальцьові млини типу ЗМ, що випускаються в різних модифікаціях, що відрізняються діаметром і довжиною вальців. При виробництві пластівців з вологого консервованого або з основних фуражних культур (ячмінь, кукурудза, овес, пшениця, горох) використовують плющілки типу АП-Ф-5. У системі машин для тваринництва рекомендується використовувати млин марки ЗМ 25x80 із двома парами вальців Ø250 і довжиною

800мм. Зерновий млин (верстат) ЗМ (рисунок 5.3.6) складається зі станини, двох пар мелючих вальців, двох пар валиків живильного механізму, приводних і регулюючих механізмів, щіток ножів, що очищують вальці, автомата гідрокерування і сигналізації.

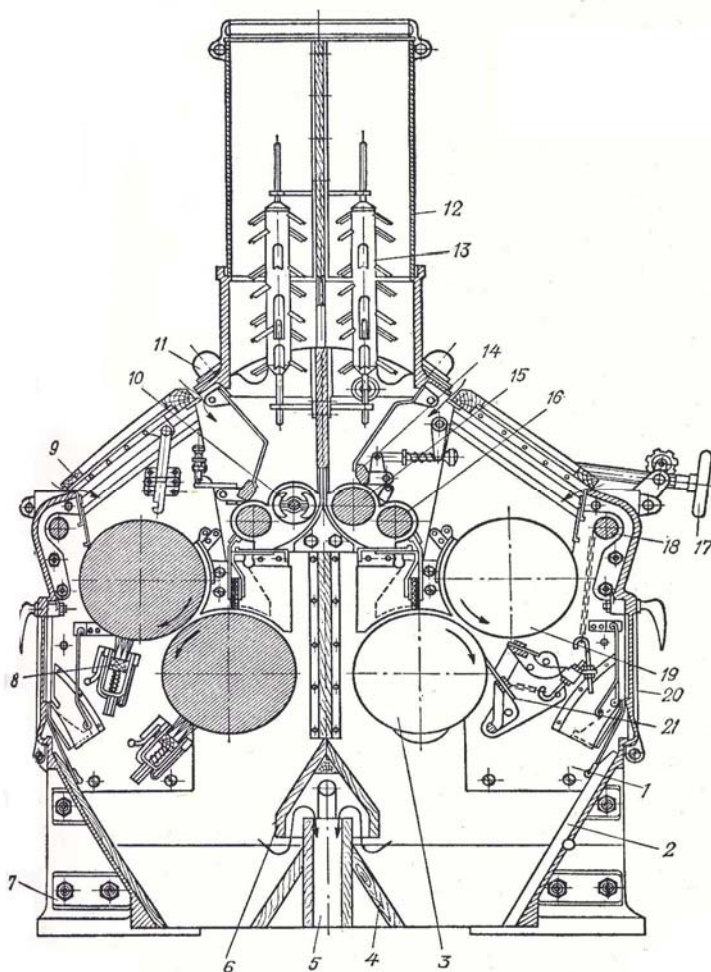


Рисунок 5.3.6 – Вальцьовий станок типу ЗМ

Дві боковини 1, з'єднані стяжками 7 із косинцями і похилими стінками 2, утворюють станину. Зверху станина прикрита кришкою, що має в середині циліндричний розтруб, у який вставлений скляний приймальний циліндр (бункер) 12. Похилі стінки станини мають дерев'яну обшивку, що захищає від конденсації вологи при розмілі зерна підвищеної вологості. Для спостереження за роботою живильного механізму передбачено дверцята 9 і 20. У середній частині станини дерев'яні перегородки поділяють станок на дві самостійні частини. Продовженням перегородки служить двосхилий парасоль 6 аспіраційної шахти 5 і стінки 4 вихідного конуса.

У кожній половині верстата розташовано по парі мелючих вальців: нижній 3 – повільнообертовий і верхній 19 – швидкообертовий. Вал нижнього вальця встановлений у рухливих підшипниках, що дозволяє за допомогою штурвала 17 і привально-відвального вала 18 змінювати зазор між мелючими вальцями.

Для очищення нарізних вальців станки забезпечують самопідтискними щітками 8, а для очищення гладких вальців – ножами 21. Кожен швидкообертовий валець 19 приводиться в роботу від свого електродвигуна потужністю

10 кВт через плоскопасову передачу. Вальцю 3 передаються оберти від вальця 19 через пару шестерень з косими зубцями.

Живильний механізм складається з двох валиків: дозуючого 15 зі шнеком 10 і розподільного 16. Подачу (живлення) регулюють переміщенням секторної заслінки 14. Заслінку встановлюють вручну на подачу зерна тонким шаром (товщиною в 1–2 зерна), а в роботі вона відкривається і закривається автоматично.

На зміну подачі реагує датчик 13 (поплавець), який пневматично зв'язаний з механізмом гідравлічного керування. Про порушення режиму сигналізує червона лампа 11.

Мелючі вальці виготовлені з загартованого чавуну, в які запресовані (з торців) сталеві півосі.

Вальцьовий станок 3М має гідравтомат, тобто систему автоматичного керування, що здійснює відвал мелючих вальців, закриття заслінки і зупинку живильних валиків. Ці операції здійснюються одночасно, як тільки припиняється надходження зерна в бункер 12 живильного механізму.

### 5.3.3.2 Розрахунок конструктивних параметрів і техніко-економічних показників вальцьових млинів

Розглянемо умови роботи двох горизонтально розташованих гладких вальців з однаковими діаметрами й коловими швидкостями і визначимо кут  $\alpha_0$  (рисунок 5.3.7 б) захвату зерна вальцями. Точки контакту  $A$  і  $A_1$  частки з поверхнею вальців відповідають моменту початку процесу подрібнення. У цей момент частка давить на кожен валець із силою  $P$ ; отже, з тією ж силою, але спрямованою в протилежну сторону, валець впливає на частку.

Для цих умов визначимо максимально припустимий кут  $\alpha_0$  захоплення частки вальцями. Складемо рівняння рівноваги сил, відносно однієї точки  $A_1$  дотику, тому що в силу симетричності розмірів у точці  $A$  будуть діяти ті ж сили. Крім сили  $P$ , у точці  $A_1$  діє сила тертя  $F = fP$  (де  $f$  – коефіцієнт тертя).

Проектуючи ці сили на вертикальну вісь, можемо записати рівняння рівноваги:

$$2P \sin \alpha_0 = 2fP \cos \alpha_0 = 0 \quad (5.3.37)$$

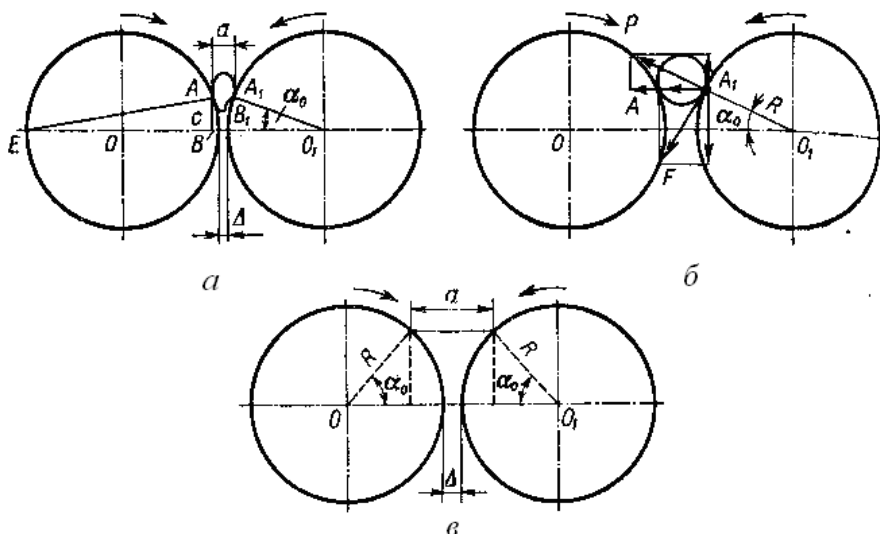


Рисунок 5.3.7 – До розрахунку конструктивних параметрів вальців

Вертикальна складова  $P \cdot \sin \alpha_0$  прагне виштовхнути частку з зазору, але складова сили тертя  $f \cdot \cos \alpha_0$  зтягує частку в зону подрібнення. Щоб частка була зтягнута в зазор, необхідно виконати умову  $2P \cdot \sin \alpha_0 < 2fP \cdot \cos \alpha_0$ . Звідси  $\sin \alpha_0 / \cos \alpha_0 < f$ , або  $\operatorname{tg} \alpha_0 < 3 \operatorname{tg} \varphi$ , де  $\varphi$  – кут тертя частки об поверхню вальця.

Отже, кут захоплення  $\alpha_0$  повинен бути меншим від кута тертя  $\varphi$ , а максимально припустимий  $\alpha_{0 \max}$  дорівнює куту тертя.

Для вальців із гладкими (полірованими) поверхнями кут тертя зерна  $\varphi = 12^\circ$ , з матовими (шорсткуватими) поверхнями  $\varphi = 15^\circ$ .

Залежність між розмірами часток  $a$  матеріалу, діаметром  $D$  вальців і кутом тертя може бути визначена у такий спосіб.

З приведеної розрахункової схеми (рис. 5.3.7, в) видно, що міжцентрова відстань  $00_1$  дорівнює:  $00_1 = D + \Delta = 2R \cdot \cos \alpha_0 + a$ .

Звідси:

$$D(1 - \cos \alpha_0) = a - \Delta, \text{ м}, \quad (5.3.38)$$

де  $a$  – розмір частки при вході, м (додаток 70);

$\Delta$  – величина робочого зазору, м.

Мінімальний діаметр вальця визначається за формулою  $D_{\min} = \frac{a - \Delta}{1 - \cos \alpha_0}$ .

Але тому, що граничне значення кута  $\alpha_0$  дорівнює куту  $\varphi$  тертя, то остаточно будемо мати:

$$D_{\min} = \frac{(a - \Delta)}{1 - \cos \varphi}, \text{ м}. \quad (5.3.39)$$

В існуючих конструкціях млинів діаметр  $D$  вальців беруть у межах 250–350 мм, а в зерноплющилках  $D = 150$ –200 мм.

Для вибраного типу вальцевих подрібнювачів при заданому значенні: діаметра  $D$  вальців, м; куту тертя зерна  $\varphi = 12^\circ$ – $15^\circ$  (в залежності від поверхні вальців),  $a$  – геометричний розмір (еквівалентний діаметр  $D_z/1000 \approx a$ ) частки при вході, м (додаток 70) визначаємо розрахункову  $\Delta_p$  – величину робочого зазору:

$$\Delta_p = a - [D_{\min} \cdot (1 - \cos \varphi)], \text{ м} \quad (5.3.40)$$

Теоретична продуктивність однієї пари вальців визначається з урахуванням того, що через робочий зазор в одиницю часу проходить кількість зерна, яка дорівнює секундній продуктивності. При цьому продуктивність  $Q$  (кг/с) млина визначиться за формулою:

$$Q = \Delta \cdot L \cdot v_3 \cdot \rho \cdot \psi, \frac{\text{кг}}{\text{с}}, \quad (5.3.41)$$

де  $\Delta$  – середня величина зазору в зоні подрібнення, м;

$L$  – довжина вальців, м;

$v_3$  – середня швидкість зерна в зоні подрібнення, м/с;

$\rho$  – щільність матеріалу,  $\text{кг/м}^3$  (додаток 70);

$\psi$  – коефіцієнт, що враховує ступінь заповнення матеріалом зони подрібнення (при розмолі зерна  $\psi = 0,1$ – $0,2$ ).

Виходячи з формули (5.3.41) при заданій продуктивності  $Q$  (кг/с) визначаємо розрахункову довжину вальців  $L_p$ ;

$$L_p = \frac{Q}{\Delta \cdot v_z \cdot \rho \cdot \varphi}, \text{ м} \quad (5.3.42)$$

Виходячи з формули (5.3.41) при заданій продуктивності  $Q$  (кг/с) маємо змогу визначити розрахункову середню швидкість  $v_{zp}$  зерна в зоні подрібнення за формулою:

$$v_{zp} = \frac{Q}{\Delta \cdot L \cdot \rho \cdot \varphi}, \text{ м/с.} \quad (5.3.42)$$

## **5.4 Розрахунки параметрів конструкцій та робочих органів мийок і подрібнювачів коренебульбоплодів**

### **5.4.1 Основні вимоги до машин**

Для згодовування коренеплодів тваринам забрудненість продукту не повинна перевищувати 3% від маси, а розмір часток основної фракції після подрібнення для ВРХ повинен бути 10 - 15мм, свиней – 7 - 8мм, для птиці – мезга. Забрудненість коренебульбоплодів після збирання і зберігання складає 5% і більше. Для того, щоб підготувати коренебульбоплоди до згодовування, їх необхідно очистити і подрібнити.

*Основні вимоги до машин такі:*

- універсальність, здатність переробити всі види коренебульбоплодів;
- мати можливість регулювати розмір продукту для всіх груп споживачів;
- забезпечення якості (очистки, подрібнення) у відповідності до зоотехнічних рекомендацій;
- наявність пристроїв для видалення сторонніх домішок (камені, ґрунт тощо) без забруднення навколишнього середовища;
- хороший доступ до робочих органів для їхньої очистки, заміни і регулювання;
- можливість механізованого завантаження сировини і виявлення готової продукції, а також автоматизації процесу;
- конструкції, надійність і зручність в експлуатації;
- повинні мати якомога менші питомі металоємність і енергоємність.

*Загальні вимоги до роботи мийок такі:*

- універсальність, для мийки всіх видів коренебульбоплодів;
- висока якість мийки при малих затратах води (не більше 0,4 л на 1 кг коренебульбоплодів) при високій продуктивності;
- наявність пристроїв для видалення сторонніх домішок (камені, ґрунт тощо);
- регулювання часу перебування продукту в мийці у залежності від забрудненості;
- хороший доступ до робочих органів для їх очищення, заміни і регулювання;
- можливість повторного використання води (рециркуляція води).

### 5.4.2 Розрахунки шнекової мийки

Основні параметри шнекової мийки визначаються з урахуванням її продуктивності:

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \cdot S \cdot n \cdot \rho \cdot k_3 \cdot k_0, \text{ кг/с}, \quad (5.4.1)$$

де  $D$  – діаметр шнека,  $D = 0,3 - 0,6$  м;

$d$  – діаметр вала шнека,  $d = (0,15 \dots 0,25) D$ , м;

$S$  – крок гвинтової лінії шнека, який визначається за формулою:

$$S = \pi D \cdot \operatorname{tg} \alpha, \text{ м} \quad (5.4.2)$$

де  $\alpha$  – кут нахилу гвинтової лінії шнека,  $\alpha = 10 - 20^\circ$ ;

$n$  – частота обертання шнека,  $\text{с}^{-1}$ ;

$\rho$  – об'ємна маса коренеплодів,  $\rho = 600 - 670 \text{ кг/м}^3$ ;

$k_3$  – коефіцієнт заповнення шнека,  $k_3 = 0,3 - 0,4$ ;

$k_0$  – коефіцієнт, який враховує кут нахилу шнека і визначається з таблиці 5.4.1.

Таблиця 5.4.1 – Залежність коефіцієнта  $k_0$  від кута нахилу шнека  $\tau$

$\tau$ , град	10	15	20	25	30	35	40	45	90
$k_0$	0,8	0,7	0,65	0,6	0,58	0,55	0,52	0,5	0,3

У залежності від продуктивності та геометричних параметрів коренеплодів вибираємо діаметр шнека  $D$ , кут нахилу гвинтової лінії шнека  $\alpha$ , кут нахилу шнека  $\tau$  і визначаємо крок  $S$  та коефіцієнт  $k_0$ . Потім визначаємо частоту обертання шнека:

$$n = \frac{4Q}{\pi(D^2 - d^2) \cdot S \cdot \rho \cdot k_3 \cdot k_0}, \text{ с}^{-1}. \quad (5.4.3)$$

Для похилих шнеків визначаємо максимально допустиму частоту обертання, за якої коренеплоди не будуть перекидатися витками шнека:

$$n_{\max} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{q \cdot (\cos \Psi - f \cdot \sin \Psi)}{f \cdot R \cdot \sin \alpha}}, \text{ с}^{-1}, \quad (5.4.4)$$

де  $\Psi$  – кут між дотичного до витка шнека і вертикаллю, град.

$f$  – коефіцієнт тертя коренебульбоплодів по матеріалу шнека,  $f = 1,5 - 2$ ;

$R$  – радіус шнека, м.

$$\Psi = \pi - (\tau + \alpha), \text{ град}; \quad (5.4.5)$$

де  $\tau$  – кут нахилу шнека, град;

$\alpha$  – кут підйому гвинтової навивки шнека, град.

Після вирахування  $n_{\max}$  порівнюємо її з розрахованою  $n$ .

Робоча частота обертання повинна складати:

$$n_p = (0,5 \dots 0,7) n_{\max}, \text{ с}^{-1}. \quad (5.4.6)$$

З урахуванням цього приймаємо  $n_p$  і перераховуємо крок шнека  $S$ , діаметр шнека  $D$  тощо.

Для вертикальних шнеків необхідно визначити мінімальну частоту обертання шнека:

$$n_{min} = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{q(\operatorname{tg}\alpha + f)}{R(1 - f\operatorname{tg}\alpha)}} c^{-1}. \quad (5.4.7)$$

Вона повинна бути меншою за розраховану, в іншому випадку необхідно переглянути геометричні параметри шнека.

Довжину шнека визначаємо з мінімального часу перебування коренеплодів у мийці,  $t_{um} = 10 - 15$  с.

$$L = S \cdot n \cdot t_{um}, \text{ м.} \quad (5.4.8)$$

Далі визначаємо об'єм бункера-ванни:

$$V = \frac{Q \cdot t_e}{\rho \cdot k_3}, \text{ м}^3, \quad (5.4.9)$$

де  $t_e$  - час перебування коренеплодів у ванні,  $t_e = 90 - 100$ с.

Продуктивність насоса для подачі води:

$$Q_u = k \cdot Q, \text{ л/с,} \quad (5.4.11)$$

де  $k$  – співвідношення води і коренебульбоплодів,  $k = 0,25 - 0,3$ л/кг.

Далі визначаємо енергетичні показники.

Потужність на привод шнека:

$$N = (N_1 + N_2)K + N_3 + N_4, \text{ Вт} \quad (5.4.11)$$

де  $N_1$  – потужність, яка витрачається на тертя матеріалу по жалобу і підіймання його на висоту, Вт;

$N_2$  – потужність, яка витрачається на тертя матеріалу об шнек, Вт;

$N_3$  – потужність, яка витрачається на подолання тертя в підшипниках, Вт;

$K$  – коефіцієнт, який враховує перемішування і подрібнення матеріалу,  $K=1,05 - 1,4$ .

Для коренебульбоплодів  $K = 1,05$

Узагальнена формула для визначення потужності і на привод шнека має вигляд:

$$N = K \cdot c \cdot Q \cdot g(L_r + YH) \cdot f, \text{ Вт,} \quad (5.4.12)$$

де  $L_r$  – горизонтальна проекція шнека, м;

$$L_r = L \cdot \cos \tau, \text{ м,} \quad (5.4.13)$$

$H$  – висота підіймання матеріалу (вертикальна проекція шнека), м;

$$H = L \cdot \sin \tau, \text{ м,} \quad (5.4.14)$$

$c$  – коефіцієнт, який враховує кут нахилу шнека  $\tau$ , його значення наведено в таблиці 5.4.2.



Таблиця 5.4.2 – Залежність коефіцієнта  $c$  від кута нахилу шнека  $\tau$

$\tau^\circ$	до 20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-90
$c$	10	10,5	11,3	12	13,2	14	20-30

### 5.4.3 Розрахунки дискового подрібнювача коренеплодів

Розрахункова схема дискового подрібнювача приведена на рисунку 5.4.1. Потужність подрібнювача визначається за формулою:

$$Q = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \cdot h \cdot z \cdot \rho \cdot n \cdot k_3 \cdot k_n, \text{ кг/с}, \quad (5.4.15)$$

де  $D$  – діаметр диска з ножами ( $D \approx D$  камери подрібнювача), м;

$d$  – діаметр вільної від ножів частини диска, м;

$h$  – товщина стружки, м;

$z$  – кількість ножів;

$\rho$  – насипна маса коренебульбоплодів (додаток 25), кг/м<sup>3</sup>;

$n$  – частота обертання, с<sup>-1</sup>;

$k_3$  – коефіцієнт наповнення камери,  $k_3 = 0,35 - 0,45$ ;

$k_n$  – коефіцієнт використання довжини леза ножа,

$$k_n = 0,7 \dots 0,8 \frac{L_p}{L}. \quad (5.4.16)$$

де  $L$  – довжина леза, м;

$L_p$  – довжина леза, яка приймає участь в різанні, м.

$$L = \frac{D - d}{2}, \text{ м}. \quad (5.4.17)$$

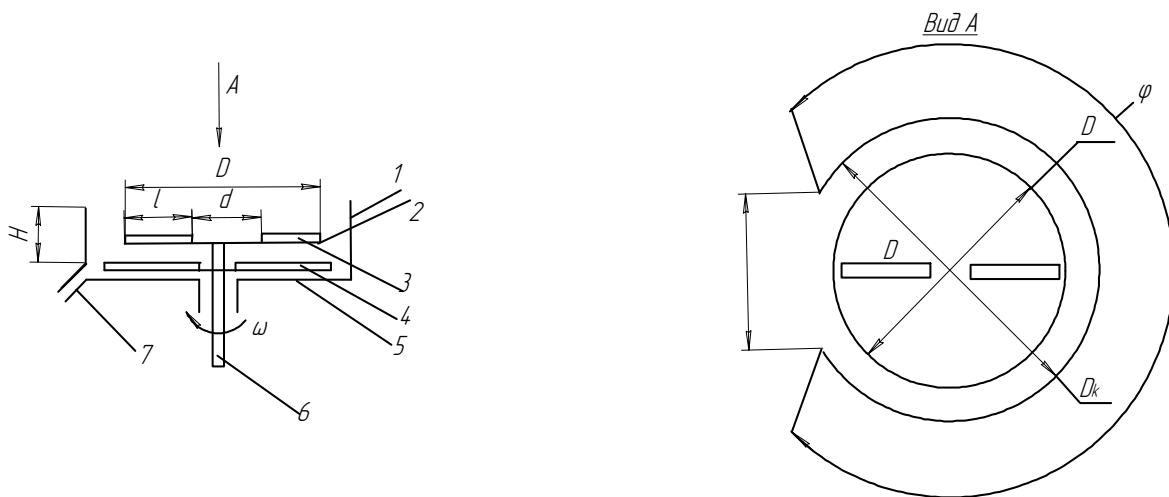


Рисунок 5.4.1 – Схема дискового подрібнювача: 1 – камера подрібнювання; 2 – диск з ножами; 3 – ножі; 4 – диск-кидалка; 5 – дно подрібнювача; 6 – вал; 7 – вікно.

Діаметр робочої частини диска  $D$  вибираємо в залежності від геометричних параметрів коренебульбоплодів і заданої продуктивності  $D = (0,3 - 0,6)$  м.

Діаметр неробочої частини диска визначається конструктивними особливостями кріплення диска і ножів,  $d = 0,08 - 0,12$  м.

З урахуванням цього визначаємо частоту обертання диска подрібнювача:

$$n = \frac{4Q}{\pi(D^2 - d^2) \cdot h \cdot z \cdot \rho \cdot k_3 \cdot k_n}, \text{ с}^{-1}. \quad (5.4.18)$$

Висота камери подрібнення визначається з урахуванням конструктивних особливостей і складає:

$$H = (1 \dots 1,5)D, \text{ м}. \quad (5.4.19)$$

Потужність на привод подрібнювача витрачається на різання ( $N_1$ ), тертя матеріалу об диск, крилач і стінки камери подрібнення ( $N_2$ ), і надання матеріалу кінетичної енергії ( $N_3$ ).

$$N = N_1 + N_2 + N_3, \text{ Вт}. \quad (5.4.20)$$

$$N_1 = q \cdot R_c \cdot L \cdot z \cdot \omega \cdot k_3 \cdot k_n, \text{ Вт}, \quad (5.4.21)$$

або 
$$N_1 = q \cdot R_c \cdot L \cdot z \cdot n \cdot k_3 \cdot k_n, \text{ Вт}. \quad (5.4.22)$$

де  $q$  – середня питома сила різання,  $q = (1,5 - 2,0) 10^3$ , Н/м.

$R_c$  – середній радіус різання, м.

$$R_c = \frac{d + L}{2}, \text{ м}, \quad (5.4.23)$$

$$N = N_\delta + N_\kappa + N_\sigma, \text{ Вт}. \quad (5.4.24)$$

Потужність, яка витрачається на подолання тертя об верхній диск подрібнювача, визначається за формулою:

$$N_g = M \cdot g \cdot f \cdot R_c \cdot \omega, \text{ Вт} \quad (5.4.25)$$

або 
$$N_g = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot H \cdot \rho \cdot k_3 \cdot g \cdot f \cdot R_c \cdot \omega, \text{ Вт} \quad (5.4.26)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя коренебульбоплодів по диску,  $f = 1,5 - 2$ ;

$g$  – прискорення сили тяжіння,  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ .

Потужність,  $N_\kappa$ , що витрачається на тертя матеріалу об крилач, незначна у порівнянні з іншими, і її можна не враховувати.

Потужність, яка витрачається на подолання тертя об бокову поверхню камери подрібнення при вивантаженні стружки, розрахуємо за формулою:

$$N_\sigma = \frac{mD^2}{4} \cdot \omega^3 \cdot f, \text{ Вт}, \quad (5.4.27)$$

або 
$$N_\sigma = \frac{1}{4} Q \cdot t \cdot D^2 \cdot \omega^3 \cdot f, \text{ Вт}, \quad (5.4.28)$$

де  $t$  – час проходження стружки по стінці камери подрібнення, с:

$$t = \frac{\varphi}{\omega}, \text{ с}, \quad (5.4.29)$$

де  $\varphi$  – сектор, який проходить стружка до вивантаження у вікно. Він складає приблизно:

$$\varphi = \frac{5}{6}\pi, \text{ град.} \quad (5.4.30)$$

Потужність, яка витрачається на надання матеріалу кінетичної енергії, визначається за формулою:

$$N_3 = \frac{1}{4}Q \cdot \omega^2 \cdot D^2, \text{ Вт} \quad (5.4.31)$$

Загальна потужність на привод подрібнювача:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N \cdot K_n}{\eta}, \text{ Вт} \quad (5.4.32)$$

де  $\eta$  – ККД механізму привода подрібнювача;

$K_n$  – коефіцієнт, який враховує перетирання продукту,  $K_n = 1,2 - 1,3$ .

## 5.5 Розрахунок параметрів конструкцій та робочих органів дозаторів

### 5.5.1 Загальні відомості

Сучасна технологія виробництва продукції тваринництва неможлива без використання пристроїв, які називаються дозаторами. Їх застосовують для приготування кормових сумішей, у процесі одержання, а також переробки продукції тощо.

Дозування – це процес відмірювання заданої кількості матеріалу (порції) з потрібною точністю, яка визначається зоотехнічними, технологічними і економічними вимогами. Пристрої для автоматичного відмірювання чи зважування сипучих, рідких або газоподібних речовин називають дозаторами.

Під час роботи дозатори повинні виконувати такі функції: забезпечити видачу заданої кількості матеріалу з необхідною точністю; забезпечити видачу безперервним потоком з метою підтримки заданої подачі матеріалу, що видається за відповідний проміжок часу; забезпечити задану видачу одного з вихідних компонентів суміші.

Основними показниками роботи дозаторів, які характеризують їх придатність до виконання технологічних операцій, є такі: пропускна здатність (продуктивність), з можливістю її регулювання в необхідних для технологічного процесу межах і нерівномірність подачі або точність дозування.

Нерівномірність подачі визначається середньоквадратичним відхиленням потоку і коефіцієнтом варіації.

Середньоквадратичне відхилення за фіксований час визначається за формулою:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (q_i - \bar{q})^2}{n - 1}}, \quad (5.5.1)$$

де  $q_i$  – маса порцій компонента, які відібрані за відповідний час;

$\bar{q}$  – маса середньоквадратичної порції;

$n$  – кількість відібраних порцій.

Коефіцієнт варіації середньоквадратичного відхилення визначається за формулою:

$$v = \frac{\sigma}{\bar{q}} \cdot 100, \%, \quad (5.5.2)$$

При дозуванні складових частин комбікорму допускаються такі відхилення величини доз кожного від заданої за рецептом у відсотках від заданої маси всіх компонентів:

- компонентів, кількість яких не перевищує 30% – до 10%;
- компонентів, кількість яких становить 10 - 30% – до 5%;
- компонентів, кількість яких становить 3 - 10% – до 3%;
- компонентів, кількість яких становить менше 3% – до 1%.

При дозуванні подрібненої соломи та сіна відхилення не повинно перевищувати 65%.

При дозуванні мікро добавок та їх сумішів окремими мікро дозаторами допускається відхилення 63% від їх продуктивності.

Правильність роботи дозаторів перевіряють шляхом відбору продукту від кожного дозатора при роботі його протягом 15 - 30 с.

При приготуванні кормових сумішів необхідно дозувати кожен компонент, що входить в раціон годування тварин. Вибір, проектування і розрахунок дозаторів повинні враховувати:

- вид корму, для якого призначений дозатор;
- спосіб дозування;
- принцип дії дозатора;
- межі зміни продуктивності дозатора;
- точність дозування;
- нерівномірність дозування.

### **5.5.2 Розрахунок бункерів**

Однією з умов забезпечення безперебійної і стабільної роботи технологічної лінії дозування кормів є створення певного запасу компоненту, що дозується. Для цього призначений наддозаторний бункер, що розташований вище дозуючого пристрою. Цей бункер ще називається регулюючим. Він призначений також і для вирівнювання потоку корму, що поступає в дозатор.

У сільськогосподарському виробництві найбільш поширені прямокутні, конічні і конічно – циліндричні бункери.

Прямокутні бункери (вони ще мають назву пірамідальні) найбільш підходять для компоновки машин при розміщенні їх в ряд при проектуванні технологічної лінії. Проте наявність двограних кутів в бункері сприяє зависанню матеріалу при вивантаженні і утворенню зводів, що утрудняє вивантаження компоненту кормової суміші, що дозується.

Конічні і циліндричні бункери простіші у виготовленні і менш металоємні за рахунок застосування безкаркасної конструкції. При дуже крутих стінках (більше 70° до горизонталі) в нижній частині циліндричного бункера відбувається повне висипання матеріалу, що сприяє кращій стабільності технологічного процесу.

При проектуванні технологічного процесу дозування компонентів кормових сумішей необхідно визначити об'єм регулюючого бункера.

Об'єм регулюючого бункера дорівнює геометричному об'єму внутрішньої порожнини бункера. Для прямокутних бункерів (рисунок 5.5.1) об'єм визначається по формулі:

$$V = V_1 + V_2, \text{ м}^3, \quad (5.5.3)$$

де  $V_1$  – об'єм корпусу бункера,  $\text{м}^3$ ;

$V_2$  – об'єм днища (конічної частини) бункера,  $\text{м}^3$ .

Об'єм корпусу бункера розраховується так:

$$V_1 = A \cdot B \cdot h_1, \text{ м}^3, \quad (5.5.4)$$

де  $A, B$  – розміри корпусу бункера, м;

$h$  – висота бункера, м.

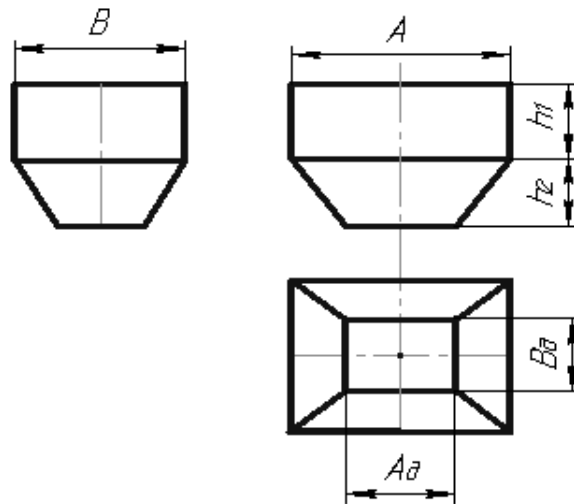


Рисунок 5.5.1 – Схема прямокутного бункера

Об'єм днища бункера визначається по формулі:

$$V_2 = \frac{1}{3} h_2 (A \cdot B + \sqrt{A \cdot B \cdot A_0 \cdot B_0} + A_0 \cdot B_0), \text{ м}^3, \quad (5.5.5)$$

де  $h_2$  – висота днища бункера, м;

$A_0, B_0$  – розміри випускного отвору бункера, м.

З формул (5.5.4, 5.5.5, 5.5.6) витікає, що:

$$V = A \cdot B \cdot h_1 + \frac{1}{3} h_2 (A \cdot B + \sqrt{A \cdot B \cdot A_0 \cdot B_0} + A_0 \cdot B_0), \text{ м}^3. \quad (5.5.6)$$

Якщо бункер в своїй основі має квадратну форму, то  $A = B$ , а  $A_0 = B_0$ , а формула (5.5.6) прийме вигляд:

$$V = A^2 \cdot h_1 + \frac{1}{3} h_2 (A^2 + A \cdot A_0 + A_0^2), \text{ м}^3. \quad (5.5.7)$$

Об'єм регулюючого бункера, що має конічну форму (рисунок 5.5.2 а), визначається по формулі:

$$V = \frac{\pi H}{12} (D^2 + D \cdot d + d^2), \text{ м}^3, \quad (5.5.8)$$

де  $D$  – діаметр верхнього отвору конічного бункера, м;

$d$  – діаметр випускного отвору бункера, м;

$H$  – висота бункера, м,

або

$$V = \frac{\pi \operatorname{tg} \alpha}{24} (D^3 - d^3), \text{ м}^3, \quad (5.5.9)$$

де  $\alpha$  – кут нахилу твірної конуса до горизонту, град.

Для конічний-циліндричного бункера (рисунок 5.5.2, б) при визначенні об'єму застосовується формула

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot h_1 + \frac{\pi (D^2 + D \cdot d + d^2)}{12} \cdot h_2, \text{ м}^3, \quad (5.5.10)$$

де  $D$  – діаметр циліндричної частини бункера, м;

$d$  – діаметр випускного отвору бункера, м;

$h_1, h_2$  – висота відповідно циліндричної і конічної частин бункера, м.

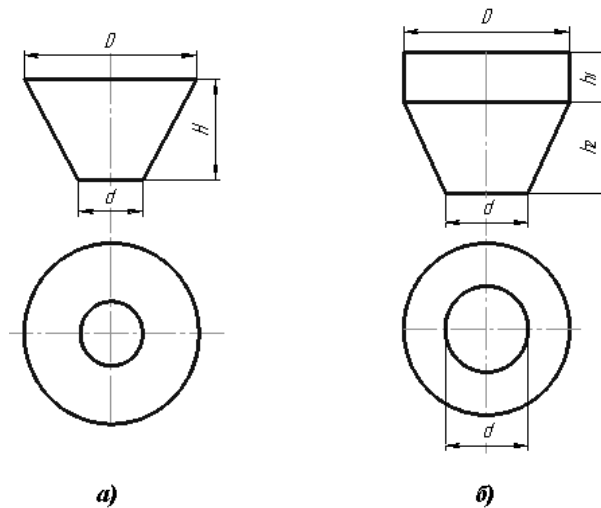


Рисунок 5.5.2 – Схеми бункерів: а – конічний; б - конічно-циліндричний

### 5.5.3 Барабанні та секторні дозатори

Барабанні та секторні дозатори (рисунок 5.5.3) використовують для сипучих матеріалів і встановлюють під випускними горловинами бункерів – накопичувачів. Одним із різновидів барабанних дозаторів є секторні дозатори.

Продуктивність секційного барабанного дозатора визначається за формулою

$$Q = F_{ж} \cdot l \cdot z \cdot n_c \cdot \rho \cdot \varphi, \text{ кг/с} \quad (5.5.11)$$

де  $F_{ж}$  – площа поперечного перерізу жолобка (сектора), м<sup>2</sup>;

$l$  – довжина робочої частини жолобка, м;

$z$  – кількість жолобків;

$n_c$  – частота обертання барабана, с<sup>-1</sup>;

$\rho$  – щільність матеріалу, кг/м<sup>3</sup>;

$\varphi$  – коефіцієнт заповнення жолобків ( $\varphi = 0,8 - 0,9$ ).

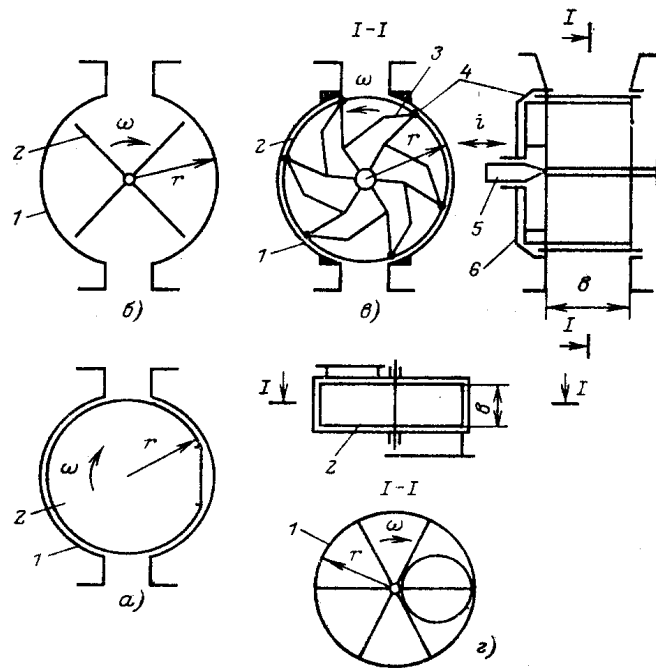


Рисунок 5.5.3 – Барабанні та секторні дозатори: а – барабанний; б – секторний; в – секторний, в якому змінюється геометрія; г – лопатевий; 1 – корпус; 2 – ротор; 3 – поворотна лопать ротора; 4 – вісь; 5 – регулюючий конус; 6 – поводок

Продуктивність дозатора з циліндровим барабаном визначається по формулі:

$$Q = \pi \cdot h_m \cdot B \cdot D \cdot n_c \cdot \rho \cdot \varphi, \text{ кг/с}, \quad (5.5.12)$$

де  $h_m$  – товщина шару матеріалу, що подається барабаном, м;

$B$  – робоча довжина барабана, м;

$D$  – діаметр барабана, м.

Подача дозатора регулюється заслінкою, що змінює товщину шару  $h_m$  матеріалу, що поступає з бункера. Для дозатора з барабаном, що розташований безпосередньо під випускним отвором бункера,  $h_m$  приймають рівним висоті розвантажувальної щілини, яка вимірюється від циліндричної поверхні барабана до верхньої кромки регулювальної заслінки.

Обертний момент на валу циліндричного барабана складає:

$$M_{кр} = (G + G_b \cdot g) \frac{d}{2} \cdot f_u, \text{ Н/м}, \quad (5.5.13)$$

де  $G$  – сила тиску матеріалу на барабан, Н;

$G_b$  – маса барабана, кг;

$d$  – діаметр цапф барабана, м;

$f_u$  – коефіцієнт опору в цапфах (для підшипників кочення можна прийняти  $f_u = 0,05$ , а для підшипників ковзання  $f_u = 0,15$ ).

Регулювання продуктивності барабанного дозатора можна здійснювати, змінюючи площу поперечного перерізу жолоба, його довжину і частоту обертання барабана.

Потужність, що витрачається на привод барабанного дозатора, визначається в основному тертям матеріалу, який захоплюється барабаном, об шари матеріалу, що лежать вище нього:

$$N_{\delta} = f_1 \cdot p \cdot F_{\delta} \cdot V \cdot k_1, \text{ Вт}, \quad (5.5.14)$$

$$N_{\delta} = f_1 \cdot p \cdot F_{\delta} \cdot D \cdot \omega \cdot k_1, \text{ Вт}, \quad (5.5.15)$$

де  $f_1$  – коефіцієнт внутрішнього тертя в матеріалі;

$p$  – тиск матеріалу на поверхню барабана, Па;

$F_{\delta}$  – площа поперечного перерізу горловини бункера над барабаном, м<sup>2</sup>;

$V$  – колова швидкість барабана, м/с;

$D$  – діаметр барабана, м;

$\omega$  – кутова швидкість барабана, рад/с;

$k_1$  – коефіцієнт, який враховує витрати енергії на можливе подрібнення матеріалу під час обертання барабана (для порошкових матеріалів  $k_1=1$ , для шматкових  $k_1=2$ ).

Тиск легко сипучого матеріалу на поверхню барабана визначається по формулі:

$$p = h \cdot \gamma \cdot g, \text{ кг/м}^2, \quad (5.5.16)$$

де  $h$  – висота шару матеріалу над поверхнею барабана, м;

$\gamma$  – об'ємна маса матеріалу, кг/м<sup>3</sup>.

Тиск важко сипучих матеріалу на поверхню барабана визначається як

$$p = \gamma g [\varepsilon h + (1 - \varepsilon) h_0], \text{ кг/м}^2, \quad (5.5.17)$$

де  $h_0$  – висота вертикальної стінки погано сипучого матеріалу;

$\varepsilon$  – коефіцієнт зависання, що враховує вертикальні сили тертя погано сипучого матеріалу об стінки бункера.

Коефіцієнт зависання  $\varepsilon$  знаходиться залежно від коефіцієнта, що характеризує сипучість маси. Коефіцієнт  $\chi$  визначається як:

$$\chi = \frac{K \cdot h \cdot f}{R'_y}, \quad (5.5.18)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя матеріалу об стінки бункера;

$K$  – коефіцієнт бічного тиску, залежний від фізико-механічних властивостей матеріалу і визначається по формулі

$$K = \frac{1}{1 + 2f_1^2 + \sqrt{1 + f_1^2} (f_1 + \sqrt{f_1^2 - f^2})}. \quad (5.5.19)$$

$R'_y$  – умовний гідравлічний радіус випускного отвору бункера, що дорівнює частці від ділення площі випускного отвору бункера на його периметр, м.

Значення коефіцієнта зависання  $\varepsilon$  визначається по формулі:

$$\varepsilon = \frac{1}{\chi} \left( 1 - \frac{1}{e^x} \right), \quad (5.5.20)$$

де  $e$  – основа натурального логарифма,  $e = 2,718$ .



Потужність двигуна розраховується за формулою:

$$N_{\text{дв}} = \frac{N_{\text{д}} \cdot k_2}{\eta \cdot \eta_{\text{дв}}}, \text{ Вт}, \quad (5.5.21)$$

де  $k_2$  – коефіцієнт, який враховує втрати потужності на тертя в робочих органах ( $k_2=1,1 - 1,2$ );

$\eta$  – ККД передачі;

$\eta_{\text{дв}}$  – ККД двигуна.

При проектуванні дозатора вибирається схема дозатора, його геометричні параметри, а потім визначаються кінематичні.

#### 5.5.4 Стрічкові дозатори

Стрічкові дозатори (рисунок 5.5.4) використовують для дозування добре і погано сипучих матеріалів. З боків стрічки встановлюють огороження, яке разом зі стрічкою створює жолоб, яким рухається матеріал. Висота шару матеріалу в жолобі обмежується заслінкою. Швидкість руху стрічки повинна бути у межах 0,1 - 0,5 м/с.

При дозуванні погано сипучих кормів (подрібненої соломи, сіна, силосу тощо) товщину шару матеріалу регулюють бітерами або транспортерами, які також встановлюються над стрічкою (рисунок 5.5.5).

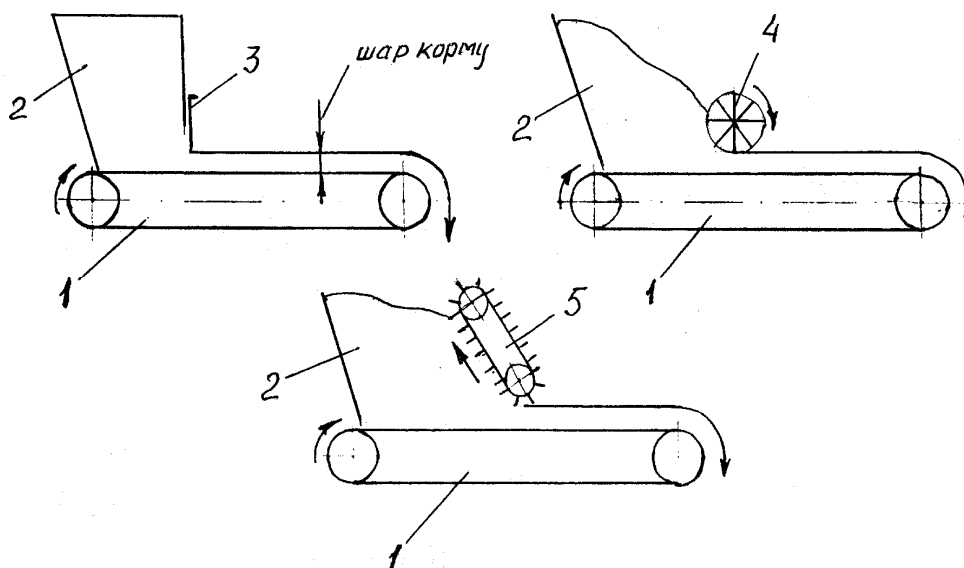


Рисунок 5.5.4 – Схеми стрічкових дозаторів: 1 – транспортер; 2 – бункер; 3 – заслінка; 4 – бітер; 5 – зчісувачий транспортер

Продуктивність стрічкових дозаторів визначають за формулою:

$$Q = b \cdot h \cdot V \cdot \rho \cdot k, \text{ кг/с}, \quad (5.5.22)$$

де  $b$  – ширина жолоба, м;

$h$  – товщина шару матеріалу на стрічці, м;

$V$  – швидкість руху стрічки, м/с;

$k$  – коефіцієнт заповнення жолоба ( $k=0,75 - 0,8$ ).

Регулюють продуктивність дозатора, змінюючи товщину шару  $h$  за допомогою заслінки або іншого засобу, а також змінюючи швидкість руху стрічки. Потужність на привод стрічкового дозатора визначається за формулою:

$$N = \frac{N_1 + N_2}{\eta}, \text{ Вт}, \quad (5.5.23)$$

де  $N_1$  – витрати потужності на переміщення корму, Вт;

$N_2$  – витрати потужності на подолання тертя корму об бокові стінки жолоба, Вт;

$\eta$  – ККД механізму привода.

$$N_1 = Q \cdot g(0.2L + H) \cdot k_6, \text{ Вт}, \quad (5.5.24)$$

де  $L$  – відстань між осями барабанів, м;

$H$  – висота підйому продукту (для похилих дозаторів), м;

$k_6$  – коефіцієнт, який враховує втрати потужності на опір барабанів, опір стрічки тощо,  $k_6=1,2$ .

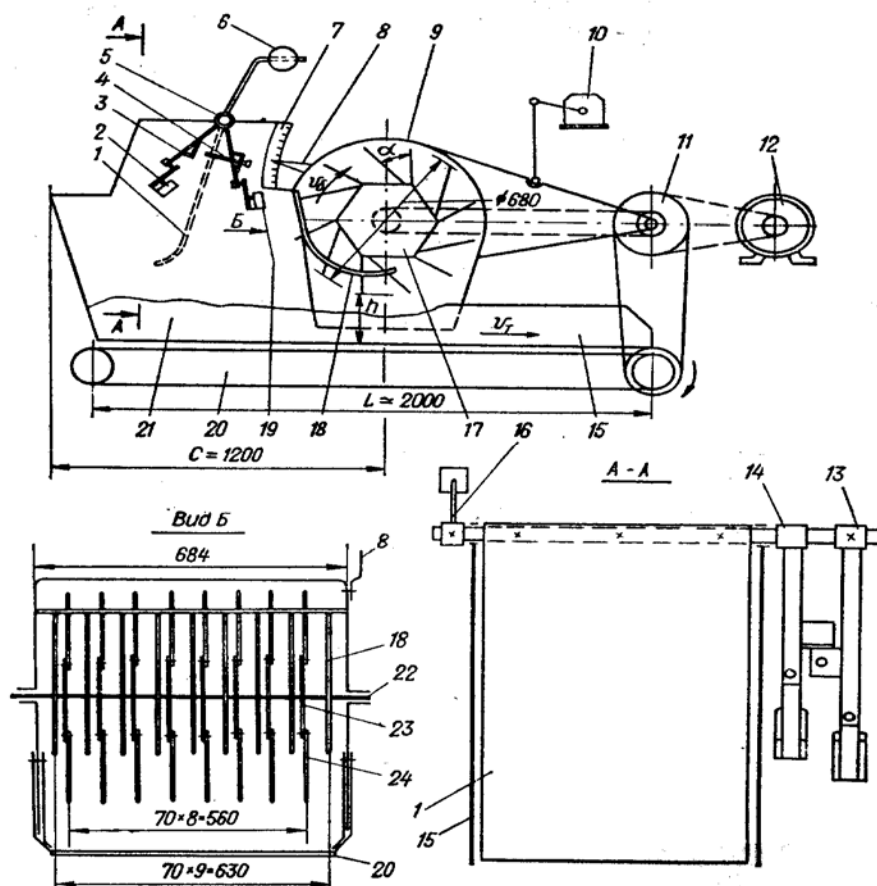


Рисунок 5.5.5 – Стрічковий дозатор із барабанним вирівнювачем для подрібнених стеблових кормів: 1 – пластина; 2, 19 – перемикачі; 3 – механізм управління; 4 – упор із регулюванням; 5 – вісь; 6 – протизага; 7 – шкала; 8 – стрілка; 9 – корпус; 10 – механізм переміщення корпусу 9; 11 – шків; 12 – електродвигун; 13, 14, 16 – важелі; 15 – боковини; 17 – пальцевий барабан; 18 – гребінка; 20 – транспортер; 21 – приймальний бункер; 22 – вал; 23 – диски; 24 – пальці

$$N_2 = h \cdot l \cdot g \cdot \rho \cdot f \cdot k_p \cdot V, \text{ Вт}, \quad (5.5.25)$$

де  $h$  – товщина шару продукту, м;  
 $l$  – довжина стінок жолоба, м;  
 $f$  – коефіцієнт тертя корму об стінки;  
 $V$  – швидкість руху стрічки, м/с;  
 $k_p$  – коефіцієнт рухомості корму.

$$k_p = \frac{1 - \sin \varphi'}{1 + \sin \varphi'}, \quad (5.5.26)$$

де  $\varphi'$  – кут природного ухилу корму, рад.

### 5.5.5 Шнекові дозатори

Шнекові дозатори (рисунок 5.5.6) використовують для дозування практично для всіх видів кормів за винятком стеблових. Вони можуть працювати як в горизонтальному, так і в похилому положеннях.

За конструктивним виконанням вони можуть бути з одним гвинтом і подвійними, постійним і змінним кроком.

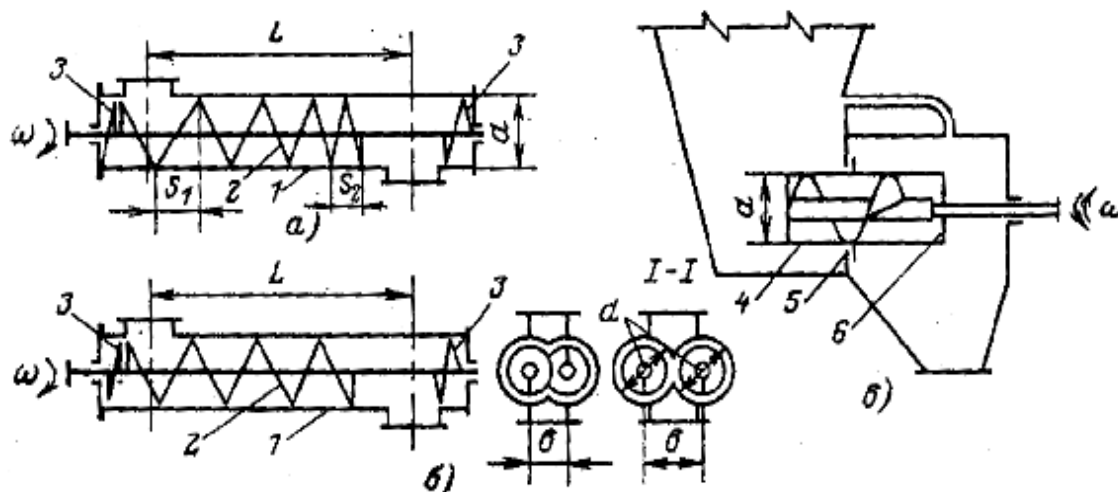


Рисунок 5.5.6 – Схеми шнекових дозаторів: а – одновальний; б – двовальний; в – гвинтовий канал; 1 – корпус; 2 – гвинт (шнек); 3 – обернені лопаті; 4 – гвинтовий канал; 5 – ущільнення; 6 – діафрагма

Продуктивність шнекових дозаторів визначається за формулою:

$$Q = \frac{D^2 - d^2}{8} \cdot S \cdot \omega \cdot \rho \cdot k, \text{ кг/с}, \quad (5.5.27)$$

де  $D$  – внутрішній діаметр кожуха шнека, м;  
 $d$  – діаметр вала шнека, м;  
 $S$  – крок шнека, м;  
 $k$  – коефіцієнт заповнення шнека,  $k=0,8 - 0,95$ .

Зміну продуктивності шнекового дозатора, у залежності від його конструкції, проводять зміною кутової швидкості, кроку, а також заслінкою над входним отвором шнека.

Потужність на привод дозатора визначають за формулою:

$$N = \frac{Q \cdot g \cdot (L_{ш} \cdot k + H) \cdot K_T}{\eta}, \text{ Вт}, \quad (5.5.28)$$

де  $L_{ш}$  – горизонтальна проекція робочої довжини шнека, м;

$k$  – коефіцієнт опору переміщення корму в корпусі шнека;

$H$  – висота підйому корму, м;

$K_T$  – коефіцієнт, який враховує втрати потужності на тертя робочих органів,  $K_T = 1,1 - 1,2$ ;

$\eta$  – ККД механізму приводу.

### 5.5.6 Дискові та тарілкові дозатори

Дискові та тарілкові дозатори (рисунки 5.5.7 і 5.5.8) призначені для видачі із бункерів малозернистих, малошматкових і порошкових матеріалів. Вони становлять собою плоску таріль, яка встановлена під бункером і обертається приводом. Між бункером і таріллю встановлюються рухома та нерухома манжети і ніж. За периметром тарілі встановлені огороження з вікном у місці розміщення ножа. Корм із бункера просипається на таріль і утворює на ній насипний конус матеріалу, частина якого при обертанні тарілі скидається ножем у вікно.

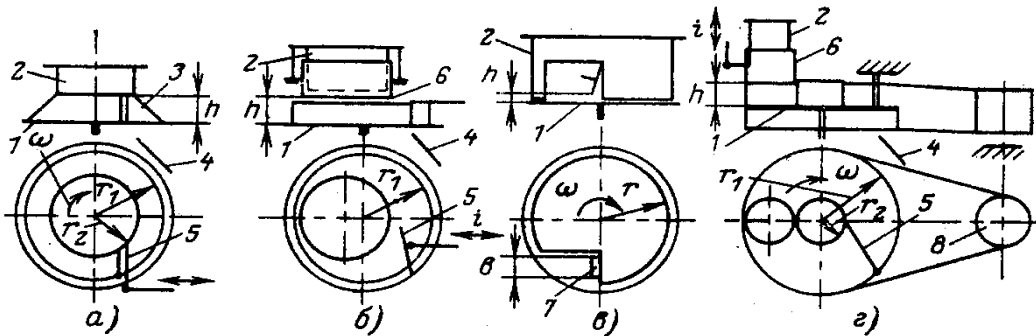


Рисунок 5.5.7 – Схеми тарілкових і дискових дозаторів: а – з нерухомою конусною манжетою; б – з ексцентричною рухомою манжетою; в – з патрубком і обертовою заслінкою; г – з ексцентричною рухомою манжетою і гнучкою стінкою; 1 – таріль; 2 – циліндричний патрубок; 3 – конусна манжета; 4 – лоток; 5 – ніж; 6 – рухома манжета; 7 – заслінка; 8 – шків

Розрахунок основних параметрів дискових дозаторів визначають згідно з розрахунковою схемою (рисунок 5.5.8).

Продуктивність дискового дозатора визначається за формулою:

$$Q = \frac{V_k \cdot \rho \cdot \omega}{2\pi}, \text{ кг/с}, \quad (5.5.29)$$

де  $V_k$  – об'єм матеріалу, що скидається з тарілі за один оберт, об'єм кільця, м<sup>3</sup>.

$$V_k = 2\pi \cdot R_0 \cdot F_k, \text{ м}^3, \quad (5.5.30)$$

де  $R_0$  – відстань від осі обертання до центра тяжіння перерізу кільця, м;

$F_k$  – площа поперечного перерізу кільця, м<sup>2</sup>.

При цьому

$$R_0 = R + \frac{h}{3 \operatorname{tg} \varphi}, \text{ м}, \quad (5.5.31)$$

$$F_k = \frac{h^2}{2 \operatorname{tg} \varphi}, \text{ м}^2. \quad (5.5.32)$$

Кінцевою формулою продуктивності дозатора буде:

$$Q = \frac{h^2 \cdot \rho \cdot \omega}{2 \operatorname{tg} \varphi} \left( R + \frac{h}{3 \operatorname{tg} \varphi} \right), \text{ кг/с}, \quad (5.5.33)$$

де  $\varphi$  – кут природного нахилу матеріалу, рад.

Гранична швидкість обертання тарілі визначається з умов, що відцентрова сила інерції менша за силу тертя.

$$m \cdot R_1 \cdot \omega_{кр}^2 \leq m \cdot g \cdot f. \quad (5.5.34)$$

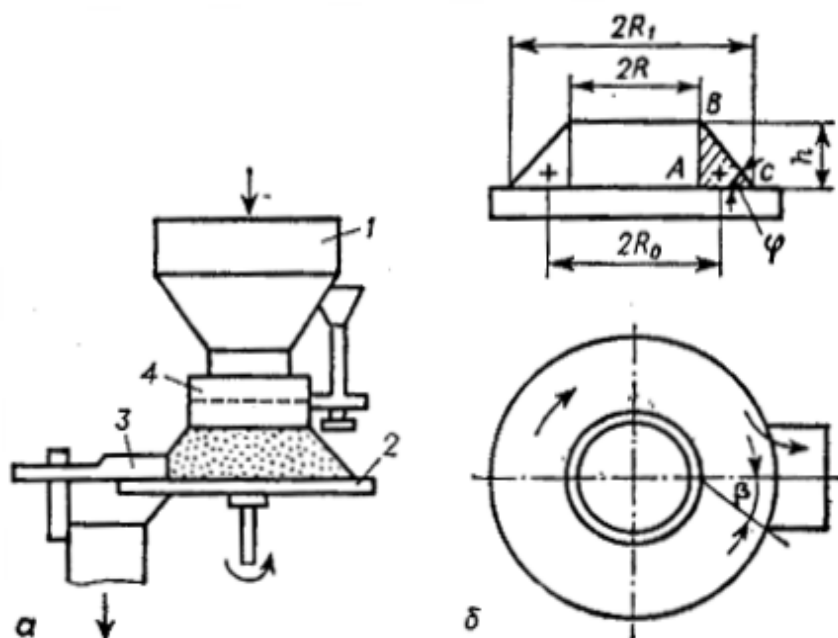


Рисунок 5.5.8 – Розрахункова схема дозатора: а – схема дозатора; б – розрахункова схема; 1 – бункер; 2 – таріль; 3 – ніж(скребок); 4 – рухома манжета

Звідси

$$\omega_{кр} \leq \sqrt{\frac{f \cdot g}{R_1}}, \text{ с}^{-1}, \quad (5.5.35)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя матеріалу по тарілі;

$R_1$  – максимальний радіус обертання часток, м.

Витрати енергії на привод дозатора визначаються опором на переміщення корму по тарілі і тертя його по скребку.

Сила тертя, що виникає при русі корму по тарілі, складає:

$$F_T = m \cdot g \cdot f = F_k \cdot L \cdot \rho \cdot g \cdot f, \text{ Н}, \quad (5.5.36)$$

де  $L$  – довжина кільця, що переміщує скребок, м.

Потужність на подолання цього опору визначається за формулою:

$$N_1 = F_T \cdot V, \text{ Вт}, \quad (5.5.37)$$

де  $V$  – швидкість руху матеріалу, м/с:

$$V = \omega \cdot R_0, \text{ м/с}. \quad (5.5.38)$$

Потужність, яка необхідна для подолання опору тертя об скребок, залежить від кута його установки  $\beta$ :

$$N_2 = N_1 \cdot \cos \beta. \quad (5.5.39)$$

Загальна потужність на привод дозатора буде:

$$N = N_1 + N_2 + N_{x.x.} = N_1(1 + \cos \beta) + N_{x.x.}, \text{ Вт}, \quad (5.5.40)$$

де  $N_{x.x.}$  – витрати потужності на холостий хід, Вт.

### 5.5.7 Відцентрові дозатори

Рушійною силою для переміщення матеріалу із зони живлення в зону видачі дозатора є відцентрова сила, яка виникає при обертанні робочого органа. У зв'язку з тим, що величина цієї сили зростає під час руху потоку матеріалу за рахунок збільшення радіусу обертання, зростають швидкість руху матеріалу і його щільність. Це призводить до збільшення нерівномірності дозування.

У відцентровому дозаторі конструкції ХНТУСГ (рисунок 5.5.10) цей недолік ліквідовано за рахунок спеціальної геометрії робочих каналів. Переріз робочих каналів по всій їх довжині залишається незмінним (в інших конструкціях вона збільшується), а кривизна їхньої поверхні забезпечує постійну швидкість руху потоку матеріалу.

Продуктивність дозатора регулюється зміною поперечного перерізу робочої частини каналів за допомогою рухомого дна і визначається за формулою:

$$Q = l \cdot h \cdot n \cdot V_e \cdot \rho \cdot k, \text{ кг/с}, \quad (5.5.41)$$

де  $l$  і  $h$  – ширина і висота робочого каналу, м;

$n$  – кількість робочих каналів;

$V_e$  – відносна швидкість руху матеріалу,  $V_e = 0.1 - 1.0$  м/с;

$\rho$  – щільність матеріалу, кг/м<sup>3</sup>;

$k$  – коефіцієнт заповнення об'єму каналу,  $k = 0.85 - 0.95$ .

Початковий радіус розміщення робочих каналів визначається за формулою:

$$r_0 = \frac{l \cdot h}{2\pi}, \text{ м}. \quad (5.5.42)$$

Радіус кривизни робочого каналу визначаємо за формулою:

$$r = \sqrt{\left( \frac{2V_e^2}{\omega^2} + \frac{gV_e}{\omega^3} + r_0^2 \right) \cdot e^{2f\omega t} - \frac{2V_e^2}{\omega^2} - \frac{gV_e}{\omega^3}}, \text{ м}, \quad (5.5.45)$$

де  $t$  – час руху матеріалу по каналу, с.

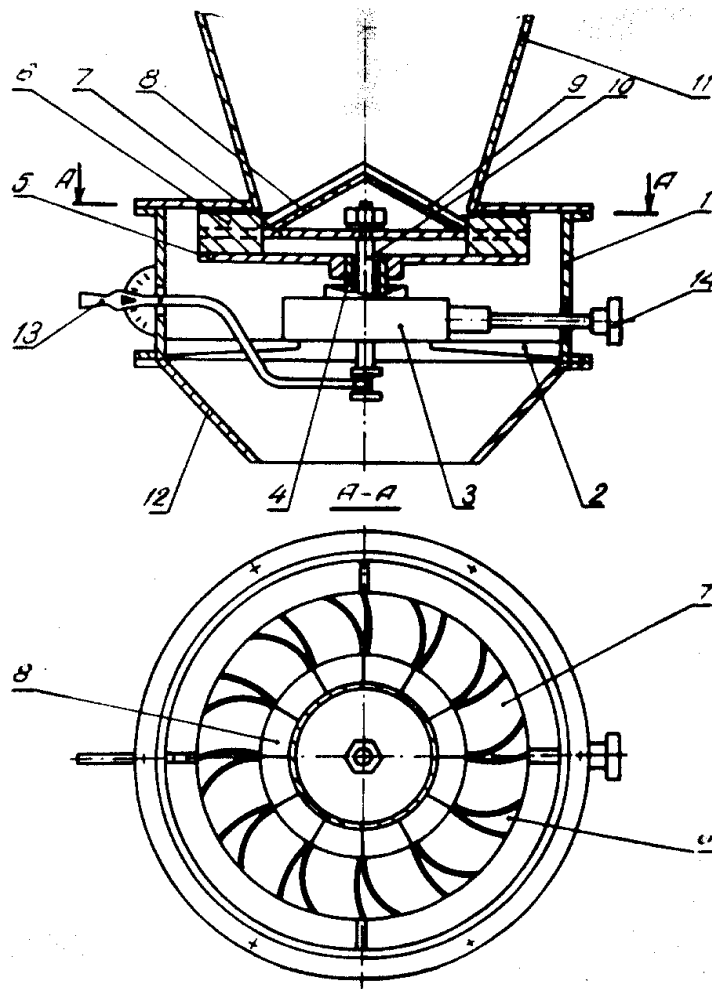


Рисунок 5.5.9 – Конструктивна схема ротаційного дозатора: 1 – корпус; 2 – кронштейни; 3 – редуктор; 4 – трубчатий вал; 5 – дозуючий диск; 6 – направляючі елементи; 7 – рухоме дно; 8 – подаючий конус; 9 - лопаті; 10 - рухомий вал; 11 – наддозаторний бункер; 12 – збиральний конус; 13 – регулювальна ручка; 14 – приводний вал редуктора

Визначення необхідної потужності для приводу дозатора знаходимо за формулою:

$$N_{\text{дв}} = \frac{Q \cdot \omega \cdot (V_2 \cdot r_2 \cdot \cos \psi_2 - V_1 \cdot r_1 \cdot \cos \psi_1) + f_{\text{вн}} \cdot \gamma \cdot H \cdot S_0 \cdot V_{\text{ш}}}{\eta_{\text{к}} \cdot \eta_{\text{дв}}}, \text{Вт} \quad (5.5.46)$$

де  $V_1$  і  $V_2$  – абсолютні швидкості руху потоку матеріалу на вході і виході з каналу, м/с;

$r_1$  і  $r_2$  – відстань (радіуси) від осі обертання до початку і кінця робочих каналів, м;

$\psi_1$  і  $\psi_2$  – кути між напрямком абсолютних швидкостей  $V_1$  і  $V_2$  і дотичних до кіл з радіусами  $r_1$  і  $r_2$  відповідно, рад;

$f_{\text{вн}}$  – коефіцієнт внутрішнього тертя матеріалу, що дозується;

$\gamma$  – питома вага матеріалу, Н/м<sup>3</sup>;

$S_0$  – площа основи конуса, м<sup>2</sup>;

$V_{\text{ш}}$  – відносна швидкість між шарами матеріалу, який дозується, м/с.

### 5.5.8 Вібраційні лоткові дозатори

Вібраційні лоткові дозатори використовуються для дозування різних матеріалів. Рух матеріалу по похилому лотку забезпечується за рахунок створення коливань, які мають напрям під кутом до дна лотка. Коливання можуть бути створеними електромагнітними, дебалансними, ексцентрикними, пневматичними, кулачковими та іншими вібраторами.

Вібраційний дозатор (рисунок 5.5.11) встановлюється під бункером і складається з рухомого лотка із заслінкою і вібратора. Кут установки дна лотка повинен бути меншим за кут внутрішнього тертя корму, тому при відсутності вібрації витікання корму лотком неможливе. При вмиканні вібратора лоток починає коливатися, і вібраційна сила переміщує матеріал лотком.

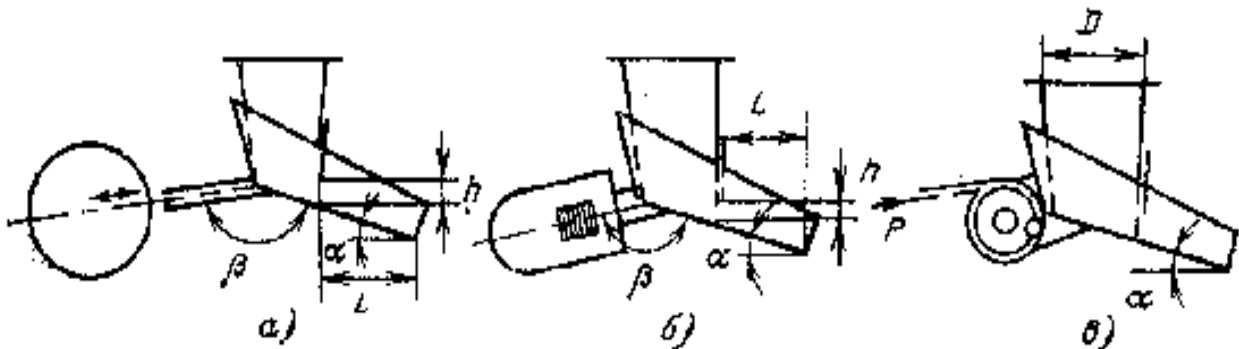


Рисунок 5.5.10 – Вібраційні лоткові дозатори: а – ексцентрикні; б – електромагнітні; в – пневматичні

Перевагою таких дозаторів є те, що вони досить прості за будовою і регулюванням, витрати енергії на їхню роботу значно менші в порівнянні з іншими типами дозаторів, досить висока точність дозування (до 61,5%).

Продуктивність дозатора визначається за формулою:

$$Q = k \cdot b \cdot h \cdot A \cdot \omega, \text{ кг/с}, \quad (5.5.47)$$

де  $k = f(\rho, \beta, \varphi)$ , залежить від конструктивних особливостей дозатора і фізико-механічних властивостей корму;

$b$  – ширина лотка, м;

$A$  – амплітуда коливання лотка, м;

$\varphi$  – кут внутрішнього тертя корму, рад.

Продуктивність дозатора можна регулювати кутом нахилу лотка, висотою його установки ( $h$ ), а також амплітудою і частотою коливань.

## 5.6 Розрахунки параметрів конструкцій та робочих органів змішувачів кормів

### 5.6.1 Сутність процесу змішування і його коротка характеристика

Під змішуванням прийнято розуміти такий механічний процес, в результаті якого компоненти, що спочатку знаходяться роздільно, після рівномірного розподілу кожного з них в змішуваному об'ємі матеріалу утворюють однорідну суміш. Ідеальний випадок повного змішування частинок двох компонентів представлений на рисунку 5.6.1а. Всі проби, які узяті з повністю змішаного



об'єму, повинні мати однаковий склад. Проте такого стану, як стверджують багато авторів, не можна досягти в результаті механічного змішування, а можна отримати тільки попереми́нним укладанням частинок двох компонентів. Стан повного змішування, визначений статистично, є неупорядкованим станом (рисунки 5.6.1 б). Це такий стан, при якому вірогідність знаходження частинки даного компоненту в довільній точці є постійна величина.

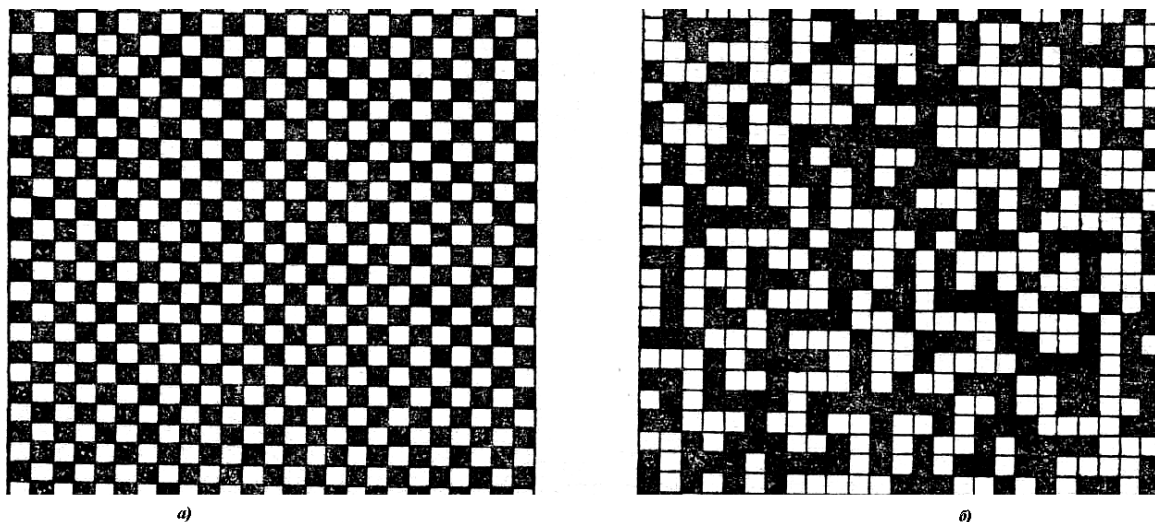


Рисунок 5.6.1 – Стан повного змішування двокомпонентної суміші: а) – впорядкований стан; б) – неупорядкований стан

При змішуванні сипучих компонентів велике значення мають співвідношення показників їх щільності і об'ємів. Чим це співвідношення ближче до одиниці, тим швидше і легше відбувається процес змішування і досягається необхідний ступінь однорідності суміші. Також, чим менші розміри частинок і більш вирівняним є їх гранулометричний склад, тим легше отримати задану однорідність суміші. Якщо середні розміри часток одного компоненту значно відрізняються, то однорідну суміш отримати важко.

Під терміном «співвідношення компонентів» прийнято розуміти відношення кількості меншого компоненту до більшого компоненту. Чим менше це співвідношення, тим швидше досягається заданий ступінь однорідності.

З практики відомі ряд способів змішування, що відрізняються умовами обробки змішуваних матеріалів в робочому об'ємі змішувача. Найбільш простий з них – періодичний, коли цикл роботи передбачає час завантаження, змішування і вивантаження.

Процес змішування сипких матеріалів є складним механічним процесом, механізм дії якого залежить, головним чином, від способу змішування і конструкції змішувача, що викликає додаткові труднощі в математичному тлумаченні цього явища. Проте, робляться спроби якісного опису процесу змішування. Ю.І. Макаров припускає, що процес змішування складається з наступних елементарних процесів: переміщення групи суміжних частинок з одного місця суміші в інше (процес конвективного змішування); поступовий перерозподіл частинок різних компонентів через свіжоотриманий кордон їх розділу (процес дифузійного змішування); зосередження частинок, що мають однакову масу, під дією гравітаційних або інерційних сил (процес сегрегації).

Ці елементарні процеси протікають в змішувачах одночасно, але ступінь їх впливу в різні періоди часу не однаковий. У початковий період переважає конвективне змішування на рівні макрооб'ємів. Поверхня розділу між різними компонентами невелика, тому частка процесу дифузійного невелика. Ще менший вплив в цей період надає процес сегрегації, оскільки усередині макрооб'ємів, частинки щодо один одного залишаються нерухомі. Швидкість процесу конвективного змішування практично не залежить від фізико-механичних властивостей суміші, оскільки він протікає на рівні макрооб'ємів, тому головний вплив на швидкість процесу змішування у цей момент часу залежить від характеру руху потоків частинок в змішувачі.

Альтернативою періодичному способу змішування може служити безперервний потоковий метод. В цьому випадку в апарат вводяться, в певному співвідношенні компоненти, і суміш безперервно з нього виводиться. Процес приготування сумішей в змішувачах, що безперервно діють, має відмітні особливості. Унаслідок порівняно невеликого часу перебування матеріалу в активній зоні змішування у змішувачів безперервної дії, в основному, переважає конвективне змішування. Тому швидкість процесу сумішеутворення і якість кінцевого продукту залежить від конструктивних особливостей змішувача і характеру подачі в нього початкових матеріалів.

### **5.6.2 Стан і перспективи розвитку устаткування для змішування**

В даний час, як в нашій країні, так і за кордоном змішування сипких матеріалів широко використовується в хімічній, фармацевтичній, харчовій, комбікормовій промисловості, а також в сільському господарстві при виробництві повноцінних кормових сумішей для тварин.

Для здійснення процесу змішування створено безліч конструкцій змішувачів, які залежно від циклічності виконання технологічного процесу діляться на змішувачі періодичної дії і змішувачі безперервної дії.

Періодичний процес змішування відбувається, як правило, в замкнутому об'ємі змішуючого пристрою, при цьому вирішальне значення має час змішування, який повинен бути мінімально достатнім для забезпечення заданої однорідності суміші. Змішувачі періодичної дії характеризуються циклічним режимом роботи – подача компонентів в змішувач, їх змішування і вивантаження готової продукції. Враховуючи викладене, можна стверджувати, що такі змішувачі недостатньо досконалі не тільки з погляду тривалості циклу змішування і обмеженої подачі, значних питомих витрат енергії і металоємності, але і з погляду можливості механізації і автоматизації технологічного процесу. Крім того, змішувачі періодичної дії, за висловлюванням Ю.І. Макарова, не придатні для змішування компонентів, що входять в суміш в співвідношеннях 1:100 і більш.

Відмітною особливістю змішувачів безперервної дії є відсутність багаторазового проходження матеріалу через одні і ті ж зони перемішування. Змішувачі безперервної дії мають значні переваги, оскільки у них процес змішування сталий і стабільний, при цьому з'являється можливість отримувати такі суміші, в яких концентрація деяких компонентів складає 0,1 - 1% (лікувальні препарати, мікроелементи, вітаміни тощо).

Виходячи з вимог до процесу дозування сипучих кормів, на наш погляд, основними напрямками удосконалення конструкцій дозаторів будуть:

- покращення умов заповнення робочого органа дозатора сипучим кормом;
- створення робочих органів дозаторів, здатних перетворити погано текучі корми в текучі;
- удосконалення робочих органів вібраційних дозаторів і вивчення впливу вібрації на процес дозування;
- створення робочих органів дозаторів, здатних формувати сипучі матеріали в рівномірні потоки;
- застосування електричних і магнітних полів для покращення умов протікання процесу дозування;
- введення допоміжних пристроїв для автоматичного регулювання процесу дозування.

Якісну оцінку процесу змішування визначають по ступінню однорідності одержаної суміші, яка знаходиться із співвідношення кількості контрольного компонента у взятій пробі і заданої його кількості для даної суміші (в долях або відсотках). Її визначають за формулами, які запропонував А.А. Лапшин.

$$\Theta = \frac{1}{n} \sum \frac{B_t}{B_0} \cdot 100 \text{ при } B_t < B_0, \% \quad (5.6.1)$$

$$i \Theta = \frac{1}{n} \sum \frac{2B_0 - B_t}{B_0} \cdot 100 \text{ при } B_t > B_0, \% \quad (5.6.2)$$

де  $\Theta$  – ступінь однорідності, %;

$B_0$  – задана кількість компонента в суміші;

$B_t$  – фактична кількість компонента в суміші;

$n$  – кількість взятих проб.

Ступінь однорідності визначають і по величині середнього квадратичного відхилення  $\sigma$  від заданої концентрації, а також коефіцієнтом неоднорідності (коефіцієнтом варіації  $\nu$ ).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (B_t - B_0)^2}{n - 1}}, \quad (5.6.3)$$

$$\nu = \frac{\sigma}{B_0} \cdot 100, \% \quad (5.6.4)$$

Процес змішування можна вважати завершеним в тому випадку, коли в суміші дійсна кількість комбікорму і концентратів складає 97% ( $\nu=3\%$ ), соковитих – 93% ( $\nu=7\%$ ), рідких і води – 95% ( $\nu=5\%$ ), і мінеральних добавок – 98% ( $\nu=2\%$ ), від заданої в рецепті. У виробничих умовах кормоцехів без особливого негативного впливу на продуктивність тварин достатньо одержати ступінь однорідності, яка приведена в таблиці 5.6.1.

По швидкості обертання робочих органів змішувачі поділяються на тихохідні і швидкохідні.

Таблиця 5.6.1. Ступінь однорідності кормових сумішів, яка відповідає зоотехнічним вимогам

Призначення суміші	Ступінь однорідності
Суміші для:	
поросят у віці до 4 місяців	93
свиней усіх груп старших 4 місяців	85 - 90
птахів	90
великої рогатої худоби	84 - 88
комбікорми власного виробництва для всіх видів тварин	90 - 95

*Тихохідними* називають змішувачі, у яких показник кінематичного режиму:

$$k = \frac{\omega^2 \cdot R}{g} < 30, \quad (5.6.5)$$

а швидкохідними – у яких

$$k = \frac{\omega^2 \cdot R}{g} > 30, \quad (5.6.6)$$

де  $\omega$  – кутова швидкість робочого органа,  $c^{-1}$ ;

$R$  – максимальний радіус робочого органа, м;

$g$  – прискорення сили тяжіння,  $m/c^2$ .

При виробництві сухих кормових сумішів використовують переважно змішувачі з вертикальним розміщенням робочих органів. Для вологих кормів рекомендують використовувати горизонтальні змішувачі.

При необхідності, в змішувачах проводиться запарювання кормів. В основному, запарювання проводиться в змішувачах періодичної дії, тому що на процес запарювання необхідно витратити час, необхідний для підігрівання корму до необхідної температури.

Завантаження змішувачів проводиться за допомогою дозаторів. При цьому змішувачі безперервної дії завантажуються компонентами суміші дозаторами безперервної дії і їх продуктивність повинна мати таке ж співвідношення, як і задане співвідношення компонентів у готовій суміші.

Змішувачі періодичної дії завантажуються необхідними компонентами за заданий проміжок часу (звичайно це 10 – 15 хвилин). Продуктивність дозаторів повинна забезпечити завантаження необхідної кількості компонентів за цей час.

### 5.6.3 Розрахунок параметрів шнекових змішувачів безперервної дії

Шнекові змішувачі безперервної дії використовують для змішування всіх видів кормів за виключенням рідких. Вони найбільш придатні для приготування комбікормів. Принцип їх дії такий. Компоненти безперервним потоком у відповідному співвідношенні подають в приймальний бункер, а потім - в робочу камеру, де під впливом робочого органа інтенсивно переміщуються і змішуються, проходячи одночасно до вихідного отвору. Довжина змішувача вибира-

ється така, щоб за час руху в ньому, компоненти змішались з потрібною ступінню однорідності.

Масова продуктивність шнекових змішувачів безперервної дії визначається за формулою:

$$Q = \frac{\pi \cdot (D^2 - d^2)}{4} \cdot v \cdot \rho \cdot \varphi, \text{ кг/с}, \quad (5.6.7)$$

де  $D$  і  $d$  – зовнішній діаметр шнека і діаметр вала шнека відповідно, м;

$\varphi$  – коефіцієнт заповнення шнека,  $\varphi = 0,3 - 0,4$ ;

$v$  – осьова швидкість переміщення продукту, м/с.

Для робочого органа у вигляді суцільного шнека:

$$v_{ш} = \frac{S \cdot n}{60} \text{ м/с}, \quad \text{або} \quad v_{ш} = \frac{S \cdot \omega}{2\pi}, \text{ м/с}, \quad (5.6.8)$$

де  $S$  – крок шнека, м;

$n$  – швидкість обертання шнека, об/хв.

Для змішувачів з комбінованими робочими органами (шнек – лопать)

$$v_{к} = \frac{S \cdot n \cdot \varepsilon}{60}, \text{ м/с}, \dots \text{або} \quad v_{к} = \frac{S \cdot \omega \cdot \varepsilon}{2\pi}, \text{ м/с}, \quad (5.6.9)$$

де  $\varepsilon$  – коефіцієнт втрати швидкості,  $\varepsilon = 0,6 - 0,8$ .

Потужність на привод шнекових змішувачів визначають за емпіричною формулою:

$$N = \frac{Q \cdot L \cdot W}{367 \cdot \eta}, \text{ кВт}, \quad (5.6.10)$$

де  $Q$  – продуктивність змішувача, т/год.;

$L$  – довжина змішувача, м;

$W$  – коефіцієнт опору переміщенню продукту в жолобі. Для сухих комбікормів  $W = 15 - 20$ ;

$\eta$  – ККД механізму приводу.

Продуктивність багатовального змішувача визначається з урахуванням одночасної роботи всіх шнеків

$$Q = z \cdot \varphi_1 \cdot Q_p, \text{ кг/с}, \quad (5.6.11)$$

де  $z$  – кількість шнеків;

$\varphi_1$  – коефіцієнт, який враховує перекриття робочими деталями вільного перерізу шнека, визначається по конструкції змішувача;

$Q_p$  – розрахункова продуктивність одного шнека, кг/с.

Продуктивність горизонтального лопатевого змішувача визначають за формулою:

$$Q = \frac{1}{8} D^2 \cdot S \cdot \omega \cdot \rho \cdot \varphi_n, \text{ кг/с}, \quad (5.6.12)$$

де  $\varphi_n$  – коефіцієнт заповнення ємності,  $\varphi_n = 0,3$ .

Вертикальні шнекові змішувачі періодичної дії призначенні для приготування сумішів кормів із сухих компонентів.

Процес змішування проходить таким чином. Окремі компоненти завантажують в змішувач в кількості, що дорівнює його робочому об'єму. Потім вмикають шнек, кутова швидкість якого повинна бути в межах  $10-15 \text{ с}^{-1}$ . Нижні шари корму захоплюються шнеком, підіймаються вгору і опускаються вниз вздовж стінок корпусу. Така циркуляція протягом 5-8 хвилин забезпечує змішування компонентів в однорідну кормову суміш.

При виготовленні таких змішувачів дотримуються співвідношення:

$$\frac{H}{D} = 2 - 2.5 \quad \text{і} \quad \frac{d}{D} = 0.25 - 0.35, \quad (5.6.13)$$

де  $H$  і  $D$  – висота і діаметр робочої камери, м;  
 $d$  – діаметр шнека, м.

Продуктивність вертикальних шнекових змішувачів визначається за формулою:

$$Q = \frac{M}{t_{\text{ц}}}, \text{ кг/год}, \quad (5.6.14)$$

де  $M$  – маса корму, що завантажується в змішувач, кг;  
 $t_{\text{ц}}$  – тривалість циклу роботи змішувача, год.

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{з}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{в}}, \text{ год}, \quad (5.6.15)$$

де  $t_{\text{з}}$  – час, відведений на завантаження кормів, год.  $t_{\text{з}}$  звичайно складає 0,15-0,25 год.;

$t_{\text{зм}}$  – час, відведений на змішування компонентів суміші, а також (при необхідності) – на запарювання і визначається з технологічної необхідності і складає  $t_{\text{зм}} = 0,25-0,5$  год.

$t_{\text{в}}$  – час, відведений на вивантаження корму із змішувача і не перевищує 0,25 год.

Продуктивність змішувачів періодичної дії визначається за формулою:

$$Q = \frac{V_{\text{зм}} \cdot \rho \cdot \varphi}{t_{\text{ц}}}, \text{ кг/год}, \quad (5.6.16)$$

де  $V_{\text{зм}}$  – об'єм змішувача,  $\text{м}^3$ ;

$\varphi$  – коефіцієнт заповнення змішувача,  $\varphi = 0,8$  для вологих сумішів і  $\varphi = 0,7$  для напіввологих кормів;

$t_{\text{ц}}$  – час повного приготування суміші, год.

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{з}} + t_{\text{зм}} + t_{\text{в}}, \text{ год}. \quad (5.6.17)$$

Об'єм змішувача вибирається в залежності від продуктивності лінії приготування кормів з урахуванням кількості статеві-вікових груп тварин. В звичайних умовах в лінії передбачається 1 або 2 змішувачі.

Для визначення геометричних і кінематичних параметрів змішувача визначаються з мінімумом витрат матеріалу на його виготовлення, а також нормальне протікання технологічного процесу.

Швидкість обертання лопаті визначається з умов, що відцентрова сила  $m\omega^2 R_n$ , яка діє на частку, не повинна перевищувати сили тяжіння цієї частки, інакше вона зійде з лопаті і вийде з активного процесу змішування.

При  $m \cdot \omega^2 \cdot R_n = m \cdot g$  кутова швидкість буде критичною і звідси:

$$\omega_{кр} = \sqrt{\frac{g}{R_n}}, \text{ с}^{-1}, \quad (5.6.18)$$

де  $R_n$  – найбільший радіус обертання лопаті, м.  $R_n$  залежить від конструкції змішувача.

Визначити потужність для приводу мішалки досить складно, тому розрахунки рекомендується вести на основі теорії подібності. Якщо маємо добру конструкцію змішувача, який побудовано за нашою схемою (модель), розрахунки можна вести за формулами, які рекомендує Ф.Г. Стукалін:

$$N_n = N_m \cdot \omega_n \cdot \frac{D_n^{2.82}}{(\omega_m \cdot D_m^{2.82})} \text{кВт}, \quad (5.6.19)$$

$$D_n = D_m \sqrt[1.4]{Q_n/Q_m} \text{ м}, \quad (5.6.20)$$

$$\omega_n = \omega_m \sqrt{D_m/D_n} \text{ с}^{-1}, \quad (5.6.21)$$

де  $D_n$  і  $D_m$  – діаметри, що відповідають змішувачу, який проектується, і моделі, м;

$\omega$  – кутова швидкість,  $\text{с}^{-1}$ .

#### 5.6.4 Розрахунок параметрів двовальних лопатевих змішувачів періодичної дії

За вихідними даними завдання (продуктивність змішувача  $Q$  і тривалість повного циклу приготування  $t_u$ ) визначаємо необхідний об'єм змішувача:

$$V_{зм} = \frac{Q \cdot t_u}{\rho \cdot \varphi}, \text{ м}^3. \quad (5.6.22)$$

Виходячи з форми змішувача (рисунок 5.6.2), його об'єм можна визначити із залежності:

$$V_{зм} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L + D \cdot B \cdot L, \text{ м}^3, \quad (5.6.23)$$

де  $L$  – довжина змішувача, м;

$D$  – діаметр змішувача, м;

$B$  – відстань між осями валів, м.

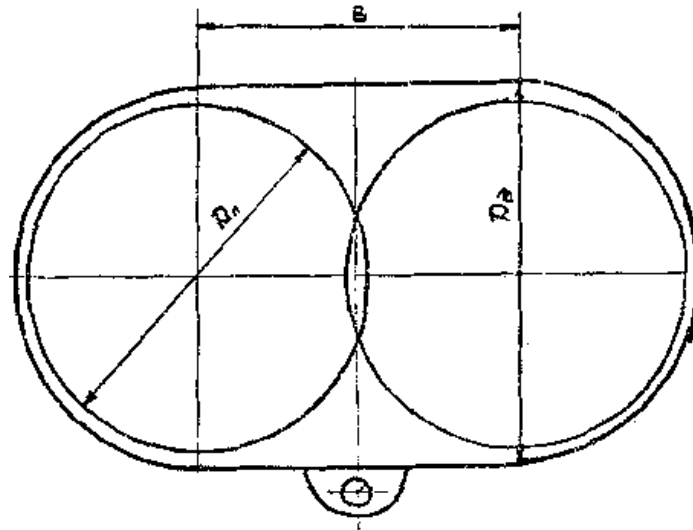


Рисунок 5.6.2 – Схема двовального змішувача

В зв'язку з тим, що ми не враховуємо об'єм, який займає шнек для вивантаження корму, ми можемо знехтувати те, що лопаті по діаметру перекриваються і прийняти  $B=D$ . В цьому випадку формула буде мати такий вид:

$$V_{зм} = D^2 \cdot L \left( \frac{\pi}{4} + 1 \right) \text{ або } V_{зм} = 1.78 D^2 \cdot L, \text{ м}^3, \quad (5.6.24)$$

Для забезпечення достатньої якості змішування довжина двовального змішувача повинна знаходитись в такому співвідношенні з діаметром:

$$L = kD, \quad (5.6.25)$$

де  $k=1 - 2$  (за експериментальними даними).

З урахуванням цього діаметр змішувача визначаємо за формулою:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_{зм}}{k \cdot (\pi + 4)}}, \text{ м, або } D = \sqrt[3]{\frac{V_{зм}}{1.78 k}}, \text{ м.} \quad (5.6.26)$$

Як показала практика, для забезпечення якісного змішування компонентів у двовальних змішувачах необхідно, щоб лопаті перекривалися на величину діаметра вивантажувального шнека  $d$ . Тому відстань між валами визначаємо із залежності:

$$B = D - d - 2a, \text{ м,} \quad (5.6.27)$$

де  $a$  – радіальний зазор між лопатями і корпусом змішувача,  $a=0.02 - 0.05$  м;  
 $d$  – діаметр шнека,  $d=0,2-0,3$  м.

Крок установки лопатей рекомендують приймати  $S=0,5 - 0,7$  радіуса лопатевого вала.

Кількість витків гвинтової лінії на валу:

$$m = \frac{L - 2b}{S} \quad (5.6.28)$$

де  $b$  – зазор між крайніми лопатями і торцевими стінками змішувача,  $b=0,1-0,2$  м.



Одержане значення  $m$  округляється і уточнюється крок  $S$ :

$$S = \frac{L - 2b}{m}, \text{ м.} \quad (5.6.29)$$

Кількість лопатей по одному валу рекомендують визначати із такої залежності:

$$z = \frac{(3.5...4)R}{S}, \text{ шт.} \quad (5.6.29)$$

Лопаті рекомендують встановлювати через  $60^\circ$ .

Робоча кутова швидкість приймається так:

$$\omega_p = 0.5 \omega_{кр}, \text{ с}^{-1}. \quad (5.6.30)$$

Потужність на привод змішувача визначаємо за формулою (5.6.19).

### 5.6.5 Розрахунок параметрів одновальних лопатевих змішувачів періодичної дії

За вихідними даними визначаємо геометричні параметри змішувача:

$$V_{зм} = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot L, \text{ м}^3. \quad (5.6.31)$$

При цьому  $L = k \cdot D$  і  $k=1,5-3$ .

Виходячи з цього визначаємо діаметр змішувача і його довжину:

$$D = \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_{зм}}{\pi \cdot k}}, \text{ м.} \quad (5.6.32)$$

Відповідно, довжина його буде:

$$L = k \cdot D, \text{ м.} \quad (5.6.33)$$

При цьому  $L$  повинна бути не менше 1,5 - 2м.

Діаметр лопатевого вала:

$$D_l = D - 2a, \text{ м,} \quad (5.6.34)$$

де  $a$  – зазор між лопатями і корпусом,  $a=0,02-0,05$ м.

За експериментальними даними крок лопатей рекомендують вибирати:

$$S = (0.5...0.6)D_l, \text{ м.} \quad (5.6.35)$$

Загальна кількість лопатей визначається із виразу:

$$z = 1 + m \cdot (z_1 - 1), \quad (5.6.36)$$

де  $z_1$  – кількість лопатей на кожному витку.

Для одновальних лопатевих змішувачів рекомендують розміщувати лопаті під кутом  $120^\circ$ , тоді  $z_1=3$ . Тому

$$z = 1 + 2m. \quad (5.6.37)$$

Потужність, яка необхідна для приводу змішувача, можна визначити із виразу:

$$N = \frac{P_p \cdot V_p + P_o \cdot V_o}{\eta}, \text{ кВт}, \quad (5.6.38)$$

де  $P_p$  – радіальна сила, яка діє на занурені в суміш лопаті, Н;

$P_o$  – осьова сила, яка діє на лопаті, Н;

$V_p$  і  $V_o$  – радіальна і осьова швидкості пересування корму відповідно, м/с.

## **5.7 Розрахунки параметрів конструкцій та робочих органів роздавачів кормів**

### **5.7.1 Загальні вимоги**

Основні технічні вимоги, які пред'являються до установок і механізмів, призначених для роздавання кормів тваринам і птиці, полягають в наступному.

Кожна машина повинна забезпечувати високоякісне виконання операцій із роздавання кормів в умовах тривалої експлуатації і мати високу техніко-економічну ефективність. Використання нової машини повинно приводити до поліпшення умов та підвищення продуктивності праці, зниженню витрат на роздавання корму.

Керування роботою машини повинно здійснюватися з одного місця і бути максимально автоматизованим. При дистанційному керуванні слід передбачати можливість переходу на місцеве керування для налагоджувальних і ремонтних робіт.

Привод машин повинен мати запобіжні пристрої для захисту від пошкодження і поломок робочих органів при перевантаженнях або при їх заклинюванні. Необхідно мати захист електродвигунів від перевантажень, а також їх автоматичне вимкнення при аваріях.

Електродвигуни і електрообладнання повинно бути водо- і пилезахищеним, вибухо- і пожегобезпечними.

Усі деталі машин, які обертаються і рухаються, та представляють небезпеку для обслуговуючого персоналу, повинні бути захищені кожухами. В машинах необхідно обладнати звукову або світлову систему сигналізації.

Робота машин повинна бути плавною і безшумною (шум не повинен перевищувати 80-85 дБ). Для запобігання руйнівній дії вібрації всі деталі машини, які обертаються і швидко рухаються, необхідно збалансувати та врівноважити.

Кормороздавальні механізми і машини повинні мати красивий зовнішній вигляд. Фарбування машин має надійно захищати їх поверхні від корозії. Колір покриттів слід вибирати з урахуванням фізіолого-гігієнічних вимог (мінімальне зорове і загальне стомлювання, підвищення працездатності обслуговуючого персоналу) та санітарних вимог (зручність виявлення забрудненості та очистки машини). Рекомендується фарбувати машини в помаранчевий, помаранчево-жовтий, жовто-зелений та голубувато-зелений кольори. Ободи пасів, шпичі коліс, огорожі передач та інші небезпечні місця фарбують в червоний (червоно-помаранчевий) колір, а мастильники рідкого та густого мастила – в помаранчевий колір.

Окрім наведених вимог, які являються загальними для стаціонарних і пересувних кормороздавачів, пересувні засоби повинні відповідати також наступним вимогам:

- бути стійкими в робочому та транспортному положеннях, з кормами і без них;
- мати можливість передавати корма на стаціонарні кормороздавальні пристрої без яких-небудь переналагоджень;
- габаритні розміри машин повинні дозволяти їм заїздити в тваринницькі приміщення без розбірно-збірних робіт;
- висота вивантаження повинна бути такою, щоб забезпечувалася передача корму із кормороздавача в годівниці без втрат і турбування тварин;
- мати високу маневреність, тобто можливість поворотів і розворотів на обмеженій площадці, мати малу вагу при надійному зчепленні з ґрунтом (підлогою) і невеликий питомий тиск на ґрунт, які забезпечують легкість переміщення машин і збереження твердих покриттів під'їзних шляхів;
- мати гідравлічні системи для керування механізмами з місця оператора;
- системи підключення до мережі, якщо вони є, повинні забезпечувати роботу і переміщення машини без частих переключень.

## **5.7.2 Розрахунок робочих органів стаціонарних кормороздавачів**

### **5.7.2.1 Розрахунок стрічкових робочих органів**

В пристроях для роздавання кормів тваринам і птиці широко використовуються стрічкові транспортери. В залежності від технологічних операцій, які вони виконують, стрічкові транспортери розділяються на кормовивантажувальні та кормороздавальні. Перші служать для вивантаження кормів із пересувних кормороздавачів в годівниці або в стаціонарні роздавачі, другі – для безпосереднього роздавання кормів всередині годівниць, так як є стаціонарними роздавачами.

До переваг стрічкових транспортерів відносяться простота конструкції, висока продуктивність, безшумна робота та мінімальні втрати корму.

Стрічкові транспортери, які використовуються як кормороздавальні пристрої мають ту особливість, що продукт не скидається із стрічки, а залишається на ній до закінчення поїдання його худобою або птахами. Після того, як корм на стрічці згодований, стрічка повертається в вихідне положення до наступного роздавання кормів. На транспортері часто залишаються залишки, які при зворотному русі стрічки виносяться із тваринницького приміщення.

Враховуючи таку особливість, з метою економії стрічки в якості кормороздавальних пристроїв в більшості випадків використовують стрічково-тросові транспортери, у яких несучою частиною є стрічка, холостою – трос. Привод таких транспортерів може здійснюватися через стрічку або через трос.

Для зменшення втрат корма стрічки кормороздавальних пристроїв розміщені в дерев'яних або металевих жолобах. Граничний кут нахилу стрічки повинен бути на 10-15° менше кута тертя корму, щоб не було його зворотного зсуву.

Продуктивність стрічкових кормороздавальних пристроїв для переміщення насипних продуктів кормів визначається за відомою формулою для стрічкових конвеєрів:

$$Q = 3600 \cdot F \cdot V_c \cdot \rho, \text{ кг/с}, \quad (5.7.1)$$

де  $F$  – поперечний переріз корму на стрічці під час його руху, м<sup>2</sup>;  
 $V_c$  – швидкість стрічки, м/сек.;  
 $\rho$  – насипна маса корму, т/м<sup>3</sup>.

Форма і розмір поперечного перерізу продукту на стрічці залежать від ряду факторів: швидкості і плавності руху стрічки, форми жолоба і фізико-механічних властивостей продукту, який переміщується.

Дослідженнями встановлено, що валок корму, що розташований на стрічці, набуває постійну форму (близьку до параболічної) на відстані 15-20м від дозатора. Якщо стрічка пласка, то поперечний переріз насипного корму на ній обмежений параболою (рисунок 5.7.1) типу  $y = a + bx^2$ .

Загальна площа поперечного перерізу корму в цьому випадку:

$$F = F_1 + F_2, \text{ м}^2,$$

$$F_1 = h_1 \cdot b_c, \text{ м}^2.$$

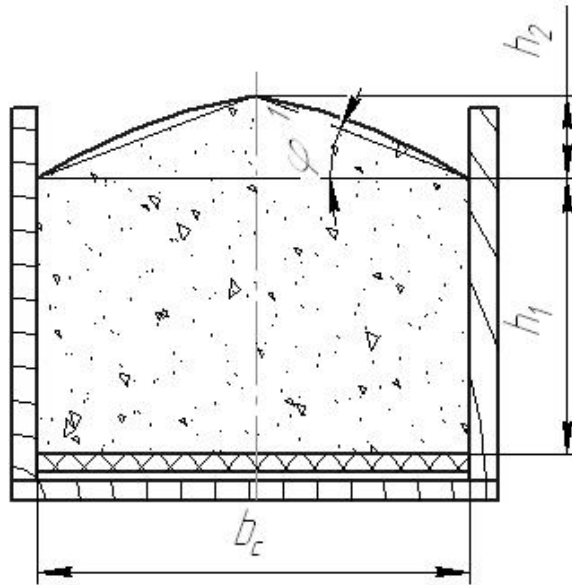


Рисунок 5.7.1 – Поперечний переріз продукту на стрічковому транспортері з жолобом

Площу  $F_2$  приблизно можна визначити як площу трикутника  $F_2 = \frac{n_2 \cdot b_c}{2}$ , тоді:

$$F = h_1 \cdot b_c + \frac{h_2 \cdot b_c}{2}, \text{ м}^2.$$

Якщо прийняти, що гострий кут цього трикутника дорівнює куту природного схилу продукту в русі, то

$$h_2 = \frac{b_c}{2} \text{tg } \varphi^1, \text{ м}^2,$$

де  $\varphi^1$  – кут природного схилу корму, і величина площі поперечного перерізу визначається як

$$F = 0,25 \cdot b_c^2 \cdot c \cdot \operatorname{tg} \varphi^1 + b_c \cdot h_1, \text{ м}^2, \quad (5.7.2)$$

де  $c$  – коефіцієнт, який враховує зменшення висоти слою корму при нахилі стрічки (при горизонтальному транспортуванні  $c=1$ , при куті нахилу 11-15°  $c = 0,95$ ).

Підставляючи значення  $F$  із виразу (5.7.2) в формулу (5.7.1), отримуємо

$$Q = 900 \cdot b_c \cdot V_c \cdot \gamma \cdot (b_c \cdot c \cdot \operatorname{tg} \varphi^1 + 4h_1), \text{ кг/с}, \quad (5.7.3)$$

Практикою встановлено, що для того, щоб отримати стабільну величину продуктивності кут  $\varphi^1$  слід приймати рівним  $0,35\varphi^1$  (де  $\varphi_c^1$  – кут природного схилу насипного корму в спокої).

Ширину жолоба стаціонарного транспортера вибирають із умов кількості корму, необхідного для одного годування. Наприклад, для стрічкового транспортера необхідна ширина стрічки може бути визначеною із рівняння

$$b_c = 2,5 \sqrt{\frac{q}{\rho \cdot \operatorname{tg} \varphi^1 \cdot a}}, \text{ м}, \quad (5.7.4)$$

де  $\rho$  – насипна маса корму (додаток 25), Н/м<sup>3</sup>;

$a$  – довжина кормового місця в м.

Потужність двигуна, яка необхідна для приводу транспортера:

$$N = \frac{W_0 \cdot R_3}{\eta \cdot 102}, \text{ кВт}, \quad (5.7.5)$$

де  $W_0$  – опір переміщенню стрічки, Н;

$R_3$  – коефіцієнт запасу потужності, який враховує додаткові опори, що вводяться в основні розрахункові формули;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії приводу транспортера ( $\eta = 0,7 - 0,75$ ).

$$W_0 = W_m + W_6 + W_{ш}, \text{ Н}, \quad (5.7.6)$$

де  $W_m$  – опір тягового органу при русі по твердому жолобові, Н;

$W_6$  – опір тягового органу при огинанні барабанів, Н;

$W_{ш}$  – опір тягового органу при огинанні твердих направляючих (шин), Н.

Опір тягового органу при русі по твердому жолобу знайдемо за формулою:

$$W_m = (g_m + g_c) \cdot (f_c \cos \alpha \pm \sin \alpha) \cdot L_{жс} = \omega_{жс} \cdot L_{жс}, \text{ Н}, \quad (5.7.7)$$

де  $g_m$  – вага корму, яка припадає на одиницю довжини робочої гілки транспортера, в Н/м;

$g_c$  – вага 1м довжини стрічки в Н/м;

$f_c$  – коефіцієнт третя корму об стрічку;

$L_{жс}$  – довжина жолобу, м;

$\alpha$  – кут нахилу жолоба, град.;

$\omega_{жс}$  – опір на одиницю довжини (питомий опір), Н/м.

Знак плюс (+) перед  $\sin \alpha$  відноситься до руху тягового органу вгору по похилій ділянці, знак мінус (-) – до руху вниз.

Вага корму, який знаходиться на одиниці довжини робочої гілки транспортера, визначається з урахуванням раціону годування.

$$g_m = q \cdot g \cdot n, \text{ Н},$$

де  $q$  – норма видачі корму на одну голову, Н;

$g$  – прискорення сили тяжіння,  $\text{м/с}^2$ ;

$n$  – розрахункова кількість голів на метр довжини годівниці.

Вагу одиниці довжини прогумованого паска або стрічки можна визначити приблизно за наступною формулою

$$g_c = 1,1 \cdot b_c \cdot \gamma \cdot (\delta_z + \delta_1 + \delta_2), \text{ Н},$$

де  $b_c$  – ширина стрічки в мм;

$\gamma$  – об'ємна вага паска,  $\text{Н/м}^3$ ;

$\delta$  – товщина прокладки, мм;

$z$  – число прокладок стрічки;

$\delta_1$  і  $\delta_2$  – товщина прокладок в мм.

Довжину кормороздавального пристрою визначаємо за формулою:

$$L_m = l_1 + l_2 + l_3, \text{ м}, \quad (5.7.8)$$

де  $l_1, l_2, l_3$  – довжина відповідно робочої, завантажувальної і очищувальної частин кормороздавача, м.

Довжина робочої частини

$$l_1 = \frac{a \cdot n}{n_2}, \text{ м},$$

де  $a$  – довжина одного кормового місця, м;

$n$  – кількість голів худоби або птиці в ряду;

$n_2$  – кількість голів на одне кормове місце.

Допустима робоча довжина стрічки:

$$l_{\text{доп}} \leq \frac{2\varphi \cdot \sigma_{\text{дон}} \cdot b_c \cdot h}{\varpi_n (1 + \varphi)}, \text{ м}, \quad (5.7.9)$$

де  $\varphi$  – коефіцієнт тяги (відношення максимального тягового навантаження до попереднього натягу стрічки);

$\sigma_{\text{дон}}$  – допустиме навантаження на розрив стрічки в  $\text{Н/м}^2$ ;

$b_c$  – ширина стрічки, м;

$h$  – товщина стрічки, м;

$\varpi_n$  – опір навантаженню, віднесений до 1м довжини робочої частини роздавача.

Опір руху барабанів стрічкових транспортерів

$$W_6 = (S_i + S_{i-1}) \cdot C_I, \text{ Н}, \quad (5.7.10)$$

де  $S_i$  і  $S_{i-1}$  – натяг стрічки відповідно в точках набігання на барабан і в точках збігання з нього, Н;

$C_I$  – коефіцієнт опору.

$$C_1 = f \cdot \frac{d_1}{D_0} \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2} + R_m, \quad (5.7.11)$$

де  $f$  – коефіцієнт тертя в підшипниках;

$d_1$  – діаметр цапфи при підшипниках ковзання або діаметр круга центра шариків при підшипниках кочення, м;

$D_0$  – діаметр барабана, м;

$\alpha_1$  – кут обхвату, град;

$R_m$  – коефіцієнт твердості стрічки.

$$R_m = \frac{1,23 \cdot \delta_c}{D_0}, \quad (5.7.12)$$

де  $\delta_c$  – товщина стрічки, м.

Якщо невідомо значення  $S_i$ , то можна прийняти

$$S_i = 1,1 \cdot S_{i-1}.$$

Коефіцієнт  $C_1 = 0,8 \dots 0,12$  при куті повороту прогумованої стрічки на барабані з підшипниками ковзання, рівному  $\frac{\pi}{2}$ ;  $C_1 = 0,1 \dots 0,15$  при куті  $\pi$ ;  $C_1 = 0,015 \dots 0,025$  при куті  $1,5\pi$  і  $C_1 = 0,02 \dots 0,03$  при куті повороту стрічки на барабані з підшипниками кочення, рівному  $\pi$ .

При огинанні тяговим органом нерухомих направляючих виникає тертя, величина якого може бути знайдена за формулою для визначення тертя гнучкої нитки по нерухомому барабанові.

$$\frac{S_i}{S_{i-1}} = e^{f\alpha_m}, \quad (5.7.13)$$

де  $e$  – основа натурального логарифму.

$$S_i = S_{i-1} (1 - R_m)^2 e^{f\alpha_m}, \text{ Н.} \quad (5.7.14)$$

Опір рухові тягового органу по направляючій шині можна визначити за наступною формулою:

$$W_m = S_{i-1} C_3, \text{ Н,} \quad (5.7.15)$$

$$\text{де } C_3 = \left[ (1 - R_m)^2 e^{f\alpha_m} - 1 \right]$$

$\alpha_m$  – кут між початковим і кінцевим радіусами дуги, яка відповідає направляючій шині.

Із приведеної формули видно, що опір на прямолінійних ділянках, в основному, залежить від продуктивності транспортера і довжини ділянки. Опір на криволінійних ділянках в основному залежить від натягу тягового органу на цих ділянках.

Опір переміщенню стрічки з кормом по жолобу досягає 30 - 40 Н/м.

Величина натягу набігаючої гілки на приводному пристрої:

$$S_{нб} = S_0 + W_0, \text{ Н}, \quad (5.7.16)$$

де  $S_0$  – натяг, який створюється натяжним пристроєм, Н;

$W_0$  – сумарний опір на ведучій гілці транспортера, Н.

Виходячи із максимального тягового зусилля визначаємо число прокладок стрічки  $z$ :

$$z \geq \frac{n \cdot S_{н.б.}}{b_c \cdot \sigma_m}, \quad (5.7.17)$$

де  $n$  – запас міцності,  $n = 9 \dots 11$ ;

$b_c$  – ширина стрічки, м;

$\sigma_m$  – межа міцності при розтягуванні 0,01м ширини однієї прокладки по основі ( $\sigma_m = (10 \dots 13)10^4$  Н/м).

На основі досліджень транспортерних стрічок запропонована наступна формула для розрахунку числа прокладок:

$$z = \frac{1}{\delta} \sqrt{\frac{S_{н.б.} \cdot D}{b_c \cdot E}}, \quad (5.7.18)$$

де  $\delta$  – товщина прокладки, м;

$D$  – діаметр барабана, м;

$b_c$  – ширина стрічки, м;

$E$  – модуль пружності тканини стрічки, Н/м<sup>2</sup>.

Тягове зусилля стрічкового транспортера може бути збільшене наступними способами:

1) збільшенням сили зчеплення стрічки із барабаном шляхом підвищення коефіцієнта тертя  $f$ , що досягається обтягуванням чавунного барабана резиновою стрічкою;

2) збільшенням кута обхвату  $\alpha_1$ , для чого за приводним барабаном встановлюють поворотній барабан або ролик;

3) застосуванням двобарабанного приводу.

При наявності двобарабанного приводу з тісним зв'язком барабанів тягове зусилля по аналогії із однобарабанним буде

$$W_0 = S_{зб} (e^{f(\alpha_1 + \alpha_2)} - 1), \text{ Н}, \quad (5.7.19)$$

де  $\alpha_1$  і  $\alpha_2$  – кути обхвату стрічкою барабанів, град.

При наявності в приводі притискного ролика додаткова сила тертя створюється за рахунок сили  $P$  притискання стрічки до барабана.

При повному використанні сили тертя, між натягами стрічки в точках набігання та збігання та силою притискання ролика існує залежність

$$S_{нб} = S_{зб} e^{f\alpha_1} + P f e^{f\alpha_2}, \text{ Н}. \quad (5.7.20)$$

Виходячи із цього тягове зусилля дорівнює:

$$W_0 = S_{нб} - S_{зб} = S_{зб} (e^{f\alpha_1} - 1) + P \cdot f \cdot e^{f\alpha_2}, \text{ Н}. \quad (5.7.21)$$



Із рівняння видно, що використання притискного ролика збільшує тягове зусилля на величину  $P \cdot f \cdot e^{f \cdot \alpha_2}$ . Чим ближче розташований притискний ролик до точки збігання стрічки, тим більша величина  $W_0$ . В граничному випадку, при  $\alpha_1 = \alpha_2$  тягове зусилля буде максимальним:

$$W_0 = S_{30} (e^{f \cdot \alpha_1} - 1) + P f \cdot e^{f \cdot \alpha_1}, \text{ Н.} \quad (5.7.22)$$

При наявності двох притискних роликів із силами притискання  $P_1$  і  $P_2$ .

$$W_0 = S_{30} (e^{f \cdot \alpha_1} - 1) + P_1 f \cdot e^{f \cdot \alpha_2} + P_2 f \cdot e^{f \cdot \alpha_2}, \text{ Н,} \quad (5.7.23)$$

де  $\alpha_3$  – кут обхвату стрічкою другого притискного ролика, град.

### 5.7.2.2 Розрахунок ланцюгово-планчатих робочих органів

Ланцюгово-планчаті транспортери мають ланцюговий тяговий орган із прикріпленими до нього планками, які при русі тягового органу проштовхують вантаж по жолобу від місця завантаження до місця розвантаження. Ланцюгово-планчаті транспортери, які використовуються в вивантажувальних механізмах, як правило, дволанцюгові горизонтальні і похилі з верхнім розташуванням жолоба. Роботу кормовивантажувальних транспортерів можна порівняти з роботою транспортерів суцільного волочіння, тяговий орган яких повністю занурений в масу, яка транспортується. Тяговий ланцюг транспортера огинає приводні та натяжні зірочки. Зірочки завантажувального блоку повинні бути приводними, розвантажувального – натяжними.

Перевагами ланцюгово-планчатих транспортерів є простота конструкції, недоліками – значний опір, який виникає при русі вантажу валком, великі витрати енергії в порівнянні із стрічковими транспортерами; велике зношування жолоба планок і ланцюгів; защемлення часток корму та підскакування планок, що викликає подрібнення корму.

Розрахунок ланцюгово-планчатих кормовивантажувальних транспортерів ведеться за заданою продуктивністю – ваговою  $Q$  в кг/с або об'ємною  $V$  в м<sup>3</sup>/год – у відповідності із прийнятими параметрами (схемою і розмірами) машин, які проектується. Відповідність розрахункової продуктивності попередньо вибраним розмірам поперечного перерізу жолоба на швидкості руху тягового ланцюга перевіряють за рівнянням:

$$Q = V \leq b \cdot h \cdot V_n \cdot \rho_0 \cdot k_1 \cdot k_2, \text{ кг/год,} \quad (5.7.24)$$

де  $\rho_0$  – об'ємна маса корму, ущільненого при переміщенні в жолобі транспортера (додаток 25), кг/м<sup>3</sup>;

$b$  – ширина внутрішньої частини жолоба, м;

$h$  – корисна висота жолоба, м;

$V_n$  – швидкість руху тягового ланцюга, м/сек.;

$k_1$  – швидкісний коефіцієнт продуктивності ( $k_1 = 0,8 \dots 0,9$ );

$k_2$  – геометричний коефіцієнт продуктивності, який враховує втрати корисного об'єму жолоба при розміщенні в ньому скребкового тягового ланцюга ( $k_2 \approx 0,95$ );

Якщо при перевірці умови, які визначені рівнянням (5.7.24), не задовольняються, слід збільшити швидкість ланцюга або змінити поперечний переріз жолоба. Потужність двигуна, яка необхідна для приводу транспортера, буде:

$$N = \frac{K_3 \cdot W_0 \cdot V_n}{\eta}, \text{ Вт}, \quad (5.7.25)$$

де  $W_0$  – сумарний опір рухові скребкового ланцюга, Н.

$K_3$  – коефіцієнт запасу, який враховує додаткові опори рухові і скребкового ланцюга. ( $K_3 = 1,1 \dots 1,3$ );

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії приводу транспортера  $\eta = 0,7 \dots 0,75$ .

$$W_0 = W_x + W_b + W_3, \text{ Н},$$

де  $W_x$  – опір рухові холостої гілки ланцюга, Н;

$W_b$  – опір руху ланцюга робочої гілки та вантажу, який переміщується, Н;

$W_3$  – опір рухові ланцюга при огинанні приводної зірочки, Н.

Опір рухові холостої гілки ланцюга на горизонтальних і похилих ділянках прямолінійного шляху буде:

$$W_x = g_n L (f' \cos \alpha \pm \sin \alpha), \text{ Н}, \quad (5.7.26)$$

де  $L$  – довжина розрахункової ділянки транспортера, м;

$f'$  – коефіцієнт тертя ланцюга по жолобові ( $f' = 0,3 \dots 0,4$  - для металевих і  $f' = 0,5 \dots 0,7$  - для дерев'яних жолобів);

$\alpha$  – кут нахилу розрахункової ділянки до горизонталі, град.

Опір вантажу, який переміщується, та руху ланцюга на горизонтальних і похилих ділянках прямолінійного шляху робочої гілки:

$$W_e = (g_e + g_n) L \left[ f_l \cdot \cos \alpha \left( \frac{\varepsilon h}{b} + 1 \right) \pm \sin \alpha \right], \text{ Н}, \quad (5.7.27)$$

де  $g_e = \frac{Q}{V_n \cdot k_l}$  – навантаження на одиницю довжини ланцюга в Н/м;

$f_l$  – коефіцієнт тертя корму по жолобу,

$b$  – ширина внутрішньої частини жолоба, м;

$h$  – корисна висота жолоба, м;

$\varepsilon$  – коефіцієнт бокового тиску, який сприймається стінками жолобу при русі вантажу:

$$\varepsilon = \frac{\chi}{1 + \sin \varphi^l},$$

де  $\chi$  – динамічний коефіцієнт, який приймають  $1,0 \dots 1,5$ ;

$\varphi^l$  – кут внутрішнього тертя продукту.

У виразах (5.7.26) і (5.7.27)  $\sin \alpha$  приймають із знаком плюс при русі робочого органу вгору, а із знаком мінус – при русі вниз.

Опір рухові тягового скребкового ланцюга при огинанні приводної зірочки натяжного або відхиляючого ролика:

$$W_3 = \frac{\mu_1 \cdot d(S_{нб} + S_{зб} + G_3) + \mu_2 \cdot \delta(S_{нб} + S_{зб})}{D_{лк}} \pm g_{л} \cdot h_2, \text{ Н}, \quad (5.7.28)$$

де  $d$  – діаметр шийки вала зірочки, м;

$\mu_1$  – коефіцієнт опору підшипників і ущільнень ( $\mu_1 = 0,2$  – для підшипників ковзання і  $\mu_1 = 0,1$  – для підшипників кочення);

$S_{нб}$  і  $S_3$  – натяг відповідно набігаючої і збігаючої гілок ланцюга, Н;

$G_3$  – вага зірочки, Н;

$\delta$  – діаметр хвостовика ланцюгової ділянки в шарнірних з'єднаннях тягового ланцюга, м;

$h_2$  – проекція на вертикаль відстані між точкою набігання ланцюга на зірочку і точкою збігання його із зірочки, м;

$D_{лк}$  – діаметр початкового кола зірочки, м;

$\mu_2$  – коефіцієнт опору втулок шарнірних з'єднань ланцюга в мм ( $\mu_2 = 0,5$ ).

Поряд із визначенням необхідної продуктивності вивантажувального транспортера необхідно визначити оптимальну швидкість ланцюга транспортера. Швидкість ланцюга транспортера повинна, по-перше, забезпечити вивантаження кормів в годівниці без втрат, а по-друге – необхідну продуктивність. В зв'язку з тим, що характер руху продукту, який переміщується ланцюгово-планчатим транспортером, ідентичний характеру руху продукту, який транспортується стрічковим, для визначення оптимальної швидкості як стрічки, так і ланцюга можна використати теорію скидання матеріалу із вивантажувального барабана стрічкового транспортера.

### 5.7.2.3 Розрахунок ланцюгових робочих органів

Ланцюгові транспортери так, як і стрічкові транспортують корм вздовж загального фронту годівлі. Один замкнутий ланцюг може обслуговувати одночасно дві кормороздавальні лінії. Ланцюги можуть мати низькі або контурні скребки, або бути взагалі без скребків, а транспортувати корм своїми ланками. За принципом дії ці машини так, як і ланцюгово-планчаті, відносяться до конвеєрів суцільного волочіння.

Ланцюговий тяговий орган зазвичай занурений в насипний корм, який заповнює робочий переріз короба. Короби ланцюгових транспортерів можуть бути закритими у вигляді труб, через отвори яких корм просипається в жолобчасті годівниці, або відкриті жолоби – годівниці.

Привод ланцюгового кормороздавального пристрою повинен забезпечувати його пуск при завантаженому кормом коробові. Для цього використовують електродвигун з підвищеним пусковим моментом. Привод ведучого вала від електродвигуна здійснюється через редуктор та ланцюгову або клинопасову передачу.

Натяжні пристрої транспортерів – зазвичай гвинтового типу.

Ланцюгові транспортери застосовуються для роздавання сухих кормів на птахофабриках. Довжина їх буває до 500м, а швидкість ланцюга – 0,2...0,6 м/с.

Застосування ланцюгових транспортерів для роздавання вологих мішанок недоцільно, так як ланцюги важко піддаються чищенню, відбувається закисання корму та порушення зоотехнічних вимог.

Перевагою ланцюгових роздавальних пристроїв є їх мала енергоємність, висока експлуатаційна надійність, простота конструкції, можливість забезпечувати великий фронт годівлі, працювати за заданою програмою.

Для надійної роботи ланцюгових транспортерів при тривалій експлуатації необхідно виконувати наступні умови:

а) деталі ланцюга повинні зазнавати термічної та термохімічної обробки для їх зміцнення; валики і втулки повинні бути посадженими в пластини із гарантованим натягом;

б) внутрішня поверхня короба повинна бути гладкою без виступів та вм'ятин;

в) в приводі транспортера необхідно мати запобіжний пристрій для захисту редуктора та ланцюга від поломок при перевантаженнях;

г) при монтажі необхідно забезпечити прямолінійність повздовжніх осей коробів.

Основні параметри кормороздавальних пристроїв з деяким наближенням можна визначати за методикою розрахунку конвеєрів із зануреними скребками:

$$Q = B \cdot h \cdot V_n \cdot \rho \cdot K, \text{ кг/с}, \quad (5.7.29)$$

де  $B$  – ширина короба в м;

$h$  – висота слою корму в м;

$V_n$  – швидкість скребкового ланцюга в м/сек.;

$\rho$  – насипна маса корму (додаток 25), кг/м<sup>3</sup>;

$K$  – коефіцієнт продуктивності.

$$K = \psi \cdot k_y \cdot k_1 \cdot k_2 \cdot k_3,$$

де  $\psi$  – коефіцієнт заповнення короба (при закритому коробі  $\psi = 0,9$ , при відкритому коробі (годівниця) - не більше 0,5);

$k_y$  – коефіцієнт, який враховує ущільнення корму в коробі (для зерна  $k_y = 1,08$ , для мучних продуктів  $k_y = 1,13$ );

$k_1$  – швидкісний коефіцієнт, який враховує відставання верхніх і бокових шарів вантажу від ланцюга ( $k_1 = 0,9 \dots 0,95$ );

$k_2$  – коефіцієнт, який враховує об'єм, що займає скребковий ланцюг (попередньо приймають  $k_2 = 0,97$ );

$k_3$  – коефіцієнт, який враховує кут підйому транспортера  $\alpha$ ,  $k_3 = 1 - (0,01 \dots 0,02) \cdot \alpha$ .

Максимальний кут підйому транспортера із зануреними низькими скребками не повинен перевищувати 15°. Швидкість скребкового ланцюга рекомендують приймати 0,25...0,40 м/с.

В кормороздавальних пристроях уся довжина ланцюга є несучою (робочою), так як вона замикається через обвідні ролики в горизонтальній площині.

Опір на приводній зірочці можна визначити з виразу:

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4 + W_5, \text{ Н}, \quad (5.7.30)$$

де  $W_1$  – опір тертю корму по днищу короба, Н;

$W_2$  – опір тертю корму по боковим стінкам коробу, Н;

$W_3$  – опір підйому корму, Н;

$W_4$  – опір переміщенню ланцюга, Н;

$W_5$  – опір натяжної зірочки, Н.

Опір тертю корму по днищу короба:

$$W_1 = B \cdot h \cdot L \cdot \rho \cdot g \cdot f_1 \cdot \cos \alpha, \text{ Н}, \quad (5.7.31)$$

де  $L$  – довжина переміщення корму, м;

$f_1$  – коефіцієнт тертя руху корму по коробу;

$g$  – прискорення сили тяжіння, м/с<sup>2</sup>

$\alpha$  – кут підйому транспортера, град.

Опір тертю корму по бокових стінках короба

$$W_2 = \rho \cdot g \cdot h^2 \cdot \varepsilon \cdot L \cdot f_1 \cdot \cos \alpha, \text{ Н}. \quad (5.7.32)$$

де  $\varepsilon$  – коефіцієнт бокового тиску.

Опір підйому продукту

$$W_3 = B \cdot h \cdot L \cdot \rho \cdot g \cdot \sin \alpha, \text{ Н}. \quad (5.7.33)$$

Опір переміщенню ланцюга:

$$W_4 = 2g_n \cdot L_1 \cdot \omega_n \cdot \cos \alpha, \text{ Н}, \quad (5.7.34)$$

де  $g_n$  – вага одиниці довжини ланцюга із скребками, Н/м;

$L_1$  – відстань між осями зірочок, м;

$\omega_n$  – коефіцієнт опору руху ланцюга по направляючим (в середньому приймають: для роликів ланцюга  $\omega_n = 0,25 \dots 0,3$ , для безроликового  $\omega_n = 0,35 \dots 0,4$ ).

Опір натяжної зірочки при переміщенні продукту в напрямку від натяжної до приводної станції визначають за виразом:

$$W_5 \approx 0,25 \cdot W_4, \text{ Н}, \quad (5.7.35)$$

а при переміщенню продукту в напрямку від приводної до натяжної станції:

$$W_5 \approx 0,1(W_1 + W_2 + W_3 + 0,5W_4 + g_n \cdot L \cdot \sin \alpha), \text{ Н}. \quad (5.7.36)$$

Необхідна потужність двигуна:

$$N_{\text{дв}} = \frac{K'_1 \cdot W \cdot V_n}{\eta}, \text{ Вт}, \quad (5.7.37)$$

де  $K'_1$  – коефіцієнт, який враховує втрати на приводній зірочці ( $K'_1=1,1$ );

$\eta$  – К.К.Д. передаточного механізму.

#### 5.7.2.4 Розрахунок скребоквих робочих органів

Скребокві транспортери з відкритими жолобами широко використовуються на тваринницьких фермах як в нашій країні, так і за рубежом для роздавання сухих кормів, вологих мішанок, жому, грубих кормів та силосу.

Корм переміщується жолобом завдяки підштовхуванню скребками, прикріпленими через певний проміжок до нескінченного тягового ланцюга. Ланцюг на кінцях транспортера огинає натяжну та провідну зірочки, які знаходяться в вертикальному або горизонтальному положенні. Корм засипається в приймальний ківш за допомогою живильників або передається із мобільних кормороздавачів і розноситься по всій довжині фронту годівлі.

Скребковий тяговий орган може бути встановлено безпосередньо в годівниці або в жолобі над годівницею, то корм, що транспортується, провалюється через отвори в жолобі і почергово завантажує годівниці по всій довжині.

По взаємному розташуванню жолоба, ланцюга і скребків розрізняють транспортери:

- а) з нижньою робочою гілкою;
- б) з верхньою робочою гілкою;
- в) з обома робочими гілками, які переміщують корм по дерев'яному чи металевому жолобі в різні сторони або почергово працюючі при реверсивному вмиканні.

Довжина шляху переміщення кормів досягає 100м.

Достоїнством скребкових транспортерів є простота вивантаження сипучого корму в проміжних точках. Через отвори в днищі жолоба, можливість використання обох гілок для переміщення продукту. До недоліків цих транспортерів слід віднести великий опір від тертя ковзання продукту по стінках жолобу: можливість деякого подрібнення часток при транспортуванні.

Привод скребкових транспортерів зазвичай здійснюється від електродвигуна через редуктор і ланцюгову або клинопасову передачі.

Продуктивність скребкових транспортерів для переміщення кормів можна визначити за наступною формулою:

$$Q = V_1 \cdot V_n \cdot \rho \cdot \frac{l}{e}, \text{ кг/с,} \quad (5.7.38)$$

де  $V_1$  – об'єм корму, який переміщується одним скребком, в  $\text{м}^3$ ;

$V_n$  – швидкість руху ланцюга в м/сек. ( $V_n = 0,25 - 0,5 \text{ м/с.}$ );

$\rho$  – насипна маса корму,  $\text{кг/м}^3$ ;

$e$  – крок або відстань між скребками (приймають в межах (4.1...8)  $\cdot h_c$  – висоти скребка), м.

При роботі скребкового транспортера кожний скребок штовхає перед собою якийсь об'єм  $V_1$  продукту, повздовжній переріз якого зображено на рисунку 5.7.2.

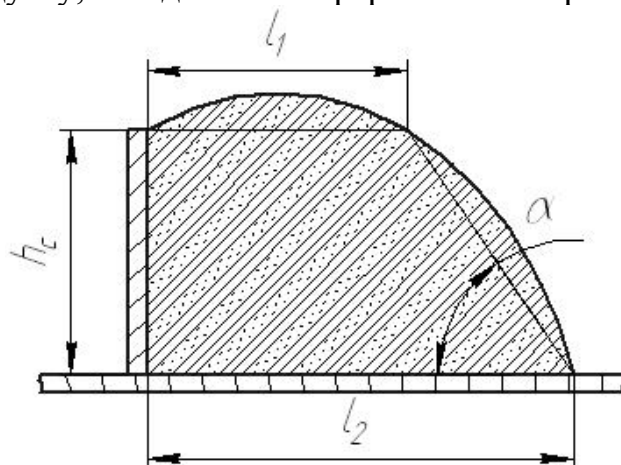


Рисунок 5.7.2 – Переріз корму, який штовхається скребками

$$V_1 = \frac{l_1 + l_2}{2} \cdot h_c \cdot b_c, \text{ м}^3, \quad (5.7.39)$$

де  $h_c$  – висота скребка, м;

$b_c$  – ширина скребка ( $b_c = (2...5)h_c$ ), м.

Величину  $V_1$  визначають в залежності від  $l$ ,  $h_c$  і кута  $\alpha$ ,  $\alpha = (0,7...0,8) \cdot \varphi^I$ , кута природного схилу корму.

Необхідна потужність електродвигуна:

$$N_{\text{дв}} = 1,1 \left( \frac{g_n \cdot L_m \cdot v_l \cdot f_1}{102} \pm \frac{g_n \cdot H \cdot v_l}{102} + \frac{2g_0 \cdot L_m \cdot \omega_l \cdot v_l}{102} \right) \cdot \frac{1}{\eta}, \text{ Вт}, \quad (5.7.40)$$

де  $g_n$  – навантаження корму на 1м довжини транспортера, ( $g_n = \frac{Q \cdot g}{V_n}$ ), Н;

$L_m$  – довжина транспортера, м;

$v_l$  – швидкість ланцюга, м/сек.;

$f_1$  – коефіцієнт тертя корму по металевому жолобу;

$H$  – висота підйому корму, м;

$g_0$  – вага 1м довжини ланцюга із скребками, Н;

$\omega_l$  – коефіцієнт опору частин транспортера, які рухаються (для безроликів ланцюгів  $\omega_l = 0,15 - 0,2$ ; для роликів -  $\omega_l = 0,1 - 0,12$ );

$\eta$  – ККД передачі.

Перший член формули – це потужність, яка потрібна для переміщення корму по довжині транспортера, другий – потужність, що витрачається на переміщення корму по вертикалі; третій – потужність на холостий хід транспортера.

При визначенні продуктивності скребкових транспортерів, які живляться від пересувних кормороздавачів, необхідно враховувати, що ця продуктивність повинна дорівнювати або бути більшою за продуктивність живильника. Необхідно також враховувати, що по довжині кожного кормового місця повинна знаходитися така кількість корму, яка відповідає разовій нормі видачі його тварині.

В ряді випадків на кожному кормовому місці необхідно мати таку кількість корму, яка не може бути поданою скребком (грубі корма, силос, зелена маса). При цьому висота корму, що транспортується, значно перевищує висоту скребків, тяговий орган працює як транспортер із зануреними скребками і його слід розраховувати за раніше приведеними формулами. На взаємодію занурених скребків із насипним кормом в значній мірі впливають висота і розташування скребків на ланцюгу транспортера.

На тваринницьких фермах використовуються горизонтальні транспортери колового руху із консольними скребками, які складаються із приводної і натяжної станцій, тягового органу із скребками та жолобів. Такі транспортери можуть транспортувати сухі (концентровані) та вологі корми, проте вони мають суттєві недоліки (недостатню механічну міцність скребків, підняття скребків при переміщенні вантажу, заклинювання скребків у жолобі).

Для визначення продуктивності таких транспортерів доцільно користуватися формулою, яка в достатній мірі відображає характер порційного переміщення матеріалу:

$$Q = \frac{V_1}{l} V_n \cdot \rho \cdot C, \text{ кг/с}, \quad (5.7.41)$$

де  $C$  – коефіцієнт, який враховує величину зазору між скребком і кожухом та фізико-механічні властивості корму

$l$  – крок скребоків, м.

Усі складові формули визначити легко, окрім об'єму корма, який переміщується одним скребком і можна виразити так:

$$V_1 = F' \cdot b_c, \text{ м}^3,$$

де  $F'$  – площа повздовжнього перерізу корму перед скребком,  $\text{м}^2$ ;

$b_c$  – ширина скребка, м.

Дослідженнями встановлено, що при транспортуванні легко сипучого продукту площу його повздовжнього перерізу перед скребком, можна представити двома площинами  $F_1'$  і  $F_2'$ , перша із яких обмежена зверху кривою виду  $y = a_1 x^2 + B_1 x + B_0$ , а друга – прямою  $y = -kx + h_c + m \cdot k \cdot h_c$ .

Після деяких перетворень одержимо:

$$F' = \left( 0,37m^2 + m + \frac{1}{2k} \right) h_c^2 - 0,004m^3 \cdot h_c^3, \quad (5.7.42)$$

де  $m$  – коефіцієнт пропорціональності;

$h_c$  – висота скребка, м;

$k$  – коефіцієнт, значення якого близьке до значення тангенса кута природного схилу корму, який транспортується.

Якщо позначити  $0,37m^2 + m + \frac{1}{2k}$  через  $A$ , а  $0,004 \cdot m$  через  $M$ , то:

$$F' = h_c^2 (A - M \cdot h_c), \text{ м}^2. \quad (5.7.43)$$

Аналіз впливу коефіцієнтів на площу повздовжнього перерізу корму показав, що вплив коефіцієнта  $M$  незначний і можна прийняти:

$$F' = h_c^2 \cdot A, \text{ м}^2 \quad (5.44)$$

Тоді об'єм легкосипучого корму перед скребком буде:

$$V_1 = h_c^2 \cdot A \cdot b_c, \text{ м}^3. \quad (5.7.45)$$

Із цього виразу видно, що висота скребка має значно більший вплив на об'єм корму, який транспортується одним скребком, ніж ширина.

Оптимальне відношення  $\frac{h_c}{b_c}$  можна виразити рівнянням:

$$\frac{h_c}{b_c} = \frac{k \cdot (0,74 \cdot k \cdot m^2 + 2k \cdot m + 1)}{\pi \cdot C^3}. \quad (5.7.46)$$



Як видно із формули (5.7.41), продуктивність транспортера залежить від кроку скребків  $l$ , який обумовлюється величиною призми волочіння і визначається із виразу:

$$l_{min} = h_c m + \frac{h_c}{k}, \text{ м.} \quad (5.7.47)$$

Дослід застосування транспортерів, які розглядаються, підтверджує, що крок скребків слід приймати  $l = (4.1...8) \cdot h_c$ . В процесі роботи на скребок горизонтального транспортера діють такі сили: опір корму, який переміщується, вага скребка, вага тягового органу та сила тертя скребка по дну жолоба.

Дослідження показали, що поворот скребка в поперечно-вертикальній площині відносно осі, яка проходить через його нижній внутрішній край паралельно гілки тягового органу, виявляє великий вплив на величину сил опору та транспортуючу здатність. Підвищенню стійкості скребка в цій площині сприяє:

- збільшення плеча дії ваги тягового органу, перенос центру ваги скребка в сторону зовнішньої стінки жолоба;
- зменшення плеча прикладення приведеної вертикально діючої сили;
- кута установки скребка до опірної поверхні та кута тертя продукту по площині скребка.

Поворот скребка відносно його горизонтальної осі симетрії і при розташуванні тягового органу над скребком викликає збільшення реакції дна жолоба та шарнірів тягового ланцюга. Для зменшення цих реакцій доцільно здійснювати кріплення тягового органу до скребка нижче осі симетрії.

Досліди показали, що для транспортування концентрованих кормів доцільно застосовувати скребки із відношенням  $\frac{h_c}{b_c} = \frac{1}{3}$ , а для сипучих продуктів

(проса гороху тощо) – із відношенням  $\frac{h_c}{b_c} = \frac{1}{1,65}$ .

Збільшення відношення  $\frac{h_c}{b_c}$  призводить до зростання опору руху, який із збільшенням висоти скребків в 3 рази зростає при транспортуванні сухих кормів на 32...34%, зеленої маси - на 80%.

Великий вплив на величину коефіцієнта опору виявляє заклинювання продукту між краями скребка та стінками жолоба, а також тертя його по боковині жолоба.

Зазор між стінкою жолоба та скребком слід встановлювати 10...15мм, так як менші зазори сприяють заклинюванню скребків в жолобі, а більші супроводжуються безкорисним пересипанням корму і сприяють зростанню сил, які повертають скребок в поперечно-вертикальній площині.

Переміщення корму по жолобу супроводжується тиском його на бокову стінку, величина якого коливається в межах 15...45 Н/м<sup>2</sup>.

Швидкість руху тягового органу бажано прийняти 0,25...0,3 м/сек., так як подальше підвищення швидкості призводить до зниження транспортуючої здібності скребків, зростання витрат енергії та створення лишнього шуму в приміщенні.

Крок скребків приймають рівним  $(4.1...8) \cdot h_c$ ; кут установки скребка до дна жолобу з відхиленням від перпендикуляру до повздовжньої осі транспортера – не більше  $60^\circ$ .

Висота бокової стінки жолоба транспортера повинна перевищувати висоту скребка не менше ніж в 2 рази.

### 5.7.2.5 Розрахунок шнекових робочих органів

Для переміщення кормів в горизонтальному та похилому напрямках з наступною передачею в годівниці використовуються шнекові робочі органи. Шнек як робочий орган, що переміщує корм вздовж фронту годівлі, може знаходитися в циліндричному жолобі з вихідними отворами або знаходитися між твердими стінками і переміщувати корм безпосередньо по годівниці. Норма видачі корму при розміщенні шнека в циліндричному жолобі може регулюватися зміною положення вихідних отворів, їх перекриттям, або за допомогою об'ємних дозаторів; а при розміщенні шнека між твердими стінками – зміною відстані над годівницею. Такі пристрої застосовуються для роздавання будь-яких кормів у подрібненому вигляді на фермах великої рогатої худоби та сухих сипучих і гранульованих кормів на свинофермах.

Шнеки, які застосовуються для вивантаження корму в пересувних кормороздавачах, мають діаметр 100 – 400мм і довжину до 4м. Для здійснення одночасної видачі корму на обидві сторони в паралельно встановлені годівниці використовуються шнеки із центральним завантаженням. Гвинт таких шнеків має праву та ліву навивки. До переваг шнекових робочих органів слід віднести простоту конструкції та наявність герметичного кожуху, який виключає втрати корму, до недоліків – великі питомі витрати енергії на одиницю продукту, який транспортується (на 50-100% більші, ніж у транспортерів других типів, внаслідок підвищеного тертя продукту по стінках жолоба та поверхні гвинта, опору матеріалу, який переміщується).

Шнек може бути правого і лівого обертання. При правому напрямі витка та обертанні валу за годинниковою стрілкою корм переміщується з права наліво, при обертанні проти годинникової стрілки продукт переміщується зліва направо. При лівому напрямі витка та обертанні вала проти годинникової стрілки продукт переміщується зліва направо; при обертанні за годинниковою стрілкою продукт переміщується з права наліво.

Конструктивні оформлення шнекових кормовивантажувальних пристроїв можуть бути досить таки різним, вони можуть мати горизонтальне, похиле та вертикальне розташування шнеків.

Вивантажувальний механізм ряду кормороздавачів має поворотні шнеки, а також може мати декілька взаємно пов'язаних шнеків, наприклад, вертикальний і поворотний із змінним кутом нахилу. Вивантажувальні пристрої останнього типу застосовуються в кормозавантажувачах, які піднімають корм на висоту до 6м.

Продуктивність гвинтового тихохідного транспортера виражається наступною формулою:

$$Q = F_0 \cdot V_n \cdot \rho, \text{ кг/с.}; \quad (5.7.48)$$

де  $F_0$  – площа поперечного перерізу шару матеріалу в шнеку,  $\text{м}^2$ ;

$$F_0 = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} \cdot \psi \cdot c, \text{ м}^2,$$

$D$  – діаметр шнека, м;

$d$  – діаметр вала шнека, м;

$\psi$  – коефіцієнт заповнення жолоба;

$c$  – коефіцієнт, що враховує зменшення площі поперечного перерізу шару вантажу, що транспортується, унаслідок нахилу транспортера;

$V_n$  – швидкість переміщення вантажу, м/с;

$$V_n = S \cdot n, \text{ м/с};$$

$S$  – крок шнека, м;

$n$  – частота обертання шнека,  $\text{с}^{-1}$ ;

$\rho$  – об'ємна маса вантажу (додаток 25),  $\text{кг/м}^3$ .

Після підстановки значень  $F_0$  і  $v_n$  одержимо

$$Q = 0,9 \cdot \pi(D^2 - d^2) \cdot \psi \cdot S \cdot n \cdot \rho \cdot c, \text{ кг/с}, \quad (5.7.49)$$

або 
$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2) \cdot \psi \cdot S \cdot n \cdot \rho \cdot c, \text{ кг/с}. \quad (5.7.50)$$

Таблиця 5.7.1 – Значення коефіцієнта  $c$  для тихохідних гвинтових транспортерів.

Кут нахилу транспортера до обрію, град.	$\beta$	0	5	10	15	20
Значення коефіцієнта	$c$	1	0,9	0,8	0,7	0,65

Значення коефіцієнта  $\psi$  приймають у залежності від виду вантажу, що транспортується: для зерна  $\psi = 0,25 - 0,48$ , для картоплі і буряка  $\psi = 0,3 - 0,4$ ; для пшениці з половою (у комбайнах)  $\psi = 0,2 - 0,3$ . Великі значення – для транспортерів без проміжних опор вала шнека, а із проміжними опорами – менші.

Частоту обертання шнека при заданій продуктивності транспортера можна визначити з рівняння (5.7.49):

$$n = \frac{4Q}{\pi \cdot (D^2 - d^2) \cdot \psi \cdot S \cdot \rho \cdot c}, \text{ с}^{-1}. \quad (5.7.51)$$

Визначимо потужність двигуна для привода гвинтового тихохідного транспортера (рисунок 5.7.3).

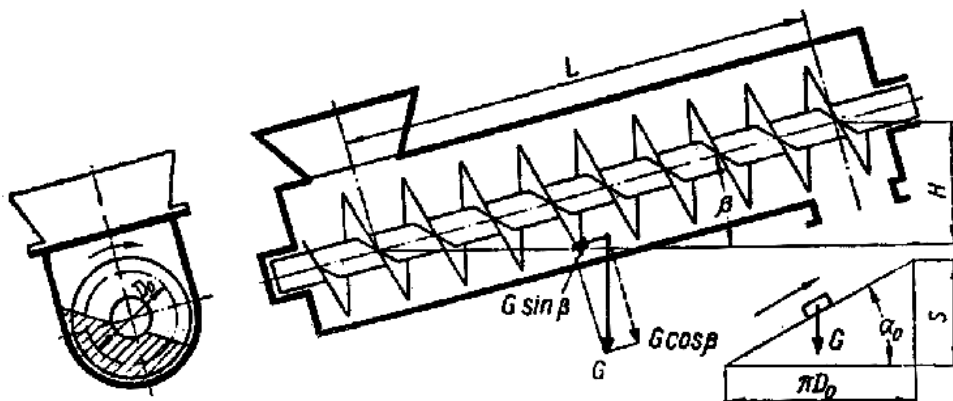


Рисунок 5.7.3 – Розрахункова схема транспортера

Потужність витрачається:

- 1) на підйом вантажу (у випадку похилого транспортера);
- 2) на подолання тертя вантажу об внутрішню поверхню жолоба;
- 3) на подолання тертя вантажу об гвинтову поверхню шнека;
- 4) на перемішування і дроблення вантажу;
- 5) на подолання тертя в підшипниках вала шнека;
- 6) на подолання тертя в передавальному механізмі.

Потужність на підйом вантажу і подолання тертя об дотичні з ним поверхні визначають виходячи з теорії руху тіла по похилій площині:

$$N_1 = V_0 \cdot G \cdot (\sin \beta + f_2 \cos \beta) \cdot \operatorname{tg}(\alpha_0 + \varphi_1), \text{ Вт}, \quad (5.7.52)$$

де  $V_0$  – швидкість шнека по колу, що проходить через центр тиску вантажу, м/сек;

$G$  – вага вантажу, що знаходиться в жолобі, Н;

$\beta$  – кут нахилу транспортера, град;

$f_2$  – коефіцієнт тертя вантажу по внутрішній поверхні жолоба;

$\alpha_0$  – кут підйому гвинтової поверхні шнека по колу, яке проходить через центр тиску вантажу на шнек;

$\varphi_1$  – кут тертя вантажу об гвинтову поверхню шнека, град.

Компоненти, що входять у рівняння (5.7.51), визначаються в такий спосіб:

$$V_0 = \pi \cdot D_0 \cdot n, \text{ м/сек.}, \quad (5.7.53)$$

де  $D_0$  – діаметр окружності, що проходить через центр тиску вантажу на гвинтову поверхню шнека, м.

$$D_0 = (0,7 \dots 0,8) \cdot D, \text{ м}, \quad (5.7.54)$$

де  $D$  – діаметр шнека, м.

$$G = q_e L = \frac{Q \cdot L \cdot g}{V_n}, \text{ Н}, \quad (5.7.55)$$

де  $Q$  – продуктивність транспортера, кг/с;

$q_e$  – погонна вага вантажу, Н/м;

$V_n$  – швидкість подовжнього переміщення вантажу, м/с;

$L$  – довжина транспортування вантажу, м;

$g$  – прискорення сили тяжіння, м/с<sup>2</sup>.

$$\operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{S}{\pi \cdot D_0}, \quad (5.7.56)$$

де  $S$  – крок шнека, м.

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = f_1, \quad (5.7.57)$$

де  $f_1$  – коефіцієнт тертя вантажу об гвинтову поверхню шнека.

Потужність на валу шнека визначається так:

$$N_0 = \frac{N_1 \cdot k_0}{\eta_n}, \text{ Вт}, \quad (5.7.58)$$

де  $k_0$  – коефіцієнт, що враховує перемішування і дроблення вантажу (для дрібнозернистих вантажів  $k_0 = 1,15-1,20$ , для пилоподібних і борошнистих  $k_0 = 1,2-1,3$ );

$\eta_n$  – К.К.Д. підшипників вала шнека, для одного підшипника  $\eta'_n = 0,97 - 0,99$  (великі значення для підшипників кочення, менші – для підшипників ковзання).

### 5.7.2.6 Розрахунок спірально-гвинтових транспортерів

Для транспортування сухих кормів в деяких господарствах використовуються спірально-гвинтові транспортери (гнучкі шнеки), які представляють собою гвинтову пружину, яка обертається і розміщена в циліндричному кожусі. Для виходу корма в годівниці кожух має випускні отвори. Такий спосіб роздавання кормів поширений на птахо- та свинофермах зарубіжжя.

Спірально-гвинтові транспортери можуть бути дво і однопружинні.

Двохпружинні спірально-гвинтові транспортери застосовуються для транспортування зерна, молотих кормів, а також рідини.

В круглому кожусі знаходяться дві пружини, вставлені одна в другу, які обертаються в різних напрямках. Внутрішня пружина запобігає забиванню зовнішньої матеріалом, який транспортується. Для збільшення продуктивності транспортера і зменшення тертя між зовнішньою та внутрішньою пружинами вони мають протилежні навивки. Сипучий або рідкий матеріал рухається рівномірним шаром по всьому внутрішньому перерізі кожуха. Переміщенню матеріалу по кожусі сприяє і потік повітря, який виникає при обертанні внутрішньої пружини, яка робить 2800 об/хв.

Так як в спірально-гвинтовому транспортері переміщенню матеріалу сприяють механічні та пневматичні сили, то зазори між пружинами і кожухом можуть бути дуже великими. Із збільшенням зазорів підвищується пропускна спроможність транспортера.

Однопружинний спірально-гвинтовий транспортер застосовується для транспортування сухих зернових та порошкових матеріалів. Продукт, який попадає між витками спіральної пружини, під дією сили реакції з боку внутрішньої поверхні кожуха переміщується в осьовому напрямку.

В Англії були застосовані транспортери з пружинами, які мали витки квадратного перерізу. Осьове навантаження в цих транспортерах приймається тросом діаметром 3,2мм, який знаходиться всередині пружини і з'єднує її кінці. Діаметр гнучкого металевго рукава дорівнює 89мм, частота обертання пружини – 1000 об/хв.

Спірально-гвинтові транспортери мають ряд переваг:

а) швидкість обертання пружини значно вище швидкості обертання робочого органу шнека, що дозволяє, не знижуючи продуктивності, зменшити діаметр рукава транспортера та зробити його більш компактним;

б) простота конструкції, так як відсутні які-небудь передаточні механізми від двигуна до робочого органу;

в) продукт може транспортуватися по просторовій кривій при різному згині рукава транспортера;

г) еластичність гвинтової пружини значно знижує ударні навантаження продукту, який транспортується, та зменшує його подрібнення.

Продуктивність спірального-гвинтового транспортера виражається наступною формулою:

$$Q = \frac{V \cdot V_0}{S}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (5.7.59)$$

де  $V$  – об'єм продукту, який транспортується,  $\text{м}^3$ ;

$V_0$  – осьова швидкість руху часток,  $\text{м}/\text{сек.}$ ;

$S$  – крок пружини,  $\text{м}$ .

$$V = 2\pi \cdot R_e^2 \cdot S \cdot (1 - \sqrt{1 - \psi}) \cdot \ln \operatorname{ctg} \frac{\alpha + \varphi}{2}, \text{ м}^3,$$

де  $R_e$  – радіус витка пружини,  $\text{м}$ ;

$\psi$  – коефіцієнт заповнення;

$\alpha$  – кут підйому направляючої гвинтової лінії,  $\text{град}$ ;

$\varphi$  – кут тертя продукту по гвинтовій поверхні пружини,  $\text{град}$ .

Дослідженнями встановлено, що продуктивність спірального-гвинтового транспортера із збільшенням частоти обертання пружини зростає пропорційно швидкості. Найбільш економічними частотами обертання пружини діаметром 50 - 100мм є 12,5 - 20,0об/с. (750 - 1200об/хв.).

Продуктивність спірального-гвинтового транспортера, за даними інженера П.А. Преображенського, буде:

$$Q = k_n \cdot F_0 \cdot V_c \cdot \rho_0, \text{ кг}/\text{с}. \quad (5.7.60)$$

де  $k_n$  – коефіцієнт продуктивності;

$F_0$  – робоча площа поперечного перерізу кожуха,  $\text{м}^2$ ;

$V_c$  – середня осьова швидкість матеріалу,  $\text{м}/\text{с}$ ;

$\rho_0$  – об'ємна (насипна) маса матеріалу (додаток 25),  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Проведені дослідження спіральних-гвинтових транспортерів при транспортуванні сипучих матеріалів; дозволили зробити наступні рекомендації:

Зовнішній діаметр пружини  $d = (0,75 \dots 0,90) \cdot D_p$  м (де  $D_p$  – робочий діаметр кожуха, м)

Діаметр проволочки пружини  $\delta = (0,15 \dots 0,20) \cdot D_p$  м

Крок гвинтової лінії пружини  $S = (0,75 \dots 1,4) \cdot D_p$  м

$$\alpha = \operatorname{arctg} \frac{S}{\pi \cdot d_{\text{cep}}} = 15 \dots 30^\circ$$

Кут підйому гвинтової лінії осі проволочки пружини (де  $d_{\text{cep}} = d - \delta$  – середній діаметр пружини, м)

Проведені експерименти показали, що матеріал переміщується потоком, діаметр якого дорівнює зовнішньому діаметру пружини, таким чином,

$$k_n = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{4}{\pi \cdot D_p^2} = \frac{d^2}{D_p^2};$$

$$F_0 = \frac{\pi \cdot D_p^2}{4} - \frac{\pi \cdot \delta^2}{4 \cdot \sin \alpha} = \frac{\pi}{4} \left( D_p^2 - \frac{\delta^2}{\sin \alpha} \right), \text{ М}^2; \quad (5.7.61)$$

$$V_c = \omega \cdot R_p \frac{\sin \alpha_p \cdot \sin \beta_{cep}}{\sin(\alpha_p + \beta_{cep})}, \text{ М/с},$$

де  $\omega$  – кутова швидкість пружини,  $\text{с}^{-1}$ ;

$R_p$  – радіус гнучкого кожуха,  $R_p = \frac{D_p}{2}$  м;

$\alpha_p$  – розрахунковий (робочий) кут підйому гвинтової лінії осі проволочи пружини по кожухові діаметром  $D_p$ ,  $\alpha_p = \arctg \frac{S}{\pi \cdot D_p}$ , град;

$$\beta_{cep} = 90^\circ - (\alpha_p + \varphi).$$

Підставляючи отримані значення величин у вираз (5.7.37), отримаємо формулу продуктивності, в такому вигляді:

$$Q = \frac{\omega \cdot \pi \cdot d^2}{D_p} \left( D_p^2 - \frac{\delta^2}{\sin \alpha} \right) \cdot \frac{\sin \alpha_p \cdot \sin \alpha_p \cdot \sin \beta_p}{\sin(\alpha_p + \beta_p)} \cdot \rho_0, \text{ кг/с}. \quad (5.7.62)$$

Для практичного використання може бути рекомендована трохи спрощена формула:

$$Q = \frac{n_e \cdot d^2}{D_p} \left( D_p^2 - \frac{\delta^2}{\sin \alpha} \right) \cdot \frac{\sin \alpha_p \cdot \cos(\alpha_p + \beta_{cep})}{\cos \alpha_p} \cdot \rho_0, \text{ кг/с}. \quad (5.7.63)$$

де  $n_e$  – частота обертання спірального-гвинтового робочого органу,  $\text{с}^{-1}$ .

Потужність, що споживається спіральним-гвинтовим транспортером:

$$N_{max} = Q \cdot g \cdot \omega_0 (H + L_{nep}), \text{ Вт}, \quad (5.7.64)$$

де  $Q$  – продуктивність шнека в кг/с;

$H$  – висота підйому матеріалу, який транспортується, м;

$L_{nep}$  – довжина транспортера, м;

$\omega_0$  – коефіцієнт опору переміщенню матеріалу в спіральном-гвинтовому транспортері ( $\omega_0 = 1,0 - 2,0$ ).

Необхідна потужність двигуна:

$$N_{дв} = K_n \frac{N_{max}}{\eta_{nep}}, \text{ Вт}, \quad (5.7.65)$$

де  $\eta_{nep}$  – ККД передачі;

$K_n$  – коефіцієнт можливих перевантажень ( $K_n = 1,3 - 1,5$ ).

Мінімально допустимий радіус згину транспортера, з точки зору його зношення, міцності матеріалу пружини та потрібної потужності  $R_{min} = (20...25) \cdot D_p$ , і довжина забірної частини – 4 - 6 витків.

При транспортуванні продукту по горизонтальному, похилому і вертикальному напрямкам продуктивність такого транспортера змінюється незначно (в межах 10 - 12%).

Основними недоліками спірально-гвинтових транспортерів слід рахувати низьку експлуатаційну надійність і технологічну складність виконання пружини великої довжини з однаковими механічними властивостями.

### 5.7.2.7 Розрахунок пристроїв для транспортування кормів по трубах

В великих свиновідгодівельних господарствах для роздачі рідких та напіврідких кормів використовується трубопровідний транспорт. Транспортування кормів в цьому випадку, частіше за все, відбувається по трубах за допомогою стиснутого повітря. На цьому ж принципі ґрунтується робота сучасних кормових автоматів.

В комплект такої лінії роздавання кормів зазвичай входять компресорна станція, продувні котли, кормопровід та пульт керування.

Визначаємо необхідну продуктивність лінії:

$$Q = 60 \cdot \frac{m \cdot g}{T}, \text{ кг/с,} \quad (5.7.66)$$

де  $m$  – кількість тварин, яких повинна обслуговувати лінія, гол;  
 $g$  – норма разової дачі корму на одну тварину (додатки 9...15), кг/гол;  
 $T$  – тривалість разової дачі, хв.

Визначаємо продуктивність пневматичної установки:

$$Q_n = K_z \cdot \frac{Q}{\rho_n \cdot \mu}, \text{ м}^3/\text{с,} \quad (5.7.67)$$

де  $K_z$  – коефіцієнт запасу продуктивності пневматичної установки, який враховує витік повітря в лінії;

$\rho_n$  – щільність повітря, кг/м<sup>3</sup>;

$\mu$  – масова концентрація суміші, кг/кг.

Швидкість повітря в трубопроводі:

$$V_n = \beta \cdot V_{sum} \text{ м/с,} \quad (5.7.68)$$

де  $\beta$  – дослідний коефіцієнт, який залежить від складності пневмолінії, виду матеріалу, що транспортується, коефіцієнта масової концентрації суміші в трубопроводі;

$V_{sum}$  – швидкість повітря, при якій частки матеріалу витають в його потоці. м/с.

Швидкість переміщення корму в трубопроводі можна визначити із виразу:

$$V = K_k \cdot V_n, \text{ м/с,} \quad (5.7.69)$$

де  $K_k$  – коефіцієнт ковзання.



Площа поперечного перерізу трубопроводу:

$$F = F_k + F_n, \text{ м}^2. \quad (5.7.70)$$

або

$$F = \frac{Q}{\rho \cdot K_k \cdot V_n} + \frac{Q}{\rho_n \cdot \mu \cdot V_n}, \text{ м}^2, \quad (5.7.71)$$

де  $F_k, F$  – площа поперечного перерізу трубопроводу, яка заповнена відповідно кормом та повітрям,  $\text{м}^2$ ;

$\rho$  – насипна маса корму,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Тоді, діаметр трубопроводу буде:

$$d = 1,13 \sqrt{\frac{Q(\rho \cdot K_k + \mu \cdot \rho_n)}{\mu \cdot \rho_n \cdot \rho \cdot V_n \cdot K_k}}, \text{ м}. \quad (5.7.72)$$

Для того, щоб визначити необхідну потужність приводу пневматичної установки визначимо напір, який вона повинна створити:

$$H = H_k + H_n, \text{ Па}, \quad (5.7.73)$$

де  $H_k, H_n$  – напір, який необхідний для переміщення корму та повітря, Па.

$$H_k = \rho_n \cdot \mu \cdot K [g(L_x \cdot f \pm L_y) + V^2(K_n + \sum K_{mi}) + V^2 \cdot K_v \cdot K_\mu], \text{ Па}, \quad (5.7.74)$$

де  $K$  – коефіцієнт, який виражається відношенням сумарної площі поперечного перерізу трубопроводу до площі перерізу, яка зайнята кормом;

$$K = \frac{1}{1 - \frac{4Q}{\mu \cdot \rho_n \cdot V_n \cdot \pi \cdot d^2}}, \quad (5.7.75)$$

$L_x, L_y$  – довжина проекції пневматичної лінії відповідно на горизонтальну та вертикальну вісь, м;

$f$  – коефіцієнт тертя корму по матеріалу трубопроводу;

$K_n, K_{mi}, K_v, K_\mu$  – дослідні коефіцієнти:

$$K_n = 1 - \frac{V_n}{V}, \quad (5.7.76)$$

$$K_{mi} = 1 - \frac{V_{mi}}{V}, \quad (5.7.77)$$

де  $V_n$  – швидкість введення корму в лінію живильником, яка співпадає за напрямом із швидкістю руху корму в цій лінії, м/с;

$V_{mi}$  – швидкість корму після подолання ним відповідного місцевого опору, який є в лінії, м/с.

Напір, який необхідний для переміщення повітря, наближено може бути визначено так:

$$H_n = \frac{H_\kappa}{\mu \cdot K_\kappa}, \text{ Па.} \quad (5.7.78)$$

Тоді, необхідна потужність приводу пневматичної установки:

$$N_n = Q_n \cdot g \cdot H, \text{ Вт.} \quad (5.7.79)$$

Потужність двигуна на привод пневматичної установки:

$$N = \frac{K_{zN} \cdot N_n}{\eta_n}, \text{ Вт,} \quad (5.7.80)$$

де  $K_{zN}$  – коефіцієнт запасу потужності;

$\eta_n$  – ККД передач від двигуна до пневматичної установки.

### 5.7.3 Розробка робочих органів мобільних кормороздавачів

Об'єм кузова(бункера), можна визначити за формулою

$$W = \frac{M}{\rho \cdot \varphi}, \text{ м}^3 \quad (5.7.81)$$

де  $M$  – маса корму, який необхідно завантажити в роздавач, кг;

$\rho$  – насипна маса корму (додаток 25), кг/м<sup>3</sup>;

$\varphi$  – коефіцієнт наповнення, який знаходиться в межах 0,75 - 0,8.

Розміри кузова визначаються із таких міркувань: ширина і висота – в залежності від ширини і висоти кормового проїзду, а також вибраної колісної бази. Потім, в залежності від вибраної раціональної форми бункера (паралелепіпед, циліндр, циліндр із зрізаними конусами тощо) розраховуємо інші геометричні параметри.

#### Розрахунок розташування бітерів кормороздавача

На рисунку 5.7.5 представлена схема вивантажувальної частини кормороздавача із взаємним розташуванням бітерів.

Маса корму, яка знаходиться в кузові, повздовжнім конвеєром 4 подається до бітерів 1,2,3, які розрихлюють її і подають на поперечний вивантажувальний конвеєр 5, що подає корм в годівниці. Для підвищення рівномірності видачі кормів в годівниці передбачене таке взаємне розташування бітерів, при якому частини корму, які вони викидають, попали б на одну лінію  $A$  поперечного вивантажувального конвеєра 5.

Система координат  $XOY$ , вибрана так, що вертикальна вісь  $OY$  проходить через точку, де викидається корм середнім бітером 2 з початковою швидкістю  $V_0$ , направленою під таким же кутом  $\beta$ .

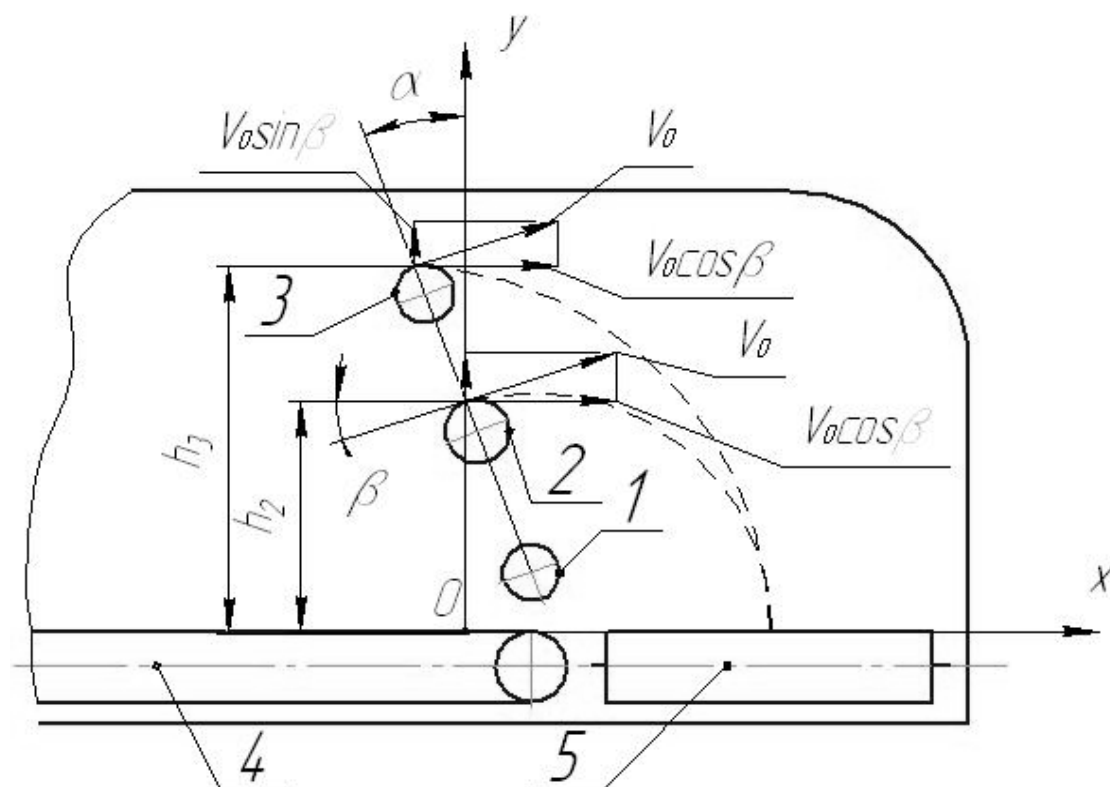


Рисунок 5.7.5 – Схема вивантажувальної частини кормороздавача

Із рисунка 5.7.5 знаходимо кут  $\alpha$ , при якому виконується попередня умова:

$$\alpha = \arctg \frac{v_0 \cdot \cos \beta (\sqrt{2g \cdot h_3 + v_0^2 \cdot \sin^2 \beta} - \sqrt{2g \cdot h_2 + v_0^2 \cdot \sin^2 \beta})}{2(h_3 - h_2)}, \text{ град.} \quad (5.7.82)$$

Якщо кут  $\beta = 0$ , рівняння (5.7.89) перетворюються до відомого виду:

$$\alpha = \arctg \frac{v_0 \sqrt{\frac{2}{g}} (\sqrt{h_3} - \sqrt{h_2})}{h_3 - h_2}, \text{ град.} \quad (5.7.83)$$

Якщо осі обертання бітерів 2 і 3 розміщуються в одній вертикальній площині, але на різній висоті  $h_2$  і  $h_3$ , тоді для досягнення попередньої умови скидання частин корму двома бітерами на одну лінію поперечного вивантажувального конвеєра 5 (в точку А, див. рисунку 5.7.5) початкова швидкість скидання  $V_3$  і  $V_2$  частин корму при умові  $\beta = 0$  знаходяться в наступній залежності:

$$V_3 = V_2 \sqrt{\frac{h_2}{h_3}}, \text{ м/с.} \quad (5.7.84)$$

В рівняннях (5.7.89) і (5.7.90) входить значення швидкості  $V_0$ , з якою частини корму викидаються бітером.

Швидкість  $V_0$  визначається при заданих умовах, коли частини корму потрапляють на лінію поперечно-вивантажувального конвеєра, при заданій величині  $x_{2max}$  (рисунку 5.7.5).

Після розв'язання одержаного рівняння для визначення значення швидкості  $V_0$  отримуємо її в такому вигляді:

$$V_0 = x_{2max} \sqrt{\frac{g}{2(h_2 \cos \beta + x_{2max} \sin \beta) \cos \beta}}, \text{ м/с}, \quad (5.7.85)$$

де  $x_{2max}$  – відстань від точки  $O$  до місця падіння корму, м;

$g$  – прискорення сили тяжіння, м/с<sup>2</sup>.

По знайденому значенні колової швидкості  $V_0$  визначаємо кутову швидкість  $\omega$  обертання бітера, яка має наступний вигляд:

$$\omega = \frac{V_0}{R}, \text{ с}^{-1}, \quad (5.7.86)$$

де  $R$  – радіус бітера, м.

Частота обертання бітера визначається за наступним виразом:

$$n = \frac{V_0}{2\pi \cdot R}, \text{ с}^{-1} \quad (5.7.87)$$

#### 5.7.4 Розрахунок енергетичних показників кормороздавача

Тяговий опір  $P_T$  кормороздавача на перекочування визначається виразом:

$$P_T = G_0 \frac{\sin(\alpha_1 + \varphi)}{\cos \varphi}, \text{ Н}, \quad (5.7.88)$$

де  $G_0$  – вага завантаженого кормороздавача, Н;

$\alpha_1$  – допустимий кут підйому дороги ( $\alpha_1 = 25 - 30^\circ$ );

$\varphi$  – кут перекочування (на ґрунтових дорогах  $\varphi = 10 - 15^\circ$ ).

Вага навантаженого кормороздавача:

$$G_0 = G_c + G_k, \text{ Н}, \quad (5.7.89)$$

де  $G_c$  – власна вага кормороздавача, Н;

$G_k$  – вага корму, що знаходиться в кузові (бункері) кормороздавача, Н.

Граничний кут  $\beta_n$  поперечної стійкості пересувного кормороздавача визначається із виразу:

$$\beta_n = \arctg \frac{(0,5B_1 - x_{цт} \operatorname{tg} \gamma_1) \cos \gamma}{y_{цт}}, \text{ град}, \quad (5.7.90)$$

де  $B_1$  – ширина колії кормороздавача, м;

$x_{цт}$  – горизонтальна координата центру тяжіння, м;

$y_{цт}$  – вертикальна координата центру тяжіння, м;

$\gamma_1$  – кут нахилу осі скидання до поздовжньої осі роздавача.

Координати центру тяжіння визначаються наступними формулами:

$$x_{цт} = \frac{G_a L_p}{G_0}, \text{ м},$$

$$y_{цт} = \frac{\sum_{i=1}^n g_i \cdot y_i + G_k \cdot Y}{\sum_{i=1}^n g_i + G_k}, \text{ м.} \quad (5.7.91)$$

де  $G_a$  – сила, яка припадає на причіпне вушко (в одноосьовому кормороздавачі);

$L_p$  – відстань між точкою опори ходових коліс і точкою причепу, м;

$g$  – вага деяких елементів кормороздавача, Н;

$y_i$  – вертикальна координата кожного елемента кормороздавача, м;

$G_k$  – вага корму, Н;

$Y$  – вертикальна координата центру тяжіння ваги корму від поверхні дороги, м.

Критичний кут поперечного нахилу з урахуванням швидкості руху кормороздавача і радіуса повороту.

$$\beta_{кр} = \arctg \left[ \operatorname{tg} \beta_n - \frac{v^2}{g \cdot R} \right], \text{ град,} \quad (5.7.92)$$

де  $V$  – швидкість руху кормороздавача, м/с;

$R$  – радіус повороту агрегату, м;

$g$  – прискорення сили тяжіння, м/с<sup>2</sup>.

Потужність приводу робочих органів кормороздавача визначається в кожному конкретному випадку.

Для прикладу визначені складові зусилля при роботі пересувного кормороздавача типу КТУ-10А.

Значні зусилля, а також потужність витрачають на переміщення маси в кузові кормороздавача. Чим більше маса в кузові, тим більше зусиль, необхідних на її переміщення. Зусилля  $P$ , яке витрачається на переміщення маси корму в кузові при максимальному його заповненні, визначаються наступним виразом:

$$P = P_1 + P_2 + P_3, \text{ Н,} \quad (5.7.93)$$

де  $P_1$  – зусилля на переміщення корму по дну кузова, Н;

$P_2$  – зусилля на переміщення ланцюгів, які переміщують масу корму, Н;

$P_3$  – зусилля на подолання тертя корму по бортам кузова, Н.

В свою чергу, перша складова визначається виразом:

$$P_1 = G_k \cdot f_1, \text{ Н} \quad (5.7.94)$$

де  $G_k$  – вага корму в кузові, Н;

$f_1$  – коефіцієнт тертя ковзання корму на поверхні дна кузова.

Друга складова визначається таким рівнянням:

$$P_2 = G_{ц} f_2, \text{ Н,} \quad (5.7.95)$$

де  $G_{ц}$  – вага ланцюгів, які переміщують масу корму в кузові, Н;

$f_2$  – відповідний коефіцієнт тертя ковзання.

Максимальне зусилля  $P_3$  на подолання тертя корму по бортах кузова визначається згідно правої частини рівняння: (5.7.77)

$$P_3 = \gamma \cdot I \cdot h^2 \cdot f, \text{ Н.} \quad (5.7.96)$$

Середнє значення  $P_{3cp}$  визначається методом знаходження площі між величиною зусиль  $P_3$  і віссю висоти кузова з наступним діленням отриманого значення на його висоту:

$$P_{3cp} = \frac{\gamma \cdot I \cdot h^2 \cdot f}{3}, \text{ Н.} \quad (5.7.97)$$

Швидкість руху корму в кузові визначається по середньому значенню, із аналізу кінематичної схеми і максимально можливого кута повороту храпового механізму.

При відомому значенні числа обертів  $n$ (об/хв) храпового колеса кутова швидкість  $\omega$  дорівнює:

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \text{ с}^{-1}. \quad (5.7.98)$$

Лінійна швидкість  $V_u$  руху ланцюгів, які переміщують масу корму в кузові визначається добутком:

$$V_u = r\omega, \text{ м/с.} \quad (5.7.99)$$

де  $r$  – радіус подільного кола ведучої зірочки ланцюгів, град.

Потужність  $N_1$ , приводу механізму для переміщення маси корму в кузові визначається виразом:

$$N_1 = \frac{P_1 \cdot V_{nm}}{1000}, \text{ кВт,} \quad (5.7.100)$$

де  $V_{nm}$  – швидкість переміщення маси корму в кузові, м/с.

Швидкість  $V_{nm}$  визначається виразом:

$$V_{nm} = V_u \cdot E, \text{ м/с,}$$

де  $E$  – коефіцієнт, прийнятий рівним 0,9-0,99.

Потужність  $N_2$  приводу ланцюгів, які переміщують масу корму:

$$N_2 = \frac{P_2 \cdot V_u}{1000}, \text{ кВт.} \quad (5.7.101)$$

Потужність  $N_3$  на подолання сили тертя корму по бортах кузова:

$$N_3 = \frac{P_3 \cdot V_{nm}}{1000}, \text{ кВт.} \quad (5.7.102)$$

Потужність, яка необхідна для переміщення кормороздавача, кВт:

$$N_n = \frac{P_T \cdot V_{нк}}{1000}, \text{ кВт,} \quad (5.7.103)$$

де  $V_{нк}$  – швидкість на переміщення кормороздавача, м/с.

Потужність, яка необхідна на подолання тертя в підшипниках, підраховується по заданим або розрахунковим значенням моментів тертя і визначається наступним виразом:

$$N_{TP} = \frac{M_T \cdot \omega}{1000}, \text{ кВт}, \quad (5.7.104)$$

де  $M_T$  – момент тертя в вузлах, Н·м;

$\omega$  – кутова швидкість обертання валів,  $\text{с}^{-1}$ .

Загальна потужність, яка потрібна для роботи кормороздавача, визначається як сума складових потужностей:

$$N_C = N_1 + N_2 + N_3 + N_n + N_{TP}, \text{ кВт}. \quad (5.7.105)$$

Проведення обчислень доцільно супроводжувати чисельним методом аналізу, побудовою графічних залежностей, демонструванням впливу окремих аргументів на значення функцій. Доцільно представлення рисунків машини, окремих її механізмів, кінематичної схеми, технічної характеристики, табличного матеріалу, других даних, які можуть зацікавити (можливе запозичення з літературних джерел із посиланням на них).

Необхідно провести порівняння отриманих розрахункових значень з дійсними, приведеними в таблиці, в якій наведені характеристики п'яти модифікацій мобільних роздавачів кормів.

## **5.8 Розрахунки параметрів конструкцій та робочих органів машин для доїння**

### **5.8.1 Загальні відомості**

Залежно від способу утримання тварин доїльні установки розділяють на стаціонарні (доїння в переносні відра, у молокопровід, доїння у спеціальних залах) і пересувні.

Типи доїльних установок та їхні основні конструктивно-технологічні показники наведено в таблиці (додаток 32).

Сучасний розвиток молочного скотарства у приватному і суспільному секторі України певною мірою залежить від забезпечення індивідуальними доїльними агрегатами і установками вітчизняного та зарубіжного виробництва. Доїльні установки випускаються з урахуванням різних технологій утримання тварин на фермах та для різного рівня механізації та автоматизації виробничих технологічних процесів (додаток 72).

У зв'язку з цим ринок України заповнюється зарубіжною технікою з Росії, Білорусі, Швеції, Німеччини, Голландії та інших країн світу. При виборі доїльної техніки враховують її відповідність таким вимогам: короткий термін адаптації тварин до нової техніки; одержання високоякісної продукції; збільшення термінів виробничого використання тварин у 1,5-2 рази; максимальна автоматизація окремих операцій та процесу доїння в цілому. Згідно з цими вимогами перше місце посідає фірма “Де Лаваль”, друге – “Вестфалія”, а далі йдуть “Фулвуд”, “Трейко”, “Боу-Матік” та інші. Так, фірми виготовляють дої-

льне обладнання для механічного, автоматизованого (у доїльних залах – “Ялинка”, “Карусель”, “Паралель”, “Аутоотандем” та в молокопровід – “Ізі-Лайн”, “Мілк Мастер”, “Стимопулс МА”, “Пульсатронік”, “Пульсар – 1”) та роботизованого доїння. Ці доїльні системи забезпечують облік надою від кожної корови, автоматичний контроль за процесом доїння з урахуванням фізіологічних особливостей, вибір оптимального режиму доїння (частота пульсацій, рівень вакууму, співвідношення тактів, стимуляція реалізації рефлексу молоковіддачі) та автоматичне завершення процесу доїння.

### 5.8.2 Визначення витрат повітря доїльною машиною

Розрахунок, що проводиться для обґрунтування потрібної подачі вакуумного насоса, включає визначення витрати повітря доїльними апаратами і системою вакуум-провода.

Витрата повітря доїльними апаратами залежить від глибини вакууму, частоти пульсацій, типу апарату і місткості камер і трубок, в яких діє змінний вакуум.

Вважаючи процес розширення повітря при відкачуванні його з камер доїльних стаканів ізотермічним, приймемо сумарну місткість цих камер для одного апарату рівної  $V_a$  (м<sup>3</sup>). Тоді об'єм повітря  $V_h$  (м<sup>3</sup>) після розширення згідно із законом Бойля – Маріотта складе

$$V_h = \frac{p_0 \cdot V_a}{p_h}, \text{ м}^3 \quad (5.8.1)$$

де  $p_0$  – барометричний (атмосферне) тиск, кПа;

$V_a$  – початковий об'єм повітря в камерах при атмосферному тиску, м<sup>3</sup>;

$p_h$  – абсолютний тиск в камерах при вакуумі  $h$ , тобто після відкачування повітря, кПа;

Абсолютний тиск після відкачування дорівнює:

$$p_h = p_0 - h, \text{ кПа} \quad (5.8.2)$$

де  $h$  – величина вакууму, кПа.

Відповідний йому об'єм повітря складає

$$V_h = \frac{p_0 \cdot V_a}{p_0 - h}, \text{ м}^3 \quad (5.8.3)$$

Отже, об'єм повітря  $V_u$ , підмета відкачуванню за один цикл роботи апарату, буде рівний

$$V_u = V_h - V_a, \text{ м}^3 \quad (5.8.4)$$

Цей об'єм необхідно привести до нормальних умов, тобто до атмосферного тиску. Тоді приведений об'єм  $V_{u,прив}$  буде рівний

$$V_{u,прив} = \frac{V_u \cdot p_h}{p_0}, \text{ м}^3 \quad (5.8.5)$$



Якщо у формулу (5.8.5) підставити значення  $V_u$  з формули (5.8.4) і тиску з формули (5.8.2), то знайдемо, що об'єм повітря, що відкачується за одну пульсацію і приведений до атмосферного тиску, складає

$$V_{u.прив} = \frac{V_a \cdot h}{P_0}, \text{ м}^3 \quad (5.8.6)$$

З формули (5.8.6) виходить, що при вакуумі, рівному 52 кПа, необхідно відкачувати приблизно половину всього повітря, що знаходиться в камерах стаканів і шлангах змінного вакууму, що сполучають стакани, колектор і пульсатор.

Для апарату «Волга» об'єм  $V_a$  складає 0,7 дм<sup>3</sup>, отже, при вакуумі 52 кПа витрата повітря апаратом за один цикл складе 0,35 дм<sup>3</sup>, а секундна витрата при роботі 10 апаратів і частоті пульсацій 1с<sup>-1</sup> складе 0,0035 м<sup>3</sup>/с.

Проте, за спостереженнями, дійсна витрата повітря апаратом вище теоретичного, визначеного по формулі (5.8.6), на 35%. Отже, для апарату «Волга» витрата складе 0,0047 м<sup>3</sup>/с. Прийнято вважати, що для забезпечення нормальної роботи доїльних апаратів необхідно мати запас подачі, званий повітряним резервом.

У спеціальній літературі приводяться точніші методики розрахунку витрати повітря елементами пневмосистеми доїльної установки, але для учбових розрахунків потрібна витрата  $Q$  (м<sup>3</sup>/с) повітря вакуумною системою можна визначити по наближеній формулі:

$$Q = 1,35 \cdot \nu \cdot V_a \cdot (1 + A), \text{ м}^3/\text{с}, \quad (5.8.7)$$

де  $1,35$  – коефіцієнт недосконалості пульсатора і колектора що допускають протікання повітря при перемиканні клапанів;

$\nu$  – частота пульсацій, с<sup>-1</sup>;

$V_a$  – початковий об'єм повітря при атмосферному тиску, ув'язнений в камерах і трубках одного доїльного апарату, м<sup>3</sup>;

$A$  – коефіцієнт, що враховує протікання повітря з вакуумної системи доїльної установки унаслідок недостатньої герметичності.

Коефіцієнт  $A$  у формулі (5.8.7) дорівнює:

$$A = \frac{(100\% + \sum_{i=1}^n \alpha_n)}{100\%}, \quad (5.8.7a)$$

Витрата повітря вакуумною системою визначають за дослідними даними, враховуючи наявні в системі підсоси і виражаючи їх в процентному відношенні до приведеної годинної витрати. Ці втрати, за експериментальними даними, складають:

1) витіки повітря в з'єднаннях труб і в кранах –  $\alpha_1 = 10\%$ ;

2) підсоси повітря через зазори між сосками вимені і сосковою гумою стаканів –  $\alpha_2 = 5\%$ ;

3) підсоси через доїльні стакани при невмілому надяганні їх на соски –  $\alpha_3 = 20\%$ ;

4) підсоси при випадковому спаді шлангів з повітряних кранів вакуум-провода і обумовленому ним спаді стаканів –  $\alpha_4 = 25\%$ ;

5) втрата подачі вакуумного насоса в жаркий час літом із-за розрідження мастила в насосі –  $\alpha_5=20\%$ ;

б) втрати подачі насоса із-за підвищення його температури при тривалій безперервній роботі –  $\alpha_6=20\%$ .

Таким чином, сумарні втрати рівні приблизно по величині витраті повітря доїльним апаратом. Якщо ж врахувати, що в процесі роботи частота пульсацій нерідко збільшується (що спричиняє за собою збільшення витрати повітря апаратом), то можна прийняти коефіцієнт  $\alpha_n$  запасу подачі вакуумного насоса рівним 2...3.

### 5.8.3 Розрахунок втрат вакуумметричного тиску

Технологічні та енергетичні розрахунки доїльних установок полягають у визначенні траси вакуумної і молочної магістралей, їх довжини, розрахунку необхідних діаметрів вакуумпроводів та молокопроводів з тим, щоб загальні втрати подачі вакуумного насоса не перевищували в доїльних установках для доїння у відро – 5%, а у молокопровід – 10%. При цьому вакуумметричний тиск біля вакуумного насоса повинен становити 60кПа, а в вакуумній лінії для доїння – 50кПа.

Втрати вакуумметричного тиску під час роботи доїльних апаратів на віддалених кінцях вакуумпроводу можуть бути значними, здатними порушити нормальний процес доїння. Особливо сильно це відчувається при засміченні вакуумметричних проводів, одночасному запуску в роботу надто великої кількості доїльних апаратів і невдало вибраній схемі трасування вакуумного трубопроводу.

Для розробленої в попередній роботі схеми трасування вакуумного трубопроводу з відповідними геометричними і технічними параметрами визначають втрати вакуумметричного тиску  $\Delta p$  за формулою:

$$\Delta P = \Delta p_L + \Delta p_M, \text{ Па}, \quad (5.8.8)$$

де  $\Delta p_L$  – втрати вакуумметричного тиску на тертя повітря об стінки трубопроводу, Н/м<sup>2</sup>;

$\Delta p_M$  – втрати вакуумметричного тиску через місцеві опори, спричинені тертям повітря, Н/м<sup>2</sup>.

Першу складову розраховують за формулою:

$$\Delta p_L = \lambda \cdot \frac{L}{2d} \cdot v_c^2 \cdot \rho, \text{ Па}, \quad (5.8.9)$$

де  $\lambda$  – коефіцієнт опору тертя повітря;

$L$  – довжина ділянки магістралі, м;

$d$  – діаметр вакуумпроводу ділянки магістралі, м;

$v_c$  – середня швидкість руху повітря у вакуумпроводі, м/с;

$g$  – прискорення вільного падіння, м/с<sup>2</sup>;

$\rho$  – густина повітря при заданому рівні вакуумметричного тиску, кг/м<sup>3</sup>.

На основі дослідних даних для труб середньої шорсткості внутрішніх поверхонь коефіцієнт опору тертя визначається за формулою:

$$\lambda = \frac{6 \cdot 10^{-4}}{(v_c \cdot \rho)^{0.148} \cdot d^{0.269}}, \quad (5.8.10)$$

або

$$\lambda = \frac{7.5 \cdot 10^{-5} \cdot d^{0.027}}{(Q_n \cdot \rho)^{0.148}} \quad (5.8.11)$$

Швидкість руху повітря на ділянці можна записати

$$v_c = \frac{4 \cdot Q_n}{\pi \cdot d^2}, \text{ м/с}, \quad (5.8.12)$$

де  $Q_n$  – подача повітря на ділянці магістралі, м<sup>3</sup>/с.

Подачу повітря для розглядуваної ділянки магістралі визначають, сумуючи витрату повітря  $n$ -ної кількості одночасно працюючих доільних апаратів на даній ділянці і підсоси згідно з даними, наведеними в таблиці 5.8.

Густина повітря для номінального і робочого вакуумметричного тиску визначають за формулою:

$$\rho = \rho_{атм} \cdot \frac{P_{в.н} T_{атм}}{P_{атм} \cdot T_{в.н} \cdot K}, \text{ кг/м}^3, \quad (5.8.13)$$

де  $P_{атм}$ ,  $P_{в.н}$  – відповідно рівні нормального атмосферного та робочого вакуумметричних тисків, 101325 Па і 51000 Па відповідно;

$T_{атм}$ ,  $T_{в.н}$  – відповідно температура повітря при атмосферному і вакуумметричному тисках, °К (приймаємо  $T_{атм}=293,15^\circ\text{К}$ );

$\rho_{атм}$  – густина повітря при нормальному атмосферному тиску і температурі  $T_{атм}$ , кг/м<sup>3</sup>;

$K$  – коефіцієнт стискування, який характеризує відхилення даного реального газу (повітря) від рівняння стану ідеального газу,  $K=1$ .

Для прикладу наведено розрахунок густини повітря при вакуумметричному тиску 0,52кг/см<sup>2</sup>,  $\rho_{атм}=1,25\text{кг/м}^3$ ,  $T_{атм}=273^\circ\text{К}$ ,  $P_{атм}=1\text{ат.}=101325\text{ Па}=101,325\text{кПа}$ ,  $P_{в.н}=0,5\text{ат.}=51000\text{Па}=51,0\text{кПа}$ ,  $T_{в.н}=293^\circ\text{К}$ ,  $K=1$ . Тоді

$$\rho = 1,25 \cdot 51,0 \cdot 273 / (101,325 \cdot 293) = 0,586, \text{ кг/м}^3.$$

Втрати вакуумметричного тиску на подолання місцевих опорів для ділянки магістралі, яка розглядається, визначають за формулою:

$$\Delta P_M = -0,5\xi \cdot v_c^2 \cdot \rho, \text{ кг/м}^2, \quad (5.8.14)$$

де  $\xi$  – коефіцієнт місцевих опорів.

Якщо втрати вакуумметричного тиску на ділянці магістралі, яка розглядається, не відповідають умовам, наведеним попередньо, тоді приймають  $\Delta p$  рівним заданим вимогам і уточняють діаметр ділянки вакуумметричного трубопроводу за формулою:

$$d_p = \sqrt{\frac{8 \cdot \lambda \cdot Q_n^2 \cdot \rho \cdot (L + L_{екв})}{\pi^2 \cdot \Delta P}}, \text{ м}, \quad (5.8.15)$$

де  $L_{екв}$  – довжина розглядуваної ділянки магістралі, опір якої еквівалентний сумі місцевих опорів на ділянці, м:

$$L_{екв} = n_1 \cdot L_{E1} + n_2 \cdot L_{E2} + \dots + n_i \cdot L_{Ei} = \sum (n_i \cdot L_{Ei}), \text{ м}, \quad (5.8.16)$$

де  $n_i$  – число місцевих опорів одного виду;

$L_{Ei}$  – еквівалентна довжина,  $L_{Ei} = d_i \cdot \xi_i / \lambda_i$ , м;

$i$  – кількість різновидностей місцевих опорів на розглядуваній ділянці.

Уточнений діаметр вакуумпроводу узгоджуємо з параметричним рядом (таблиці 14...17) і приймаємо його, виходячи з умови –  $d_{np} \geq d_p$ .

Для заданої доїльної установки уточнюють кількість доїльних апаратів, які одночасно можуть працювати. При цьому падіння вакуумметричного тиску не повинно перевищувати допустимих меж  $\Delta p$ .

Це завдання вирішується на основі розрахунку максимально допустимої подачі повітря трубами за формулою:

$$Q_{\max} = \frac{\pi \cdot d_{np}^2}{4} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta p \cdot d_{np}}{\lambda \cdot \rho \cdot (\sum L + \sum L_{екв})}}, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (5.8.17)$$

Кількість доїльних апаратів, які одночасно працюють на даному відрізку вакуумпроводу, визначають за формулою:

$$n_{\text{д.а}} = Q_{\max} / Q_{\text{т.д.а}}, \quad (5.8.18)$$

де  $Q_{\text{т.д.а}}$  – теоретична витрата повітря доїльним апаратом,  $\text{м}^3/\text{с}$ .

#### 5.8.4 Обґрунтування взаємозв'язку параметрів ротаційного лопатевого вакуумного насоса

При вельми малому радіальному зазорі між ротором і статором, який в існуючих конструкціях насосів складає 70...100 мкм, хід лопатки рівний  $D - d = 2e$ . Отже, відношення  $e/R$  можна представити у вигляді

$$\frac{e}{R} = \frac{(D - d)}{D} = 1 - \left(\frac{d}{D}\right), \quad (5.8.19)$$

де  $D$  – діаметр статора, м;

$d$  – діаметр ротора, м.

З цього виразу виходить, що площа всмоктуючої камери залежить від правильного вибору відношення діаметру ротора до діаметру статора, яке зазвичай приймають в межах 0,83-0,91.

Що стосується другої змінної – кута  $\varphi$  повороту, то після відповідних перетворень можна переконатися, що дійсна площа  $S$  камери всмоктування матиме максимальне значення  $S_{\max}$  при  $\varphi' = \beta/2$  і мінімальне  $S_{\min}$  при  $\varphi = \pi - (\beta/2)$ .

При цьому корисний об'єм камери всмоктування складе

$$V_{\text{вс}} = 2e \cdot D \cdot L \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right), \text{ м}^2 \quad (5.8.20)$$

де  $L$  – довжина ротора, м.

Таблиця 5.8 – Норми витрати повітря вузлами доїльних установок у розрахунку на один доїльний апарат, м<sup>3</sup>/с.

Показник	Доїльні установки						
	УДБ-100	ДАС-2Б	УДМ-100 “Брацлавчанка”	УДТ-6	УДБ-8	УДС-3А	
Підсоси пульсатором	0,000417	0,000417	0,000417	0,000417	0,000417	0,000417	
Підсоси доїльними стаканами	0,000683	0,000250	0,000250	0,000250	0,000250	0,000583	
Лічильник молока УЗМ-1А	-	-	0,000250	0,000250	0,000250	0,000250	
Привод дозатора	-	-	-	0,000833	0,000187	-	
Пневмопривод дверей	-	-	-	0,000833	0,000250	-	
Молочка лінія	-	-	0,000500	0,000500	0,000500	0,000250	
Підсос молокопроводом при транспортуванні молока	-	-	0,00338	-	-	-	
Втрати у вакуумпроводах і молокопроводах	0,000083	0,000083	0,000167	0,000187	0,000083	0,000167	
Сумарні витрати повітря на один доїльний апарат	0,001333	0,001000	0,001917	0,002255	0,001917	0,001667	

При числі лопаток, рівному  $z$ , і кутовій швидкості  $\omega$  подача лопатевого насоса складе

$$Q = \frac{V_{ec} \cdot z \cdot \omega}{(2\pi)}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (5.8.21)$$

або, з урахуванням виразу (5.8.20):

$$Q = \frac{e \cdot D \cdot L \cdot z \cdot \omega \cdot \sin\left(\frac{\beta}{2}\right)}{\pi}, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (5.8.22)$$

Для чотирьохлопатевого насосів ( $z = 4$ ) кут між лопатками  $\beta = \pi/2$ , а  $\sin(\beta/2) = 0,707$ . Для таких насосів теоретичну подачу можна визначити по наступній формулі:

$$Q = 0,98 \cdot e \cdot D \cdot L \cdot \omega, \text{ м}^3/\text{с}. \quad (5.8.23)$$

Об'ємна подача, приведена до умов вакууму в системі, буде менша отриманою по формулі (5.8.23). Це зменшення враховується манометричним коефіцієнтом  $\eta_m$ , який рівний

$$\eta_m = \frac{(p_0 - h)}{p_0} \quad (5.8.24)$$

де  $p_0$  – атмосферний тиск, кПа;

$h$  – вакуум в системі трубопроводів, кПа.

У доільних установках вакуум створюється в межах від 47 до 66 кПа, манометричний коефіцієнт  $\eta_m = 0,5-0,32$ .

Дійсна витрата повітря залежить від ступеня наповнення всмоктуючої камери. Ступінь наповнення оцінюють коефіцієнтом  $\varphi_n$  наповнення (подачі), значення якого залежить від конструктивного оформлення камери і визначається експериментальним шляхом. Коефіцієнт  $\varphi_n$  може коливатися в дуже широких межах (0,3-0,9).

З урахуванням відміченого формулу для розрахунку дійсної подачі  $Q_d$  (м<sup>3</sup>/с) чотирьохлопатевого вакуумного насоса можна представити в наступному вигляді

$$Q_d = 0,98 \cdot e \cdot D \cdot L \cdot \omega \cdot \eta_m \cdot \varphi_n, \text{ м}^3/\text{с} \quad (5.8.25)$$

Для оцінки чисельного значення коефіцієнта  $\varphi_n$  звернемося до результатів випробувань насоса РВН-40/350, в ході яких була отримана дійсна об'ємна подача  $Q_d = 8,8$  дм<sup>3</sup>/с при вакуумі 47 кПа і частоті обертання ротора 1480 хв<sup>-1</sup>. Манометричний коефіцієнт  $\eta_m = 0,52$ . Геометричні розміри насоса: діаметр статора 0,146 м, довжина статора 0,2 м, ексцентриситет 0,008 м.

За цих умов коефіцієнт  $\varphi_n$  заповнення камери опинився рівним  $\varphi_n = Q_d / (0,98 e D L \omega \eta_m) = 0,49$ .

Відповідно до технічної характеристики, яка забезпечує технологічний процес насосу типу РВН = 40/350 повинен мати подачу 40 м<sup>3</sup>/год (11,1 л/с) при частоті обертання 1440 хв<sup>-1</sup> і вакуумі 53,4 кПа. Для цих умов коефіцієнт наповнення  $\varphi_n = 0,75$ .

На молочних комплексах і крупних фермах в даний час вакуум використовується для механізації додаткових технологічних операцій, пов'язаних з машинним доїнням.

У зв'язку з цим запас подачі вакуумної установки повинен бути значно збільшений.

Окрім можливих витоків і додаткових споживачів вакууму, в умовах експлуатації слід враховувати додаткове навантаження на вакуумний насос від значної протяжності вакуумних ліній.

### **5.8.5 Оптимізаційний вибір конструктивних параметрів вакуумного насоса**

Вибір конструктивних параметрів доільного вакуум-насосу по заданій подачі можна проаналізувати виходячи з номограми (рисунок 5.8.5).

На осі ординат номограми відкладені значення параметра  $kR^2$ , де  $k = 1 - (r/R)$ , якщо  $r$  – радіус ротора, а  $R$  – радіус розточування корпусу. На осі абсцис відкладені значення подачі насоса  $Q$  ( $\text{м}^3/\text{год}$ ) при відповідній частоті обертання  $n$  ( $\text{хв}^{-1}$ ) ротора.

У правій частині номограми, починаючи від осі  $kR^2$ , розташовані промені  $L$ , які відповідні довжині ротора або циліндра насоса від 50 до 300мм. Зліва від осі  $kR^2$  розташована ділянка з шкалами  $R$ ,  $r$  і  $e$  ( $e$  – ексцентриситет, мм).

У лівому нижньому кутку зображені криві значень  $kR^2$  залежно від відношення  $r/R$  і радіусу  $R$ . Задавшись величиною  $R$ , можна знайти параметр  $kR^2$  (на одній з кривих номограми) для будь-якого співвідношення  $r/R$  в межах від 0,5 до 0,9.

Розрахунок, або вибір, параметрів насоса по номограмі проводиться в наступному порядку:

1. По заданій подачі вибирають частоту обертання ротора насоса використовуючи горизонтальні шкали подач.

2. З крапки, відповідній заданій подачі при вибраній частоті обертання, опускають (або відновлюють) перпендикуляр до перетину з променем, відповідним вибраній довжині  $L$  ротора.

3. Із знайденої крапки на промені проводять горизонтальну пряму до осі ординат і знаходять чисельне значення параметра  $kR^2$ .

4. По знайденому значенню  $kR^2$ , визначають в лівій частині номограми радіус ротора  $r$ , ексцентриситет  $e$  і радіус циліндра  $R$ . Для цього накладають лінійку паралельно осі  $R$  допоміжного графіка і із знайденої точки  $kR^2$  проводять лінію до похилих осей  $r$  і  $e$ , де і знаходять їх значення.

Якщо потрібно змінити відношення  $r/R$  і при цьому визначити подачу насоса, то по вибраних значеннях  $r/R$  і  $R$  на лівому нижньому графіку знаходять нове значення  $kR^2$  (криву) і потім по цьому значенню на номограмі відшуковують промінь, відповідний заданій подачі. Для вибраної довжини  $L$  ротора визначають подачу, яку даватиме насос при вибраних  $r$ ,  $R$ ,  $e$  і  $kR^2$ .

При роботі ротаційного лопатевого насоса (так само як і поршневого) повітря відкачується з системи не строго рівномірно, оскільки має місце пульсація, обумовлена зміною об'єму всмоктуючої камери залежно від кута повороту ротора. Внаслідок цього і вакуум в системі не залишається постійним, а пульсує, змінюючи своє значення по косинусоїдальній кривій.

Ступінь нерівномірності  $\delta_n$  (%) витрати повітря визначають по наближеній формулі:

$$\delta_n = \frac{500}{z^2}, \%, \quad (5.8.26)$$

де  $z$  – число лопаток.

З формули (5.8.26) виходить, що чотирьохлопатеві насоси типу РВН мають нерівномірність 31%, для зменшення впливу якої у вакуумну систему потрібно включити вакуум-балон необхідної місткості (20-25л).

Розрахунок потужності, потрібної для приводу вакуумного насоса в роботу, проводиться по формулі

$$N = \frac{M_{max} \cdot \omega}{\eta}, \text{ Вт}, \quad (5.8.27)$$

де  $M_{max}$  – максимальний обертовий момент, обумовлений опором всмоктування, Нм;

$\eta$  – ККД вакуумної силової установки ( $\eta = 0,75-0,85$ ).

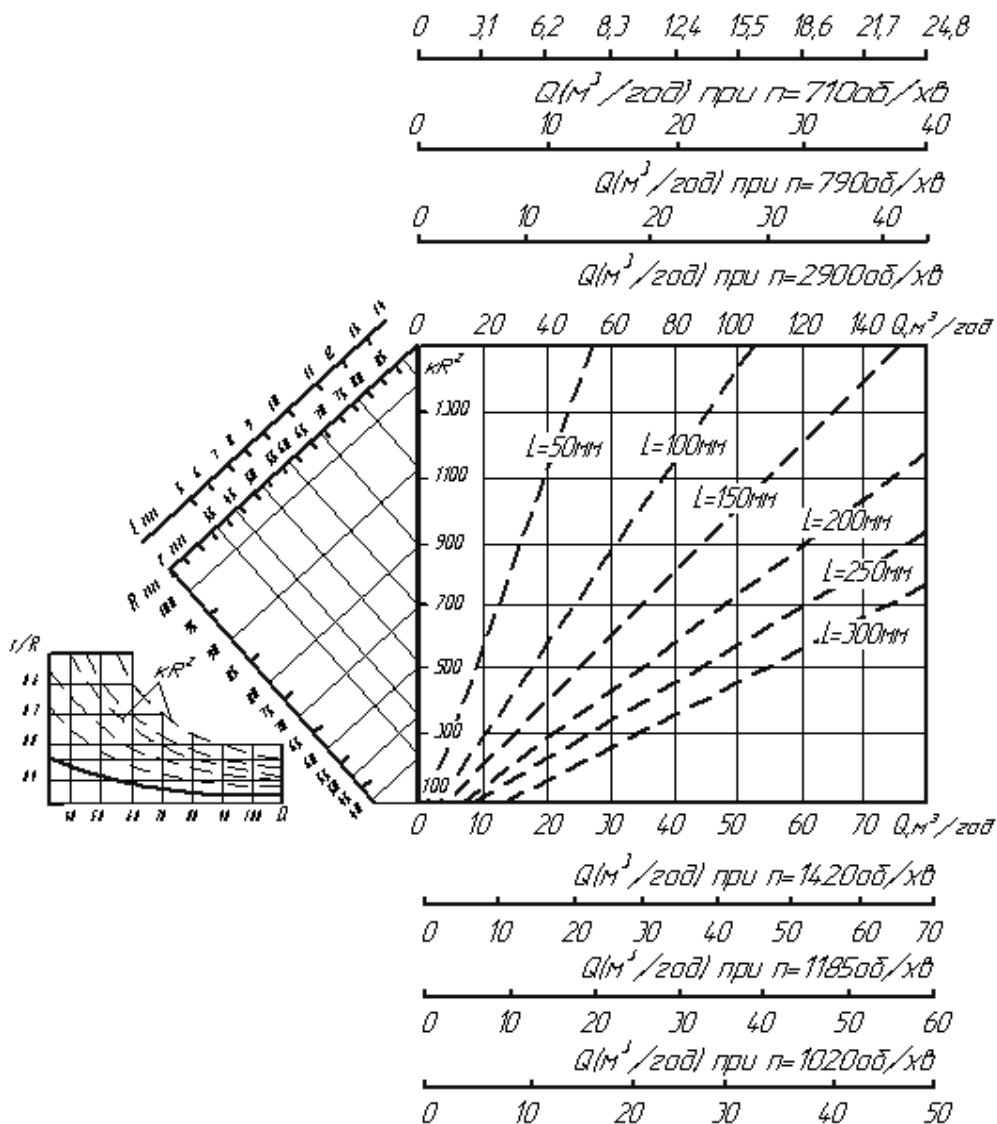


Рисунок 5.8.5 – Номограма вибору конструктивних параметрів доїльного вакууму-насос по заданій подачі



Для ротаційного насоса з парним числом лопаток обертовий момент  $M$ ,  $M = h \cdot e \cdot D \cdot L$ , де  $h$  – розрахунковий вакуум, який можна прийняти рівним 66 кПа.

Для вакууму-насос РВН=40/350 потрібна потужність:

$$N = \frac{66 \cdot 103 \cdot 0,008 \cdot 0,146 \cdot 0,2 \cdot 151}{0,8} = 2720 \text{ Вт.}$$

### 5.8.6 Конструктивно-технологічний аналіз доїльних апаратів

За технічним рівнем машинне доїння поділяють на три типи: механізоване, автоматизоване і роботизоване.

У даний час для машинного доїння випускається широкий спектр доїльного обладнання на основі пневматичної та електронної автоматичних систем управління. Використовуються доїльні апарати двох принципів дії – тритактні (ссання, стискання, відпочинок) і двотактні (ссання, стискання).

Тритактні доїльні апарати застосовують в основному в стадах з молочною продуктивністю до 4,5 тис. кг молока з інтенсивністю виведення 2,9-4,0 кг/хв., але з низькою відселекційованістю тварин за придатністю до машинного доїння. Двотактні доїльні апарати використовують у стадах з продуктивністю 6-8 і більше тис. кг молока за лактацію і високою пристосованістю до машинного доїння з інтенсивністю виведення молока 4,0-9,0кг/хв.. Такі апарати мають збільшені молочну камеру колектора до 0,25-0,35дм<sup>3</sup>, вихідний діаметр молочного шланга до 16мм, діаметр присоску дійкової гуми до 25мм.

Найпоширенішим типом доїльних апаратів є двотактний із тактами ссання і стискання. Таке чергування тактів дає змогу значно спростити конструкцію і підвищити пропускну здатність за рахунок збільшення тривалості такту ссання у робочому циклі доїння. Основним недоліком даного апарата є підвищена загроза травмування дійки під час «сухого» доїння.

Двотактні доїльні апарати ДА-2М - “Майга”, АДУ-1, ДА-Ф-50 використовують для стад з молочною продуктивністю 4,5-5,5 тис. кг молока. Такі доїльні апарати мають більш високу продуктивність, забезпечують середню інтенсивність видоювання молока від 2,9кг/хв. до 4,0кг/хв. Для молочних стад із річним надоем 6-8 і більше тис. кг молока необхідно використовувати апарати з більшою пропускну спроможністю (середня інтенсивність видоювання – понад 4,0-9,0кг/хв., діаметр присоску дійкової гуми – 25мм, молочна камера колектора – 0,25-0,35дм<sup>3</sup>, діаметр виходу молочного шланга – 16мм). Вітчизняна промисловість ще не освоїла виробництва доїльних апаратів різних типорозмірів для високопродуктивних стад, а тому споживачі доїльної техніки звертаються до зарубіжних фірм “Де Лаваль” (Швеція), “Вестфалія”, “Імпульс” (Німеччина), “Клаухан” (Голландія), “Франс Трейт Елевейд” (Франція) та інші. В Україні підготовлений до серійного виробництва доїльний апарат ДА-Ф-70 для високопродуктивних корів. Апарати фірми “Де Лаваль” потребують селекції корів на високу стресостійкість до автоматичної зміни режимів роботи. Простіші в обслуговуванні і адаптації тварин доїльні апарати фірм “Вестфалія”, “Імпульс”, “Клаухан”.

Є також доїльні апарати, які на всі дійки діють одночасно і такі, що взаємодіють з дійками за схемою: коли в лівих дійках здійснюється такт ссання, у правих відбувається стискання або відпочинок. Такі апарати називають з попарним доїнням. Такі апарати складніші за конструкцією, але мають суттєві переваги: пом'якшується механічна дія на вим'я, покращується вакуумний режим внаслідок одночасного впуску повітря тільки в двох доїльних стаканах, а також проходить часткове розгойдування доїльного апарата, що здійснює незначний масаж вим'я.

У вітчизняній та світовій практиці доїльні апарати випускають у декількох виконаннях: з постійним впуском повітря в колектор у такті стискання, з мікроколиваннями діркової гуми у такті ссання (апарат з вібропульсатором у процесі всього доїння або при установці режиму оператором). Технічну характеристику вітчизняних і зарубіжних доїльних апаратів, що використовуються на молочних фермах, наведено в таблиці в додатку 76.

Основною частиною доїльної машини, що здійснює видоювання молока, є доїльний апарат. Усі сучасні доїльні апарати є висмоктуючого (вакуумного) типу.

Пульсатори призначені для перетворення постійного вакууму у пульсуючий. Частота пульсацій вакууму в основному обумовлює співвідношення часу тактів доїльного апарата і, в свою чергу, залежить від типу і конструкції пульсатора.

Пульсатори бувають (рисунок 5.8.6): пневмомембранні, пневмогравітаційні, пневмогідролічні та електромагнітні. Збудження коливань у пневмомембранних, пневмогравітаційних та пневмогідролічних пульсаторах здійснюється за рахунок потенціальної енергії розрідженого повітря, тому інші види енергії підводити до пульсатора не потрібно. Це є основною їхньою перевагою. Недоліком пневмомембранних та пневмогравітаційних пульсаторів є нестабільність частоти пульсацій. Пневмогравітаційний, крім того, потребує чіткого дотримання вертикального положення. Пневмогідролічні пульсатори мають більш стабільну частоту пульсацій за рахунок наявності рідини в конструкції, що стабілізує його роботу, але його конструкція більш складна у порівнянні із попередніми пульсаторами.

Електромагнітні пульсатори забезпечують стабільну частоту пульсацій, але потребують електричного живлення. Останнє ускладнює конструкцію, підвищує небезпечність обладнання.

Колектор розподіляє вакуум між доїльними стаканами і забирає молоко від них, а також забезпечує такт відпочинку в тритактних доїльних апаратах. Колектори бувають (рисунок 5.8.7) дво-, три- і чотирикамерні. Перші два варіанти забезпечують двотактне доїння відповідно за одночасною та попарною роботою доїльних стаканів; чотирикамерний використовується в тритактних та низьковакуумних доїльних апаратах, а також з однокамерними доїльними стаканами.

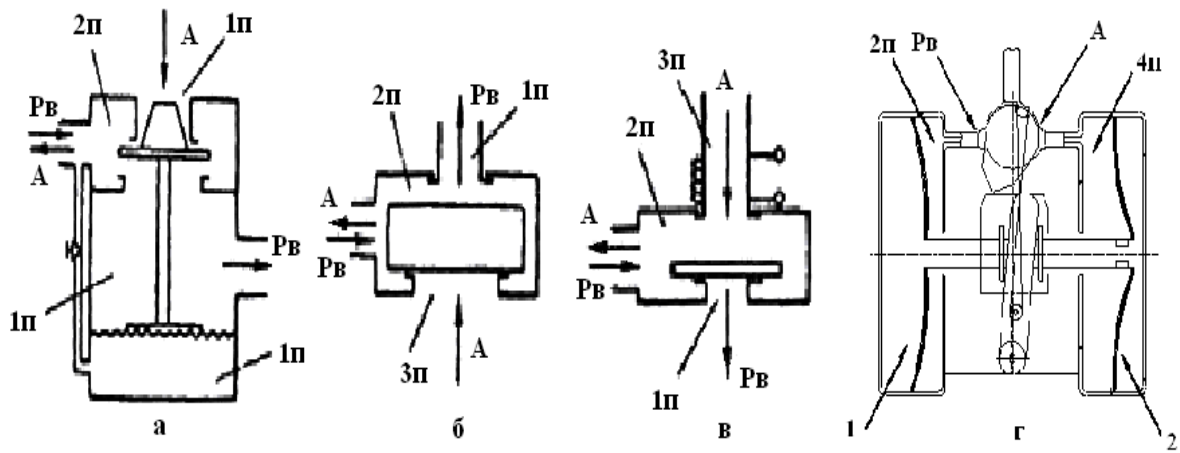


Рисунок 5.8.6 – Типи пульсаторів: а – мембранний; б – гравітаційний; в – електромагнітний; г – пневмогідролічний; 1п – камери постійного вакууму; 2п та 4п – камери змінного тиску; 3п – камери атмосферного тиску; 1 та 2 – гідрокамери

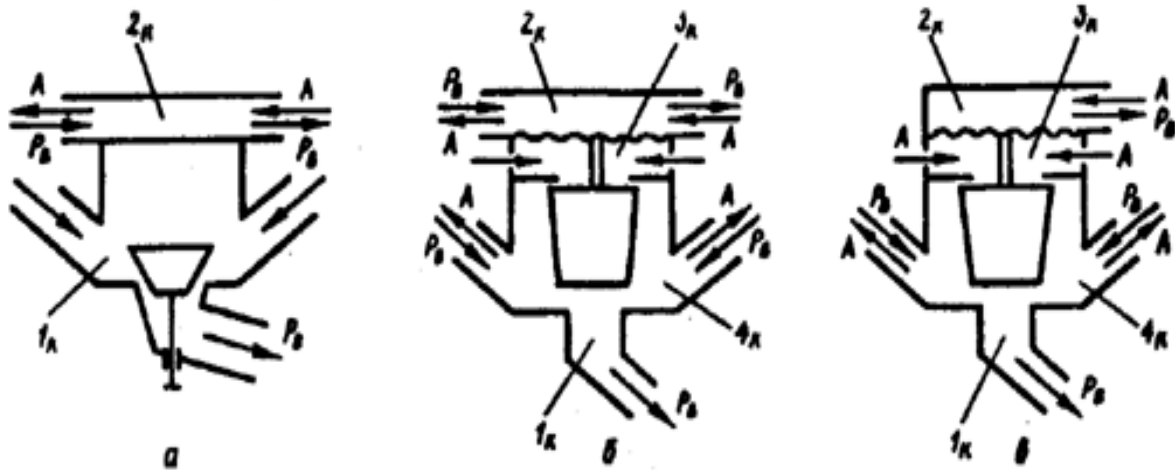


Рисунок 5.8.7 – Схеми колекторів: а – двотактного доїльного апарата; б – тритактного доїльного апарата; в – доїльного апарата з однокамерними стаканами; 1к – камера постійного вакууму; 2к 1 4к – камери змінного вакууму; 3 – камера атмосферного тиску

### 5.8.7 Розрахунок параметрів складових доїльних апаратів

#### Силовий аналіз роботи колектора

Для проведення розрахунків параметрів приводимо короткий аналіз роботи колектора.

Пульсуючий вакуум передається з пульсатора в камеру 4 колектори. В мить, коли у верхній камері колектора вакуум (рисунок 5.8.8, а), на мембрану діє сила, рівна

$$P_{м.к} = K'' \cdot F_{м.к} \cdot h, \text{ Н} \quad (5.8.28)$$

де  $h$  – величина вакууму,  $h=48...50\text{кПа}$ ;

$F_{м.к}$  – площа мембрани колектора,  $F_{м.к}=0,0011...0,0013\text{м}^2$ ;

$K''$  – коефіцієнт активності мембрани,  $K''=0,3$ .

Одночасно на верхній клапан діє сила зверху донизу, що є рівною:

$$P_{в.к.к} = F_{в.к.к} \cdot h, \text{ Н} \quad (5.8.29)$$

де  $F_{в.к.к}$  – площа верхнього клапану колектора,  $F_{в.к.к}=(77\dots80)\cdot 10^{-6}, \text{ м}^2$ .

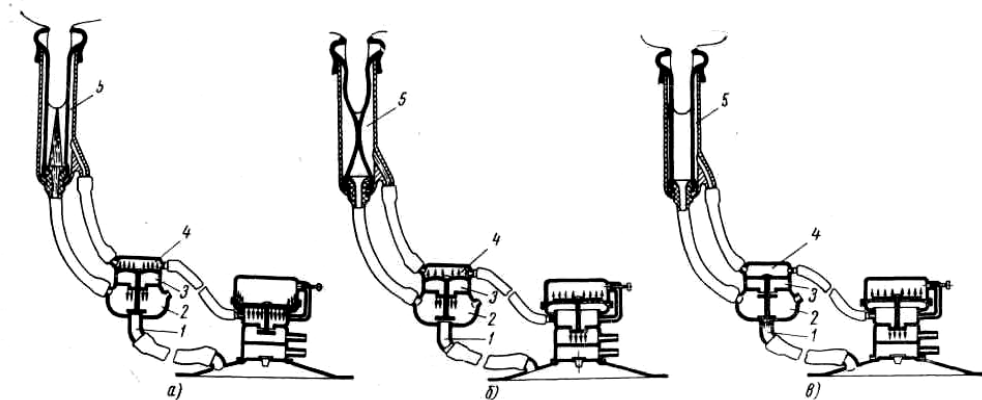


Рисунок. 5.8.8 – Схема взаємодії колектора і доїльних стаканів: а – такт смокання; б – такт стиснення; в – такт відпочинку; 1,2,3 і 4 – камери; 5 – міжстінний простір

Оскільки сила  $P_{м.к}$  в декілька разів більше сили  $P_{в.к.к}$  верхній клапан надійно закрито, а нижній відкрито. Під сосками корів – вакуум, відбувається такт сосання.

Потім в камеру 4 колектори з пульсатора поступає повітря, і вакуум в ній знижується. Цей процес за часом відбувається по вже відомій логарифмічній кривій, одержаній для пульсатора, а саме:

$$t_{з.к} = \frac{1}{K_2} \cdot \ln \cdot \frac{h}{h_1}, \text{ с} \quad (5.8.30)$$

де  $t_{з.к}$  – час заповнення повітрям камери 4 колектора та міжстінного просторів доїльних стаканів, с;

$h$  – величина вакууму,  $h=48\dots50\text{кПа}$ ;

$K_2$  – коефіцієнт пропорційності;

$h_1$  – величина вакууму, при якій сили, діючі на мембрану та верхній клапан, стають рівними, після чого відбувається перемикування клапанів,  $h_1=10,4\text{кПа}$ .

Перетини трубок, через які камери колектора і міжстінний простір доїльних стаканів заповнюються повітрям, значно більше, ніж перетини аналогічних трубок в пульсаторі, а тому тут процес протікає значно скоріше. При цьому до моменту, поки не наступить рівність сил, діючих на мембрану і верхній клапан, останній буде закритий.

Для моменту рівності сил можна написати наступне рівняння:

$$P_{м.к} = P_{в.к.к} \text{ або } K'' \cdot F_{м.к} \cdot h_1 = F_{в.к.к} \cdot h_1, \text{ Н} \quad (5.8.31)$$

звідки:

$$h_1 = \frac{F_{в.к.к} \cdot h}{K'' \cdot F_{м.к}} = \frac{d_{в.к.к} \cdot h}{K'' \cdot d_{м.к}}, \text{ кПа} \quad (5.8.32)$$

При діаметрах мембрани  $d_{м.к}=0,04\text{м}$  (верхнього клапану  $d_{в.к.к}=0,01\text{м}$ ,  $K''=0,3$  та  $h=50\text{кПа}$ )

$$h_1 = \frac{0,01^2 \cdot 50}{0,04^2 \cdot 0,3} = 10,4 \text{ кПа.}$$

Завдяки цьому до перемикання клапанів вакуум у камері 4 колектора і міжстінному просторі доїльних стаканів зменшується до 10,5кПа, і в цей час соскова резина піддається стисненню (сплюсненню) (рисунок 5.8.8, б).

Після перемикання клапанів (рисунок 5.8.8, в) через верхній клапан повітря заповнює камеру 2 і всі підсоскові простори доїльних стаканів – наступає такт відпочинку. При такті стиснення молоко встигає стекти з молочних трубок в колектор, а тому, коли підсосковий простір заповнюється повітрям, молоко з ним не зустрічається.

Виходячи із виразу (5.8.32) можемо розрахувати геометричні параметри діаметра верхнього клапану колектора:

$$d_{в.к.к} = \frac{h_1 \cdot K'' \cdot d_{м.к}}{h}, \text{ м}^2 \quad (5.8.33)$$

та діаметра мембрани колектора:

$$d_{м.к} = \frac{h_1 \cdot d_{в.к.к} \cdot h}{K''}, \text{ м}^2 \quad (5.8.34)$$

Тривалість стиснення соскової гуми, можна визначити з виразу:

$$t_{сж.р} = \frac{1}{K_2} \cdot \ln \frac{h-10}{h_1} + \frac{1}{K_3} \cdot \ln \frac{h}{10}, \text{ с.} \quad (5.8.35)$$

Перший доданок правої частини рівняння — це час заповнення міжстінного простору доїльних стаканів, починаючи з вакууму, рівного – 13,2кПа, до моменту перемикання клапанів; другий складовий час заповнення повітрям простору під сосками до вакууму 13,2кПа, після чого стиснення гуми припиняється, і наступає такт відпочинку при випрямленій сосковій гумі.

Мінімальна різниця тиску на соскову гуму зовні всередину, необхідна для її стиснення, складає 13,2кПа. Ця величина була встановлена експериментально.

Коефіцієнти  $K_2$  та  $K_3$  відрізняються один від одного, оскільки величина кожного з них визначається величиною заповнюваного об'єму і перетином каналу, по якому поступає повітря.

Як видно з виразу (5.8.23), тривалість такту стиснення можна в деякій мірі змінювати, міняючи перетини трубок і каналів, по яких поступає повітря, або іноді вдаючись до дроселю.

У тритактних доїльних апаратах ніякого регулювання перетину трубок і каналів для впускання повітря не застосовується. Тому тривалість такту стиснення по абсолютній величині практично не змінюється. Це важливо враховувати при аналізі впливу зміни числа пульсацій на відносну тривалість тактів. При збільшенні числа пульсацій відносна тривалість такту смоктання залишається приблизно постійною, відносна тривалість такту стиснення збільшується, а такту відпочинку – зменшується. При деякому критичному числі пульсацій такт відпочинку буде рівний нулю.

При нормальному числі пульсацій тривалість такту відпочинку визначається в основному тривалістю другого такту пульсатора. Якщо з тривалості другого такту пульсатора відняти тривалість такту стиснення в доїльних стаканах, то вийде тривалість такту відпочинку.

Проте тут слід внести поправку, оскільки фактично такт відпочинку продовжується за рахунок часу, протягом якого відбувається перемикання клапанів (нижній відкривається, а верхній закривається). Нижній клапан може відкриватися тільки після того, як наступить момент рівності.

$$F_{н.к.к} \cdot h = K'' \cdot F_{м.к} \cdot h'' \quad (5.8.36)$$

де  $F_{н.к.к}$  – площа нижнього клапану колектора, м<sup>2</sup>;

$h''$  – величина вакууму в камері 4 колектора, кПа.

Звідси:

$$h'' = \frac{F_{н.к.к} \cdot h}{K'' \cdot F_{м.к}} \quad (5.8.37)$$

З моменту перемикання клапанів до утворення вакууму під сосками корови також проходить якийсь час. В результаті соскова гума на момент піддається розширенню (із середини назовні). Потім настає такт смоктання, який, звісно, дещо скорочується за рахунок подовження такту відпочинку.

При роботі апарату у взаємодії клапанів і мембрани в певні моменти буває рівновага сил, що виникають від різниці тиску (рисунок 5.8.9) Їх легко визначити, якщо умовно рахувати вагу клапанів рівним нулю і виключити вплив пружності мембрани 8.

Перед відкриттям верхнього клапана вакуум в камері 2 буде номінальне значення  $h$ , у камері 3 він матиме дещо менше значення  $h_1$ , обумовлене тим, що площа мембрани більша площі клапана 6. Тому можна записати:

$$(h - h_1) \cdot F_{м.к} = F_{в.к.к} \cdot h, \quad (5.8.38)$$

де  $F_{м.к}$  – площа мембрани,  $F_{м.к} = 0,0011 \dots 0,0013 \text{ м}^2$ ;

$F_{в.к.к}$  – площа верхнього клапану  $F_{в.к.к} = (77 - 80) \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ .

Площа клапана 5 більше площі клапана 6. Коли клапан 5 закриється, над ним встановлюється атмосферний тиск, і на нього діятиме сила вниз. При відсмоктуванні повітря з камери 3 настає момент рівноваги сил, діючих на мембрану вгору і на клапан 5 вниз. Цьому положенню відповідає наступне рівняння:

$$(h - h_2) \cdot F_{м.к} = F_{н.к.к} \cdot h \quad (5.8.39)$$

де  $F_{н.к.к}$  – площа нижнього клапану, м<sup>2</sup>;

$h_2$  – вакуум у камері 3 в момент рівноваги сил, який можна розрахувати як:

$$h_2 = \frac{F_{в.к.к} \cdot h}{F_{м.к}}, \text{ кПа.} \quad (5.8.40)$$

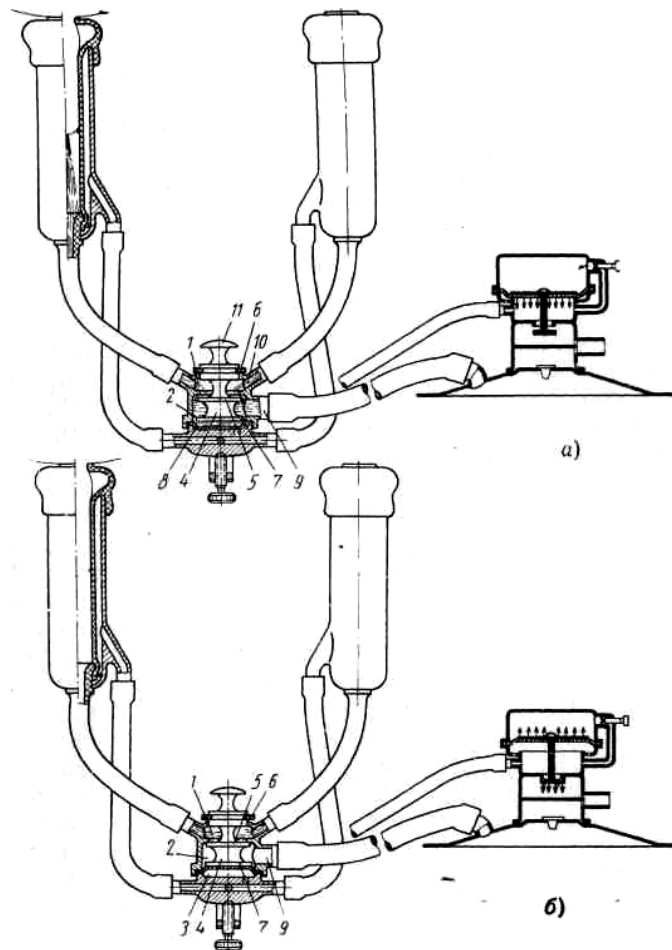


Рисунок 5.8.9 – Колектор із мембраною: 1 та 3 – камери пульсуючого вакууму; 2 – камера постійного вакууму; 4 – стрижень; 5 – нижній клапан; 6 – верхній клапан; 7 – основа стрижня; 8 – мембрана; 9 – патрубок постійного вакууму; 10 – молочний патрубок; 11 – головка стрижня

Ці два рівняння дозволяють орієнтовно визначити основні розміри клапанів і мембрани колектора, необхідні для його конструювання, виходячи із заданих параметрів колектора, з деякими поправками на вагу клапанів і пружність мембрани. А саме, перетворивши вираз (5.8.39) для визначення діаметра нижнього клапану колектора, маємо:

$$d_{н.к.к} = d_{м.к} \cdot \sqrt{\frac{h - h_2}{h}}, \text{ м.} \quad (5.8.41)$$

### Розрахунок параметрів пневмогідравлічного пульсатора

Пневмогідравлічний пульсатор доїльного апарату є системою, в якій режим руху рідини в гідравлічному контурі визначає режим роботи пульсатора (рисунок 5.8.10).

При розповсюдженні вакууму  $h_e$  у пневмокамері (наприклад 2) створюється вакуумметричний тиск, що впливає на мембрану 4 і примусове її переміщення сумісне з патрубком 7, який жорстко сполучений з обома мембранами 3 та 4. Під дією переміщення мембран рідина перетікає з гідрокамери 5 в гідрокамеру 6, по каналу патрубка 7.

Перемикач подачі вакууму в пневмокамери 1 та 2 (на рисунку 5.8.10 не показаний) кінематично пов'язаний з патрубком і спрацьовує в крайніх точках амплітуди руху патрубка.

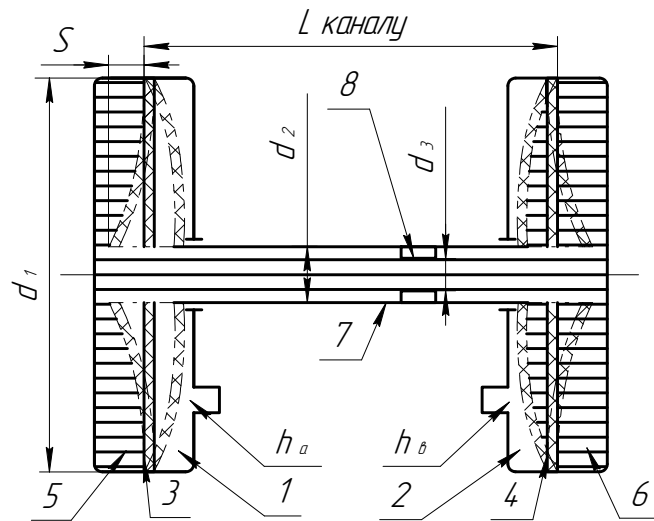


Рисунок 5.8.10 – Схема гідравлічного контуру пульсатора 1 та 2 – пневмокамери; 3 та 4 – мембрани; 5 та 6 – гідрокамери; 7 – патрубок; 8 – калібрований отвір

Конструктивний розрахунок геометричних параметрів гідропневматичного пульсатора можна провести, використовуючи наступну рівність:

$$n = \frac{30 \cdot \vartheta \cdot \omega}{V}, \text{ пульс/хв,} \quad (5.8.42)$$

де  $n$  – частота пульсів,  $n=60$ пульс/хв;  
 $\omega$  – площа перетину каналу патрубка,  $\text{м}^2$ ;  
 $V$  – об'єм рідини що переміщується,  $\text{м}^3$ :

$$V = 2 \cdot \frac{1}{12} \cdot \pi \cdot S (d_1^2 + d_u^2 + d_1 \cdot d_u) \quad (5.8.43)$$

де  $d_u$  – діаметр жорсткого центру мембрани,  $d_u=0,03-0,035\text{м}$ ;  
 $S$  – половина відстані переміщення жорсткого центру мембрани,  $S=0,01\text{м}$ ;  
 $d_1$  – діаметр мембрани,  $\text{м}$ ;  
 $\vartheta$  – швидкість потоку рідини у каналі пульсатора,  $\text{м/с}$ :

$$\vartheta = \frac{-\frac{32 \cdot \nu \cdot l}{g \cdot d_2^2} + \sqrt{\left(\frac{32 \cdot \nu \cdot l}{g \cdot d_2^2}\right)^2 - 4 \left(\frac{\zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3}{2 \cdot g}\right) \left(-\frac{h}{\gamma}\right)}}{\left(\frac{\zeta_1 + \zeta_2 + \zeta_3}{g}\right)} \quad (5.8.44)$$

де  $\nu$  – кінематична в'язкість рідини,  $\nu = 2,86 \cdot 10^{-6} \text{м}^2/\text{с}$ ;  
 $l$  – довжина каналу,  $l=0,11\text{м}$ ;



$h$  – тиск на мембрану (вакуум),  $h=48-50$ кПа;  
 $d_2$  – діаметр патрубку,  $d_2=0,004-0,003$ м;  
 $g$  – прискорення вільного падіння, для наших широт  $g=9,81$ м/с<sup>2</sup>;  
 $\gamma$  – питома вага рідини  $\gamma=10300$ Н/м<sup>3</sup>;

$$\zeta_1 = \left( \frac{d_2^2}{d_1^2} - 1 \right)^2 \quad (5.8.45)$$

де  $\zeta_1$  – коефіцієнт витрати тиску при раптовому звуженні каналу на переході від гідравлічної камери до каналу патрубка,  $\zeta_1=0,47-0,5$ ;

$$\zeta_2 = \left( 1 - \frac{d_2^2}{d_3^2} \right)^2 \quad (5.8.46)$$

де  $\zeta_2$  – коефіцієнт витрати тиску при раптовому звуженні каналу в частині розміщення каліброваного отвору,  $\zeta_2=0,002-0,005$ ;

$d_3$  – діаметр каліброваного отвору, м.

$$\zeta_3 = \left( 1 - \frac{d_2^2}{d_1^2} \right)^2$$

– коефіцієнт витрати тиску при раптовому розширенні каналу;

Використавши вираз (5.8.33) розрахуємо діаметр мембрани:

$$d_1 = \frac{d_2}{\sqrt{\sqrt{\zeta_1} + 1}}, \text{ м.} \quad (5.8.47)$$

Із виразу (5.8.34) можна прорахувати діаметр каліброваного отвору:

$$d_3 = \frac{d_2}{\sqrt{1 - \sqrt{\zeta_2}}}, \text{ м.} \quad (5.8.48)$$

## 5.9 Розрахунки параметрів конструкцій та робочих органів машин для первинної обробки молока

До первинної обробки молока відноситься його нагрівання і охолодження. Для нагрівання молока і охолодження використовують теплообмінні апарати.

Теплообмінні апарати (теплообмінники) – пристрої, призначені для передачі тепла від одного теплоносія до іншого.

На тваринницьких фермах використовують поверхневі теплообмінні апарати для охолодження і нагрівання (пастеризації) молока, в яких передача тепла між гарячою і холодною рідинами проходить через розподільчу тверду стінку апарата.

Найбільше розповсюдження для теплової обробки молока одержали апарати для тонкошарової обробки молока - зрошувальні і пластинчаті теплообмінники і об'ємні теплообмінні апарати (ванни тривалої пастеризації і танки – охолоджувачі).

Для проведення таких розрахунків повинна бути задана продуктивність пластинчатого теплообмінного апарата  $m_m$ , поверхня його теплообміну  $F_{an}$ , тип і параметри теплообмінних пластин, на базі яких передбачається проектування теплообмінного апарата, початкові температури теплоносія (молока) –  $t_m$ , і холодоносія (водопровідної води) –  $t_6$ , вагові (масові) витрати теплоносія (молока) –  $m_m$  і холодоносія (водопровідної води) –  $m_6$  і їх фізичні властивості.

При виконанні таких розрахунків визначається гідродинамічний тепловий режим роботи пластинчатого теплообмінного апарата і розраховуються кінцеві температури робочого процесу рідин (теплоносія, холодоносія).

При розрахунку гідродинамічного теплового режиму використовуються критерії подібності Рейнольдса ( $Re$ ), Нуссельта ( $Nu$ ) і Прандтля ( $Pr$ ).

Критерії  $Re$  і  $Nu$  розраховуються за відповідними формулами. Критерії  $Re$ ,  $Nu$  величини безрозмірні. Критерій Прандтля ( $Pr$ ) знаходять відповідно для теплоносія і холодоносія (додатки 77...78). Критерій Прандтля величина також безрозмірна.

### 5.9.1 Визначення критеріїв подібності для проведення гідродинамічних розрахунків

Режим руху рідини в загальному випадку залежить від швидкості і густини рідини. Комплекс величин, які характеризують режим руху рідини називається критерієм або числом Рейнольдса ( $Re$ ) і визначається за формулою

$$Re = \frac{\rho \cdot V \cdot d_{екв}}{\mu} = \frac{\gamma \cdot V \cdot d_{екв}}{g \cdot \mu} = \frac{V \cdot d_{екв}}{\nu} = \frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot d_{екв}} \quad (5.9.1)$$

де  $\rho$  – щільність рідини, кг/м<sup>3</sup>;

$V$  – середня швидкість потоку рідини, м/с;

$d_{екв}$  – еквівалентний діаметр потоку, м;

$\mu$  – динамічна густина рідини, кг/(м·с);

$\gamma$  – питома вага рідини, Н/м<sup>3</sup>;

$\nu$  – кінематична густина, м<sup>2</sup>/с;

$Q$  – витрати рідини, м<sup>3</sup>/с;

При переміщенні рідини в каналах пластинчатого теплообмінного апарата процес теплообміну залежить від режиму руху рідини і характеру переносу тепла від холодоносія до теплоносія.

Комплекс величин, які характеризують процес теплопереносу, називають критерієм або числом Нуссельта ( $Nu$ ).

Цей критерій для процесу перенесення тепла від молока (теплоносії) до води (холодоносії) визначається за формулами Ю.В. Краснокутського:

при зазорі між пластинами 1,1мм.:

$$Nu = 0,0524 \cdot Re^{0,74} \cdot Pr^{0,45} \cdot \left(\frac{Pr_m}{Pr_{cm}}\right)^{0,25} \quad (5.9.2)$$

при зазорі між пластинами 1,4мм.:

$$Nu = 0,1085 \cdot Re^{0,66} \cdot Pr^{0,43} \cdot \left(\frac{Pr_m}{Pr_{cm}}\right)^{0,25} \quad (5.9.3)$$

За формулою Ю.М. Ковальова при зазорі між пластинами 4,1 мм:

$$Nu = 0,0072 \cdot Re^{0,88} \cdot Pr_e \cdot \left( \frac{Pr_m}{Pr_{cm}} \right)^{0,25} \quad (5.9.4)$$

В приведених формулах (5.9.2), (5.9.3), (5.9.4)

$Pr$  – критерій Прандтля при середній температурі рідини;

$Pr_m$  – критерій Прандтля для молока;

$Pr_e$  – критерій Прандтля для води;

$Pr_{cm}$  – критерій Прандтля при температурі граничного шару.

Критерій Прандтля в загальному випадку визначається за формулою

$$Pr = \frac{\mu \cdot g \cdot C}{\lambda} \quad (5.9.5)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт густини рідин, Па·с;

$g$  – прискорення земного тяжіння;  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ ;

$C$  – середня питома теплоємність рідини, Дж/(кг °С)

$\lambda$  – коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м °С).

В технічних розрахунках для спрощення можна приймати: при нагріванні рідини  $\left( \frac{Pr_m}{Pr_{cm}} \right)^{0,25} = 1,05$ , при охолодженні  $\left( \frac{Pr_m}{Pr_{cm}} \right)^{0,25} = 1,05$ .

Критерії (числа) Прандтля для рідини (молоко, вода)  $Pr_m$  і  $Pr_e$  для різних температур можна знайти в таблицях (додатки 79...80).

### 5.9.2 Розрахунок технологічних параметрів

Розрахунок технологічних параметрів пластинчатого теплообмінного апарата з використанням заданих конструктивних параметрів для односекційного охолоджувача молока з використанням холодоносія – водопровідної води – проводиться за приведеною нижче методикою.

По приведеній методиці виконуються також розрахунки технологічних параметрів і для секції пластинчатого охолоджувача молока з використанням крижаної води.

1. Середні температури молока і холодоносія (орієнтовно) визначаються за формулами:

для молока

$$t_{mc} = \frac{t_{mn} + t_{mk}}{2}, \text{ } ^\circ\text{C} \quad (5.9.6)$$

де  $t_{mn}$  – початкова температура охолодження молока, °С;

$t_{mk}$  – кінцева температура охолодження молока, °С;

для водопровідної води

$$t_{vc} = \frac{t_{vn} + t_{vk}}{2}, \quad (5.9.7)$$

де  $t_{vn}$  – початкова температура води, °С;

$t_{vk}$  – кінцева температура води, °С.

Для розрахованих температур молока  $t_{mp}$  і води  $t_{6c}$  (додатки 79...80) знаходимо:  
 для молока: теплоємність  $C_m$ , число Прандтля  $Pr_m$ , кінематичну густину  $\nu_m$ , коефіцієнт теплопровідності для молока  $\lambda_m$ ;

для води: теплоємність  $C_e$ , число Прандтля  $Pr_{6e}$ , кінематичну густину  $\nu_e$ , коефіцієнт теплопровідності для води  $\lambda_e$ .

2. Витрати холодоносія (водопровідної води) знаходимо за формулою:

$$m_e = n_e \cdot m_m, \text{ кг/с}, \quad (5.9.8)$$

де  $n_{6e}$  – коефіцієнт кратності подачі водопровідної води,  $n_e = m_e / m_m$ ;

$m_m$  – задана продуктивність пластинчатого охолоджувача, кг/с.

3. Швидкість руху рідин в каналах пакета пластин теплообмінного апарата визначаємо за формулою:

для потоку молока

$$V_m = \frac{m_m}{b \cdot h \cdot \rho_m}, \text{ м/с}, \quad (5.9.9)$$

для потоку води

$$V_e = \frac{m_e}{b \cdot h \cdot \rho_e}, \text{ м/с}, \quad (5.9.10)$$

де  $b$  – робоча ширина пластини, м;

$h$  – зазор між пластинами, м;

$k$  – коефіцієнт теплопровідності матеріалу пластини, кВт/(м °С);

4. Критерії Рейнольдса  $Re$  розраховуємо за формулою:

для потоку молока

$$Re_m = \frac{V_m \cdot d_{скв}}{\nu_m} = \frac{V_m \cdot 2h}{\nu_m} \quad (5.9.11)$$

для потоку водопровідної води

$$Re_B = \frac{V_B \cdot 2h}{\nu_B} \quad (5.9.12)$$

5. Критерії Нуссельта  $Nu$  розраховуємо за формулою Ю.В. Краснокутського:

$$Nu = 0,0524 \cdot Re^{0,74} \cdot Pr_p^{0,48} \left( \frac{Pr_p}{Pr_{cm}} \right)^{0,25} \quad (5.9.13)$$

Значення множника приймемо при нагріванні  $\left( \frac{Pr_p}{Pr_{cm}} \right)^{0,25} = 1,05$ , а при

охолодженні  $\left( \frac{Pr_p}{Pr_{cm}} \right)^{0,25} = 0,95$ .

За приведеною вище формулою знаходимо критерії Нуссельта для потоку молока (потік охолоджуваної рідини) і для потоку водопровідної води (потік рідини, що нагрівається)

6. Коефіцієнти тепловіддачі визначаємо за формулою

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda_r}{d_{екв}}, \quad (5.9.14)$$

де  $\lambda_r$  – коефіцієнт теплопровідності рідини,  $\frac{Вт}{(м \cdot ^\circ C)}$

для потоку молока:

$$\alpha_m = Nu \cdot \frac{\lambda_m}{d_{екв}} = Nu \frac{\lambda_m}{2h}, \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C} \quad (5.9.15)$$

для потоку водопровідної води

$$\alpha_B = Nu_B \frac{\lambda_B}{2h}, \frac{Вт}{м^2 \cdot ^\circ C} \quad (5.9.16)$$

7. Коефіцієнти теплопередачі знаходимо за формулою для охолоджувача з водопровідною водою:

$$K_B = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{\delta_{cm}}{\lambda_{cm}} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (5.9.17)$$

де  $\delta_{cm}$  – товщина теплопередавальної стінки, м;

$\lambda_{cm}$  – коефіцієнт теплопровідності матеріалу стінки,  $Вт/м^2 \cdot ^\circ C$ ;

$\lambda_1$  – коефіцієнт тепловіддачі від стінки до холодної води,  $Вт/м^2 \cdot ^\circ C$  ;

$\lambda_2$  – коефіцієнт тепловіддачі від молока до стінки,  $Вт/м^2 \cdot ^\circ C$ ;

8. Поверхню теплообміну охолоджувача знаходимо за формулою

$$F_m = F_B = F_{an} \cdot Z_{an}, м^2 \quad (5.9.18)$$

де  $F_{an}$  – площа робочої поверхні пластини,  $м^2$ ;

$Z_{an}$  – число пластин в одному апараті.

9. Водяні еквіваленти робочих рідин визначаємо за формулами:

для потоку молока

$$\omega_1 = m_m \cdot C_m, \frac{Вт}{^\circ C} \quad (5.9.19)$$

для потоку води

$$\omega_2 = n_B \cdot m_m \cdot C_B, \frac{Вт}{^\circ C} \quad (5.9.20)$$

10. Кінцеві температури рідин на виході з першого охолоджувача (з холодноносієм – водопровідною водою) визначаємо за формулами:

для потоку молока:

$$\delta t_M = (t_M - t_B) \frac{1 - e^{-\left(1 - \frac{\omega_1}{\omega_2}\right) \cdot \frac{k \cdot F}{\omega_1}}}{1 - \frac{\omega_1}{\omega_2} \cdot e^{-\left(1 - \frac{\omega_1}{\omega_2}\right) \cdot \frac{k \cdot F}{\omega_1}}} \quad (5.9.21)$$

$$t_{MK} = t_M - \delta t_M \quad (5.9.22)$$

для потоку водопровідної води:

$$\delta t_B = (t_M - t_B) \cdot \frac{\omega_1}{\omega_2} \cdot \frac{1 - e^{-\left(1 - \frac{\omega_1}{\omega_2}\right) \cdot \frac{k \cdot F}{\omega_1}}}{1 - \frac{\omega_1}{\omega_2} \cdot e^{-\left(1 - \frac{\omega_1}{\omega_2}\right) \cdot \frac{k \cdot F}{\omega_1}}} \quad (5.9.23)$$

$$t_{BK} = t_B + \delta t_B \quad (5.9.24)$$

## 5.10 Розрахунок параметрів конструкцій та робочих органів машин для прибирання та утилізації гною

### 5.10.1 Розрахунок скребкових транспортерів колової дії

При розрахунках скребкового транспортера колової дії повинні бути задані кількість та вид тварин, складена кінематична схема установки транспортера в приміщенні, фізико-механічні властивості гною, добовий вихід гною від однієї тварини.

Кінематичну схему установки транспортера колової дії приведено на рисунку 5.10.1, де вказані:  $a$  – відстань від зірочки до найближчого стійла (0,5-1,0 м);  $l$  – довжина гнойового каналу, розміщеного навпроти стійла;  $L_1, L_2, L_3, L_4$  – довжина ділянок ланцюга гноєзбирального транспортера. На рисунку 5.10.2 приведено поперечний розріз гнойового каналу.

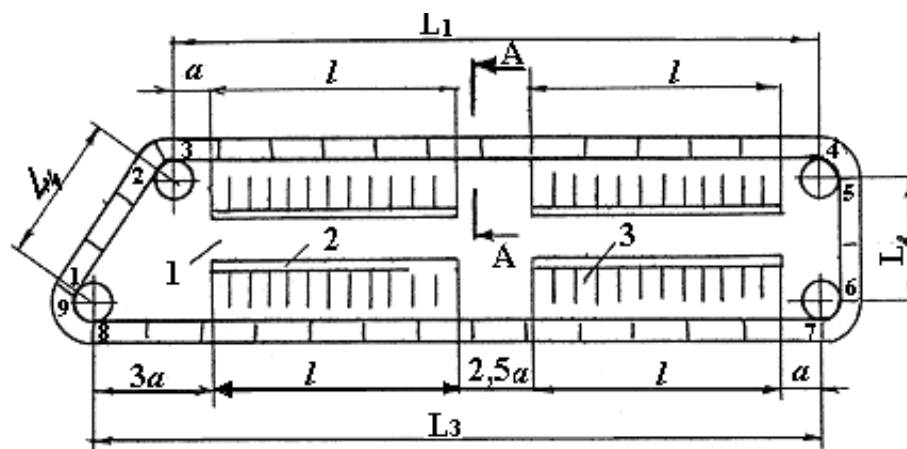


Рисунок 5.10.1 – Кінематична схема транспортера колової дії: 1 – кормовий проїзд; 2 – годівниці; 3 – бокси

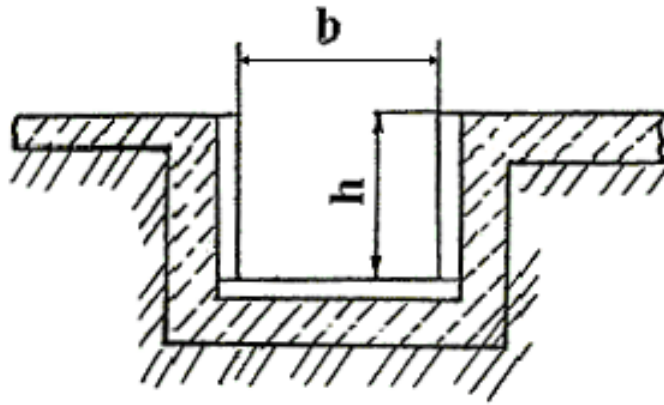


Рисунок 5.10.2 – Поперечний розріз каналу

Продуктивність транспортера визначається за формулою:

$$Q = h \cdot b \cdot \rho \cdot V \cdot k, \text{ кг/с}, \quad (5.10.1)$$

де  $h$  – висота призми гною, яка переміщується скребком, м;

$b$  – ширина гнойового каналу, яка дорівнює 0,32 м при глибині  $h=0,12$  м (для транспортерів колової дії типу КСГ(ТСН));

$\rho$  – щільність гною (додаток 37),  $\text{кг/м}^3$ ;

$V$  – швидкість руху ланцюга транспортера, м/с;

$k$  – коефіцієнт подачі.

Коефіцієнт подачі розраховується за емпіричною формулою:

$$k = \prod_{i=1}^5 k_i, \quad (5.10.2)$$

де  $k_1$  – коефіцієнт заповнення гнойового каналу,  $k_1=0,5$ ;

$k_2$  – коефіцієнт, який враховує ущільнення гною при його переміщенні в гнойовому каналі,  $k_2=1,13$ ;

$k_3$  – швидкісний коефіцієнт,  $k_3=0,9 \dots 0,95$ ;

$k_4$  – коефіцієнт, який враховує об'єм гнойового каналу, що зайнятий ланцюгом та скребками транспортера,  $k_4=0,97$ ;

$k_5 - 1,0$  – коефіцієнт, який враховує кут нахилу транспортера,  $k_5=0,3 \dots 1,0$ .

Максимальна кількість гною, яка розміщується в гнойовому каналі:

$$G_{max} = 4 \cdot h \cdot b \cdot l \cdot \rho \cdot k, \text{ кг}, \quad (5.10.3)$$

де  $l$  – довжина каналу, розміщеного навпроти стійл, м:

$$l = m_p \cdot l_{cm}, \text{ м}, \quad (5.10.4)$$

де  $m_p$  – кількість тварин в одному ряду;

$l_{cm}$  – ширина стійла на одну тварину для ВРХ,  $l_{cm} = 1,1 \dots 1,4$  м.

За допомогою формули знаходимо площу поперечного розрізу гнойового каналу:

$$h \cdot b = \frac{G_{max}}{4 \cdot l \cdot \rho \cdot k_1}, \text{ м}^2. \quad (5.10.5)$$

Глибина каналів для гною при його механізованому збиранні, виходячи з умов безпеки тварин, приймається від 0,1 до 0,16м. Ширина каналу для ланцюгово-скребкових транспортерів колової дії дорівнює 0,32м. Висота скребка транспортера повинна бути в межах від 1/2 до 1/3 глибини каналу, а довжина вибирається таким чином, щоб була щілина між скребком і стінкою каналу. При цьому необхідно враховувати, яка буде використана підстилка. Якщо соломиста, то її довжина не повинна перевищувати 100мм, а щілина між скребком і стінкою каналу повинна бути в межах 12...15 мм, при використанні торфокришки щілину роблять в межах 5...10мм.

Тривалість одного циклу  $T_u$  роботи транспортера:

$$T_u = \frac{L}{V}, \text{ с}, \quad (5.10.6)$$

де  $L$  – довжина ланцюга транспортера;

$V$  – середня швидкість транспортера, м/с.

Середня швидкість транспортера з метою забезпечення безпеки тварин не повинна перевищувати 0,25м/с.

Необхідна продуктивність транспортера колової дії визначається за формулою:

$$Q_{\text{сеп}} = \frac{m \cdot q_{\text{доб}}}{T_u \cdot K}, \text{ кг/с}, \quad (5.10.7)$$

де  $q_{\text{доб}}$  – добовий вихід гною від однієї тварини (додатки 34...35);

$m$  – кількість тварин, яких обслуговує один транспортер (додатки 39...42);

$K$  – кількість вмикань транспортера для збирання гною за добу,  $K=3...6$  разів.

Велика кількість вмикань транспортера приймається в тому випадку, коли гній подається в гноєсховище.

Для вибору електродвигуна, необхідного для приводу транспортера колової дії, необхідно визначити повний тяговий опір руху транспортера.

### Розрахунок горизонтального транспортера

Повний тяговий опір руху ланцюга горизонтального транспортера (рисунок 5.10.1) визначається за формулою:

$$P = P_c + \sum_{i=1}^5 P_i, \text{ Н}, \quad (5.10.8)$$

де  $P_c$  – сила попереднього натягу ланцюга, Н;

$P_1$  – зусилля, яке необхідне для подолання тертя гною дном каналу, Н;

$P_2$  – зусилля, яке необхідне для подолання тертя гною об бокові стінки каналу, Н;

$P_3$  – зусилля, яке необхідне для подолання заклинювання скребків транспортера, Н;

$P_4$  – зусилля, яке необхідне для переміщення ланцюга транспортера, Н;

$P_5$  – опір руху гною в напрямі натяжної зірочки ( $P_5=0,25 \cdot P_4$ ), Н.



Опір від тертя гною об дно каналу визначають по формулі:

$$P_1 = h \cdot b \cdot L' \cdot \rho \cdot g \cdot f \cdot \cos \beta, \text{ Н}, \quad (5.10.9)$$

де  $L'$  – довжина шляху переміщення гною, м;  
 $f$  – коефіцієнт тертя гною по каналу (додаток 38);  
 $\beta$  – кут установки похилого транспортера;  
 $h, b$  – розміри каналу, м;  
 $g$  – прискорення сили тяжіння.  $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ .

Опір від тертя гною об бокові стінки каналу визначається за формулою:

$$P_2 = h_1^2 \cdot \rho \cdot g \cdot L \cdot f \cdot k_1 \cdot \cos \beta, \text{ Н}, \quad (5.10.10)$$

де  $h_1$  – висота переміщення призми або тіла волочіння, м;  
 $h_1 = (1 \dots 1,3) h_2$ , тут  $h_2$  – висота скребка, м;  
 $k_1$  – коефіцієнт бокового тиску,  $k_1 = 1,2 \dots 1,4$ .

Зусилля, яке необхідне для подолання заклинювання скребоків транспортера визначається за формулою:

$$P_3 = \rho_{зак} \cdot \frac{L}{t_c}, \text{ Н}, \quad (5.10.11)$$

де  $\rho_{зак}$  – опір заклинювання, який припадає на один скребок (15...30Н);  
 $t_c$  – крок установки скребоків у залежності від марки транспортера,  $t_c = 0,8 \dots 1,2 \text{ м}$ ;  
 $L$  – довжина ланцюга транспортера, м.

Опір від переміщення ланцюга транспортера:

$$P_4 = 2 \cdot q_n \cdot L_1 \cdot f_1 \cdot \cos \beta, \text{ Н}, \quad (5.10.12)$$

де  $q_n$  – вага одного погонного метра ланцюга зі скребками, Н/м;  
 $f_1$  – коефіцієнт тертя ланцюга по дну жолоба, (залежить від вологості  $f_1 = 0, \dots 1,3$  – по дереву),  
 $L_1$  – відстань між осями зірочок, м.

Для забезпечення оптимальних вимог роботи скребка транспортера необхідно, щоб  $\text{tg } \alpha < \text{tg } \varphi_2$  (де  $\varphi_2$  – кут тертя гною об скребок, тобто ковзання гною поверхнею скребка не повинно відбуватися (рисунк 5.10.3).

Опір від переміщення гною в напрямку натяжної зірочки

$$P_5 = 0,25 \cdot P_4, \text{ Н} \quad (5.10.13)$$

Сила попереднього натягу ланцюга

$$P_c = \frac{P'_0 \cdot B_c}{t_u \cdot (\text{tg } \alpha_{\max} - f_1 \cdot \text{tg } \alpha_{\max})} - \frac{P'_0}{2 \cdot (1 - f_1 \cdot \text{tg } \alpha_{\max})}, \text{ Н}, \quad (5.10.14)$$

де  $P'_0$  – опір руху скребка при розміщенні його по нормалі до стінки каналу:

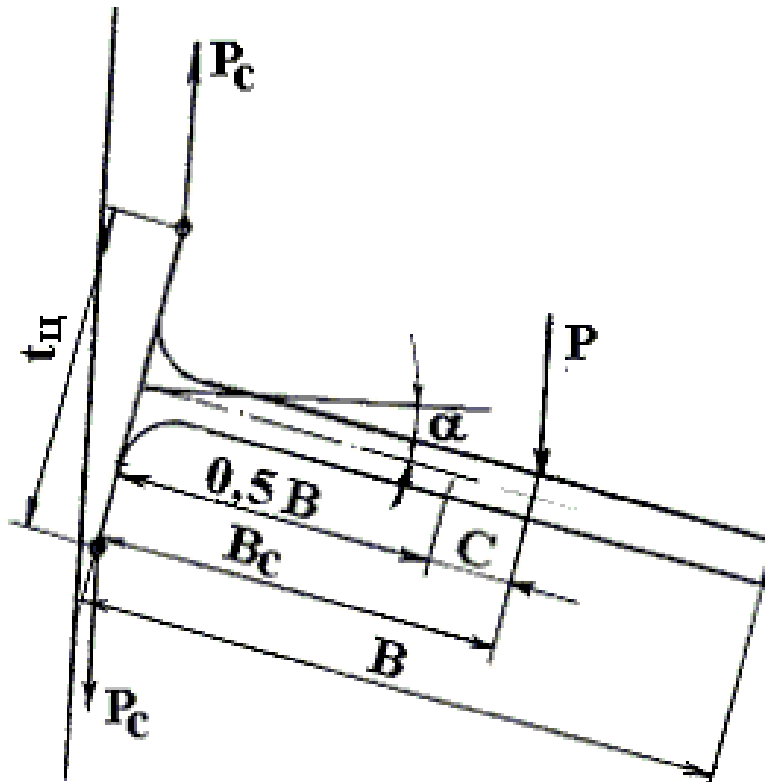


Рисунок 5.10.3 – Схема дії сил на скребок транспортера

$$P'_0 = P_5 \cdot (1 - f_1 \cdot \operatorname{tg} \alpha), \text{ Н}, \quad (5.10.15)$$

де  $P_5$  – опір руху гною в напрямі натяжної зірочки ( $P_5 = 0,25 \cdot P_4$ ), Н;

$B_c$  – відстань між точкою прикладання до скребка сили  $P$  до ланцюга транспортера, м:

$$B_c = 0,5 \cdot B + C, \text{ м}, \quad (5.10.16)$$

де  $C=0,01-0,02$  при  $\alpha=0^\circ$ ,  $C=0,03-0,04$  при  $\alpha=15^\circ$  (рисунок 5.11.3);

$\alpha_{max}$  – максимально допустимий кут відхилення скребка,  $\alpha_{max}=15^\circ$ ;

$B$  – довжина скребка транспортера (додатки 39...42); м;

$t_{ц}$  – крок ланцюга, м (за технічною характеристикою).

Необхідна потужність електродвигуна приводної станції розраховується за формулою:

$$N_{дн} = \frac{K \cdot P \cdot V}{\eta_m}, \text{ Вт}, \quad (5.10.17)$$

де  $K$  – коефіцієнт, який враховує опір натягу на приводній зірочці ( $K=1,1$ );

$\eta_m$  – ККД трансмісії, ( $\eta_m = 0,75-0,85$ );

$P$  – повний тяговий опір руху ланцюга, Н;

$V$  – середня швидкість транспортера (додатки 39...42), м/с.

### Розрахунок похилого транспортера

Повний тяговий опір похилого транспортера проводиться ідентично як і для горизонтального транспортера, але тільки з уточненнями параметрів  $L'$ ,  $L_1$ .

Опір від підймання гною похилим транспортером:

$$P = P_c + P_n + \sum_{i=1}^5 P_i, \text{ Н} \quad (5.10.18)$$

$$P_n = h \cdot b \cdot L_n \cdot \rho \cdot g \cdot \sin \beta, \text{ Н}, \quad (5.10.19)$$

де  $L_n$  – довжина шляху переміщення гною похилим транспортером, м.

Розрахунок необхідної потужності електродвигуна приводної станції похилого транспортера розраховується по формулі (5.10.17).

### 5.10.2 Гідравлічний спосіб видалення рідкого гною

Найбільші труднощі при розрахунку самопливної системи виникають при знаходженні параметрів поздовжніх гноеприймальних каналів. Вона залежить від розмірів тваринницьких приміщень, їх планування, технології утримання тварин, розмірів тварин і вибору раціонального перерізу каналу.

Довжина гноеприймального каналу дорівнює:

$$L_k = m_p b_c + l_c, \text{ м}, \quad (5.10.20)$$

де  $L_k$  – довжина гноеприймального каналу, м;

$m_p$  – кількість тварин в ряду, звідки гній потрапляє в канал;

$b_c$  – фронт годівлі однієї тварини (0,15-0,8), м;

$l_c$  – частина каналу, перекрита суцільною плитою, в межах якої не розміщені тварини, м.

Для приміщень, де тварини утримують у станках або боксах:

$$L_k = n_c b_c + l_c, \text{ м}, \quad (5.10.21)$$

де  $n_c$  – кількість станків або боксів, які обслуговують канал:

$b_c$  – ширина станка або бокса, (0,6-4) м.

Мінімальна ширина поздовжнього каналу в приміщеннях для утримання великої рогатої худоби визначається за формулою:

$$B_k = 2[l_k(1 - \varepsilon_p) + 0,2], \text{ м}, \quad (5.10.22)$$

де  $B_k$  – мінімальна ширина поздовжнього каналу, м;

$l_k$  – коса довжина тулуба тварини,  $l_k = 0,125-0,195$  м;

$\varepsilon_p$  – коефіцієнт, що враховує різницю в розмірах тварини. Коефіцієнт  $\varepsilon_p = 0,91$  для стада з вирівняними розмірами тварин,  $\varepsilon_p = 0,88$  для стада з різномірними тваринами.

При утриманні свиней у групових станках ширину поздовжнього каналу визначають за умови:

$$B_k \geq l_r - \left( A + \frac{2}{3} B_r \right), \text{ м} \quad (5.10.23)$$

а в індивідуальних станках і боксах

$$B_k \geq (L_{CT} - l_T) + l_p, \text{ м,} \quad (5.10.24)$$

де  $l_T$  – довжина тварини (0,6-2,2), м;

$A$  – ширина суцільної бетонної смуги біля годівниці,  $A = 0,2-0,3$  м;

$B_T$  – ширина годівниці,  $B_T = 0,3-0,45$  м;

$L_{CT}$  – довжина станка або боксу (1,7-2,4), м;

$l_p$  – довжина решітчастої частини підлоги, де знаходяться тварини,  $l_p = 0,35-0,5$  м.

Для відлучених поросят і ремонтного молодняку рекомендується  $B_k \geq 0,8$  м, для дорослих свиней  $B_k \geq 1,2$  м.

Ширину  $B_k$  збільшують з метою скорочення затрат праці на прибирання підлоги в стійлах, боксах, станках.

Глибина поздовжнього каналу залежить від його довжини та нахилу дна, фізико-механічних властивостей гною. Глибину каналу **самопливної системи** безперервної дії визначають (рисунок 5.10.4) за таким виразом:

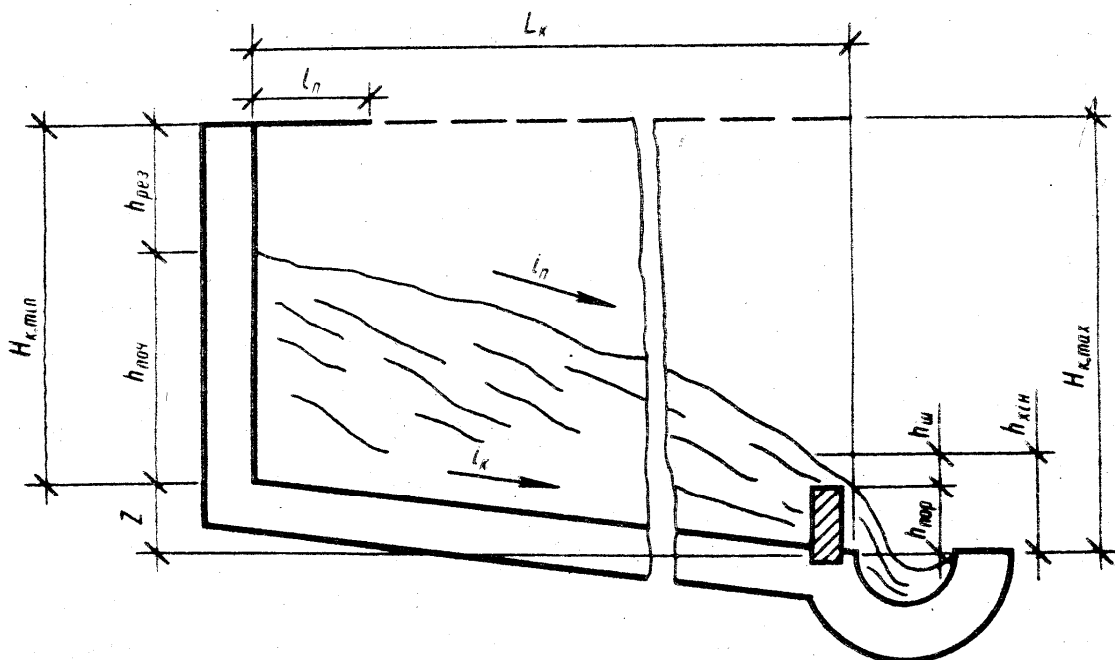


Рисунок 5.10.4 – Розрахункова схема самопливної системи видалення гною

$$H_{к.мах} = L_k i_k + h_{рез} + h_{ш} + h_{пор}, \text{ м,} \quad (5.10.25)$$

де  $H_{к.мах}$  – максимальна глибина самопливного каналу, м;

$i_k$  – номінальний ухил дна каналу,  $i_k = 0,005-0,006$ ;

$h_{рез}$  – мінімально допустима відстань від поверхні маси гною в каналі до щілинної підлоги,  $h_{рез} = 0,15-0,2$  м;

$h_{ш}$  – товщина шару гнойової маси, що рухається через поріжок,  $h_{ш} = 0,05-0,15$  м;

$h_{пор}$  – висота поріжка, м.

Фактичний ухил поверхні гнойової маси:

$$i_{zn} = \frac{Z + (h_{II} - h_K)}{L_K}, \quad (5.10.26)$$

де  $Z$  – різниця між верхньою і нижньою позначками каналу, м;

$$Z = L_K i_K, \quad (5.10.27)$$

$h_{II}$  і  $h_K$  – рівень гнойової маси відповідно на початку та в кінці каналу, м.

Необхідна висота поріжка дорівнює:

$$h_{пор} = L_K i_K + 0,1, \text{ м} \quad (5.10.28)$$

Мінімальна глибина самопливного каналу:

$$H_{к. min} = H_{к. max} - Z, \text{ м} \quad (5.10.29)$$

Глибину поздовжніх самопливних каналів для свиноферм приймають не менше 0,8 м, для великої рогатої худоби – 1 м при ухилу дна 0,005, навіть при незначній їх довжині.

Уздовж самопливного каналу, в бокових стінках, влаштовують повітрязабірні отвори витяжної вентиляції. Їх розташовують нижче щільної підлоги і вище рівня гнойової маси. Над отворами встановлюють козирок, який захищає їх від рідини, що стікає по стінкам каналу.

Мінімальну глибину каналу *відстійно-лоткової системи* (самопливна періодичної дії) визначають за формулою:

$$H_{кв} = L_K i_{zn} + \sqrt{\frac{2\tau_0 L_K}{\gamma_{zn}}} + h_{рез}, \text{ м}, \quad (5.10.30)$$

де  $\tau_0$  – граничний опір зсуву гною, залежно від консистенції (додаток 37);

$\gamma_{zn}$  – щільність гною, кг/м<sup>3</sup>, (додаток 37).

Канали для таких систем доцільно виготовляти трапецевидної форми із залізобетону. Дно може бути з розрізаних уздовж азбоцементних труб діаметром не менше 0,4 м та нахилом у бік виходу гною не менше 0,005. Така форма каналу скорочує витрати води на видалення гною.

Глибину каналу *відстійно-лоткової системи* збільшують у разі необхідності подовження терміну накопичення гною відповідно до залежності:

$$H_K = \frac{(g_{zn} + g_e) m' D_n}{L_K B_K \gamma_{zn}} + h_{рез}, \text{ м}, \quad (5.10.31)$$

де  $m'$  – кількість тварин, гній від яких надходить до даного каналу, голів;

$D_n$  – період нагромадження гною в каналі до початку його розвантаження, (1-10) днів;

$g_e$  – середньодобові витрати води на технологічні потреби (підмивання вим'я, дезінфекція приміщень, витікання з напувалок тощо) на 1 голову, кг. Приймається до 30% від загальних потреб води на приміщення.

Час, необхідний для самопливного розвантаження каналу і на який потрібно відкривати шиберний пристрій відстіно-лоткової системи, залежить від довжини каналу до поперечного колектора;

$$t_{роз} = \frac{L_{Т-К}}{v_{сам}}, \text{ с}, \quad (5.10.32)$$

де  $t_{роз}$  – час необхідний для самопливного розвантаження, с;

$L_{Т-К}$  – відстань від торця каналу до поперечного колектора, м;

$v_{сам}$  – швидкість переміщення гною в каналі, м/с.

Швидкість самопливного потоку зумовлюється гідравлічними характеристиками як самого гною, так і каналу, по якому він переміщується,  $v_{сам} = 1 - 3$  м/с.

Об'єм гноєзбірника, куди надходить рідкий гній безпосередньо з приміщення, визначається за формулою:

$$V_{зб} = \frac{g_{гн} m_{п} k_{пп} D_{н}}{\gamma_{гн}}, \text{ м}^3, \quad (5.10.33)$$

де  $V_{зб}$  – об'єм гноєзбірника, м<sup>3</sup>;

$g_{гн}$  – кількість рідкого гною, що одержують від однієї тварини протягом доби (додаток 35), кг;

$m_{п}$  – кількість тварин, які утримуються в приміщенні, голів;

$k_{пп}$  – коефіцієнт, що враховує час простою насосів через пошкодження чи інші причини,  $k_{пп} = 1,1-1,2$ ;

$D_{н}$  – періодичність перекачування гною насосами у карантинне гноєсховище (7-20), діб.

Розрахунок трубопроводу для подачі гною із збірника у сховище зводиться до визначення його діаметра при відомій продуктивності вибраного насоса. Орієнтовний діаметр трубопроводу становить:

$$d_{тр} = \sqrt{\frac{Q_{н}}{0,785 v_{гн}}}, \text{ м}, \quad (5.10.34)$$

де  $d_{тр}$  – орієнтовний діаметр трубопроводу, м;

$Q_{н}$  – продуктивність насоса (додаток 30), м<sup>3</sup>/с;

$v_{гн}$  – швидкість руху гною в трубопроводі, м/с.

Для забезпечення самоочищення швидкість  $v_{гн}$  повинна бути більшою за критичну (при діаметрі трубопроводу до 0,5м для гною великої рогатої худоби  $v_{гн} = 0,55-0,6$  м/с, для гною свиней –  $v_{гн} = 0,8-0,9$  м/с).

## 5.11 Розрахунки параметрів конструкцій та робочих органів обладнання для водозабезпечення тваринницьких підприємств

### 5.11.1 Загальні відомості.

Для механізації підйому води застосовують насоси і водопідйомники.

**Насосами** називають гідравлічні машини, призначені для підйому, нагнітання і переміщення рідини. На відміну від насосів водопідйомники служать тільки для підйому рідини.

Для приводу насосів і водопідйомників застосовують електричні, вітрові і теплові двигуни.

За принципом дії насоси підрозділяють на наступні основні групи:

**лопатеві** (відцентрові, діагональні і осьові), в яких рідина переміщається під дією робочого колеса, що обертається, забезпеченого лопатями;

**об'ємні** (насоси витіснення), до яких відносять поршневі і роторні (гвинтові, шестерні, шибєрні і ін.);

**струменеві** (ежектори), в яких для подачі рідини використовується енергія іншого потоку рідини.

**Водопідйомники** застосовують наступних типів:

**повітряні** (ерліфтні пневматичні насоси заміщення), в яких для підйому води використовується стисле повітря;

**гідрударні** (гідравлічні тарани), в яких вода нагнітається тиском, що з'являється при гідравлічному ударі;

**стрічкові і шнурові**, засновані на змочуванні водою безперервно рухомої стрічки (шнура);

**інерційні** (вібраційні).

Розрахунки водяних насосів зводиться до визначення геометричних параметрів його робочих органів. Розрахунки проводяться на підставі його продуктивності, необхідної для водозабезпечення всіх споживачів, розрахункового повного натиску та частоти обертання двигуна насоса.

### 5.11.2 Розрахунок геометричних параметрів відцентрового насоса

*Розрахунок геометричних параметрів відцентрових насосів* зводиться до визначення внутрішнього і зовнішнього діаметрів робочого колеса, а також його ширини (схема робочого колеса відцентрового насоса показана на рисунку 5.11.1).

По заданій годинній продуктивності  $Q_{год.}$  визначають продуктивність насоса за секунду:

$$Q_{сек.} = \frac{Q_{год.}}{3600}, \text{ м}^3/\text{сек.} \quad (5.11.1)$$

Діаметр трубопроводу визначається в залежності від секундної продуктивності по формулі

$$d = \sqrt{\frac{4Q_{сек.}}{\pi \cdot V}}, \text{ м} \quad (5.11.2)$$

де  $Q_{сек.}$  – продуктивність насоса,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;

$V$  – швидкість руху рідини,  $\text{м}/\text{с}$ .

Рекомендована швидкість руху рідини (для зовнішньої мережі з діаметром труб до 300мм приймають  $V = 0,4-1,25\text{м}/\text{с}$ , для внутрішніх трубопроводів  $V = 1-1,75\text{м}/\text{с}$ ).

Внутрішній діаметр робочого колеса можна прийняти рівним діаметру трубопроводу.

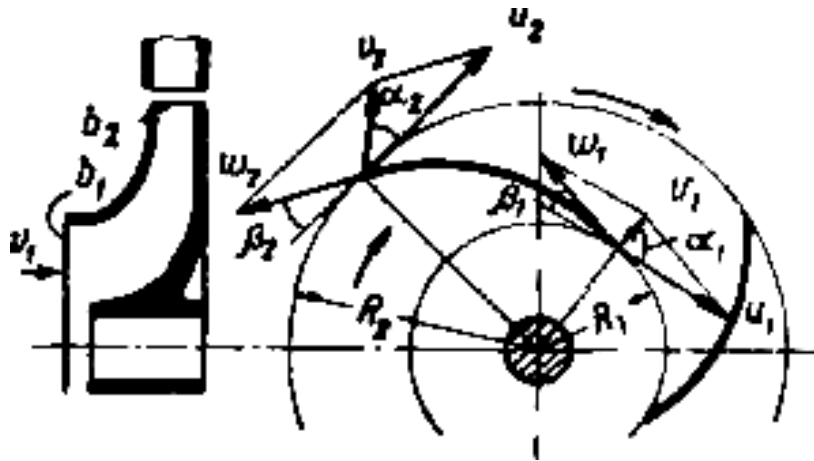


Рисунок 5.11.1 – Схема робочого колеса відцентрового насоса

Для більшості відцентрових насосів напір, який утворює робоче колесо, приблизно можна визначити по формулі:

$$H = \alpha \cdot \frac{V^2}{g}, \text{ м}, \quad (5.11.3)$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт, який враховує зниження напору в залежності від гідравлічних опорів та кількості лопотів. Для насосів з спіральним відводом  $\alpha = 0,35 - 0,5$ , з направляючим апаратом  $\alpha = 0,45 - 0,55$ .

$V$  – колова швидкість на зовнішньому колі робочого колеса, яка складає

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{60}, \text{ м/с}, \quad (5.11.4)$$

де  $D$  – зовнішній діаметр робочого колеса, м;

$n$  – частота обертання двигуна насосу, об/хв. (для більшості відцентрових насосів  $n = 2900$  об/хв).

Підставивши рівняння (5.11.4) в (5.11.3) та перетворивши його, можна отримати рівняння для визначення зовнішнього діаметра робочого колеса:

$$D = \frac{60}{\pi \cdot n} \cdot \sqrt{\frac{H \cdot g}{\alpha}}, \text{ м}. \quad (5.11.5)$$

Продуктивність насоса розраховується по діаметру трубопроводу та швидкості руху рідини в ньому:

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2 \cdot V}{4}, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (5.11.6)$$

де  $d$  – діаметр трубопроводу, м;

$V$  – швидкість руху рідини, м/с.

Теоретично продуктивність водяного насоса розраховується по формулі

$$Q = \pi \cdot D \cdot b \cdot V, \text{ м}^3/\text{сек}. \quad (5.11.7)$$

де  $b$  – ширина робочого колеса водяного насоса, м.



Прирівняв рівняння 5.11.6 та 5.11.7 та перетворивши його, знаходять ширину робочого колеса:

$$b = \frac{d^2}{4D}, \text{ м.} \quad (5.11.8)$$

Таким чином, визначаються геометричні параметри робочого колеса відцентрового водяного насоса: діаметр внутрішній поверхні робочого колеса по формулі (5.11.2), зовнішній діаметр – по формулі (5.11.5), ширина робочого колеса – по формулі (5.11.8).

Розрахунок *вихрових насосів* проводиться таким же чином, що і для відцентрових.

### 5.11.3 Технологічний розрахунок геометричних параметрів струменевих насосів

Основним рівнянням при технологічному розрахунку геометричних параметрів струменевих насосів є:

$$Q_1 \cdot H_p \cdot \eta = Q_0 \cdot H_n, \quad (5.11.9)$$

де  $Q_1$  – витрата робочої води, м<sup>3</sup>/с;

$H_p$  – надмірний тиск робочої води, м;

$\eta$  – коефіцієнт корисної дії,  $\eta = 0,2-0,3$ ;

$Q_0$  – витрата всмоктуваної води, м<sup>3</sup>/с;

$H_n$  – повна висота підйому води з джерела, м.

З цього рівняння можна знайти розрахункові параметри насоса. Так, наприклад, за заданими параметрами  $Q_1$ ,  $H_p$  і  $H_n$  можна визначити подачу струменевого насоса  $Q_2$ :

$$Q_2 = Q_1 \cdot \left( 1 + \frac{H_p}{H_n} \cdot \eta \right), \text{ м}^3/\text{с.} \quad (5.11.10)$$

Таким же чином при заданих  $H_p$ ,  $Q_0$  і  $Q_1$  знаходять напір  $H_n$ :

$$H_n = H_p \cdot \frac{Q_1}{Q_0} \cdot \eta, \text{ м.} \quad (5.11.11)$$

По заданому значенню витрати робочої води  $Q_1$  і її тиску біля входу в насос  $H_{ex}$  визначають розрахунковий діаметр отвору сопла, який буде рівний:

$$d = \sqrt{\frac{4Q}{\pi \sqrt{2g \cdot H_{ex}}}}, \text{ м.} \quad (5.11.12)$$

Таким чином проводять технологічний розрахунок струменевих насосів.

### 5.11.4 Розрахунок геометричних параметрів поршневого насосів.

Роботу поршневого насоса характеризують ті ж основні параметри, що і відцентрового насоса, тобто продуктивність  $Q$ , повний натиск  $H$ , що розвива-

ється насосом, корисна потужність насоса  $N_n$ , потужність, що підводиться до валу насоса  $N$  і к. к. д. насоса  $\eta$ .

Продуктивність поршневих насосів визначається по формулі:

$$Q = \alpha \cdot i \cdot \psi \cdot \pi \cdot F \cdot S \cdot n = \alpha \cdot Q_T, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (5.11.13)$$

де  $\alpha$  – об'ємний к. к. д. (коефіцієнт наповнення);

$i$  – число, залежне від схеми дії насоса (для одностороннього  $i = 1$ ; для насосів двосторонньої дії  $i = 2$ );

$\psi$  – коефіцієнт, що враховує вплив площі штока поршня (для насосів одностороннього  $\psi = 1$ ; для насосів двосторонньої дії цей коефіцієнт набуває значення  $\psi = \frac{(2F - f)}{2F}$ );

$f$  – площа поперечного перетину штока поршня  $\text{м}^2$ ;

$F$  – площа поршня,  $\text{м}^2$ ;

$S$  – робочий хід поршня, який дорівнює двом радіусам кривошипа привода, м;

$n$  – частота обертання валу насоса ( $\text{с}^{-1}$ ) або число подвійних ходів поршня за 1 сек.

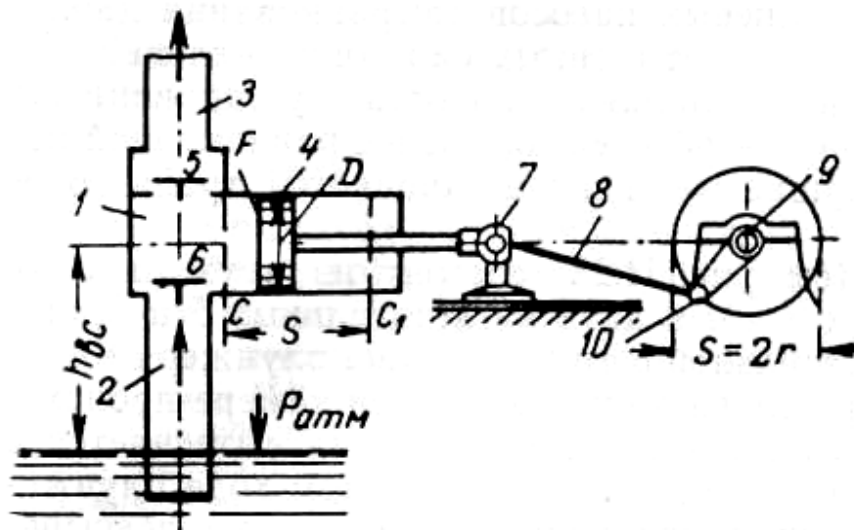


Рисунок 5.11.2 – Схема поршневого насоса односторонньої дії: 1 – робочий циліндр; 2 – всмоктуюча труба; 3 – нагнітальна труба; 4 – поршень; 5 – нагнітальний клапан; 6 – всмоктуючий клапан; 7 – крейцкопф; 8 – шатуна; 9 – вал двигуна; 10 – кривошип

У даній формулі вираз  $i \cdot \psi \cdot \pi \cdot F \cdot S \cdot n = Q_T$  дає теоретичне значення продуктивності насоса. Насправді його продуктивність буде дещо менше, оскільки в насосі відбуваються втрати рідини, які обумовлені недосконалим закриттям клапанів, нещільністю сальників, поршневих ущільнень тощо. Ці втрати рідини враховуються об'ємним к. к. д. ( $\alpha = 0,85-0,95$ ).

Для поршневих насосів односторонньої дії формула продуктивності з урахуванням усіх коефіцієнтів має вигляд:

$$Q = \alpha \cdot \pi \cdot F \cdot S \cdot n = \alpha \cdot Q_T, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (5.11.14)$$

Відповідно для насосів двосторонньої дії:

$$Q = \alpha \cdot \pi \cdot (2F - f) \cdot S \cdot n, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (5.11.15)$$

При заданих значеннях продуктивності поршневого насоса  $Q$ , частоти обертання вала насоса  $n$  ( $\text{с}^{-1}$ ) та робочого ходу поршня  $S$  можна визначити діаметр поршня, який необхідний для забезпечення заданої продуктивності.

Для насосів односторонньої дії діаметр поршня складає:

$$D = \sqrt{\frac{240 S}{\alpha \cdot \pi \cdot S \cdot n}}, \text{ м}. \quad (5.11.16)$$

Для насосів двосторонньої дії відповідно

$$D = \sqrt{\frac{1}{\pi} \cdot \left( \frac{120 Q}{\alpha \cdot S \cdot n} + 2f \right)}, \text{ м}. \quad (5.11.17)$$

Корисний об'єм робочої камери насосів односторонньої дії складає

$$W = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot S}{4}, \text{ м}^3, \quad (5.11.18)$$

У насосів двосторонньої дії є дві робочі камери: надпоршнева та підпоршнева.

Об'єм надпоршневої камери  $W_1$  визначається таким же чином, як і у насосів односторонньої дії, тобто по формулі 5.11.18. Об'єм підпоршневої камери  $W_2$  визначається по формулі

$$W_2 = \frac{\pi \cdot S}{4} (D^2 - d^2), \text{ м}^3, \quad (5.11.19)$$

де  $d$  – діаметр штока поршня, м.

Таким чином за один оборот вала насосу кількість рідини, що подається насосом, складає

$$W = W_1 + W_2 = \frac{\pi \cdot S}{4} \cdot (2D^2 - d^2), \text{ м}^3. \quad (5.11.20)$$

### 5.11.5 Розрахунок потужності на привод робочого органу.

Розрахункова потужність  $N_{np}$  споживана приводом водяного насоса, визначається за формулою:

$$N = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta}, \text{ Вт}, \quad (5.11.21)$$

де  $\rho$  – щільність рідини,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;

$H$  – повний тиск, який потрібно створити у водопровідній системі, м;

$\eta$  – повний к.к.д. насоса, який враховує всі витрати.

Потужність електродвигуна  $N_{дв}$ , приймають з урахуванням коефіцієнта запасу:

$$N_{дв} = k_3 \cdot N_{np}, \text{ Вт} \quad (5.11.22)$$

Коефіцієнт запасу беруть залежно від потужності двигуна:

до 0,7 кВт –  $k_3 = 2$ ;

0,7–1,5 кВт –  $k_3 = 1,5$ ;

1,5–3,5 кВт –  $k_3 = 1,2$ ;

3,5–35 кВт –  $k_3 = 1,15$ ;

понад 3 кВт –  $k_3 = 1,1$ .

При наявності механічній передачі між насосом і двигуном потужність двигуна повинна складати:

$$N_{дв} = \frac{k_3 \cdot N_{np}}{\eta_{пер}}, \text{ Вт}, \quad (5.11.23)$$

де  $\eta_{пер}$  – к.к.д. механізму передачі.

## **5.12 Розрахунки параметрів конструкцій та робочих органів обладнання підприємств птахівництва**

### **5.12.1 Типи кліткових батарей і типи комплектів обладнання для утримання птиці на підлозі які використовуються в птахівництві**

Основні технологічні схеми промислового виробництва харчових курячих яєць базуються на клітинному вирощуванні і утриманні птиці. Окрім клітинного, застосовують також підлогове (на глибокій підстилці, сітчастих або планчастих полах, в т.ч. багатоярусних) вирощування і утримання курей, яке у свою чергу, може бути як без вигулів в пташниках, так і з вигулами і вольєрами.

У комплекти устаткування пташників для клітинного вирощуванні і утриманні курей входять: бункери сухих кормів з похилими гвинтовими транспортерами для зберігання 3-5-денного запасу кормів біля пташників і подачі їх з бункерів до поперечних транспортерів корму, поперечні гвинтові транспортери для подачі кормів від бункерів сухих кормів до кормороздаточних пристроїв клітинних батарей, певна кількість клітинних батарей з відповідними механізмами для годування і поїння птиці, збору яєць і прибирання посліду по ярусах кліткових батареї, поперечні транспортери, ліфти, елеватори і інше устаткування для збору яєць від окремих клітинних батарей і транспортування їх до місця упаковки, сортування і затарювання, транспортери видалення посліду з пташника, електрообладнання управління технологічними процесами.

Клітинні батареї розділяють залежно від призначення (вирощування ремонтного молодняку, утримання промислового, батьківського або селекційного стад), кількості ярусів (однорядні, двохрядні, багатоярусні), компоновки (вертикального або каскадного типу, однорядні, дворядні, багаторядні), типу механізмів роздачі корму, поїння, прибирання посліду, збору яєць і по інших ознаках.

Основна частина кліткового обладнання, яке використовується в птахівництві, це: комплекти клітинного устаткування ОБН-1, КБН, ККТ, ЕКТ, L-134.

R-21, БКН-3 - для утримання промислового стада курей-несучок; КБР-2. L-112, L-103 - для утримання батьківського і селекційного стада курей; L-121 (R-15), БГО-140, комплекти з клітинними батареями БКМ-3 і КБУ-3 - для вирощування ремонтного молодняку яєчних і м'ясо-яєчних курей. Крім того, в значному асортименті поставляється відповідне імпортне обладнання (фірм «Big Dutchman», «Ten Elsen...», «Hellman», «Farmer Automatic» (Німеччина), «Arugas» і «Zukami» (Іспанія). ВАТ «Пятигорксельмаш» і «Фаетон» (Росія) і ін.). Основні технічні характеристики кліткових батарей для курей-несучок наведені в додатку 5.12.1.

На рівні з клітковими батареями в птахівництві використовують також комплекти обладнання для вирощування і утримання курей на підлозі. Найчастіше таке обладнання застосовують при вирощуванні птиці на м'ясо (бройлерів).

У комплект обладнання (для вирощування птиці на підлозі) входять такі ж вузли і механізми які використовуються в устаткуванні кліткових батарей, тобто: бункери сухих кормів БСК 10А або БСК-10 з похилими гвинтовими транспортерами для зберігання 3-5-денного запасу кормів і подачі їх з бункерів до поперечних транспортерів корму, поперечні гвинтові транспортери для подачі кормів від бункерів сухих кормів до кормороздаточних пристроїв, механізми для годування (канатно-дисковий кормороздавач РКД) і поїння птиці і часткового прибирання посліду (скребковий механізм МПС-2-М і поперечний скребковий транспортер НКЦ), система дротової підвіски, шафи управління. Якщо дане обладнання використовують для утримання курей-несучок, то також використовують спеціальні гнізда-секції (НПР-А і НПР-Б і система транспортування яєць СТЯ) для збору яєць.

Для вирощування на підлозі яєчних і м'ясо-яєчних курей використовують комплекти типу КРМ різних модифікацій, К-П-21, комплекти для вирощування бройлерів ЦБК і ОПБ (завод «Нежинсельмаш»), фірми «Big Dutchman». Основні технічні характеристики комплектів обладнання для утримання птиці на підлозі наведені в додатку 48.

### 5.12.2 Розрахунок параметрів кліткових батарей

Кліткова батарея складається з: кліток де знаходиться птиця, кормороздавача, стрічкового транспортера для збору яєць, скребкового транспортеру для видалення посліду вздовж кліткової батареї і механізмів приводу цих елементів. Клітка кліткової батареї показана на рисунку 5.12.1.

Основним елементом в клітковій батареї є клітка де знаходиться і утримується птиця впродовж продуктивного періоду.

**Розміри клітки** визначається площею підлоги клітки. Площа  $S_{кл}$  підлоги клітки визначається за формулою:

$$S_{кл} = S'_{кл} \cdot n_{кл}, \text{ м}^2, \quad (5.12.1)$$

де  $S'_{кл}$  – площа підлоги клітки на 1 гол. (для молодняку – 2,5-2,75 м<sup>2</sup>, для курей-несучок – 4-4,5 м<sup>2</sup>);

$n_{кл}$  – кількість голів в клітці (для молодняку – 10-20 гол, для курей-несучок – 7-8 гол).

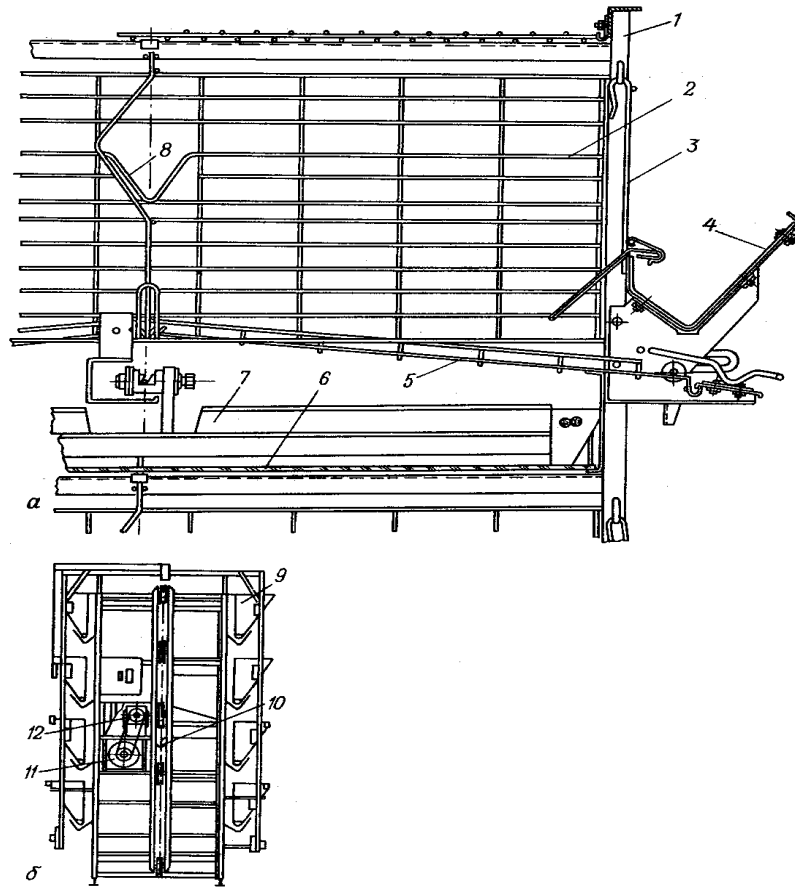


Рисунок 5.12.1 – Клітка а) і передня стінка; б) батареї КБН-4: 1 – каркас; 2 – бокова огорожа; 3 – дверці; 4 – годівниця; 5 – підлога; 6 – настил для посліду; 7 – скребок; 8 – місто для напувалок; 9 – навісний кормороздавач; 10 – напувалка; 11 – електродвигун; 12 – редуктор

Довжина клітки  $L_{кл}$  залежить фронту годування і кількості голів і визначається:

$$L_{кл} = L_{ф} n_{кл}, \text{ м}, \quad (5.12.2)$$

де  $L_{ф}$  – фронт годування (для молодняку – 0,06-0,07м, для курей-несучок – 0,10-0,12м),м.

Глибина клітки  $A_{кл}$  визначається від значення довжини клітки, при цьому доцільно приймати глибину клітки в 1,2 рази менше від довжини;

$$A_{кл} = \frac{L_{кл}}{1,2}, \text{ м} \quad (5.12.3)$$

Висота клітки  $H_{кл}$  приймається за встановленими нормативами і складає 0,4-0,45м.

**Розміри кліткової батареї** це розмір довжини, ширини і висоти кліткової батареї які залежать від типу конструкції будівлі. В птахівництві приміщення, де вирощують і утримують птицю в кліткових батареях, стандартні 12 x 72, 12 x 96м і 18 x 72, 18 x 96м.

Довжина кліткової батареї  $L_{кб}$  визначається як:

$$L_{кб} = L_n - L_{пр}, \text{ м}, \quad (5.12.4)$$

де  $L_n$  – довжина приміщення (пташника) 72 і 96м;

$L_{пр}$  – довжина проходів 6 – 8м.

Ширина кліткової батареї  $B_{кб}$  :

$$B_{кб} = A_{кл} n_p, \text{ м}, \quad (5.12.5)$$

де  $A_{кл}$  – глибина клітки м;

$n_p$  – кількість рядів кліток в клітковій батареї  $n_p = 1, 2, 3, 4$  ( 4 рядні використовуються тільки при проектуванні одноярусних кліткових батарей).

Висота кліткової батареї  $H_{кб}$  :

$$H_{кб} = (H_{кл} + H_n) \cdot n_{яр}, \text{ м}, \quad (5.12.6)$$

де  $H_{кл}$  – висота клітки, м;

$H_n$  – висота каналу для прибирання посліду  $H_n = 0,15 \text{ м}$  ;

$n_{яр}$  – кількість ярусів в клітковій батареї  $n_{яр} = 1, 2, 3$  .

Схеми кліткових батарей показані на рисунку 5.12.2.

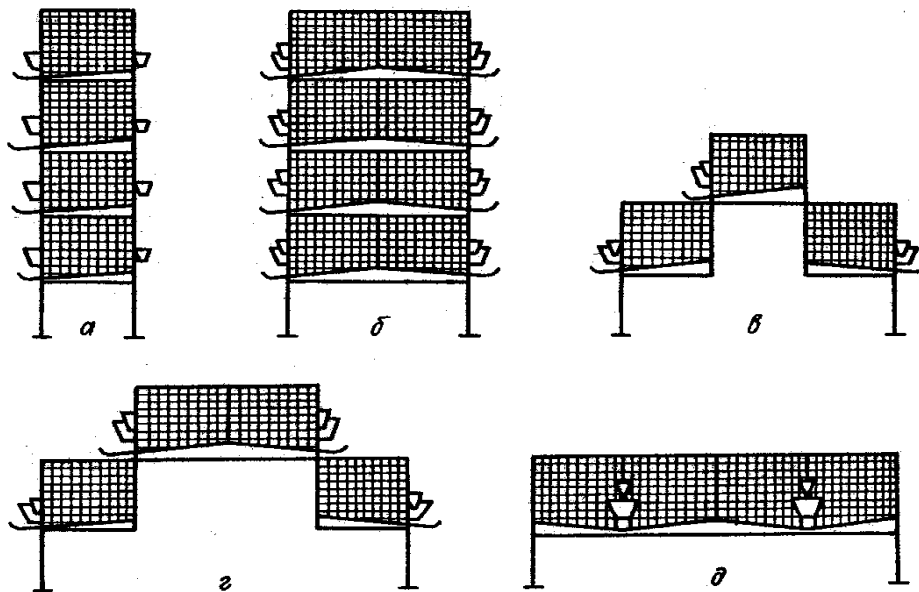


Рисунок 5.12.2 – Схеми кліткових батарей: а – вертикальна однорядна чотириярусна; б – вертикальна дворядна чотириярусна; в – каскадна трирядна; г – каскадна чотирирядна; д – горизонтальна чотирирядна

## 6 МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ ПРИ ВИКОНАННІ МАГІСТЕРСЬКИХ РОБІТ

### 6.1 Основи наукового пізнання

#### 6.1.1 Загальні поняття та визначення

Процес поступу людської думки від незнання до знання називають *пізнанням*, в основі якого лежить відображення об'єктивної дійсності у свідомості людини в процесі її суспільної, виробничої й наукової діяльності, так званої *практики*. Процес пізнання можливий лише під час взаємодії людини з явищами дійсності, тобто він реалізується через взаємодію *суб'єкта* як носія свідомості й знання та *об'єкта* — того, на який спрямована пізнавальна діяльність суб'єкта.

Взаємодія суб'єкта й об'єкта фіксує єдність матерії й свідомості, буття і мислення, природи і духу. Вони формуються в процесі практичної діяльності й невід'ємні один від одного в своєму виникненні та функціонуванні. Практика виступає основною і рушійною силою розвитку пізнання та його метою. Людина пізнає закони природи, щоб оволодіти її силами і використовувати їх, а також пізнає закони суспільства, щоб відповідно впливати на хід історичних подій.

**Функціями практики є основа пізнання; джерело і рушійна сила процесу пізнання; кінцева мета пізнання; критерій істини.**

Пізнання виростає з практики, але потім самостійно скеровується на практичне опанування дійсністю. *Від практики до теорії і від теорії до практики, від дії до думки і від думки до дії* — така загальна закономірність відношень людини з навколишнім середовищем.

Практика є початком, вихідним пунктом і одночасно завершенням будь-якого процесу пізнання. Варто зазначити, що завершення пізнання завжди відносне, тому що процес пізнання, як правило, містить у собі нові проблеми та задачі, які були підготовлені й поставлені попереднім розвитком наукової думки. Розв'язуючи ці задачі й проблеми, наука повинна випереджати практику і, таким чином, свідомо скеровувати її розвиток.

**Діалектика процесу пізнання** полягає в протиріччі між обмеженістю наших знань і необмеженою складністю об'єктивної дійсності, між суб'єктивною формою й об'єктивним змістом людського пізнання, в необхідності боротьби думок, що дозволяють шляхом логічних доведень і практичної перевірки з'ясувати істину.

**Проблема істини** завжди була серцевиною теорії пізнання. Класичне визначення істини дав Арістотель: *"Істина – це відповідність наших знань дійсності"*.

Сучасна теорія пізнання конкретизує традиційну концепцію істини через діалектичний зв'язок понять:

- *об'єктивна істина* — знання про дійсність, які не залежать від людини; наприклад, процес різання деревини — це складний об'єктивний процес, який відбувається за певними законами;

- *відносна істина* — знання, яке в принципі правильно, але неповно відображає дійсність; наприклад, наші знання про процеси різання постійно доповнюються і розширюються, тому вони є відносною істиною;



- *абсолютна істина* — знання, які тотожні своєму предмету і які не спростовуються подальшим розвитком пізнання та практики; наприклад, молоко є рідина; ніж соломосилосорізки має клиновидну форму, тощо.

Людське пізнання скероване на досягнення знань, які правильно відображають дійсність. **Знання** — це ідеальне відтворення в умовній формі узагальнених уявлень про закономірні зв'язки об'єктивного світу.

**Функціями знання** є узагальнення розрізнених уявлень про закономірності природи, суспільства і мислення та зберігання в узагальнених уявленнях усього того, що може бути передано в якості основи для практичних дій.

Противагою знанню є **помилкова думка**, яка дає неправильне, ілюзорне відображення світу. Ознака об'єктивної істини — це її конкретність, яка означає, що об'єкт варто розглядати в тих умовах місця і часу, в тих зв'язках і відношеннях, за яких він виник, існує і розвивається. Тобто поза визначеними межами *істина* перетворюється на *оману*.

**Істинні знання** у вигляді законів науки, теоретичних положень і висновків, учень, підтверджених практикою, існують об'єктивно, незалежно від праць і відкриттів учених. Тому *істинне наукове знання вважають об'єктивним*. Разом із тим наукове знання як істина може бути відносним і абсолютним. **Відносне знання**, яке, в основному, є правильним відображенням дійсності, відрізняється деякою неповнотою збігу образу з об'єктом, а **абсолютне знання** не змінюється в майбутньому.

Разом із тим безперервний розвиток практики виключає можливість перетворення відносних знань на абсолютні, але абсолютність практики дозволяє відрізнити істинні знання від хибних.

Пізнання людиною світу починається з **чуттєвого відображення дійсності** в таких формах, як *відчуття, сприйняття, уявлення*. Подальший розвиток форм пізнання, що виходять за межі безпосередньої чуттєвості, дає можливість досягнути якісно нового рівня відображення дійсності — **раціонального пізнання**.

Раціональне пізнання доповнює і випереджає чуттєве, сприяє усвідомленню суті процесів, розкриває закономірності розвитку. Формою раціонального пізнання є **абстрактне мислення**.

**Мислення** — це опосередковане й узагальнене відображення в мозку людини суттєвих властивостей, причинних відношень і закономірних зв'язків між об'єктами або явищами. Опосередкований характер мислення полягає в тому, що людина, через доступні органам чуття властивості, зв'язки і відношення предметів, проникає до прихованих властивостей, зв'язків і відношень певних предметів. Тобто, вона пізнає дійсність не тільки в результаті свого власного досвіду, але й шляхом спілкування з іншими людьми. Мислення нерозривно пов'язане з мовою і не може здійснюватись поза нею.

Основним інструментом мислення є **логічні міркування** людини, які складаються з таких структурних елементів, як *поняття, судження, умовивід*.

**Поняття** — це думка, яка відображає суттєві й необхідні ознаки предмета або явища. Наприклад, поняття процесу різання соломосилосорізки, куль-

тиватора тощо. Поняття можуть бути *загальними, поодинокими, збірними, абстрактними чи конкретними, абсолютними чи відносними*.

За ознакою відношень між собою поняття поділяють на тотожні, рівнозначні, підлегли, супідлегли, частково узгоджені, такі, що протирічать, і протилежні.

Відношення тотожності й рівнозначності понять мають надзвичайно важливе значення в науці, оскільки роблять можливим заміну одного поняття іншим. Цією операцією широко користуються в математиці під час перетворення або спрощення алгебраїчних співвідношень.

Поняття характеризуються обсягом і змістом. *Обсяг поняття* — це коло тих предметів, на які це поняття поширене. *Змістом поняття* називається сукупність ознак, які об'єднані в цьому понятті.

Розкриття змісту поняття називається його *визначенням*. Останнє повинно відповідати двом ознакам: вказувати на найближче родове поняття; вказувати на те, чим це поняття відрізняється від інших понять такого ж роду.

Так, визначаючи поняття "фреза", потрібно сказати про те, що фреза належить до роду різальних інструментів і вирізняється ознакою призначення — для виду оброблення фрезуванням. Визначення поняття повинно бути не дуже широким і не дуже вузьким, а також не визначати само себе.

Розвиток наукових знань змушує уточнювати визначення понять, вносити нові ознаки в їх зміст; при цьому поняття узагальнюються або наближуються. Процес наукових досліджень, як правило, закінчують визначенням, тобто закріплюють ті результати, до яких учений дійшов у своєму дослідженні. Без наявності визначення понять можливе хибне тлумачення думки автора досліджень.

Визначення поняття є можливим у тому випадку, коли ми знаємо, до якого роду воно належить і які має ознаки відмінності. З'ясування ознак здійснюється за допомогою ділення понять. *Діленням понять* називають розкриття всіх видів понять, що входять до складу цього поняття. Основою ділення називають таку ознаку, яка є загальною для всіх видів, що входять в об'єм цього поняття.

*Судження* — це думка, в якій через зв'язок понять стверджується або заперечується будь-що. Судження виражається мовою у вигляді речення. Під час судження співставляються поняття, що встановлюють об'єктивний зв'язок між предметами та їх ознаками, або між предметом і класом предметів.

Судження поділяють за такими ознаками: *якість, кількість, відношення*. У свою чергу, за *якістю* судження бувають *позитивні й негативні*; за *кількістю* — *загальні, часткові й поодинокі*; за *відношенням* — *категоричні, умовні й роздільні*.

Поєднання суджень за кількістю і якістю приводить до чотирьох нових видів міркувань: *загальностверджувальні, загальнозаперечувальні, частковостверджувальні й частковозаперечувальні*.

До судження про предмет або явище людина може дійти або шляхом безпосереднього спостереження якогось факту, або через умовивід.

*Умовивід* — це процес мислення, що складається з послідовності двох або декількох міркувань, у результаті яких виникає нове судження. Часто умовивід називається *висновком*, через який стає можливим перехід від думки до дії, тобто практики.

Умовиводи поділяють на дві категорії: дедуктивні й індуктивні. **Дедуктивні умовиводи** — це виведення окремих випадків з якого-небудь загального положення, а **індуктивні умовиводи** — це коли на основі окремих випадків приходять до загального положення.

Умовиводи поділяють також на безпосередні й опосередковані. У **безпосередніх умовиводах** від одного судження приходять до іншого; в **опосередкованих судженнях** перехід від одного судження до іншого здійснюється через посередництво третього судження. Якщо в процесі умовиводу змінюється форма судження, то йдеться про його перетворення. Наприклад, стверджувальне судження стає заперечувальним і навпаки. При цьому зміст і кількість міркувань зберігається. Поняття, судження і умовивід виражаються в словесній формі.

### 6.1.2 Особливості наукового пізнання

Наукове пізнання виникло на етапі розвитку людства, коли відбувся суспільний розподіл праці, тобто відокремлення розумової праці від фізичної й перетворення розумової праці на відносно самостійну сферу діяльності.

**Наукове пізнання** — це самостійна, цілеспрямована діяльність, яка складається з таких компонентів:

- пізнавальної діяльності спеціально підготовлених груп людей, які досягли певного рівня знань, навичок, розуміння, виробили відповідні світоглядні та методологічні настанови;
- об'єктів пізнання;
- предмета пізнання;
- особливих методів та засобів пізнання;
- сформованих логічних форм пізнання та мовних засобів;
- результатів пізнання, що виражаються в законах, теоріях, наукових гіпотезах;
- цілей, що спрямовані на досягнення істинного знання.

У науковому пізнанні головна роль належить раціональному мисленню. Крім його основних форм (поняття, судження, умовивід), які функціонують і на донауковому рівні пізнання, створюються і набувають відносної самостійності такі форми та засоби, як ідея, проблема, гіпотеза, концепція, закон, теорія. Усі ці форми взаємопов'язані й взаємообумовлені.

**Ідея** — відображає зв'язки та закономірності дійсності й спрямована на її перетворення, а також поєднує істинне знання про дійсність і суб'єктивну мету її перетворення.

**Наукова ідея** — інтуїтивне пояснення явища без проміжної аргументації, без усвідомлення всієї сукупності зв'язків, на основі яких робиться висновок. Вона базується на набутих знаннях, але розкриває раніше не виявлені закономірності. Прикладом наукової ідеї в тваринництві для вирішення проблеми економії енергоносіїв може бути розроблення способів утилізації тепла, яке виділяється тваринами. Свою специфічну матеріальність ідея знаходить у *гіпотезі*.

**Проблема** — це форма та засіб наукового пізнання, в яких поєднуються два змістовних елементи: знання про незнання і передбачення можливості нау-

кового відкриття. На сучасному етапі розвитку механізації тваринництва можна назвати актуальними такі проблеми:

- підвищення однорідності кормової суміші при приготуванні комбікормів;
- проектування доїльних апаратів, які спроможні стимулювати молокови-ділення у корів;
- зниження утрат кормової сировини в процесі її заготівлі.

**Гіпотеза** — це форма та засіб наукового пізнання, за допомогою яких формується один з можливих варіантів розв'язання проблеми, істинність якого ще не з'ясована і не доведена. Прикладом гіпотези у реалізації ідеї розробки способів безвідходного виробництва продуктів птахівництва може бути використання посліду для кормових цілей.

Гіпотеза — це здогадування про причини певного наслідку. Якщо гіпотеза узгоджується з фактами, що спостерігаються, то в науці її називають *теорією*, або *законом*. У процесі пізнання кожна гіпотеза підлягає перевірці. У результаті з'ясовується відповідність наслідків, які виникають з гіпотези, явищам, що спостерігаються, а також те, що ця гіпотеза не суперечить жодним іншим, раніше доведеним. Але варто підкреслити, що для підтвердження гіпотези необхідно не тільки переконатися в тому, що вона не заперечує дійсності, але і в тому, що вона єдино можлива і з її допомогою вся сукупність явищ, що спостерігаються, отримують достатньо повне пояснення.

З накопиченням нових фактів одна гіпотеза може бути замінена іншою лише у тому випадку, коли ці нові факти не можна пояснити попередньою гіпотезою або вони суперечать їй. При цьому часто попередня гіпотеза не відкидається повністю, а тільки виправляється й уточнюється. По мірі уточнення і виправлення гіпотеза перетворюється на закон.

**Концепція** — це форма та засіб наукового пізнання, яка є способом розуміння, пояснення, тлумачення основної ідеї теорії. Це науково обґрунтований та в основному доведений вираз змісту майбутньої теорії, який ще не є логічною системою точних наукових понять. Наприклад, концепція прогнозованого перерозподілу змішуваних компонентів при приготуванні кормових сумішів.

**Закон** — це внутрішньо суттєвий зв'язок між явищами, який обумовлює їх необхідний закономірний розвиток. Закон виявляє визначений стійкий зв'язок між явищами або властивостями матеріальних об'єктів.

Закон, винайдений шляхом здогадування, повинен бути логічно доведений, і тільки тоді він буде визнаний наукою. Для доведення закону наука використовує судження, які раніше були визнані істинними та з яких логічно випливає доведення цього судження. У рідкісних випадках виявляється рівною мірою можливість доведення заперечувальних міркувань. Тоді йдеться про можливість виникнення парадоксу в науці, Що завжди свідчить про наявність помилок у логіці доведення або неспроможність вихідних міркувань у певній системі знань.

**Парадокс** (у широкому розумінні) — це твердження, що різко розходиться зі загальноприйнятим, заперечує те, що вважається "безумовно правильним".

**Парадокс** (у вузькому розумінні) — це протилежні твердження, для кожного з яких є переконливі аргументи.

Парадоксальність є характерною рисою сучасного наукового пізнання світу. Наявність парадоксів свідчить про неспроможність існуючих теорій та необхідність подальшого їх удосконалення.

Виявлення і вилучення парадоксів стало в сучасній науці звичною справою. Основні їх шляхи такі:

- усунення помилок у логіці доведень;
- удосконалення вихідних міркувань у певній системі знань.

Як уже зазначалось, у результаті опрацювання і зіставлення з дійсністю наукова гіпотеза може стати теорією.

**Теорія** (від лат. *ікеогео* — розглядаю) — система узагальненого знання, тлумачення тих чи інших явищ дійсності. Теорія є уявним відображенням і відтворенням реальної дійсності. Вона виникає у результаті узагальнення пізнавальної діяльності й практики. Це узагальнений досвід у свідомості людей.

**Наукова теорія** — система достовірних, глибоких та конкретних знань про дійсність, що має струнку логічну структуру та дає цілісне уявлення про об'єкт.

Загалом процес наукового теоретичного дослідження можна розділити на такі етапи:

- виникнення ідей, формування понять, міркувань;
- висування гіпотез;
- узагальнення наукових фактів;
- доведення правильності гіпотез і міркувань, тобто формування законів і теорій.

Структуру теорії формують принципи, аксіоми, закони, судження, положення, поняття, категорії й факти.

Під **принципом** у науковій теорії розуміють найабстрактніше визначення ідеї (початкова форма систематизації). Принцип — це правило, що виникає у результаті суб'єктивно обдуманого досвіду людей.

Вихідні положення наукової теорії називають постулатами, або аксіомами.

**Аксіома (постулат)** — це положення, яке приймається в якості вихідного для певної теорії й з якого формують усі наступні пропозиції й висновки теорії за попередньо фіксованими правилами. Аксіоми очевидні без доведень. У сучасній логіці й методології науки постулат і аксіома завжди використовуються як еквівалентні.

Теорія складається з відносно твердого ядра та його захисного поясу. В ядро входять основні принципи; захисний пояс теорії містить у собі допоміжні гіпотези, що конкретизують її ядро. Цей пояс визначає проблеми, що підлягають подальшому дослідженню, передбачає факти, що не узгоджуються з теорією, і тлумачить їх так, що вони перетворюються на приклади, які підтверджують цю теорію.

Теорія є найбільш розвинутою формою узагальненого наукового пізнання. Вона містить не тільки знання основних законів, а й пояснення фактів на їх основі. Теорія дозволяє відкривати нові закони і передбачати майбутнє. Основною теорією у подрібненні стеблових кормів є **теорія різання**.

### 6.1.3 Методи наукового пізнання

**Метод** — це спосіб досягнення поставленої мети. Метод об'єднує суб'єктивні й об'єктивні аспекти пізнання. Метод є *об'єктивним*, оскільки дозволяє відображати дійсність та її взаємозв'язки. Отже, метод є програмою побудови і практичного застосування теорії. Одночасно з цим, метод *суб'єктивний*, оскільки є знаряддям думки дослідника та включає в себе його суб'єктивні особливості.

Методи досліджень бувають: *загальні*, що діють у всіх галузях науки і на всіх етапах дослідження; *загальнонаукові*, тобто придатні для всіх наук; *часткові* — для певних наук; *спеціальні* — для однієї специфічної науки.

Такий поділ методів завжди умовний, оскільки в міру розвитку пізнання науковий метод може переходити з однієї категорії в іншу.

Дамо коротку характеристику основних загальнонаукових методів пізнання.

**Спостереження** — це спосіб безпосереднього вивчення предметів і явищ за допомогою органів чуття без втручання в процес з боку дослідника. Наприклад, вивчення мікроструктури сталі на шліфі під мікроскопом; реєстрація проміжків часу між виходом з ладу обладнання для створення математичної моделі надійності обладнання тощо.

**Порівняння** — це виявлення відмінностей між об'єктами матеріального світу або знаходження в них спільного за допомогою органів чуття чи спеціальних пристроїв. Наприклад, порівняльна характеристика конструкцій дробарок кормів шляхом зіставлення їх енергетичних витрат на процес подрібнення.

**Підрахунок** — це знаходження числа, що визначає кількісне співвідношення однотипних об'єктів або їх параметрів, котрі характеризують ті чи інші властивості. Наприклад, визначення однорідності кормової суміші, числа молотків дробарки тощо.

**Вимірювання** — це фізичний процес визначення числового значення певної величини шляхом порівняння її з еталоном. Наприклад, вимірювання довжини подрібнених стебел соломи за допомогою лінійки; вимірювання потужності різання ватметром. Визначення числових значень досліджуваного об'єкта виконується із заданою точністю, яка повинна забезпечуватись вимірювальним приладом.

**Експеримент** — це одна із сфер людської практики в результаті якої перевіряється істинність гіпотез або виявляються закономірності об'єктивного світу. Під час експерименту дослідник втручається в процес, який він вивчає, з метою пізнання. При цьому одні умови досліду ізолюються, інші виключаються, а деякі підсилюються або послаблюються. Експериментальне дослідження об'єкта або явища має певні переваги порівняно із спостереженням, а саме: дозволяє вивчати явища в "чистому вигляді" за допомогою відкидання побічних факторів; досліджувати окремі властивості об'єкта, а не їх сукупність. Наприклад, під час дослідження процесу зношення молотків дробарки можуть змінюватись тільки такі фактори, як кутова швидкість обертання ротора, подача подрібнюваного матеріалу в дробарку, та діаметр отворів решета дробарки.

**Узагальнення** – визначення загального поняття, в якому відображається головне або основне, що характеризує об'єкти певного класу. Це засіб для утворення нових наукових понять, формулювання законів і теорій.

**Абстрагування** – це відвертання уваги в думках від несуттєвих властивостей, зв'язків, відношень предметів і виділення декількох сторін, що цікавлять дослідника. Абстрагування, як правило, здійснюється в два етапи. На першому етапі визначаються несуттєві властивості, зв'язки тощо, на другому – досліджуваний об'єкт замінюють іншим, більш простим, тобто спрощеною моделлю, яка зберігає головне в складному.

Розрізняють такі види абстрагування: *ототожнювання* (утворення понять шляхом об'єднання предметів, виділених за своїми властивостями, в особливий клас); *ізолювання* (відокремлення властивостей, невід'ємно пов'язаних з предметами); *конструктивізація* (не береться до уваги невизначеність меж реальних об'єктів); *припущення можливого здійснення*.

Прикладом абстрагованої моделі в землеробстві є ідеальний леміш, який використовують під час теоретичних досліджень процесу різання ґрунту твердим різцем клиноподібної форми.

**Формалізація** – відображення об'єкта або явища в знаковій формі певної спеціальної мови (математики, фізики, хімії тощо) і забезпечення можливості дослідження реальних об'єктів та їх властивостей через формальне дослідження відповідних знаків. Наприклад, під час вивчення конструкції дробарок зернових кормів користуються різного виду схемами.

**Аксиоматичний метод** – спосіб побудови наукової теорії, при якому деякі твердження (аксіоми) приймаються без доведень і тоді використовуються для отримання решти знань (за певними логічними правилами). Загальновідомою, наприклад, є аксіома паралельності ліній, яка прийнята в геометрії без доведення.

**Аналіз** – метод пізнання, при якому предмет дослідження (об'єкт, властивості тощо) розкладається на окремі складові частини. У зв'язку з цим аналіз лежить в основі аналітичного методу досліджень. Наприклад, явище зносу молотка дробарки під час подрібнення зерна розділяють на знос від стирання, корозії та від електростатичного струму. Спочатку вивчають окремі види зносу, а потім застосовують метод синтезу.

**Синтез** – це поєднання окремих сторін предмета дослідження в єдине ціле. Аналіз і синтез взаємозв'язані та уособлюють єдність протилежностей. Розрізняють такі види аналізу і синтезу: *прямий*, або *емпіричний*, метод (використовують для виділення окремих частин об'єкта); *елементно-теоретичний* метод (базується на уявленнях про причинно-наслідкові зв'язки різних явищ); *структурно-генетичний* метод (вилучення із складного явища таких елементів, які створюють вирішальний вплив на решту сторін об'єкта).

Важливими поняттями в теорії пізнання є **індукція** – умовивід від фактів до деякої гіпотези, та **дедукція** – умовивід, в якому висновок про деякий елемент множини робиться на основі знань загальних властивостей всієї множини. Найважливіше правило дедукції формулюється так: "Якщо із висловлювання *A* слі-

дує висловлення  $B$ , а висловлювання  $A$  є істинним, то  $B$  також є істинним". Наприклад, у процесі подрібнення зернових кормів робочі органи дробарки зношується — загальне правило; тоді молотки дробарки, також зношуються. Прикладом застосування методу індукції в теорії подрібнення є визначення потужності через питому роботу подрібнення. Тобто, під час визначення потужності ми переносимо значення питомої роботи на весь об'єм подрібнених кормів. Але цей метод можна застосовувати тільки в певних межах, тобто в нашому прикладі за відповідних умов подрібнення.

Одним із методів наукового пізнання є *аналогія*, за допомогою якої одержують знання про предмети і явища на основі їх подібності з іншими. Ступінь ймовірності (достовірності) умовиводу за аналогією залежить від кількості подібних ознак у явищах, що порівнюються (чим їх більше, тим більшу ймовірність має умовивід, і вона підвищується, якщо зв'язок одержуваної ознаки з будь-якою іншою ознакою є відомим відносно точно). Аналогія тісно пов'язана з *моделюванням*, або *модельним експериментом*. Якщо звичайний експеримент взаємодіє з об'єктом дослідження, то в моделюванні такої взаємодії немає, тому що експеримент проводиться не власне з об'єктом, а з його заміником.

*Гіпотетичний метод* пізнання передбачає розробку наукової гіпотези на основі вивчення фізичної, хімічної чи будь-якої іншої суті досліджуваного явища за допомогою описаних вище способів пізнання. Потім формулюються гіпотези, складається розрахункова схема алгоритму (моделі), здійснюється її вивчення, аналіз і розробка теоретичних положень.

Як у соціально-економічних, так і в технічних дослідженнях часто використовують *історичний метод* пізнання. Цей метод передбачає дослідження виникнення, формування і розвитку об'єктів у хронологічній послідовності, в результаті чого дослідник одержує додаткове знання про процес, який вивчає.

При гіпотетичному методі пізнання дослідник часто звертається до *ідеалізації* — створення в думках об'єктів, які практично нездійсненні (наприклад, ідеальний газ, абсолютно тверде тіло). У результаті ідеалізації реальні об'єкти позбавляються деяких властивостей і наділяються гіпотетичними властивостями. Наприклад, абсолютно чорне тіло, абсолютно тверде тіло. У подрібненні стеблових кормів є поняття ідеально гострого ножа.

Під час дослідження окремих систем з різновидними зв'язками, що характеризуються як безперервністю та детермінованістю, так і дискретністю та випадковістю, використовуються *системні методи* (дослідження операцій, теорія масового обслуговування, теорія керування, теорія множин тощо). Зараз такі методи одержали широке застосування завдяки використанню сучасних ЕОМ.

Під час аналізу явищ і процесів у складних системах виникає потреба розгляду більшої кількості факторів (ознак), серед яких важливо вміти виділити за допомогою методу *ранжування* головне і виключити другорядні фактори, які істотно не впливають на досліджуваний об'єкт. Цей метод допускає підсилення основних і послаблення другорядних факторів, тобто розміщення факторів за визначеними правилами в ряд спадної або зростаючої послідовності.



#### 6.1.4 Рівні методів наукових досліджень

Залежно від мети, завдання досліджень і необхідних результатів, методи наукового пізнання умовно поділяють на декілька рівнів: емпіричний, експериментально-теоретичний, теоретичний і метатеоретичний **Методи емпіричного рівня:** спостереження, порівняння, рахунок, вимірювання, тести, метод проб і помилок та ін. Методи цієї групи конкретно пов'язані з явищами, що вивчаються, і використовуються на етапі формування наукової гіпотези.

**Методи експериментально-теоретичного рівня:** експеримент, аналіз і синтез, індукція і дедукція, моделювання, гіпотетичний, історичний та логічний методи. Вони допомагають досліднику виявити ті чи інші достовірні факти та об'єктивні прояви під час дослідження процесів. За допомогою цих методів здійснюється накопичення фактів та їх перехресна перевірка. Варто зазначити, що факти мають науково-пізнавальну цінність тільки в тих випадках, коли вони систематизовані, між ними розкриті не випадкові залежності та визначені причини наслідків. Таким чином, завдання виявлення істини потребує не тільки збору фактів, а й правильного їх теоретичного оброблення. Початкова систематизація фактів та їх аналіз виконуються вже в процесі спостережень, міркувань, експериментів, бо ці методи включають у себе не тільки чуттєве сприйняття предметів і явищ, але й їх відбір, класифікацію, обдумування сприйнятого матеріалу, його фіксування.

**Методи теоретичного рівня:** абстрагування, ідеалізація, формалізація, аналіз і синтез, індукція і дедукція, аксіоматика, узагальнення та ін. На теоретичному рівні проводяться логічні дослідження зібраних фактів, розробка понять, суджень та виконання умовиводів. У процесі цієї роботи співвідносяться попередні наукові уявлення з новими, що виникають. На теоретичному рівні наукове мислення звільняється від емпіричного опису, створюється теоретичне узагальнення. Таким чином новий теоретичний зміст знань надбудовується над емпіричними знаннями. На теоретичному рівні пізнання науковці використовують логічні методи подібності або відмінності, розробляють нові системи знань або вирішують завдання подальшого узгодження теоретично розроблених систем з накопиченими новими експериментальними результатами.

**До методів метатеоретичного рівня** відносять тільки *діалектичний метод* і *метод системного аналізу*. З допомогою цих методів досліджуються власне теорії й розробляються шляхи їх побудови, вивчається система положень і понять певної теорії, з'ясовуються межі її застосування, способи запровадження нових понять, обґрунтовуються шляхи синтезу декількох теорій. Центральним завданням цього рівня досліджень є пізнання умов формалізації наукових теорій і вироблення формалізованих мов, так званих *метамов*.

У процесі розвитку технічних наук, зокрема, в галузі механізації тваринництва, наукові дослідження виконуються на двох рівнях: **емпіричному** та **теоретичному**.

Рівні відрізняються: глибиною, повнотою і всебічністю дослідження об'єкта; цілями, методами досягнення та способами вираження знань; ступенем значимості в них чуттєвого та раціонального пізнання.

На емпіричному рівні здійснюються спостереження за об'єктами, фіксуються факти, проводяться експерименти, виявляються емпіричні співвідношення та закономірні зв'язки між окремими явищами.

На теоретичному рівні створюються системи знань, теорії, в яких розкриваються загальні та необхідні зв'язки, формулюються закони в їх системній єдності та цілісності.

На емпіричному рівні вивчення процесів та явищ є поверхневим; встановлюються чуттєво фіксовані зв'язки між явищами без заглиблення в суттєві зв'язки та відношення. Пізнавальною функцією є описова характеристика явищ, а результатом — наукові факти, певна сумативність знань, сукупність емпіричних узагальнень, встановлення закономірних зв'язків між окремими явищами, тобто домінує *чуттєво-сенситивний компонент* у пізнанні.

На теоретичному рівні досліджень головним завданням є розкриття суттєвих причин та зв'язків між явищами, а пізнавальною функцією — пояснення явищ у формі законів, теорій, теоретичних систем та системних законів. На цьому рівні домінує *раціональне пізнання*.

Методи обох рівнів органічно взаємопов'язані й взаємообумовлюють один одного у цілісній структурі наукового пізнання. Емпіричне переходить у теоретичне, а те, що спочатку було теоретичним, на більш високому етапі розвитку, стає емпірично доступним.

## **6.2 Вибір напрямку та послідовність виконання наукових досліджень**

### **6.2.1 Загальні поняття та визначення**

**Мета наукового дослідження** — це всебічне та достовірне вивчення об'єкта, процесу або явища, їх структури, зв'язків та співвідношення на основі наукових принципів і методів пізнання, а також отримання і впровадження корисних результатів.

У механізації тваринництва метою досліджень може бути доскональне вивчення процесів змішування сипучих кормів, впливу на ці процеси різних факторів, розроблення на базі одержаних результатів нового способу змішування та конструкції змішувача і впровадження їх у виробництво.

Будь-яке наукове дослідження має свій об'єкт або предмет дослідження.

**Об'єкт дослідження** — це матеріальна або ідеальна система (змішувач, робочі органи змішувача, процес змішування тощо).

**Предмет дослідження** — це структура системи, закономірності взаємодії елементів у середині системи і поза нею, закономірність її розвитку, різні властивості та якості цієї системи (стійкість різального інструмента, надійність конструкції верстата, технологічна точність верстата тощо).

**Науковий напрям** — це наука або комплекс наук, у межах яких виконується певна наукова робота. Розрізняють технічні, біологічні, історичні та інші напрями з можливою їх деталізацією. До технічного напрямку варто віднести дослідження в галузі механізації тваринництва.

#### **Структурні одиниці наукового напрямку:**

- наукові комплексні проблеми (сукупність проблем, які мають одну мету);
- наукові проблеми (сукупність складних теоретичних і практичних задач, розв'язання яких назріло в певній галузі науки);

- наукові теми (складові частини проблеми або визначене коло наукових питань);

- наукові питання (складові частини теми або окремі задачі конкретної теми). Кожна наукова робота належить до певного конкретного напрямку досліджень. Наукові роботи класифікують за наступними ознаками.

***За напрямом розвитку виробництва:***

- створення нових технологічних процесів, машин, апаратів тощо;
- підвищення ефективності виробництва;
- поліпшення виробничих відносин та організації виробництва.

***За ступенем важливості:***

- найважливіші, що координуються на державному рівні;
- роботи, що виконуються Академією наук;
- роботи, що виконуються галузевими науковими установами.

***За науковим рівнем:***

- фундаментальні;
- прикладні;
- дослідно-конструкторські розробки.

***За джерелом фінансування:***

- держбюджетні;
- госпдоговірні.

## **6.2.2 Вибір теми наукового дослідження**

Тему дослідження обирають з урахуванням наступних умов.

***Актуальність.*** Безумовно, дослідницька робота повинна бути актуальною, тобто скерованою на розв'язання конкретних і корисних задач, які є важливими у тваринництві. Це може бути економія енерговитрат під час заготівлі і приготуванні кормів; підвищення стійкості робочих органів машин для тваринництва; підвищення якості продукції з одночасним забезпеченням високої продуктивності процесу. Визначення актуальності теми базується на вивченні спеціальної періодичної літератури та виробництва, участі у виставках, конференціях тощо.

***Рівень інтересу до проблеми.*** Одним із критеріїв перспективності обраного напрямку дослідження є застосування найпростіших наукометричних досліджень. Термін "*наукометрія*" означає науку, яка займається кількісним описом власне науки. Оскільки наука – це, перш за все, одержання нової інформації, наукометричні дослідження присвячені вивченню проблем, накопичення і передачі інформації. Дослідження можуть виконуватись на основі аналізу науково-технічної літератури, яка стосується певної проблеми.

***Попередній теоретичний та інженерний розрахунки.*** Перед початком досліджень необхідно вивчити теоретичні засади певної проблеми і провести попередні теоретичні розрахунки (якщо це можливо). Не завадить виконати необхідні попередні інженерні розрахунки – розрахунок на міцність, надійність, довговічність та ін. Це дозволяє виявити ті елементи проблеми, які ще недостатньо розроблені, й намітити план подальших досліджень.

**Матеріальна база.** Після того як тема початково сформульована, уточнюється матеріальна база, необхідна для виконання роботи. Для проведення багатьох робіт потрібний спеціальний інструментарій, сучасні електронні прилади та обладнання, на придбання яких потрібні великі кошти. У той же час виконання досліджень на застарілому обладнанні недоцільне, оскільки це знижує достовірність результатів. Але завжди доводиться шукати варіанти технічного забезпечення досліджень, що вирішуються за допомогою простої та доступної техніки.

**Точність вимірювань.** Необхідно, хоча б приблизно оцінити межі використання результатів, і це дасть відповідь на вимоги щодо точності вимірювань.

**Терміни виконання.** Повинні бути встановлені реальні терміни виконання роботи. Затягування дослідження інколи призводить до того, що результати отримують швидше інші дослідники або ж вони стають не актуальними.

**Зацікавлені особи.** Необхідно визначити коло організацій і осіб, які зацікавлені в результатах роботи і можуть допомогти у її виконанні. Може бути корисним обговорення змісту майбутнього дослідження із зацікавленими особами. Це дає змогу конкретизувати задачі або додати ще інші, запобігти дублюванню робіт, а також домовитись про проведення спільних досліджень.

### 6.2.3 Види типових задач та рівнів наукових досліджень

Науковий напрям досліджень у будь-якій галузі виробництва визначається колом типових задач, спрямованих на розвиток певної галузі. Нижче наведемо перелік типових науково-дослідних задач на прикладі галузі механізації тваринництва.

**Фізична задача** — виявлення закономірностей механічних, електричних, хімічних, біологічних та теплових явищ при приготуванні кормів, які впливають на якість кормів та енерговитрати.

**Задача ідентифікації (опису)** — математичний опис причинних зв'язків між вхідними, змінними і вихідними характеристиками процесів різання стеблових кормів.

**Задача оптимізації** — знаходження оптимального співвідношення вхідних змінних для забезпечення заданих вимог до процесу змішування.

**Пошукова задача** — знаходження найбільш ефективного шляху, що веде до задоволення вимог, які виникають, наприклад, під час приготування кормової суміші.

**Виробничі задачі** — випробування нових конструкцій машин та обладнання для тваринництва (наприклад, на надійність); знаходження оптимальних міжремонтних періодів під час їх експлуатації та ін.

За науковим рівнем дослідження в галузі механізації тваринництва їх можна розділити на фундаментальні, пошукові, прикладні, виробничі.

**Фундаментальні дослідження** — спрямовані на розв'язання фізичних задач, які дозволяють відкрити нові явища і закономірності під час механізації технологічних процесів в тваринництві. Вони є основою для проведення інших видів досліджень.

**Пошукові дослідження** — пошук шляхів створення нової технології й техніки та нових способів, запропонованих на основі фундаментальних досліджень. Наприклад, пошукові дослідження, які спрямовані на розв'язання задачі, що виникає внаслідок оброблення деревини новим інструментом і потребує вибору оптимального варіанта його конструкції. Подібна задача також виникає під час дослідження процесів оброблення різанням нових деревних матеріалів, коли необхідно вибрати різальний інструмент.

**Прикладні дослідження** — розв'язують задачі ідентифікації та оптимізації й спрямовані на досягнення конкретної, раніше визначеної, практичної мети. Метою може бути підвищення якості оброблення деревини, розроблення нового інструменту, заощадження деревини під час оброблення, зменшення шуму і вібрації під час роботи деревообробного обладнання. Прикладні дослідження є основою для дослідно-конструкторських робіт.

**Промислові дослідження** виконуються безпосередньо на виробництві. Це, наприклад, дослідження надійності автоматичних ліній в деревообробці, вдосконалення процесів і обладнання для виготовлення деревостружкових плит та ін.

Коли з числа вищенаведених задач визначено тип задачі науково-дослідної роботи, тоді можна ґрунтовно розробляти план послідовного виконання досліджень.

#### **6.2.4 Послідовність виконання наукових досліджень**

**Початком** наукового дослідження є докладний аналіз сучасного стану проблеми, яка розглядається. Він здійснюється на основі інформаційного пошуку з широким використанням ЕОМ. При цьому використовуються різні джерела інформації, які знаходяться в Україні, а також всесвітня комп'ютерна мережа Internet.

На основі аналізу стану проблеми складаються огляди, реферати й експрес-інформації, дається класифікація основних напрямів і визначаються конкретні завдання дослідження. Далі здійснюється вибір методу дослідження з використанням визначених критеріїв його оцінки, складається план-графік виконання робіт та розраховується очікуваний економічний ефект.

**Власне виконання** наукових досліджень полягає у розв'язанні поставлених на початку задач. Частіше всього у фундаментальних і прикладних дослідженнях використовується математичне або фізичне моделювання, а також поєднання цих методів.

**Математичне моделювання** включає в себе декілька послідовних кроків. Це складання математичної моделі досліджуваного процесу на основі зібраних даних або використання готової моделі з корегуванням основних і допоміжних факторів, що в багатьох випадках дозволяє спростити та пришвидшити дослідження. Для зручності розв'язання поставленої задачі й репрезентування одержаних результатів математичний опис явища виконується у безрозмірних одиницях на основі теорії подібності.

Далі здійснюється вибір способу розв'язання задачі (аналітичний або наближений) з урахуванням декількох умов, а саме: необхідної точності; тривало-

сті виконання; оптимальних матеріальних витрат. Оброблення результатів експерименту виконується за допомогою ЕОМ. На основі широкого застосування математичної теорії планування експерименту отримують результати у вигляді математичних рівнянь, будують графіки і номограми, які характеризують закономірності процесу, що досліджується.

*Фізичне моделювання* може здійснюватись на модельній (лабораторній) або натурній установці. Для цього розробляються креслення установки, визначається діапазон зміни основних параметрів, добирається вимірвальна апаратура, а також складається програма проведення досліджень.

Експерименти можуть здійснюватись за класичною схемою (коли послідовно перебираються вибрані фактори) або з використанням математичної теорії планування експерименту. Після виконання програми досліджень проводиться перевірка правильності одержаних результатів, оброблення одержаних даних і отримання відповідних рівнянь та оцінюється помилка розрахунку за ними. Під час фізичного моделювання широко використовується ЕОМ – для керування експериментом і оброблення його результатів.

*Завершенням* наукової розробки є аналіз отриманих результатів та їх оформлення. Виконується зіставлення результатів теорії та експерименту, дається аналіз їх можливих відмінностей. Складається звіт про проведені наукові дослідження, який оформляється за державним стандартом

#### **6.2.4 Етапи виконання науково-дослідних робіт**

Розглянемо основні етапи виконання прикладних науково-дослідних робіт та дослідно-конструкторських розробок, які найбільш характерні під час розв'язання наукових задач у деревообробній галузі.

*Етапи прикладної науково-дослідної роботи.* Можна виділити шість основних етапів виконання прикладної науково-дослідної роботи, а саме:

- формулювання теми (ознайомлення з проблемою, літературою, складання техніко-економічного обґрунтування, попереднє визначення очікуваного економічного ефекту від впровадження);

- формулювання мети і задач дослідження (літературний огляд, зіставлення і критика проблемної інформації, узагальнення і висвітлення стану питання за темою);

- теоретичні дослідження (вивчення фізичної суті явища, формулювання гіпотези, вивід математичних залежностей та їх теоретичний аналіз);

- експериментальні дослідження (розробка мети і задач експерименту, планування, засоби вимірювання, дослідна установка, проведення експериментів, опрацювання результатів);

- аналіз і оформлення результатів наукових досліджень (загальний аналіз теоретичних і експериментальних досліджень, зіставлення їх результатів, аналіз розходжень, уточнення теорії, у разі потреби, проведення додаткових експериментальних досліджень);

- упровадження і визначення економічного ефекту (розрахунок річного економічного ефекту, передача для впровадження у виробництво, авторський

нагляд за впровадженням або розроблення технічного завдання на дослідно-конструкторську роботу).

**Етапи дослідно-конструкторської розробки.** Послідовність виконання дослідно-конструкторської роботи включає такі етапи:

- формування теми, мети і задач дослідження;
- вивчення літератури, проведення досліджень до технічного проектування експериментального взірця;
- технічне проектування (розробка варіантів технічного проекту, розрахунки, розробка креслень, виготовлення вузлів, узгодження технічного проекту та техніко-економічного обґрунтування);
- робоче проектування (розробка загального вигляду, вузлів, деталей, пояснювальної записки для виготовлення дослідного взірця);
- виготовлення дослідного взірця (проектування технологічного процесу виготовлення, розробка технологічних карт і проекту організації робіт, виготовлення деталей, складання взірця, підключення, доводка, регулювання; стендові й виробничі випробовування);
- доопрацювання дослідного взірця;
- державні випробовування (передача взірця спеціальній комісії, випробовування за методикою і оформлення акту держвипробовування).

Наведені типові етапи робіт відповідають вимогам чинного Держстандарту щодо послідовності виконання і оформлення результатів наукових робіт.

### **6.3 Методика теоретичних досліджень**

#### **6.3.1 Завдання та структура теоретичних досліджень**

**Метою теоретичних досліджень** є з'ясування в процесі синтезу знань суттєвих зв'язків між досліджуваним об'єктом і зовнішнім середовищем, *пояснення й узагальнення* результатів експериментальних досліджень та *виявлення* загальних закономірностей з їх наступною формалізацією.

Теоретичне дослідження завершується *розробленням теорії*, що не обов'язково пов'язана із побудовою її математичного апарату. Теорія проходить у своєму розвитку різні стадії – від якісного пояснення і кількісного вимірювання процесів до їх формалізації – і може бути представлена як у вигляді правил, так і у вигляді математичних рівнянь.

#### **Основні задачі теоретичних досліджень:**

- узагальнення результатів дослідження, виявлення загальних закономірностей шляхом оброблення та інтерпретації дослідних даних;
- поширення результатів дослідження на низку подібних об'єктів без повторення всього об'єму досліджень;
- підвищення надійності експериментального дослідження об'єкта (пояснення параметрів і умов спостереження, точності вимірювань).

Теоретичні дослідження включають такі етапи виконання:

- аналіз фізичної суті процесів, явищ;
- формулювання гіпотези дослідження;

- побудова (розробка) фізичної моделі;
- проведення математичного дослідження;
- аналіз теоретичних рішень;
- формулювання висновків.

Якщо не вдається виконати математичне дослідження, то формулюється робоча гіпотеза в словесній формі з використанням графіків, таблиць та ін. У технічних науках необхідно прагнути до застосування математичної формалізації висунутих гіпотез і висновків.

Процес виконання теоретичних досліджень складається із декількох стадій. Перша стадія – *оперативна*, яка включає перевірку можливостей усунення технічних суперечностей, оцінку вірогідних змін у середовищі, що оточує об'єкт, аналіз можливості переносу рішення задачі з інших галузей знань (відповісти на запитання: "Як вирішуються подібні задачі в інших галузях знань?"), застосування "зворотного" рішення (відповісти на запитання: "Як розв'язуються обернені задачі, чи не можна використати ці розв'язки, взявши їх зі знаком мінус?").

Друга стадія – *синтезна*, в процесі якої визначається вплив зміни однієї частини об'єкта на побудову інших його частин, а також необхідні зміни тих об'єктів, що працюють разом із цим об'єктом. Оцінюються можливості застосування зміненого об'єкта в нових умовах та знайденої технічної ідеї для розв'язання інших задач.

Виконання перших двох стадій дає можливість приступити до стадії *постановки задачі*, в процесі якої визначається кінцева мета розв'язання задачі, перевіряється можливість досягнення тієї ж мети іншими (можливо, більш простими) шляхами, обирається найефективніший спосіб розв'язання задачі та визначаються потрібні кількісні показники. Після цього, за необхідності, уточнюються вимоги до конкретних умов практичної реалізації одержаного розв'язку задачі.

*Аналітична стадія* включає визначення ідеального кінцевого результату (відповісти на запитання: "Що бажано отримати в ідеальному випадку?"); виявляються перешкоди, які заважають отримати ідеальний результат, та їх причини; визначаються умови, які забезпечують отримання ідеального результату з метою виявлення, за яких же умов зникне "перешкода".

Постановка задачі є найважливішою частиною теоретичних досліджень. Уміння побачити прихований основний зміст задачі на самому початку її розв'язання, а відповідно, вміння поставити задачу, виділити її з великої маси оточуючих обставин і, нарешті, дістатися до її прихованої суті – запорука успіху в досягненні поставленої мети. Таким чином, *чітке формулювання основної суті задачі – найважливіший етап її розв'язання*.

Розв'язання теоретичних задач повинно носити *творчий характер*. Творче рішення часто не вкладається в наперед накреслені плани. Інколи оригінальні рішення з'являються "раптом", після тривалих і безплідних пошуків. Часто важливі рішення виникають у спеціалістів суміжних галузей знань. Творчі рішення – це, по суті, розрив звичних уявлень і погляд на явище з іншої точки зору. Необхідно особливо підкреслити, що власні творчі думки (оригінальні рішення) виникають частіше тоді, коли більше сил, праці, часу витрачається на



постійне обдумування шляхів розв'язання теоретичної задачі, чим глибше науковець займається дослідницькою роботою.

Окрім наведених вище методів, часто використовуються й інші, *логічні методи і правила*, які мають нормативний характер. До них належать правила висновку, утворення складних понять із простих та ін. Спеціальними принципами побудови теорій служать також принципи формування аксіоматичних теорій, критерії несуперечності, повноти і незалежності систем, аксіом та гіпотез тощо.

### **6.3.2 Сучасні методи теоретичних досліджень**

Виконати теоретичні дослідження означає спробувати розв'язати поставлену задачу теоретичним шляхом. Тому в багатьох випадках виконання теоретичних досліджень зводиться до складання і розв'язання математичної задачі, яка базується на конкретних фізичних законах зміни процесів і явищ. Із цієї точки зору фізичні закони можна розділити на дві групи:

- закони збереження (енергії, заряду, імпульсу та ін.);
- закони руху (механічного, електричного, теплового та ін.).

На основі законів статички (першої групи) складаються рівняння балансу, а на основі законів другої групи – рівняння руху, тобто динаміки, які описуються диференціальними рівняннями.

Залежно від виду об'єкта досліджень, складності процесів його функціонування для побудови математичної моделі може використовуватись математичний апарат різної складності. У найпростіших випадках процеси описуються простими алгебраїчними рівняннями. Але якщо певне явище або процес доцільно розглядати в динаміці, застосовують апарат диференціальних рівнянь (звичайних або з частковими похідними).

Варто зазначити, що математична підготовка спеціаліста, який хоче самостійно виконувати теоретичні дослідження технічних процесів, повинна бути досить високою. Поряд з класичними розділами математичного аналізу для дослідження процесів механізації тваринництва часто застосовують сучасні, порівняно нові, розділи математики: лінійне, нелінійне, динамічне програмування, теорія гри і статистичних розв'язків, теорія масового обслуговування, метод кінцевих елементів, теорія катастроф та ін. Особливо варто підкреслити необхідність знань теорії ймовірностей. Це пояснюється тим, що більшість процесів механізації тваринництва відбуваються в умовах неповної визначеності. Їх хід та результат залежать від випадкових факторів. Методи теорії ймовірностей дають можливість ефективно аналізувати і перетворювати одержану інформацію, тобто за відомостями про одні явища, які доступні для досліджень, робити висновки про інші, що недоступні.

У найскладніших випадках, коли процеси дослідження та їх результати залежать від великого числа факторів, які складно взаємодіють між собою, аналітичні методи взагалі неприйнятні. Тоді застосовують метод статистичного моделювання (Монте-Карло), про який йтиметься далі. Ідея цього методу полягає в тому, що процес дослідження відтворюється на ЕОМ з усіма випадковостями, що його супроводжують.

### 6.3.3 Сутність методів фізичного та математичного моделювання

*Модель* – це представлення реального об'єкта, системи або поняття у вигляді, що відрізняється від його реального стану існування. Модель є джерелом інформації про об'єкт і допомагає пояснити, зрозуміти або вдосконалити цей об'єкт. Модель може бути точною копією об'єкта (хоч виконана з іншого матеріалу та в іншому масштабі) або відображати деякі характерні властивості об'єкта в абстрактній формі.

Інколи думають, що використання моделей почалось недавно. Але само по собі моделювання не є новиною. Створення моделей відіграло важливу роль у духовній діяльності людства з тих часів, коли воно спробувало зрозуміти і змінити довкілля. Люди завжди використовували концепцію моделі, намагаючись з її допомогою відтворити абстрактні ідеї й реальні об'єкти.

Моделювання охоплює широкий діапазон аспектів людського спілкування – від наскального живопису і спорудження ідолів до складання систем складних математичних рівнянь, що описують політ ракети у космічному просторі. При цьому головним є те, що *подібність між об'єктом і моделлю суттєва, а різниця – несуттєва*.

Дати повний перелік усіх функцій моделі складно, але п'ять основних варто відзначити:

- усвідомлення дійсності;
- спілкування;
- навчання і тренування;
- інструмент для прогнозування;
- здійснення експериментів.

Доцільність моделі як засобу усвідомлення реальних зв'язків і закономірностей очевидна: вона допомагає упорядковувати нечіткі й суперечливі поняття.

Як засіб спілкування добре продумана модель не має собі рівних. Цю функцію моделі найкраще підтверджує народне прислів'я: "Краще один раз побачити, ніж сто раз почути". Переваги моделі перед словесним описом полягають у стислості й точності відображення справжньої ситуації. У техніці моделі служать для проектування нових досконаліших систем та вивчення їх основних функцій, властивостей, зв'язків.

Моделі взагалі можна класифікувати за різними ознаками. Назвемо деякі типові групи моделей, які можна покласти в основу системи класифікації:

- статичні та динамічні;
- детерміновані й стохастичні;
- дискретні та безперервні;
- натурні, аналогові, символічні.

Моделі зручно розглядати у вигляді безперервного спектра, який починається від точних моделей чи макетів до повністю абстрактних математичних рівнянь.

За способом відображення реальних явищ, які відбуваються в об'єкті моделювання поділяються на:

- фізичне, що тільки зберігає фізичну природу явища;

- математичне, основою якого є відповідність рівнянь, які описують процеси моделі, реаліям досліджуваного явища;

- геометричне, за якого відображаються тільки зовнішні форми.

**Фізична модель** – це зменшена (або збільшена) і спрощена копія реального об'єкта, виконана в заданому масштабі. Усі спрощення обґрунтовуються у вигляді припущень. Розмірні співвідношення між моделлю і об'єктом встановлюються відповідно до теорії подібності за критеріями подібності.

**Аналогова модель** – це пристрій, в якому відбуваються фізичні явища, що мають однаковий з реальним об'єктом математичний опис, але різну фізичну природу.

Кожен вид моделювання має свої переваги і недоліки. Фізичне моделювання вимагає виготовлення дорогих експериментальних установок, оснащення їх приладами, затрат на матеріали, енергію тощо. Аналогове моделювання дещо зменшує витрати і скорочує час на створення і випробування. Математичне моделювання дозволяє зменшити затрати і знаходити оптимальні розв'язки.

На практиці науковці часто поєднують різні види моделювання з метою зменшення затрат і одержання адекватних розв'язків поставленої задачі

#### 6.3.4 Сутність статистичного моделювання

**Метод статистичного моделювання**, відомий під назвою "**метод Монте-Карло**", – це числовий метод розв'язування математичних задач за допомогою моделювання випадкових величин.

Датою народження методу Монте-Карло вважають 1949 р., коли з'явилася стаття під назвою "The Monte Carlo method". Автори цього методу – американські математики Дж. Нейман і С. Улам, хоча теоретична основа цього методу була відома давно. Навіть деякі задачі статистики іноді розраховували за допомогою випадкових вибірок, тобто фактично методом Монте-Карло. Назва методу походить від аналогічної назви міста у князівстві Монако, що знамените своїм ігровим домом. Суть у тому, що одним з найпростіших приладів для одержання випадкових величин є рулетка. Мабуть, варто відповісти на природне запитання: "Чи допомагає метод Монте-Карло вигравати в рулетку?". Ні, не допомагає, і навіть цим не займається.

Перша особливість цього методу – простота алгоритму. Як правило, складають програму для одного випробування. Потім цей дослід повторюють  $N$  разів, при цьому кожен дослід не залежить від інших. За результатами дослідів визначають середні величини, тому цей метод одержав іншу назву – "**метод статистичних випробувань**".

Друга особливість цього методу — похибка обчислень, як правило, пропорційна  $\sqrt{D/N}$ , де  $D$  – деяка стала,  $N$  – число випробувань. Звідси видно, що для того, щоб зменшити похибку у 10 разів (інакше кажучи, щоб отримати у відповіді ще один вірний десятковий знак), треба збільшити  $N$  у 100 разів. Звичайно, домогтися високої точності таким шляхом неможливо. Тому вважають, що метод Монте-Карло особливо ефективний для задач, де результат може бути невисокої точності (5...10 %).

## 6.4 Методика експериментальних досліджень

### 6.4.1 Поняття та види наукового експерименту

Однією з найважливіших складових наукових досліджень є *експеримент*. Термін "експеримент" походить від лат. *experimetum* — спроба, дослід і вживається для позначення низки споріднених понять: *дослід, цілеспрямоване спостереження, відтворення об'єкта дослідження, організація особливих умов його існування, перевірка передбачень*. Отже, поняття "експеримент" означає проведення у визначених умовах серії дослідів для спостереження за станом об'єкта дослідження, які дозволяють стежити за його змінами і відтворювати їх кожний раз під час повторення дослідів.

Основною метою експериментів є визначення властивостей об'єктів дослідження та перевірка справедливості гіпотез і на цій основі широке вивчення теми наукового дослідження.

Схематично область експерименту може бути представлена у вигляді кібернетичної системи "чорної скриньки", запропонованої Н. Вінером.

Величини, що діють на об'єкт дослідження і здатні змінити його стан, називають *факторами*. Фактори бувають змінними, сталими і некерованими. *Змінним фактором* ( $x_i, i=1, n$ ) називають контрольовану (вимірювану) змінну величину, що набуває на певний проміжок часу сталого значення. *Сталим* називають фактор, який не змінює свого значення протягом усього експерименту. Тобто, сталі фактори фіксуються на визначених рівнях, і вживаються заходи для того, щоб ці рівні практично залишались незмінними.

На об'єкт дослідження впливає низка факторів, які важко або взагалі неможливо врахувати. Такі фактори називають *некерованими*, або *збуреннями* ( $w_i, i=1, m$ ). Дію цих факторів на об'єкт дослідження ще називають *рівнем шуму*. Наявність шуму під час експерименту знижує його точність, надійність та ускладнює аналіз отриманих результатів.

Зміна стану об'єкта дослідження, яка спричинена впливом змінних факторів, називається *вихідним параметром* ( $y_i, i=1, k$ ). Таким чином, експериментом можна назвати сукупність дослідів, скерованих на вивчення залежності вихідного параметра від факторів, що діють на об'єкт. Частина експерименту, виконану при певному значенні одного або декількох факторів, називають *дослідом*.

Залежно від числа факторів, що діють на об'єкт дослідження, експеримент буває *однофакторним* або *багатофакторним*, а залежно від методу його проведення – *активним* або *пасивним*.

*Однофакторним* називають експеримент, під час якого визначається вплив на об'єкт дослідження тільки одного змінного фактора. Саме класична методика експериментальних досліджень базується на серії однофакторних експериментів.

Спочатку вивчається залежність  $y_2$  від  $x_2$  при сталих значеннях  $x_1, i=1, n$  та ін. При цьому отримують ряд емпіричних залежностей:

$$\begin{aligned}y_1 &= f(x_1) \text{ при } x_2, x_3, \dots, x_n = \text{const}; \\y_2 &= f(x_2) \text{ при } x_1, x_3, \dots, x_n = \text{const}; \\y_k &= f(x_n) \text{ при } x_1, x_2, \dots, x_n = \text{const};\end{aligned}$$

Кожний фактор ( $x_i, i = 2, n$ ) змінюють ступенево на декількох (бажано не менше п'яти) рівнях.

**Багатофакторним** називають експеримент, під час якого на об'єкт дослідження одночасно діють декілька змінних факторів. Метод багатофакторного експерименту дає змогу отримати математичну модель процесу у вигляді рівняння, за яким оцінюють вплив на об'єкт дослідження як окремих факторів, так і їх взаємодію. Планування та оброблення отриманих результатів здійснюється за допомогою формалізованих методів, які будуть розглянуті в наступних розділах.

**Активним** називають експеримент, під час виконання якого дослідник може, за своїм бажанням, змінити рівень факторів і активно втручатись у процес дослідження. Прикладом активного експерименту може бути дослідження впливу на силу різання соломи подрібнюючим апаратом соломосилосорізки від її вологості, кількості ножів, кута їх встановлення та інших факторів. У цих умовах дослідник може планувати як однофакторний, так і багатофакторний експеримент.

**Пасивним** називають експеримент, яким неможливо керувати. Умови проведення такого експерименту змінюються без участі дослідника. Прикладом пасивного експерименту може бути дослідження якості змішування сипучих кормів у виробничих умовах. Протягом потрібного часу дослідник реєструє зміни режимів змішування (час змішування, коефіцієнт завантаження корисного об'єму змішувача та ін.) і визначає їх вплив на якість суміші. Постановка такого експерименту є простою, але точність результатів набагато нижча порівняно з активним експериментом. Рекомендації, розроблені на основі пасивного експерименту, мають значення тільки для умов його проведення.

Окрім вищенаведених видів, експерименти можна класифікувати ще за такими ознаками:

- за способом формування умов – *лабораторні, виробничі*;
- за метою дослідження – *констатуючі, контролюючі, пошукові, вирішальні*;
- за характером взаємодії засобів дослідження з об'єктом дослідження – *натуральні або змодельовані*;
- за типом моделей, які досліджуються в експерименті, — *реальні або віртуальні* (у думках та на ЕОМ).

Наведена класифікація експериментальних досліджень не може бути визнана повною, оскільки з поглибленням наукових знань розширюється і сфера застосування експериментальних методів. Крім того, залежно від наукових задач, різні типи експериментів можуть об'єднуватись, утворюючи *комплексний або комбінований експеримент*.

Існує два види задач, які вирішує основний експеримент: *інтерполяційні* та *оптимізаційні*. Розв'язання інтерполяційних задач полягає у виявленні кількісних залежностей між різними факторами з метою математичного опису процесу. Розв'язання оптимізаційних задач полягає у пошуку оптимальних умов перебігу процесу. Область експерименту при цьому складається з об'єкта дослідження, вхідних факторів і вихідних параметрів, які у дослідженнях оптимізаційного характеру називають *параметрами оптимізації*. До кожної зі складових області

дослідження висуваються певні вимоги, які необхідно задовольнити під час підготовки експерименту. До об'єкта дослідження ставляться такі вимоги:

- результати дослідів повинні відтворюватися; відхилення значень результатів дослідів, які здійснюються в однакових умовах через певний проміжок часу, не повинні перевищувати величини, визначеної методами математичної статистики;

- об'єкт дослідження має бути керованим, тобто повинна бути забезпечена можливість у кожному досліді обирати потрібні рівні факторів під час проведення активного експерименту.

*Параметр оцінки* — це результат дослідів у відповідних умовах, або реакція об'єкту дослідження на дію факторів. До вихідних параметрів висуваються такі вимоги:

- параметр оцінки повинен оцінюватись кількісно; множина значень, яких може набувати параметр оцінки, називається *областю визначення*;

- параметр оцінки повинен виражатись одним числом, без додаткових дій, вказівок;

- заданому набору факторів повинно відповідати тільки одне значення параметра; якщо під час повторення дослідів в тих самих умовах величини параметра значно відрізняються (досліди не відтворюються), це означає, що не врахований якийсь важливий фактор або задане значення фактора змінюється у процесі дослідів (ця вимога не виключає того, що аналогічному значенню параметра оцінки можуть відповідати різні набори факторів);

- якщо параметром обрано декілька функціонально зв'язаних величин, перевагу доцільно надати тій, яку можна визначити з найбільшою точністю;

- параметр має бути універсальним для всебічної оцінки процесу; властивості універсальності мають комплексні параметри; технічні параметри в багатьох випадках є недостатньо універсальними;

- параметр бажано мати простим, який легко обчислюється і має фізичний зміст.

Після того як обрано об'єкт дослідження і визначено вихідні параметри, необхідно розглянути всі існуючі фактори. Кожний фактор має свою область визначення. Задати фактор – означає надати йому назву та область визначення. До факторів висуваються такі вимоги:

- для проведення активного експерименту фактори повинні бути керованими, тобто підпорядковуватись досліднику;

- у методиці необхідно визначити операційність факторів, тобто зазначити, як встановлюються рівні їх величини, чим регулюються, вимірюються і фіксуються; потрібно чітко знати розмірність усіх факторів і вихідного параметра;

- при визначенні величини фактора повинна забезпечуватись висока точність і відрізнятись на декілька порядків від інтервалу зміни його рівня.

До сукупності факторів, що діють на об'єкт дослідження, ставляться додаткові вимоги, а саме:

- фактори не повинні корелювати між собою, тобто при зміні одного фактора інший не повинен змінюватися; у випадку наявності кореляції в якості фактора можна приймати відношення двох факторів, логарифм їх відношення тощо;

- фактори повинні бути сумісними, тобто наявність одного з них не повинна виключати іншого.

Після обрання об'єкта дослідження, параметра і факторів, а також визначення виду експерименту переходять до складання плану його виконання.

#### **6.4.2 Етапи підготовки наукового експерименту**

Для проведення будь-якого виду експерименту необхідно попередньо спланувати та виконати таке:

- розробити гіпотезу, яка підлягає перевірці, та методику експериментальних робіт;

- визначити способи і прийоми впливу на об'єкт дослідження;

- забезпечити умови для виконання експериментальних робіт;

- розробити шляхи і прийоми фіксування ходу і результатів експерименту;

- підготувати засоби експерименту (прилади, установки, моделі тощо);

- забезпечити експеримент необхідним обслуговуванням.

Особливе значення має правильне розроблення методики експерименту.

**Методика** – це сукупність обдуманих і фізичних операцій, які розміщені у визначеній послідовності для досягнення поставленої мети дослідження.

Під час розроблення методики проведення експерименту необхідно передбачити:

- попереднє цілеспрямоване спостереження за об'єктом або явищем, що вивчається, з метою визначення вихідних даних (гіпотез, обрання змінних факторів);

- створення умов, у яких можливе експериментування (добір об'єктів для експериментальної дії, усунення впливу випадкових факторів);

- визначення області інтересу для змінних факторів та меле вимірювання;

- можливість систематичного спостереження за розвитком явища і точного опису фактів;

- проведення систематичної реєстрації замірів і оцінок фактів різними засобами і способами;

- створення складних ситуацій з метою підтвердження або спростування раніше отриманих даних;

- перехід від емпіричного вивчення з логічним узагальненням до аналізу та теоретичного оброблення отриманих фактичних даних.

Обравши методику експерименту, дослідник повинен переконатись у можливості її практичного застосування. Це необхідно зробити навіть у тому випадку, якщо методика раніше апробована в інших лабораторіях, оскільки вона може бути неприйнятною або складною в силу специфічних особливостей клімату, приміщення, лабораторного обладнання, персоналу, об'єкта дослідження тощо.

Перед кожним експериментом складається його *план (програма виконання)*, який включає такі етапи:

- мету, задачі та обґрунтування об'єму експерименту;

- вибір змінних факторів;

- визначення кількості дослідів та послідовності зміни факторів;

- вибір кроку зміни факторів, визначення інтервалів між майбутніми експериментальними точками;
- обґрунтування вибору засобів для вимірювання;
- опис проведення експерименту;
- обґрунтування вибору способів оброблення та аналізу результатів експерименту.

Необхідно також обґрунтувати вибір засобів вимірювання приладів та іншого обладнання (машин і апаратів). У зв'язку з цим експериментатор повинен бути добре обізнаний з існуючою вимірювальною апаратурою в Україні і за кордоном. Звичайно, в першу чергу необхідно використовувати стандартні машини і прилади, які випускаються серійно, робота на яких регламентується інструкціями, стандартами та іншими офіційними документами. Але в окремих випадках виникає потреба у створенні унікальних приладів, установок, машин для виконання досліджень. Тоді розроблення і конструювання приладів та інших засобів повинно бути ретельно обґрунтовано теоретичними розрахунками і практичними міркуваннями щодо можливості їх виготовлення.

Для створення нових приладів доцільно використовувати готові вузли, які випускаються промисловістю приладобудування, або ж реконструювати існуючі прилади. Відповідальним моментом у підготовці засобів вимірювання є визначення *точності виміру і похибки*.

**Методи вимірювань** повинні базуватися на законах спеціальної науки *метрології*, яка вивчає вимірювальні засоби і методи.

Методи вимірювань можна розділити на *прямі й не прямі*. Під час прямих вимірювань шукану величину знаходять із досліду, а під час непрямих — за функціональними вимірами. Наприклад,  $b=f(a)$ , де  $b$  — величина, яка знайдена за допомогою непрямих вимірів.

Вимірювання бувають *абсолютні й відносні*. Абсолютні — це прямі заміри в одиницях вимірювальної величини; відносні заміри — це відношення вимірюваної величини до одноіменної величини, яка приймається за вихідну одиницю. Наприклад, вологість сипучого корму приймається у відносних одиницях (відсотках) щодо повного її водонасичення.

Необхідно виділити декілька основних способів вимірювань.

*Спосіб безпосередньої оцінки* — відповідає визначенню величини безпосередньо за відліковим пристроєм вимірювального приладу прямої дії. Наприклад, вимірювання маси на електронних вагах.

*Спосіб порівняння* — передбачає необхідну вимірювальну величину порівнювати з величиною, що є мірою. Наприклад, вимірювання маси на важільних вагах із урівноваженням гирями.

*Спосіб протиставлення* — здійснюється шляхом порівняння з мірою, тобто вимірювана величина і величина, що є мірою, одночасно діють на пристрій, за допомогою якого встановлюється співвідношення між цими величинами. Наприклад, під час вимірювання маси на рівноплечих вагах із встановленням вимірюваної маси і гир на обох протилежних чашах ваг.



*Диференційний спосіб* — полягає в тому, що на вимірній пристрій діє різниця вимірної та відомої величини, яка є мірою. Наприклад, виміри, що виконуються під час перевірки мір довжини порівнянням із мірним зразком.

*Нульовий спосіб* — полягає у доведенні результату ефективної дії величини на пристрій до нуля. Наприклад, вимірювання електричного опору через міст шляхом повного його зрівноваження.

*Спосіб заміщення* — передбачає заміну вимірюваної величини відомою величиною з відновлюваною мірою. Наприклад, зважування з почерговим ставленням вимірюваної маси і гирі на одну й ту саму шальку.

*Спосіб збігу* полягає в тому, що різниця між заданою величиною і величиною, яка є мірою, визначається шляхом збігу відміток шкал або періодичних сигналів.

Наведені способи вимірювань знаходять широке застосування під час експериментальних досліджень, що відбуваються в галузі механізації тваринництва.

### **6.4.3 Сутність класичного планування експерименту**

Вибір плану експерименту значною мірою залежить від об'єму початкової інформації про досліджуваний об'єкт. Така інформація може бути отримана після вивчення першоджерел у вигляді результатів експериментальних досліджень у суміжних з аналогічними об'єктами областях та у вигляді отриманих раніше теоретичних досліджень.

*В умовах достатньо повної інформації* метою експериментального дослідження може бути підтвердження теоретичних розрахунків, знаходження експериментальних коефіцієнтів для рівнянь або пошук оптимального рішення. Число дослідів визначається характером залежностей, які описують певний процес. Якщо, наприклад, залежність вихідного параметра від вхідного фактора має лінійний характер, то для визначення коефіцієнтів рівняння достатньо провести два досліді. В умовах достатньої інформації про об'єкт дослідження кількість змінних факторів та їх інтервали можна визначити залежно від мети дослідіду.

*В умовах неповної або суперечливої інформації*, коли відома тільки область експерименту, необхідно визначити характер залежностей, які пов'язують фактори з вихідним параметром. У цьому випадку значення факторів інтуїтивно розбивають на інтервали з отриманням певної кількості рівнів для кожного фактора, а потім, під час проведення експерименту, реалізують усі можливі сполучення рівнів факторів.

*В умовах відсутності апріорної інформації про об'єкт дослідження* невідомими є як область експерименту, так і фактори. У цьому випадку дослід планують за ходом експерименту. Отримавши і проаналізувавши результат першого дослідіду, дослідник планує наступний. Потім в експеримент залучаються нові змінні фактори, і впродовж усього експерименту дослідник отримує нову інформацію про об'єкт дослідження і процеси, які в ньому відбуваються.

План експерименту може бути складений у формі планово-контрольної карти і методичної сітки або матриці. У планово-контрольну карту почергово вносять усі змінні фактори та їх рівні, що дає змогу наочно відтворити область експерименту, кількість і послідовність дослідів. При складанні планово-контрольної карти рівні факторів позначають цифрами.

Методичну план-матрицю дослідів розробляють у вигляді таблиці, в якій додатково передбачено результати трьох паралельних дослідів.

Успішне виконання дослідів, економічність їх проведення, точність і надійність результатів залежать від ретельної підготовки до експерименту: розроблення експериментальної установки, вибір вимірювальних приладів, виготовлення зразків.

Під час проведення експерименту необхідно враховувати фактор часу. Досліди потрібно виконати в найкоротші терміни, щоб не допустити вимушених змін властивостей матеріалу зразків, зносу експериментальної установки, зміни зовнішніх умов проведення дослідів.

Експериментальна установка повинна забезпечувати досліди на реальних зразках, тому що внесення масштабного фактора спотворює результати дослідів і їх необхідно перевіряти у виробничих умовах.

#### **6.4.4 Сутність математичного планування експерименту та обробки результатів**

*Планування експерименту* – це вибір числа та умов проведення дослідів, необхідних і достатніх для розв'язання поставленого завдання зі заданою точністю.

Під час дослідження процесів машин для тваринництва в більшості випадків на об'єкт дослідження одночасно діє декілька змінних факторів, що відповідає умовам багатofакторного експерименту. У разі наявності останнього можливі два методи *планування* експерименту:

- класичний метод, за яким досліджується вплив на об'єкт кожного фактора окремо, змінюючи його значення та фіксуючи решту факторів на сталому рівні;
- математичний метод, що дозволяє досліджувати вплив на об'єкт одночасно всіх факторів, змінюючи їх рівні за відповідним, наперед розробленим, планом.

У практиці планування експериментальних досліджень використовуються обидва методи, але другий має низку переваг, а саме:

- значно зменшується необхідна кількість дослідів за наявності великої кількості змінних факторів;
- математичний опис процесу здійснюється у вигляді єдиного рівняння, яке включає всі змінні фактори, тоді як при першому методі кількість рівнянь, що описують процес, дорівнює кількості змінних факторів.

Основним завданням математичного планування експерименту є розроблення багатofакторних планів, котрі забезпечували б можливість отримати достатньо точну модель процесу у вигляді одного рівняння з мінімальною кількістю дослідів.

Під час планування експерименту можуть вирішуватись такі *задачі*:

- *інтерполяційна*, метою якої є побудова поверхні відгуку в факторному просторі для з'ясування характеру впливу кожного фактора на функцію відгуку;
- *оптимізаційна*, метою якої є визначення найкращого поєднання значень факторів, що забезпечує оптимальне значення функції відгуку.

Рівняння, яке встановлює зв'язок між значенням функції відгуку (вихідної величини) та значеннями змінних факторів, називають *математичною моделлю* процесу дослідження.

Якщо на об'єкт дослідження діють змінні фактори, що позначаються  $X_1, X_2, \dots, X_i$ , які визначають його стан у якості вихідного параметра  $Y$ , то математичною моделлю процесу називають функцію у вигляді  $Y=f(X_1, X_2, \dots, X_i)$ .

*Обрати модель* – означає знайти вигляд функції, записати її рівняння, яке називають *рівнянням регресії*.

Наприклад, рівняння регресії для двох змінних факторів може бути записано у вигляді:

- лінійного рівняння:

$$y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2; \quad (6.1)$$

- неповного квадратного рівняння:

$$y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{12} X_1 X_2; \quad (6.2)$$

- рівняння другого порядку:

$$y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_{12} X_1 X_2 + b_{11} X_1^2 + b_{22} X_2^2; \quad (6.3)$$

де  $b_0, b_1, b_2, b_{12}, b_{11}, b_{22}$  – коефіцієнти рівнянь регресії.

Здебільшого під час дослідження технологічних процесів машин для тваринництва зв'язок між факторами та вихідним параметром достатньою мірою можна описати рівняннями другого порядку. Для отримання лінійного або неповного квадратного рівняння застосовують *плани першого порядку*, а для отримання моделі у вигляді квадратного рівняння – *план другого порядку*.

Для вибору напрямку та умов експерименту, перш за все, необхідно з'ясувати *кількість змінних факторів* та визначити *інтервали їх варіювання*. Ця процедура є досить важливим етапом наукового дослідження. Вона вирішується на основі всебічного вивчення явища, що досліджується, літературних джерел, проведення теоретичного аналізу, практичного досвіду й у кожному випадку носить творчий та індивідуальний характер. Після прийняття рішення про вихідний параметр та змінні фактори, вплив яких передбачається досліджувати, а також про область зміни значень кожного виконують *кодування факторів*.

Заміна *натуральних* значень факторів у відповідних одиницях виміру *безрозмірними кодовими* значеннями спрощує план експерименту та процес статистичного оброблення експериментальних даних. Кожному фактору присвоюють, у тій самій послідовності, що й натуральним, кодове значення  $X_1, X_2$  тощо. Найбільше кодове значення кожного фактора позначають (+1) та називають його *верхнім рівнем*, а найменше значення позначають (-1) і називають *нижнім рівнем*. Середнє значення позначають (0): це *основний рівень*.

Для факторів із безперервною областю визначення зв'язок між кодовим і натуральним значенням визначають за формулою:

$$X_i = \frac{x_i - x_{0i}}{\Delta_{xi}}, \quad (6.4)$$

де  $X_i$  – кодове значення фактора;

$x_i$  – натуральне значення фактора;

$x_{0i}$  – натуральне значення середнього рівня;

$\Delta_{xi}$  – інтервал зміни фактора, що визначається як половина різниці між натуральними значеннями верхнього та нижнього рівнів фактора.

Під час складання плану експерименту та оброблення експериментальних даних усі фактори, незалежно від їх фізичної суті та числових значень, будуть мати однакові кодові значення (+1, 0, -1). Розшифрування, тобто перехід до натуральних значень факторів, виконується після закінчення статистичного оброблення даних.

У планах першого порядку використовують тільки верхній та нижній рівні факторів. У планах другого порядку, крім зазначених, послуговуються й іншими рівнями, методика визначення та кодування яких наведена нижче.

*Повним факторним планом (ПФП)* називають план, в якому реалізуються всі можливі сполучення двох рівнів факторів (верхнього та нижнього). Кількість дослідів у цьому випадку визначають за формулою  $N=2^k$ , де  $k$  – кількість змінних факторів. Якщо досліджується вплив двох змінних факторів, то  $N=2^2=4$ .

Для побудови матриці ПФП потрібно перейти до безрозмірних нормалізованих (кодових) позначень змінних факторів (згідно з формулою 6.4). Запровадження нормалізованих значень факторів створює ряд переваг. Незалежно від фізичної суті та діапазону зміни фактора його нижній рівень у нормалізованих позначеннях дорівнює (-1), верхній рівень – (+1), а основний рівень – (0). Тому матрицю ПФП у нормалізованих позначеннях можна будувати перебором рівнів (-1) і (+1), нехтуючи конкретними діапазонами зміни кожного з факторів.

Основними характерними властивостями план-матриць у кодових значеннях, які визначають точність результатів та сфери застосування відповідних планів для побудови математичних моделей, є: симетричність, нормованість, ортогональність, рототабельність, уніформність, композиційність.

*Симетричними* відносно центра експерименту називають плани, для яких сума чисел будь-якого стовпця дорівнює нулю, тобто:

$$\sum_{i=1}^N X_{ji} = 0 \text{ (для будь-якого } j\text{)}. \quad (6.5)$$

*Нормованими* називають плани, для яких сума квадратів елементів кожного стовпця дорівнює числу дослідів, тобто:

$$\sum_{i=1}^N X_{ji}^2 = N. \quad (6.6)$$

*Ортогональними* називають плани, для яких сума почленних добутків будь-яких двох стовпців матриці дорівнює нулю:

$$\sum_{i=1}^N X_{ij} \cdot X_{ui} = 0 \text{ (для } j \neq u=1 \dots k\text{)}. \quad (6.7)$$

Властивість ортогональності дозволяє значно спростити процес визначення коефіцієнтів рівняння регресії, яке має загальний вигляд:

$$y = b_0 + \sum_{j=1}^k b_j X_j + \sum_{j=u} b_{ju} X_j X_u + \sum_{j=1}^k b_{jj} X_j^2 + \dots, \quad (6.8)$$

де  $X_j, X_u$  – лінійні значення факторів;  $b_0, b_j, b_{ju}, b_{jj}$  – коефіцієнти членів рівняння;  $X_j X_u$  – взаємодія двох різних факторів плану.

**Рототабельність** плану забезпечує однакову точність поверхні відгуку, незалежно від напрямку руху від центра експерименту до будь-яких рівновіддалених точок.

**Уніформність** планів забезпечує сталість дисперсії в деякій області навколо центра експерименту.

**Композиційні** плани дозволяють проводити експеримент частинами, тобто, в разі необхідності, переходити до планування більш високого порядку, зберігаючи одночасно результати попередніх дослідів.

Зазначимо, що ПФП відповідають вищенаведеним властивостям. Для надання потрібних властивостей планам другого порядку варто користуватись спеціальними прийомами, про що йтиметься нижче.

Методика обробки результатів експерименту включає в себе такі основні етапи:

- визначення відновлюваності результатів рівняння регресії;
- розрахунок і оцінка значущості коефіцієнтів рівняння регресії;
- визначення рівня відповідності одержаної математичної моделі експериментальним даним, тобто перевірка адекватності рівняння регресії.

**Визначення відновлюваності результатів дослідів.** З метою забезпечення достовірності одержаних результатів, під час реалізації плану експерименту в кожному досліді (за однакових умов), виконують декілька спостережень. Кількість спостережень визначається залежно від надійності дослідів. Під дією некерованих і невідомих факторів числове значення вихідного параметра при повторенні дослідів відрізняється одне від одного. Тому для кожного дослідів визначають середнє значення  $\bar{y}_i$ , і дисперсію  $S_i^2$ .

**Відновлюваність дослідів** перевіряється за критерієм Кохрена ( $G_p$ ):

$$G_p = \frac{S_{i_{max}}^2}{\sum_{i=1}^N S_i^2} \leq G(q, f_y, f_n), \quad (6.9)$$

де  $G_{i_{max}}^2$  – найбільша за числовим значенням дисперсія одного з дослідів, яка визначається (як і всі інші дисперсії дослідів) за формулою:

$$S_i^2 = \frac{\sum_{j=1}^n (y_{ij} - \bar{y}_i)^2}{n-1}, \quad (6.10)$$

де  $n$  – кількість повторень (дублювань) кожного дослідів;

$y_{ij}$  – значення вихідної величини в  $j$ -му дублюванні  $i$ -го дослідів ( $j=1...n, i=1...N$ );

$\bar{y}_i$  – середнє значення вихідної величини в  $i$ -му дослідів;

$G(q, f_y, f_n)$  – табличне значення критерію Кохрена, яке обирається за статистичними таблицями залежно від:  $q$  – рівня достовірності (у більшості випадків  $q=0,05$ );

$f_y$  – кількості незалежних значень дисперсії,  $f_y=N$ ;  $f_n=n-1$  – числа свободи кожного значення, де  $n$  – кількість дублювань корисного дослідів.

Умова  $G_p \leq G_{табл}$  означає, що коли розрахункове значення критерію Кохрена буде менше або дорівнюватиме табличному, то різниця між значеннями спостережень перебуватиме в межах необхідної точності дослідю.

Невиконання цієї умови означає, що на об'єкт дослідження впливають невраховані фактори, або значення фактора, що прийнято за сталє, в дійсності змінюється. У цьому випадку необхідно ще раз детально проаналізувати умови проведення експерименту.

Після такої оцінки визначається *дисперсія відновлюваності дослідю* (помилка дослідю) за формулою:

$$S_y^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N S_i^2 \quad (6.11)$$

### ***Розрахунок і оцінка коефіцієнтів рівняння регресії.***

Спочатку визначається вільний член рівняння за формулою:

$$b_0 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \bar{y}_i, \quad (6.12)$$

де  $\bar{y}_i$  – середнє арифметичне значення параметра оцінки кожного дослідю.

Коефіцієнти інших членів рівняння регресії (4.1.8) визначають за такими формулами:

- коефіцієнти біля кожного фактора:

$$b_j = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_{ji} \bar{y}_i, \text{ для } (j=1, 2 \dots K), \quad (6.13)$$

де  $X_{ji}$  – кодове значення  $j$ -го фактора в  $i$ -му дослідю ПФП;

- коефіцієнти біля взаємодій факторів

$$b_{ju} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_{ji} X_{ui} \bar{y}_i, \text{ для } (j \neq u = 1, 2 \dots n). \quad (6.14)$$

Числові значення розрахованих коефіцієнтів рівняння регресії показують величину впливу того чи іншого фактора або взаємодії факторів на вихідний параметр.

Серед визначених коефіцієнтів можуть бути такі, що за своєю величиною не мають значного впливу на вихідний параметр. Тому для спрощення рівняння регресії ними можна знехтувати, попередньо з'ясувавши величину їх значущості.

***Оцінка значущості коефіцієнтів*** виконується за допомогою критерію Стюдента. Коефіцієнт вважають значущим, якщо виконується нерівність:

$$|b| \geq t_{qf} \cdot \Delta b, \quad (6.15)$$

де  $\Delta b$  – похибка коефіцієнта, яка визначається за формулою:

$$\Delta b = \sqrt{\frac{S_y^2}{n \cdot N}}, \quad (6.16)$$

$t_{qf}$  – табличне значення критерію Стюдента, яке обирається за таблицями для відомих:  $q$  – рівень достовірності ( $q = 0,05$ );

$f$  – кількість ступенів свободи дисперсії відновлення, яке дорівнює  $f = N(n-1)$ .

Якщо за абсолютною величиною значення коефіцієнта менше за його похибку (4.1.15), то коефіцієнт вважають незначним, і відповідний член виключається із рівняння регресії.

**Перевірка рівняння регресії на адекватність** означає оцінку достатньої точності результатів, одержаних за рівнянням, порівняно з відповідними фактичними значеннями дослідів. Така перевірка здійснюється за допомогою критерію Фішера. Якщо рівняння адекватне, то виконується нерівність:

$$F_{розр} < F_{табл} (0,05, f_1, f_2), \quad (6.17)$$

де  $F_{розр}$  – розрахункове значення критерію Фішера, яке визначається за формулами:

$$F_{розр} = S_{ад}^2 / S_y^2, \text{ якщо } S_{ад}^2 > S_y^2; \quad (6.18)$$

$$F_{розр} = S_{ад}^2 / S_y^2, \text{ якщо } S_y^2 > S_{ад}^2, \quad (6.19)$$

де  $S_{ад}$  – дисперсія адекватності, яка в свою чергу визначається за формулою:

$$S_{ад} = \frac{1}{f_{ад}} \sum n(\bar{y}_i - \hat{y})^2, \quad (6.20)$$

де  $f_{ад}$  – число ступенів свободи дисперсії адекватності  $f_{ад} = N - P$ , де  $P$  – число значущих коефіцієнтів рівняння регресії;

$y_i$  – значення параметра оцінки для кожного дослідів, розраховане за одержаним рівнянням регресії в кодівих значеннях;

$F_{табл}$  – табличне значення критерію Фішера, що обирається залежно від  $f_1 = f_{ад} = N - P$  – числа ступенів свободи дисперсії адекватності та  $f_2 = f_y = N(n-1)$  – числа ступенів свободи дисперсії відновлення.

Якщо умова адекватності виконується, то можна вважати, що результати рівняння регресії з достатньою точністю узгоджені з результатами дослідів, а якщо умова адекватності не виконується, то це лінійне рівняння недостатньо точно описує процес, що досліджується, і тоді приймають одне із таких рішень:

- включають у модель нові взаємодії факторів;
- зменшують діапазон зміни факторів;

- переходять до планів другого порядку. Включення в модель усіх взаємодій факторів дає можливість одержувати більш точну характеристику їх впливу на об'єкт дослідження. Однак, для оцінки адекватності такої моделі не вистачає ступенів свободи у рівнянні (4.1.20). Так, двофакторна модель із взаємодією має чотири коефіцієнти для чотирьох дослідів, трифакторна модель – вісім коефіцієнтів для восьми дослідів. Тому доводиться нехтувати деякими взаємодіями, особливо більш високих порядків, або проводити додаткові дослідів.

Спосіб зменшення діапазону зміни факторів можна застосовувати лише в технічно обґрунтованих випадках. Тому найчастіше обирають рішення, яке передбачає перехід до плану другого порядку.

Маючи адекватне рівняння, можна прогнозувати всі можливі значення параметра оцінки процесу для будь-яких значень факторів, що знаходяться між

верхнім і нижнім рівнями. Аналіз одержаного рівняння регресії полягає у визначенні *відносної значущості* кожного змінного фактора та їх взаємодій і поясненні *фізичної суті* цих явищ.

Краще за все виконувати аналіз, користуючись *рівнянням регресії в кодових значеннях факторів*, яке має такі загальні особливості:

- абсолютна величина лінійного коефіцієнта рівняння регресії свідчить про ступінь (величину) впливу відповідного фактора на вихідний параметр оцінки досліджуваного процесу; більший вплив має той фактор, числове значення коефіцієнта якого більше;

- знаки лінійних коефіцієнтів рівняння регресії несуть дуже важливу інформацію, а саме: якщо коефіцієнт додатний, то вихідна величина зростає зі збільшенням значення відповідного фактора та зменшується за його зменшення; для коефіцієнтів з від'ємним значенням ця залежність має зворотний характер;

- рівняння регресії дозволяє розрахувати значення вихідного параметра для будь-якої точки в області зміни факторів, тому на його основі можна будувати графічні залежності від одного з факторів при фіксованих значеннях інших або від двох, трьох факторів одразу, графіки яких відображаються в об'ємних координатах.

Результат багатофакторного експерименту графічно можна уявити у вигляді поверхні відгуку. Якщо всі фактори виявляють лінійний вплив на вихідну величину і процес описується рівнянням першого порядку, то поверхня відгуку буде мати плоску форму. Якщо ж процес описується рівнянням другого порядку, то поверхня набуває криволінійної форми і тим більш складної, чим більше факторів виявляють нелінійний характер впливу на величину параметра оцінки досліду.

Одержана математична модель може бути основою для оптимізації процесу, що досліджується, або раціонального керування ним.

Для одержання *математичної моделі у натуральних значеннях факторів* необхідно замінити кодові значення факторів на натуральні, використавши залежність (формула 6.4). Потрібно пам'ятати, що рівняння в натуральних значеннях втрачає важливу інформативність щодо аналізу результатів досліджень, яка характерна для нормалізованих моделей. Тому аналіз результатів досліджень виконують тільки за рівнянням регресії у *кодових значеннях*.



## **ДОДАТКИ**

## Приблизне навантаження на одного працівника у скотарстві (голів)

Категорії працівників		Молочні ферми при утриманні		Ферми по вирощуванню		Відгодівельні ферми при утриманні	
		прив'язному	безприв'язному	ремонтних телиць	відгодівлі молодняку	прив'язному	безприв'язному
Оператори машинного доїння при доїнні	у переносні відра	35	-	-	-	-	-
	у молокопровід	50	-	-	-	-	-
	в доїльному залі	100-135	100-135	-	-	-	-
	в родильн.відділ.	25	35-50	-	-	-	-
Скотарі по догляду в денний час	за коров і нетел.	100	200	-	-	-	-
	за молодняком	100	400	400	800	400	800
	за телят.до 6 міс.	50	50	150	200	-	-
	за тел. до 20 днів	30	30	-	-	-	-
Нічні скотарі по догляду	за коровами	Один на 2-3 приміщення					
	за молодняком	Один на 2-3 приміщення					
	в родильн.відділ.	Один на приміщення					
Механізатори по роздаванню кормів і видаленню гною		400	400	400	800	800	800
Слюсарі		600	600	1500	2000	2000	2000
Лаборанти молочних ферм		800	800	-	-	-	-
Обліковці		800	800	800	-	-	-
Начальник цеху (зав.фермою)		Один на 15-20 працівників					
Техніки штучного осіменіння		800	800	800	-	-	-
Ветсанітари		600	600	1500	1500	1500	1500

Примітка: Підмінні при 5-тиденному тижні - 52% від кількості основних працівників, при 6-тиденному – 24%.

## Норми обслуговування свиней операторами

Професія	Норма догляду за тваринами
1	2
Промисловий комплекс	
Оператор по догляду:	
кнурів-плідників і ремонтних кнурів	140
Свиноматок:	
холостих і першого періоду поросності	451
другого періоду поросності і ремонтних	897
підсисних	60
відлучених поросят	4000
Молодняку на відгодівлі	1800
Племінний репродуктор	
Оператор по догляду:	
за свиноматками першого та другого періодів поросності	400
свиноматками з приплодом	60
відлученими поросятами	1400
ремонтними свинками	1080
молодняком на відгодівлі	1100
кнурями-плідниками та ремонтними кнурцями	120

## Структура стада і поголів'я тварин на фермах великої рогатої худоби

Статево-вікові групи тварин	Структура стада, %	Кількість тварин на фермі (з поголів'ям корів), голів				
		20	50	200	400	1000
1	2	3	4	5	6	7
І. Молочні ферми з утриманням ремонтного молодняку до 20-денного віку						
Корови, всього голів:	60	20	50	200	400	1000
В, т.ч. дійні	75	15	37	150	300	750
первістки	10	2	5	20	40	100
сухостійні	15	3	8	30	60	150
Нетелі 24-28 міс	5	1,5	4,1	18	36	82
Телиці 18-24 міс	4	1,3	3,3	13	26	66
Телиці 12-18 міс	8	2,6	6,6	26	52	132

## Продовження додатку 3

1	2	3	4	5	6	7
-«-«-«- 6-12 міс	9	3,0	7,4	30	60	148
-«-«-«- від 20 днів до 6 міс	10	3,3	8,3	33	66	166
Телята до 20 днів	4	1,3	3,3	13	26	66
Всього	100	33	83	333	666	1660
II. Молочні ферми з утриманням ремонтного молодняка до 6-ти міс.						
Корови, всього голів	50	20	50	200	400	1000
в т.ч. дійні	75	15	37	150	300	750
первістки	10	2	5	20	40	100
сухостійні	15	3	8	30	60	150
Нетелі 24-28 міс	4	1,6	4	16	32	80
Телиці 18-24 міс	4	1,6	4	16	32	80
Телиці 12-18 міс	7,5	3,0	7,5	30	60	150
-«-«-«- 6-12 міс	8,5	3,4	8,5	34	68	170
Телята до 6 місяців	26	10,4	26	104	208	520
Всього	100	40	100	400	800	2000
III. Молочні ферми з закінченим оборотом стада						
Корови, всього голів	36	20	50	200	400	1000
в т.ч. дійні	75	15	37	150	300	750
первістки	10	2	5	20	40	100
сухостійні	15	3	8	30	60	150
Нетелі 24-28 міс	3	1,7	4,2	17	33	83
Телиці 18-24 міс	3	1,7	4,2	17	33	83
Телиці 12-18 міс	7,5	4,3	10,4	42	83	209
-«-«-«- 6-12 міс	9,5	5,4	13,2	52	106	264
Телята до 6 місяців	18	10,0	25,0	100	200	501
Відгодівля від 6 до 12 міс	11	6,2	15,3	61	123	306
-«-«-«- від 12 до 18 міс	12	6,7	16,7	67	134	334
Всього	100	56	139	556	1112	2780
IV. Ферми по відгодівлі молодняка великої рогатої худоби						
Молодняк до 6 міс	35	35	70	525	1050	2100
-«- від 6 до 12 міс	33	33	66	495	990	1980
-«- від 12 до 18 міс	32	32	64	480	960	1920
Всього	100	100	200	1500	3000	6000

Структура стада та розрахункові коефіцієнти для визначення кількості скотомісць на молочній фермі залежної від її спеціалізації

Групи тварин	Спеціалізація молочної ферми			
	Телята до 20-денного віку утримуються на фермі	Бугайці в 20-денному і телиці у 6 міс. віці передаються в спецгоспи	Бугайці в 6-міс. віці передаються в спецгосп, а телиці вирощ. на фермі	Весь молодн. ви-рощ. на фермі
Структура стада, %				
Корови	90	60	50	36
Нетелі	5	10	9	6
Молодняк ст.1 року	-	-	9	23
-«- 6-12 міс	-	-	6	17
-«- до 6 міс	5	30	26	18
Разом	100	100	100	100
Коефіцієнти для визначення к - ті скотомісць при питомій вазі корів в стаді, %				
Питома вага корів, %	90	60	50	36
Корови, всього	1.00	1.00	1.00	1.00
в т.ч. дійні	0,75	0,75	0,75	0,75
сухостійні	0,13	0,13	0,13	0,13
в родильному відд.	0,12	0,12	0,12	0,12
Нетелі	0,12	0,12	0,12	0,12
Телиці старше 1 року	-	-	0,25	0,50
-«-«-«- 6-12 міс	-	-	0,10	0,20
-«-«-«- до 6 міс	0,06	0,66	0,66	0,66
в т.ч. до 20 днів	0,06	0,06	0,06	0,06
Всього скотомісць на 100 корів	118	178	213	248

## Структура стада (%) комплексу (ферми) по виробництву свинини.

Виробнича група	Репродукторне господарство	З закінченим циклом виробництва	Відгодівельного направлення
Кнури	1	1	-
Свиноматки:			
холості	1,5	3	-
поросні	7	4	-
підсисні	1,5	2,5	-
Поросята-сисуни	41	15	-
Поросята відлучені (1-2 міс.)	40	30	-
Ремонтний молодняк:			
від 4 до 7 міс.	2,5	2,5	-
від 7 до 10 міс.	2,5	1	-
Молодняк на відгодівлі:	3		
від 2 до 4 міс. (маса 20-30 кг)	-	11	26
від 4 до 6 міс. (маса 40-55 кг)	-	10	25
від 6 до 8 міс. (маса 55-80 кг)	-	10	25
від 8 до 10 міс. (маса 80-100 кг)	-	10	24

## Структура стада овець на товарних фермах і комплексах

Група тварин	Репродуктор	Відгод.	М'ясо-вовнове	Вовно-м'ясне	Смушкове
Вівцематки	100	-	76	51	80
Ягнята від кількості маток	90	-	-	-	-
Ягнята 1-4 місяці, вага 30кг	-	50	12	25	10
Молодняк віком 5-7 міс, вага до 40кг	-	30	8	18	8
Молодняк у віці 7 міс. і вище вагою 50кг і вище	-	20	4	7	2

## Структура поголів'я птиці

Група птахів	Кури		Качки	Гуси	Індики
	племінні ферми	товарні ферми			
Самки	90	92	85	80	90
Самці	10	8	15	20	10

## Річні показники потреби в кормах вибракування та ділового виходу телят від корів різної продуктивності

Річні показники корів							
Жива маса, кг.	Надій молока за 305 дн. лактації		Норма потреби кормів			Вибракування корів, %	Діловий вихід телят від 100 корів, гол.
	річний, кг.	добовий, кг	сухої речов., ц.	Корм. од., ц.	Обмінної енергії, ГДж		
450	3500	11,5	42,0	38,5	40,5	20	95
500	4000	13,1	44,9	42,0	44,2	21	94
500	4500	14,7	46,9	45,0	47,3	22	93
550	5000	16,4	49,7	48,0	50,5	23	91
550	5500	18,0	56,4	51,0	53,6	27	90
600	6000	19,7	60,6	60,0	63,1	28	89
600	6500	21,3	61,7	61,7	64,9	29	88
650	7000	23,0	65,9	63,7	67,0	30	87
650	7500	24,6	68,1	67,5	71,0	31	86
650	8000	26,2	69,2	68,8	72,4	32	85
700	9000	29,5	75,5	76,6	80,5	35	80

Примітка: При безприв'язному утриманні нормативи потреби в кормах на корову збільшуються на 6%.

Раціони для годівлі корів і нетелей

Види кормів	Вміст обмін. енергії в 1кг корму, МДж	Корови дійні з надоем за рік/на добу, кг				Первістки 4000/13.1	Сухостійні корови	Нетелі 24-28 міс					
		4000/13.1	6000/19.7	8000/26.2	4000/13.1								
Добова норма ОЕ, МДж	-	145	-	170	-	200	-	160	-	155	-	90	-
Раціон на зимовий період 210 днів													
Сіно	7,0	9,5		7,8		10,0		12,8		26,2		22,0	
Солома кормова	5,4	7,3		-		-		-		-		-	
Сінаж	3,8	20,7		-		14,3		18,5		-		20,0	
Силос кукурудз.	2,4	32,6		27,0		28,3		29,3		15,0		35,0	
Зерно - сінаж	4,1	-		32,0		-		12,5		38,4		-	
Пивна дробина	2,3	7,8		6,5		10,8		7,0		-		-	
Комбікорм	10,8	22,1		26,7		36,6		19,9		20,0		23,0	
Разом	-	100,0		100,0		100,0		100,0		100,0		100,0	
В раціоні ОЕ, МДж	-	147		178		212		164		160		95	
Раціон на літній період 155 днів													
Солома кормова	5,4	10,8		3,2		-		6,8		6,9		5,8	
Сінаж	3,8	12,7		19,6		22,5		11,9		19,5		-	
Силос	2,4	30,4		20,7		21,9		30,2		23,4		39,1	
Пивна дробина	2,3	-		6,6		5,8		7,2		-		-	
Комбікорм	10,8	23,1		26,1		32,3		20,8		20,7		17,6	
Зелена маса	2,3	23,0		23,8		17,5		23,1		29,5		37,5	
Разом	-	100,0		100,0		100,0		100,0		100,0		100,0	
В раціоні ОЕ, МДж	-	150		174		197		159		156		92	



Раціони для годівлі молодняку ВРХ (при прирості в грамах.)

Види кормів	Вміст обмін. енергії в 1кг корму, МДж		Ремонтні телиці віком						Відгодівля ВРХ на м'ясо						
			18-24 міс 361-440кг; 450г	12-18 міс; 251-360кг; 550г	6-12 міс; 161-250кг; 600г	до 6 міс; 36-140кг; 650г	12-18 міс; 321-450кг; 750г	6-12 міс; 161-320кг; 850г	до 6 міс; 40-160кг; 750г						
	ОЕ, %	корму, кг	ОЕ, %	корму, кг	ОЕ, %	корму, кг	ОЕ, %	корму, кг	ОЕ, %	корму, кг	ОЕ, %	корму, кг	ОЕ, %	корму, кг	
Раціон на зимовий період – 210 днів															
Сіно	7,0		10,6		14,0		20,0		8,0		10,0		20,0		
Солома кормова	5,4		12,6		7,7		2,0		5,0		10,0		2,0		
Сінаж	3,8		24,9		25,6		10,0		19,0		17,0		3,0		
Силос кукурудзяний	2,4		28,2		28,0		15,0		41,0		35,0		13,0		
Буряк кормовий	1,6		9,1		9,0		5,0		-		-		2,0		
Комбікорм	11,0		14,6		15,7		30,0		27,0		28,0		47,0		
Молоко															
Перегін	2,3		-		-		12,6		-		-		3,0		
Разом, %	-		100		100		100		100		100		100		
Добова норма, ОЕ, МДж	-		75		60		28		85		65		32		
Раціон на літній період															
Солома кормова	5,4		5,0		6,0		-		5,0		8,0		-		
Сіно	7,0		-		5,0		5,0		-		-		5,0		
Сінаж	3,8		15,0		10,0		4,0		-		-		3,0		
Силос кукурудзяний	2,4		36,0		25,0		10,0		51,0		52,0		10,0		
Зелений корм	2,3		35,0		32,0		25,0		20,0		19,0		22,0		
Комбікорм	11,0		13,0		22,0		38,0		24,0		21,0		47,0		
Молоко	2,3		-		-		12,0		-		-		3,0		
Перегін	1,3		-		-		6,0		-		-		10,0		
Разом	-		100		100		100		100		100		100		
Добова норма ОЕ, МДж	-		75		60		28		85		65		32		

Примітка: коефіцієнт переводу кормових одиниць в обмінну енергію – 1кг к.од. = 10,52 МДж енергії корму

## Рацион для годівлі свиней

Компонент	Статєво-вікова група тварин													
	Свиноматки холості та по-росні (250кг ж. м)		Свиноматки підлісні з 10 поросятами (ж. м 250кг)		Поросята на дорощуванні (31 – 90 днів)		Свині 1-го періоду відгодівлі (30кг – 60кг)		Свині 2-го періоду відгодівлі (60кг – 115кг)					
	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг				
Ячмінь	54,0	1,3	34,0	2,1	20	0,3	-	-	30	0,8				
Овес	-	-	-	-	-	-	10	0,2	-	-				
Пшениця	20,0	0,45	30,0	1,6	20	0,3	35	0,6	20	0,5				
Жито	-	-	19,0	1,14	-	-	-	-	-	-				
Кукурудза, зерно	-	-	-	-	24	0,31	-	-	-	-				
Трав'яне борошно	20,0	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-				
Трїтїкале	-	-	-	-	-	-	30	0,52	34	0,8				
Рибне борошно	-	-	3	0,17	5	0,07	4	0,07	-	-				
Мінеральні добрива	3,0	0,08	3,0	0,2	5	0,07	3	0,05	3	0,07				
Соевий шрот	3,0	0,082	11,0	0,7	20	0,35	17	0,38	13	0,4				
Соева олія	-	-	-	-	6	0,03	1	0,006	-	-				
Всього кг %	100	2,88	100	5,9	100	1,91	100	1,85	100	2,7				
Норма ОЕ, МДж	31,4	-	77	-	20,1	-	24,9	-	34	-				
Норма, к.од	2,8	-	6,8	-	1,8	-	2,4	-	3,3	-				

## Раціони для годівля овець

Види кормів	Одиниці виміру	Вівцематки лактуючі	Ягнята 1-4 місяці, вага 30кг	Ягнята 5-7 місяців, вага 40кг	Дорослі вівці, вага 50кг
Зимовий період 210 днів					
Норма годівлі	МДж	23,0	11,1	14,8	16,0
Сіно лугове	кг	1,3	0,10	0,3	0,5
Солома	кг	-	-	-	0,5
Сінаж	кг	-	0,1	0,2	-
Силос кукурудзи	кг	3,0	0,05	2,0	4,0
Буряк кормовий	кг	-	0,2	0,3	0,4
Дерть ячмінна	кг	0,6	0,15	0,4	0,5
Молоко	кг	-	1,5	-	-
Сіль кухонна	г	19	6	8	10
Мінеральна суміш	г	ВВОЛЮ	ВВОЛЮ	ВВОЛЮ	ВВОЛЮ
Літній період 155 днів					
Норма годівлі	МДж	23,0	11,1	14,8	16,0
Сіно лугове	кг	-	0,5	1,0	5,0
Солома	кг	-	-	-	-
Зелена трава	кг	7-8	1,0	2,0	7-10
Дерть ячмінна	кг	0,1	0,20	0,25	0,4-0,5
Сіль кухонна	г	12	7	8	10
Мінеральна суміш	г	ВВОЛЮ	ВВОЛЮ	ВВОЛЮ	ВВОЛЮ

## Рецепти повнораціонних комбікормів для ремонтного молодняку і курей-несучок промислового стада

Компоненти	Вік птиці, тижнів			
	1...8	9...21	22...47	48 і більше
Кукурудза	30	-	35,3	40
Пшениця	38	48	30	20
Ячмінь	-	30	-	7,5
Шрот сояшниковий	17,5	2	13	11,7
Дріжджі кормові	3	3	3	3
Висівки пшеничні	-	5	-	-
Рибна борошно	6	-	5	4
Трав'яна борошно	3	6	4	4
м'ясо-кістяне борошно	-	2	-	-
Кістяне борошно	-	1,4	0,6	0,8
Крейда	1,5	1,2	3	3
Вапняк, черепашник	-	-	4,7	4,6
Сіль	-	0,4	0,4	0,4
Премікс	1	1	1	1
Всього	100	100	100	100
Склад 100г комбікорму, %				
обмінна енергія, МДж	1,21	1,09	1,13	1,13
сирий протеїн	20,0	14,1	17,2	16,1
сирий жир	2,9	2,4	2,8	2,9
сира клітковина	5,0	5,1	4,5	4,5
кальцій	1,0	1,1	3,1	3,3
фосфор	0,75	0,7	0,73	0,7
натрій	0,17	0,23	0,3	0,28
лізин	0,82	0,51	0,71	0,66
метіонін	0,38	0,2	0,32	0,3
цистин	0,31	0,21	0,26	0,24

## Рецепти повнораціонних комбікормів для курчат-бройлерів

Компоненти	Вік птиці, днів		
	1-23		
	Комбікорми		
	ПК-5-3	ПК-5-4	ПК-5-5
1	2	3	4
Кукурудза	45,0	40,0	45,0
Пшениця	11,4	13,0	13,0
Шрот соняшниковий	15,0	-	14,5
Шрот соєвий	11,0	28,7	14,0

## Продовження додатку 14

1	2	3	4
Дріжджі кормові	5,0	5,0	-
Рибна борошно	7,0	3,5	5,5
Трав'яне борошно	-	3,0	1,5
Кістяне борошно	0,2	2,9	3,1
Крейда	1,1	0,5	0,9
Сіль	0,3	0,3	0,2
Жир кормовий	3,0	2,1	2,5
Премікс	1,0	1,0	1,0
Всього	100	100	100
Склад 100 г комбікорму, %			
обмінна енергія, МДж	1,30	1,30	1,30
сирий протеїн	22,4	23,3	22,4
сирий жир	6,1	4,2	5,1
сира клітковина	4,4	3,9	4,8
кальцій	1,01	1,13	1,01
фосфор	0,82	0,89	0,85
натрій	0,30	0,39	0,41
лізин	1,12	1,37	1,12
метіонін + цистин	0,75	0,63	0,77

## Додаток 15

Приблизні середні норми згодовування комбікормів ремонтного молодняку і курей-несучок промислового стада і бройлерів, г/гол.

Ремонтний молодняк і дорослі кури-несучки яєчних порід.		Кури м'ясних порід (бройлери)	
Вік птиці, тижнів	г/гол.	Вік птиці, тижнів	г/гол.
1-8	32	При двох періодах згодовування	
		1-7	50
9-21	77	8-23	90
		При трьох періодах згодовування	
22-47	115	1-7	50
		8-13	78
48 і більше	100	14-23	100

## Норма площі приміщення на одну голову

Приміщення	Питома площа, м <sup>2</sup>
1	2
Корівник для утримання тварин:	
- у боксах	8,0
- на прив'язі в стійлах	8,2
- без прив'язі (на глибокій підстилці)	4,3
корівник багатопверховий	3,2
Родильне відділення	11,8
Карантинне відділення для телят	2,6
Те ж, для корів	2,9
Телятник для телят віком, міс.:	
2—4	2,7
4—6	2,9-3,05
Приміщення для ремонтного молодняка віком, міс.:	
6—10	5,0
10—14	6,0
14—21	6,7
21—24	7,2
Свинарник-маточник:	
для холостих та поросних свиноматок	3,3
для поросних свиноматок	2,6
родильне відділення	10,6-15,7
Свинарник-відгодівельник для поросят віком від 1 до 4 міс	0,8
Те ж, для дорослих свиней	1,2
Вівчарня	2,2-2,6

Норми площі та розміри елементів приміщення для рогатої худоби

Найменування елементів приміщення	Призначення	Гранична кількість поголів'я на один елемент приміщення, голів	Норма площі на одну голіву, м <sup>2</sup>		Розміри елементів приміщення, м				
			Для поголів'я товарних підприємств	Для племінного поголів'я	Для поголів'я товарних підприємств		Для племінного поголів'я		
					ширина	глибина	ширина	глибина	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Секції (клітки) з груповим утриманням	а) для корів (дійних і сухотійних) і нетелей за 2-3 місяці до отелення	50	4-5	-	За розрахунок	-	-	-	-
	б) для телят від 14-20 деного до 3-місячного віку.	20	1,2 1,1	1,2	За розрахунок	Не більше 3	За розрахунок	Не більше 3	
	в) для телят від 3 до 6-місячного віку	20	1,5 1,3	1,5	За розрахунок	Не більше 3	За розрахунок	Не більше 3	
	г) для молодняку від 6-8 до 12-місячного віку	100 50	2,5 1,8	2,5-3,1	За розрахунок	Не більше 3	За розрахунок	Не більше 3	
	д) для молодняку від 12 до 18-місячного віку і нетелей до 6-7 місячної тільності	100 50	3 2	3 -	За розрахунок	-	-	-	-
	е) для корів м'ясних порід з телятами	50	5	5	За розрахунок	-	-	-	-
	ж) для молодняку на відгодівельних майданчиках (під навісами)	100	3 2	-	За розрахунок	-	-	-	-

Продовження додатку 17

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Бокси	а) для корів (дійних і сухос- тійних) і нетелей за 2-3 мі- сяці до отелення	1	1,9-2,5	1,9-2,5	1,0-1,2	1,9-2,2	1,0-1,2	19,-2,2
	б) для телят до 3-4 місячно- го віку	1	0,5	0,5	0,5	1,0	0,5	1,0
	в) для телят від 3-4 до 6- місячного віку	1	1,66	0,72	0,6	1,2	0,6	1,2
	г) для молодняка від 6 до 12-місячного віку	1	0,91-1,05	1,12	0,7	1,3-1,5	1,75	1,5
	д) для молодняка від 12 до 18-місячного віку	1	1,12-1,27	1,36	0,8	1,5-1,7	0,8	1,7
	е) для молодняка старше 18-місячного віку і нетелей до 6-7 місячної тільності	1	1,62	1,90	1,0	1,8	1,0	1,9
	а) для корів (дійних і сухос- тійних) і нетелей за 2-3 мі- сяці до отелення	1	1,7-2,3	2,1-2,4	1,0-1,2	1,7 <sup>1)</sup> -2,0	1,2	1,8-2,1
Стіла	б) для корів у відділенні для отелення глибокотільних	1	2,4-3,0	3,0	1,2-1,5	2,0	1,5	2,0
	новотільних	1	2,4	2,4	1,2	2,0	1,2	2,0
	в) для бугайв-плідників	1	-	3,0-3,3	-	-	1,5	2,0-2,2
	г) для худоби на відгодівлі	1	1,5-1,7	-	0,9-1,0	1,7	-	-
	д) для ремонтних телиць віком 15-20 місяців	1	1,2-1,53	1,2-1,53	0,8-0,9	1,5-1,7	0,8-0,9	1,5-1,7
	а) для телят до 20-денного віку (при утриманні без під- стилки)	1	0,54	0,6	1,5	1,5	1,5	1,5
	б) те ж при утриманні на підстиці	1	1,2	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5
Денники	Для отелення корів	1	10,5	10,5	3,5	3,0	3,5	3,0

<sup>1)</sup> При автоматичній прив'язі - підв'язі - не менше 1,9м.



Примітки до додатку-17:

1. В чисельнику граф 3, 4 і 5 подані показники при утримання худоби на глибокій підстилці, а в знаменнику – на решітчастій підлозі.

2. Огорожа денників, секцій і кліток – решітчаста з шириною просівів: в огорожі денників для тварин усіх груп і кліток для телят – 0,15-0,25м; секцій (кліток) для молодняку – 0,30-0,35м; для дорослої худоби – 0,40-0,50м.

Роздільники стійл і боксів передбачаються з одного або двох горизонтальних або гнутих елементів (брусків і труб).

Нижній горизонтальний елемент огороження для дорослої худоби встановлюють на висоті 0,45-0,50м, для молодняку старше 12-місячного віку – на висоті 0,30-0,35м, для телят та молодняку до 12-місячного віку – на висоті 0,20-0,25м від підлоги боксу. Крайні стійла або бокси відділяють від поперечних проходів глухими перегородками висотою 1,2м зустрічні бокси повинні мати роздільникові решітчасті перегородки висотою 1,2м.

Висота перегородок секцій має бути рівною 1,5м, огорожа денників – 1,6-1,8м, огорожа стійл і боксів для дорослої худоби, молодняку і групових кліток для телят – 1,0м, боксів для телят – 0,8м, групових кліток для молодняку – 1,3м. Роздільники стійл влаштовують через одне стійло на довжину 1,1м, починаючи від переднього краю.

3. при утриманні телят та молодняку на прив'язі розміри стійл встановлюють аналогічно розміром боксів для відповідних вікових груп тварин.

4. Глибина відкритих лотків повинна бути не більше 0,2м.

5. Дно індивідуальних кліток для телят влаштовують решітчастим на висоті 0,35-0,50 від підлоги.

6. При влаштуванні в кінці стійл (боксів) решітчастої підлоги для дорослої худоби, довжина суцільної частини стійла (боксу) повинна дорівнювати 1,4-1,6м.

7. Позначка підлоги боксу повинна бути на 0,15-0,20м вищою рівня підлоги в кормовій зоні.

8. Розміри елементів приміщень (боксів, стійл, кліток тощо) наведені в осях огорожі, де діаметр стійок передбачається не більше 50мм.

9. При вирощуванні бугайців у боксах розмір останнього має бути таким, як для племінного молодняку.

10. Дверцята кліток повинні відкриватися по ходу евакуації тварин і у відкритому стані не перекривати шляхи евакуації.

11. Відхилення від наведення в додатку норм допускається в межах 5%.

## Норми площі вигульно-кормових і вигульних майданчиків

Групи тварин	Норми площі вигульних майданчиків (вигульно-кормових дворів) на одну голову, м <sup>2</sup>	
	з твердим покриттям	без твердого покриття
Корови та нетелі за 2 - 3 місяці до отелення на молочних фермах	15	20
Молодняк різного віку і нетелі до 6-7-місячної тільності	8-10	10-15
Молодняк та доросла худоба на відгодівельних майданчиках	5	20-25
Телята старші 3-місячного віку	2	8
Корови м'ясних порід з телятами	8	20-25

Примітки до додатку 18:

1. При проектуванні вигульних майданчиків і вигульно-кормових дворів у всіх випадках передбачають швидке відведення з них гноївки та зливових во, а також захист підземних вод і відкритих джерел від забруднення.

2. На вигульно-кормових дворах, що не мають суцільного твердого покриття, а також на вигульних майданчиках у всіх випадках влаштовують частково тверде покриття біля входу в будівлю для утримання тварин, навколо групових напувалок та в місцях годівлі на ширину не менше 6м, а також на всій території перед доїльними майданчиків; ухил майданчиків не повинен перевищувати 6%.

На фермах м'ясного напрямку та на відгодівельних майданчиках при відсутності на кормово-вигульних дворах твердого покриття рекомендується для відпочинку тварин влаштовувати кургани з розрахунку 3,0м<sup>2</sup> на голову.

3. Норма площі перед доїльними майданчиків встановлюється в 2,5м<sup>2</sup> на одну корову; загальна площа їх визначається за кількістю корів в групі; кормо гнойові проходи в приміщеннях, де утримуються корови, можуть при обґрунтуванні використовуватися як перед доїльний чи після доїльний майданчик. В південних районах переддоїльні і післядоїльні майданчики слід влаштовувати під наметами.

## Ферми великої рогатої худоби

Приміщення	Номер типового проекту	Спосіб утримання	Проектна місткість, голів	Розміри приміщення, м		Рекомендований спосіб роздавання кормів
				Довж.	Шир.	
Корівник	801-71	Безприв'язний	408	96	18	Мобільний
	801-99	Прив'язний	200	72	18	Транспорте-
	801-69	»	100	72	12	Мобільний
	801-23	»	200	72	21	»
Родильне	801-235	»	96	60	21	Транспорте-
Те ж, з профілакторієм	801-79	»	160	72	21	»
Телятник із родильним відділенням	801-116	»	342	90	18	»
	801-115	»	228	60	18	»
	801-114	»	120	60 :	12	»
Телятник	801-203	Груповий у клітках	500	72	18	»
	801-80	Те ж	635	84	18	»
	801-250	На щільній підлозі	720	84	22	»
Приміщення для молодняку	801-81	Безприв'язний	300	48	18	Мобільний
	801-197	»	170	36	18	»
	801-123	Прив'язний	263	60	18	»
	801-124	»	326	72	18	»
	801-236	Безприв'язний на глибокій підстилці	500	72	18	»
	801-250	У клітках на щільній підлозі	720	84	22	Транспорте-ром
Молочний блок	801-126	—	3 т/добу	13	12	—
	801-125	—	6 т/добу	26	12	—
	814-38	—	12 т/добу	48	12	—

## Свиноферми

Приміщення	Номер типового проекту	Спосіб утримання	Проектна місткість гол.	Розміри приміщення, м.		Рекомендований спосіб роздавання кормів
				Довж.	Шир.	
Свинарник для опоросів	802-147-72	Безвигульн. у станках	120	78	18	Шайбо - тросовий корморозд.
Те ж, для поросних маток	802-142	Станково-вигульний	400	82	18	Шайбо - тросовий корморозд.
Те ж, для холостих маток із пунктом штучного осіменіння	802-147-72	Безвигульн.	264	78	18	»
Свинарник-маточник	802-49	Станковий	50	96	9	У спец. приміщенні
	802-103	Станково-вигульний	100	96	15	
Свинарник для легкопоросних маток	802-56	Груповий	200	48	12	Мобільний
	802-57	»	300	72	12	»
Те ж, для поросят	802-87	»	500	87	9	»
Свинарник-відгодів.	802-129	Станково-вигульний	1800	114	15	Стаціонарн.
	802-97	Безвигульн.	1000	90	12	»
	802-163	»	1500	90	18	»
	802-147-72	»	2400	90	18	»
	1343	»	3000	102	18	»
	802-245	Груповий у станках	3600	234	18	»

## Птахоферми

Приміщення	Номер типового проекту	Спосіб утримання	Проектна місткість, голів	Розміри приміщення, м	
				довжина	ширина
1	2	3	4	5	6
Пташник для курок-несучок	805-94	На підлозі	5000	96	12
	805-108	Клітковий	30000	96	18
	805-188	»	15000	108	12
Те ж, для бройлерів	805-191	На підлозі	20000	84	18
Пташн.-маточн.	805-189	Те ж	4500	72	18

Продовження додатку 21

1	2	3	4	5	6
Пташник для ремонтного молотняку	805-95	»	7000	72	12
	805-183	»	8000	96	12
	805-192	Клітковий	30000	66	18
Інкубаторій	805-70	—	—	60	12
Птахобойня	412-1-10	—	10 т/зміну	115	18
Птахобойня з холодильником	412-1-17	—	3 т/зміну	54	18
Яйцесховище з пунктом для обробки яєць	805-192	—	30...40 тис. за зміну	15	12

Додаток 22

Норми запасу підстилки на скотарських підприємствах

Основні види підстилки	Спосіб зберігання	Мінімальні норми запасу підстилки на фермі	
		Кількість в % від річної потреби	Σ розрахунку робочих днів
Солома	В скиртах, під навісами, в сараях, на горищах	50	180
Торф (сфагнум)	В буртах, під навісами та в сараї	50	180

Примітка до додатку 22:

Об'ємна маса підстилки встановлюється: соломи після 3-х-місячного зберігання – 50кг/м; пресованої соломи – 250кг/м<sup>3</sup>; торфу (при вологості 45%) – 150кг/м<sup>3</sup>.

Додаток 23

Норми строків запасу кормів для різних природно - кліматичних зон України.

Основні види кормів	Спосіб зберігання	Строки запасу кормів, днів						Період годівлі
		Полісся		Лісостеп		Степ		
		зимовий	літній	зимовий	літній	зимовий	літній	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сіно	В скиртах, під навісами, на горищах	230	135	210	155	180	185	365

## Продовження додатку 23

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Сінаж	В траншеях, поліетиленових рукавах, механізованих баштах	230	-	210	-	180	-	365
Силос	В траншеях, поліетиленових рукавах, механізованих баштах	230	-	210	-	180	-	365
Коренеплоди	У буртах та коренебульбосховищах	230	-	210	-	180	-	Зимовий період
Жом свіжий	В жомосхов.	230	-	210	-	180	-	Зимовий період
Жом сухий	В закритих приміщен.	230	135	210	155	180	185	365
Концкорми	В сховищах концкормів	230	135	210	155	180	185	365

Примітки до додатку-23:

1. Запас зелених кормів допускається не більше, як на одну добу.
2. При визначенні обсягу сховищ для грубих та соковитих кормів враховують можливі втрати при транспортуванні та зберіганні грубих кормів в розмірі - 10%, силосу, сінажу та коренеплодів -15%.

3. Об'ємна маса кормів встановлюється (кг/м<sup>3</sup>):

непресованого сіна	65-85
непресованої соломи	65-85
непресованого сінажу	450-500
пресованого сіна	220-290
пресованої соломи	220-290
силосу	650-750
коренеплодів	600
свіжого жому	800
сухого жому	250
концкормів	550-700

## Приблизне навантаження на одного працівника у скотарстві (голів)

Категорії працівників		Молочні ферми при утриманні		Ферми по виробощуванню		Відгодівельні ферми при утриманні	
		прив'язному	безприв'язному	ремонтних те-лиць	відгодівлі молодняку	прив'язному	безприв'язному
Оператори машинного доїння при доїнні	у переносні відра	35	-	-	-	-	-
	у молокопровід	50	-	-	-	-	-
	в доїльному залі	100-135	100-135	-	-	-	-
	в родильн.відділ.	25	35-50	-	-	-	-
Скотарі по догляду в денний час	за коров.і нетел.	100	200	-	-	-	-
	за молодняком	100	400	400	800	400	800
	за телят.до 6 міс.	50	50	150	200	-	-
	за тел. до 20 днів	30	30	-	-	-	-
Нічні скотарі по догляду	за коровами	Один на 2-3 приміщення					
	за молодняком	Один на 2-3 приміщення					
	в родильн.відділ.	Один на приміщення					
Механізатори по роздаванню кормів і видаленню гною		400	400	400	800	800	800
Слюсарі		600	600	1500	2000	2000	2000
Лаборанти молочних ферм		800	800	-	-	-	-
Обліковці		800	800	800	-	-	-
Начальник цеху (зав.фермою)		Один на 15-20 працівників					
Техніки штучного осіменіння		800	800	800	-	-	-
Ветсанітари		600	600	1500	1500	1500	1500

Примітка: підмінні при 5-тиденному тижні 52% від кількості основних працівників, при 6-тиденному – 24%.

## Вологість і об'ємна вага кормів.

Вид корму	Вологість, %	Об'ємна вага, т/м <sup>3</sup>	
		Граничні значення	Середні розрахункові значення
Солома не подрібнена	12-15	0,03-0,04	0,035
Солома подрібнена	12-15	0,05-0,08	0,06
Сіно	11-15	0,08-0,12	0,10
Сіно пресоване	11-15	0,17-0,32	0,24
Кукурудзяний силос	65-75	0,25-0,30	0,28
Буряк	70-80	0,57-0,70	0,65
Картопля	70-80	0,65-0,73	0,70
Морква	72-80	0,50-0,60	0,55
Гичка з буряків	35-50	0,30-0,40	0,35
Концентровані корма	14-15	0,50-0,75	0,60
Трав'яне борошно	13-14	0,18-0,20	0,19
Жом буряковий сухий	16-22	0,22-0,32	0,27
Сінаж	45-55	0,45-0,50	0,47
Корнаж	40-50	0,35-0,45	0,40
Зелена маса	63-75	0,26-0,30	0,28
Крейда подрібнена	-	0,98-1,40	1,19
Сіль	-	1,25-1,50	1,37

## Норми водоспоживання для тварин

Споживач	Норма водоспоживання на одну тварину, л/доб.		
	за наявності внутрішн. водопроводу	без внутрішнього водопроводу (при ручному способі напування тварин)	на пасовищах
1	2	3	4
<b>Велика рогата худоба:</b>			
корови при ручному доїнні	80	70	50
корови при механізованому доїнні	100	90	50
корови на відгодівлі	70	60	40
бики і нетелі	50	45	40
телята до 6 мес.	20	15	15
молодняк до 2 років	30	25	25
<b>Коні:</b>			
робочі, верхові, матки		60	
лошата старші за 1,5 роки		50	
племінні матки, які годують	80	75	60
лошата до 1,5 років	45	40	35



## Продовження додатку 26

1	2	3	4
Свині:			
Свиноматки поросні та холості	25	20	-
свиноматки з приплодом	60	50	-
Поросята на дорощуванні	5	5	-
молодняк і свині на відгодівлі	15	12	-
Вівці і кози:			
дорослі	10	8	6
молодняк	3	2	2
Птахи:			
кури, індички	1	1	-
гусаки, витчи	1,25	1,25	-
Кролики усіх вікових груп	3	3	-
Лисиці і песці	7	7	-
Норки та соболі	3	3	-

## Додаток 27

## Норми витрат води іншими споживачами

Напрямок споживання	Середньодобова норма
1	2
Молочне відділення:	
охолодження молока, на 1л	3
миття посуду на фермах, на 1л молока	0,5
Кормокухня:	
миття коренеплодів, на 1кг кормів	0,5 - 1,0
зволоження солом'яної різки перед запарюванням, на 1кг	1,0 - 1,5
осолоджування, дріжджування, на 1кг	1,5 - 2,0
приготування густих мішанок для свиней і птиці, на 1кг	0,75 - 1,0
приготування сінного настою, на 1кг	5,0 - 7,0
щомісячне миття підлоги з брандспойта, на 1м <sup>2</sup>	3,0 - 5,0
те ж, обладнання, на 1 машину	50
живлення парового котла, на 1м <sup>2</sup> поверхні нагрівання, л/год.	25 - 30
Забійні пункти:	
на голову великої рогатої худоби	300
на голову дрібної худоби	100

Продовження додатку 27

1	2
Мийні пункти:	
на один трактор	120 - 150
на один автомобіль	140 - 200
Гаражі з водопроводом	
на один мотоцикл	25
на один автобус	700 - 1000
на один легковий автомобіль	500 - 600
Комунальні потреби:	
баня, на одного чоловіка	150
громадська їдальня, на одного відвідувача	15
контора, на одного службовця	20
душ, на одного чоловіка	40
поливання вулиць і зелених насаджень, на 1м <sup>2</sup>	1,5

Додаток 28

Рекомендовані діаметри труб та швидкість води

Подача води, л/с	0,75 - 1,5	1,5 - 2	2 - 4	4 - 8	8 - 12	12 - 20	20 - 30
$d_{тр}$ , мм	40	50	80	100	125	150	200
$V$ , м/с	0,3 - 0,4	0,4 - 0,5	0,5 - 0,6	0,6 - 0,7	0,7 - 0,8	0,8 - 1,0	1,0 - 1,2

Додаток 29

Значення коефіцієнтів місцевих опорів

Вид місцевого опору	Коефіцієнт $\epsilon$
Засувка повністю відкрита	0,1
Засувка напіввідкрита	2,0
Вентиль	3 - 5
Кран	5 - 7
Трійник	1,5
Різкий поворот труби під кутом, близьким до 90°	1,25 - 1,5
Плавний закруглений поворот (коліно) на 90°	0,5
Вихід труби в місткість великого розміру	1,0
Зворотний клапан	5 - 10
Приймальний клапан	1 - 3

## Технічні характеристики водопідіймального обладнання

## Відцентрові насоси

Марка	Подача, м <sup>3</sup> /год	Повний напір, МПа	Частота обертання, хв. <sup>-1</sup>	Потужність еле- ктродвигуна, кВт	ККД насоса, %	Допустима ви- сота всмокту- вання, м
1.5К-6	6	0,203	2900	1,5	44,0	6,6
	11	0,174		0,9	55,5	6,7
	14	0,140		1,0	53,0	6,0
2К-6	10	0,345	2900	4,5	50,6	8,7
	20	0,308			64,0	7,2
	30	0,240			63,5	5,7
2К-6А	10	0,220	2900	2,8	54,9	8,7
	20	0,225			65,6	7,2
	30	0,200			64,1	5,7
2К-6Б	10	0,220	2900	2,8	54,9	8,7
	20	0,188			65,0	7,2
	25	0,164			64,0	6,6
2К-9	11	0,210	2900	2,8	56,0	8,0
	20	0,185			58,0	6,8
	22	0,175			66,0	6,4
2К-9А	10	0,168	2900	1,5	54,0	8,1
	17	0,150			65,0	7,3
	21	0,132.			63,0	6,0
2К-9Б	10	0,130	2900	1,5	51,0	8,1
	15	0,120			60,0	7,0
	20	0,103			62,0	6,8
3К-9	30	0,348	2900	7,0	62,0	7,0
	45	0,310			71,0	6,0
	54	0,270			71,5	2,1
3К-9А	25	0,242	2900	4,5	62,5	7,0
	35	0,225			70,0	6,9
	45	0,195			71,0	6,0

## Вихрові насоси

Марка	Подача, м <sup>3</sup> /год	Повний напір, МПа	Частота обе- ртання робо- чого колеса, хв. <sup>-1</sup>	Потужність електродвигу- на, кВт	ККД насоса, %	Допустима висота всмок- тування, м
ВК-1/16	1,1 - 3,7	0,160	1490	1,5	25	6

Продовження додатку 30

1	2	3	4	5	6	7
ВК-2/26	2,7 - 8	0,260	1490	2.2 - 4	30	5
ВК-7/24	5,7 - 15,3	0,240	1490	5,5 - 7,5	36	4
ВК-5/24	8,5 - 18,4	0,240	1490	5,5 - 10	35	3,5

Заглиблені відцентрові насоси

Марка	Подача, м <sup>3</sup> /год	Повний напір, МПа	Частота оберт. робочого колеса хв <sup>-1</sup>	Потужність електродв., кВт	Внутрішній діаметр, мм		К - ть робочих коліс
					свердловини	Напірн. патрубкa	
ЗЦВ4-2-10	1,6 - 2,7	0,46 - 0,33	2775	0,75	100	32	14
ЗЦВ4-1.6-65	1,2 - 2,7	0,74 - 0,45	2775	0,75	100	32	13
ЗЦВ6-7,2-75	6,0 - 9,5	0,90 - 0,61	2880	2,5	150	50	10
ЗЦВ6-7,2-120	6,0 - 9,5	0,14 - 0,98	2835	4,5	150	50	16
6АПВ 9x7	6,0 - 10	0,52 - 0,33	2950	2,5	150	40	7
6АПВ 9x12	5,0 - 10	0,90 - 0,53	2950	4,0	150	40	12
ЗПЛ-6	13,0 - 23	0,86 - 0,54	2900	7,5	150	60	10
ЗПН-6-16-50	16,0	0,75	2880	5,5	150	50	9

Водоструминні установки

Марка	Номер установки	Марка відцентрового насоса	Потужність електродвигуна,	Напір над вісью насоса, МПа	Подача насоса, м <sup>3</sup> /год	Глибина підняття води, м
ВН-2-8	1	2К-6	4,5	0,20	16,0 - 5,2	8 - 28
	2	2К-66	4,5	0,20	11,0 - 3,6	15 - 28
	3	3К-9	7,0	0,25	14,0 - 4,7	17 - 33
	4	3К-9	7,0	0,25	10,0 - 3,8	26 - 41
ВН-2Ц-6	1	ЦДС-2	7,0	0,50	14,4 - 8,6	15 - 30
	2	ЦДС-3	10,0	0,50	10,8 - 7,2	30 - 50
	4	ОДС-4	14,0	0,50	10,4 - 6,8	50 - 75

## Технічні характеристики збірно-блокових башт

Показник	Марка		
	БР-15У	БР-25У	БР-50У
Повна місткість башти, м <sup>3</sup>	29	53	104
Місткість резервуара, м <sup>3</sup>	15	25	50
Те ж, води в колоні, м <sup>3</sup>	14	18	54
Висота до дна бака, м	12	15	18
Діаметр бака, м	3,0	3,0	3,0
Те ж, колони, м	1,2	1,2	2,0
Маса, кг	3160	4810	7960

## Технічні характеристики доїльних установок

Тип доїльної установки	Марка доїльної установки	К - ть доїльн. станків	К - ть операторів	КІЛЬКІСТЬ КО-РІВ, що об-слуг. Устано-ви	Продуктив-ність устано-вки, гол/год	К - ть доїльн. Апаратів, шт.	Величина робо-чого вакууму, кПа (кгс/см <sup>2</sup> )	
							у ваку-ум про-воді	у моло-ко про-воді
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пересув.	УІД-10	–	1	10	8	1	45/0,46	–
	УІД-20	–	1	20	15	2	45/0,46	–
	УДП-1	–	1	10	8	1	45/0,46	–
Пересув.	УДП-8 (для па-совищ)	8	2	100	50	8	50/0,51	50/0,51
	УДЛ-12 (для літ-ніх табо-рів)	12	2	150	60	12	50/0,51	50/0,51
Стац.	УІД-10 С	–	1	10	8	1	45/0,46	–
Доїння у відра	УДБ-100	–	3-4	100	68	8	53/0,53 48/0,49	–
Доїння в мол.пр.	УДМ-50	–	1	50	25-50	3	45/0,46	49/0,50
	УДМ-100	–	2	100	50-100	6	45/0,46	49/0,50
	УДМ-200	–	4	200	100-200	12	45/0,46	49/0,50
	МВС-12	–	4	200	100-200	12	45/0,46	49/0,50

Продовження додатку 32

1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Доїння у доїльних залах	Тандем	2x4	2	180-200	72	8	46/0,47	46/0,47		
		2x2	1				50/0,51	50/0,51		
	УДА-8	2x4	1	160-180	62-70	8	4	50/0,51	50/0,51	
		2x2								
	Ялинка	УДЯ-16	2x8	2	200-220	80	16	50/0,51	50/0,51	
			2x4	1						8
	УДА-16	2x8	1	180-200	70	16	8	50/0,51	50/0,51	
		2x4								
	Карусель	Фірми: “Де Лаваль” “Вестфалія” “Імпульс”	6	1-2	180	80-120	6	48/0,49	48/0,49	
			12		220		12			
16			300		16					
24			600		24		50/0,51			50/0,51
40			900		40					
60			1200		60					
Паралель	Фірми: “Де Лаваль” “Вестфалія” “Дувелсдорф” “Франц Трейд Елевейд”	2x6	1-2	180	80-110	12	50/0,51	50/0,51		
		2x8		300		16				
		2x12		600		24				



## Середньодобовий вихід екскрементів від різних статевих - вікових груп свиней

Група тварин	Вихід екскрементів, кг/доб					
	повнораціонні корми			багатокомпонентні кормосуміші		
	Всього	Кал	Сеча	Всього	Кал	Сеча
Хряки	11,1	4,6	6,5	15,0	9,0	6,0
Свиноматки:						
з поросятами	15,3	5,7	9,6	22,0	12,0	10,0
супоросні	10,0	5,1	4,9	17,0	9,0	8,0
холості	8,8	4,5	4,3	17,0	9,0	8,0
Свині на відгодівлі масою, кг:						
більше 80	6,6	2,9	3,7	17,0	9,0	8,0
40-80	5,1	2,2	2,9	7,5	5,0	2,5
до 40	3,5	1,5	2,0	7,5	5,0	2,5
Поросята відлучені (до 30кг)	2,4	1,0	1,4	3,3	2,5	0,8

## Середньодобовий вихід екскрементів від різних статевих - вікових груп ВРХ.

Група тварин	Вихід екскрементів, кг/гол		
	Всього	Кал	Сеча
Бики	40,0	30,0	10,0
Корови	55,0	35,0	20,0
Молодняк на відгодівлі у віці:			
до 4 місяців	7,5	5,0	2,5
4-6 місяців	14,0	10,0	4,0
6-12 місяців	26,0	14,0	12,0
старше 12 місяців	35,0	23,0	12,0
Телята до 6 місяців	7,5	5,0	2,5
Молодняк 6-12 місяців	14,0	10,0	4,0
Молодняк 12-18 місяців і нетелі	27,0	20,0	7,0

## Норми підстилки для тварин, кг/гол

Вид тварин	Солома	Торф		Тирса
		верховий і перехідний	низинний	
ВРХ	4-6	6-8	8-10	3-4
Свиноматка з поросятами	5-6	6-8	9-10	-
Холості свиноматки	2-3	3-4	5-6	2,5-3
Поросята відлучені	1-1,5	1,5-2	2-3	-
Коні	3-5	4-6	6-8	2-3
Вівці і кози	0,5-1	0,8-1	-	1,5-2



## Додаток 37

В'язкість, межеве напруження зсуву і щільність рідкого гною свиней, дійних корів та птахів

Вологість	Гній дійних корів			Гній свиней			Послід птахів	
гною	щільність кг/м <sup>3</sup>	в'язкість Н·с/м <sup>2</sup>	межеве напруж. Н/м <sup>2</sup>	щільність кг/м <sup>3</sup>	в'язкість Н·с/м <sup>2</sup>	межеве напруж. Н/м <sup>2</sup>	щільність кг/м <sup>3</sup>	в'язкість Н·с/м <sup>2</sup>
86	1034,2	1,30	75,0	1054,4	0,70	50,0	-	-
87	1032,2	1,20	60,0	1050,4	0,52	30,0	-	-
88	1029,6	1,00	50,0	1046,4	0,40	20,0	-	-
89	1026,9	0,80	40,0	1042,4	0,32	15,0	1020	0,03
90	1024,4	0,60	37,0	1038,4	0,28	9,0	-	-
91	1021,8	0,30	14,0	1034,4	0,22	5,0	-	-
92	1019,1	0,15	5,0	1030,3	0,20	1,8	-	-
93	1016,5	0,10	2,5	1026,3	0,15	1,6	1006	0,01
94	1013,9	0,08	1,0	1022,3	0,10	0,9	-	-
95	1011,3	0,05	-	1018,3	0,02	-	-	-
96	1014,3	-	-	1008,7	0,035	-	-	-
97	1010,1	-	-	1006,1	0,03	-	1000	0,006

## Додаток 38

Середнє значення коефіцієнта тертя ковзання гною по різних поверхнях при нормальному тиску 1100 - 1300Н/м<sup>2</sup>

Вид гною	Матеріал поверхні		
	метал	дерево	бетон
Соломистий гній, вміст підстилки 15% (W=78,9%, ρ=498 кг/м <sup>3</sup> )	0,73	0,81	0,89
Соломистий гній вміст підстилки 10% (W=82,5%, ρ=841 кг/м <sup>3</sup> )	0,74	0,72	0,70
Екскременти корів (W=89,0%, ρ=1020 кг/м <sup>3</sup> )	0,65	0,71	0,78

## Додаток 39

Технологічні характеристики машин та обладнання для транспортування гною.

Показники	Розмірність	УТН-10	НЦИ- Ф-100	НРГ- 110	НЖН- 50	ПНЖ- 250-А мо- більний
1	2	3	4	5	6	7
Продуктивність	м <sup>3</sup> /год	7...10	80...100	110	50	250
Потужність	кВт	13	11	5,5	5,5	-
Вологість гною	%	78	92	85-99,7	85-98	82 і біль- ше

## Продовження додатку 39

1	2	3	4	5	6	7
Дальність транспортування	м	160	200	-	-	-
Повний напір в гноєпроводі	МПа	1,4	0,18	0,10	0,13	-
Частота обертання робочого органу	с <sup>-1</sup>	-	970	1500	965	-
Діаметр гноєпроводу	мм	315-426	150	150	150	-
Робочий об'єм камери	м <sup>3</sup>	77	-	-	-	-
Глибина вивантаження гною	м	-	3	2,5	2,5	5
Габаритні розміри каналів	мм	2700× 950× 1800	4155× 1050× 550	1300× 800× 3300	1300× 800× 4000	1300× 4400× 4000
Маса	кг	1920	470	360	350	830
Кількість обслуговуючого персоналу	люд.	1	1	1	1	1
Затрати на технічне обслуговування	люд.год. доб	0,017	0,46	0,46	0,46	0,46

Додаток 40

## Технічні характеристики скреперних установок.

Показники	Розм.	УС-10	УС-15	УС-Ф-170А	КСУ-Ф-1		УС-Ф-250	УСГ-1	УСГ-2
					попер.	повзд.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Продуктивність	т/год	10	0,5	2,1	12	12	2,1	2,1	1,86
Потужність	кВт	3,0	1,7	2,2	2,2	2,2	3,0	1,1	1,5
Довжина ланцюга	м	170	170-300	170	270	200	250	-	-
Ширина захвату ланцюга	мм	1750	1800-3200	1800-3000	650	650	1800-3000	1800-3000	1800-3000
Висота скребка	мм	150	150	150	300	300	300	300	300
Відстань між скребками	м	10	85	62,5	22	22	21,67	21,6	21,6
Швидкість руху ланцюга	м/с	0,137	0,063	0,85	0,24	0,25	0,85	0,1	0,1
Маса	кг	1775	1450	1300	997	997	990	1330	1715
Ширина гнойових каналів	мм	1800	1800-3000	1800-3000	820	820	до 900	1800-3000	1800-3000
Глибина гнойових каналів	мм	500	200	200-210	800	800	200	200	200

## Продовження додатку 40

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Кількість тварин, що обслуговуються однією установкою	гол	400 корів	100 корів	120 корів	1000-2000 свиней	1000-2000 свиней	150-180 корів	90-120	130-145
Число робочих органів		8	2	4	6	8	4	4	4
Дальність транспортування	м			80	120	96	114	72	110

## Додаток 41

## Технічні характеристики транспортерів кругової дії.

Показники	Розмірність	ТСН-3,0Б (КСГ-8)	ТСН-2,0Б	ТСН-160 (КСГ-7)	КСГ-1	КСГ-2	КСГ-3
Тип ланцюга		розбірний пластинчатий	нерозбірний кований	якірний	–	–	–
1	2	3	4	5	6	7	8
Продуктивність	т/год	5,9	4,5-5,7	4,56	6,2	7	5
Потужність	кВт	5,5	5,5-6,2	5,54	5,5	5,5	5,2
Довжина ланцюга горизонтального транспортера	м	160	170	160	160	162	80
Довжина ланцюга похилого транспортера	м	13	13	13	13	14	18
Довжина корита похилого транспортера	м	6,4	6,8	6,1	6,8	6,8	61
Кут нахилу похилого транспортера	град	30	30	30	30	30	30
Розміри скребка	мм	240×56	290×52	285×56	290×52	240×52	290×52
Розміри гнойового каналу	мм	125×270 <sup>+10</sup>	125×320 <sup>+10</sup>	120×320 <sup>+10</sup>	320×120	320×120	320×120
Крок скребоків: горизонтального тр-ра	мм	1000	920	1120	1000	1000	1000
похилого тр-ра		500	460	640	500	500	500
Швидкість руху ланцюга: горизонтального тр-ра	м/с	0,10	0,25	0,18	0,18	0,166	0,166
похилого тр-ра		0,73	1,0	0,72	0,72	0,72	0,72
Висота навантаження	м	2,80	2,68	2,65	2,8	2,8	2,8
Загальна маса	кг	2133	2610	1890	2400	1800	2000

## Продовження додатку 41

1	2	3	4	5	6	7	8
Затрати на технічне обслуговування	люд.год/доб	0,91	0,91	0,12	0,91	0,91	0,91
Кількість тварин	гол	100-110	100-110	100-200	110	100-110	50

## Додаток 42

Результати дослідження розмірів та форми тіл волочиння, які були сформовані скребками з горизонтально розміщеними осями підвіски.

Матеріал	W, %	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$n_1$	$C_o$	k	
Екскременти корів	89,0	1040	3,05	1,42	0,36	
	83,6	980	1,60	1,52	0,19	
Гній корів з підстилкою із тирси (в % до маси):	5,0 %	84,8	992	2,25	1,76	0,18
	10,0 %	79,6	905	1,90	1,58	0,16
	Гній корів з підстилкою із подрібненої соломи (в % до маси):					
2,0 %	86,1	880	2,00	1,79	0,11	
3,5 %	84,6	815	1,95	1,96	0,12	
8,0 %	80,8	562	1,50	1,71	0,19	
Екскременти свиней	90,3	1051	4,60	1,91	0,26	
	88,0	1063	2,65	1,95	0,20	
	85,9	1046	2,20	1,88	0,14	

## Додаток 43

Результати дослідження розмірів та форми тіла волочиння коров'ячого гною, які були сформовані скребками з вертикально розміщеними осями підвіски

Матеріал	W, %	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$C_o$	n	
Екскременти:	89,0	1040	0,033	0,45	
гній з підстилкою із опилок (в % до маси):	3,5 %	85,7	1022	0,075	0,64
	5,0 %	82,8	972	0,081	0,72
	10,0 %	81,4	920	0,120	0,97
	15,0 %	78,6	857	0,095	0,88
	гній з підстилкою із соломи (в % до маси):				
2,0 %	86,1	880	0,21	1,06	
3,5 %	85,0	814	0,35	1,18	
5,0 %	82,2	680	0,30	1,30	
7,5 %	79,0	548	0,34	1,48	

Результати дослідження розмірів та форми тіл волочиння, які були сформовані скребками з горизонтально розміщеними осями підвіски.

Матеріал	W, %	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$n_1$	$C_o$	k	
Екскременти корів	89,0	1040	3,05	1,42	0,36	
	83,6	980	1,60	1,52	0,19	
Гній корів з підстилкою із тирси (в % до маси):	5,0 %	84,8	992	2,25	1,76	0,18
	10,0 %	79,6	905	1,90	1,58	0,16
Гній корів з підстилкою із подрібною соломи (в % до маси):	2,0 %	86,1	880	2,00	1,79	0,11
	3,5 %	84,6	815	1,95	1,96	0,12
	8,0 %	80,8	562	1,50	1,71	0,19
Екскременти свиней	90,3	1051	4,60	1,91	0,26	
	88,0	1063	2,65	1,95	0,20	
	85,9	1046	2,20	1,88	0,14	

Результати дослідження розмірів та форми тіла волочиння коров'ячого гною, які були сформовані скребками з вертикально розміщеними осями підвіски.

Матеріал	W, %	$\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	$C_o$	n
Екскременти:	89,0	1040	0,033	0,45
гній з підстилкою із опилок (в % до маси):	85,7	1022	0,075	0,64
3,5 %	82,8	972	0,081	0,72
5,0 %	81,4	920	0,120	0,97
10,0 %	78,6	857	0,095	0,88
15,0 %				
гній з підстилкою із соломи:	86,1	880	0,21	1,06
2,0 %	85,0	814	0,35	1,18
3,5 %	82,2	680	0,30	1,30
5,0 %	79,0	548	0,34	1,48
7,5 %				

## Технічна характеристика машин і ліній для обробки яєць

Показник	Машини для очистки і миття			Машини для сортування			Лінії для обробки яєць		
	М-4М	ЯМ-3000М	ЯМУ	ЯС-1	МС-1М	ЯС 3х2-17	ЛОЯ-7,2	ЛОЯ-4	ЯС 3х2-17
Продуктивність, тис. яєць/год	1,5	3	8	4,2	8,4-9,0	13-16	7,2	18-20	14,4
Кількість кате-горій	-	-	-	3	5	6	5	7	6
Габаритні розміри, мм									
Довжина	1580	2100	4700**	1640	4000	4800	7000*	10255	12700
ширина	800	1350	1506	1210	2700	4150	2720	9330	5450
висота	380	1240	1540	1050	1500	2030	2100	2700	2000
Загальна потужність, кВт	0,68	2,30	11,1*	0,18	0,27	2,9	20,12	15,6	4,04
Маса, кг	46	300	620**	160	692	1420	1400	4000	3200
Кількість обслуговуючого персоналу, чоловік	1	2	3	3	6	7	4	6	4

Примітки:

\* Без компресора

\*\* Без електрокалориферної установки

Основні технічні характеристики кліткових батарей для утримання промислового стада курей (в розрахунку на пташник 18x96)

Найменування показників	Назва обладнання								
	ОБН-1	ККТ	L-134	БКН-3 (-3А, -3М)	ТБК «Техна»	«Uni Vent, Big Dutchman»		«Sprecht»	
						500	550	без підсушки посліду	з підсушкою посліду
Кількість батарей в пташнику	6	6	6	6	6* або 7**	6* або 8**	6* або 7*	6* або 7**	6* або 7**
Розміри батареї, мм:									
довжина	84000	88250	80000	87800	90000	87160	87160	86380	86380
ширина	2138	2120	1360	1840	1470	1320	1420	1580	1680
висота	930	1900	2100	1880	2023	1960-	1960-	2150-	2150-
						5110***	5110***	3950***	3950***
Розміри клітки, мм:									
довжина	300	450	400	450	610	603	603	600	600
глибина	450	400	500	450	525	500	550	450	450
висота	400	465	410	425	400	445	445	400	400
Кількість птиці, голів в клітці в батареї	3 3360	4 6080	5 7600	5 5880	7 -	7 5796- 15456***	7 5796- 15456***	6 5040- 10080***	6 5040- 10080***
Фронт годування, см/гол.	10,0	11,25	8,0	9,0	8,7	8,6	8,6	10,0	10,0
Площа пола клітки в розрахунку на 1 гол., см <sup>2</sup>	450	450	400	405	457,5	430,7	473,8	450	450
Кількість птиці в пташнику, гол.	20160	36480	45600	35280	41454	46368- 123648***	40572- 108192***	35280- 70560***	35280- 70560***
Щільність посадки птиці в пташнику, гол./м <sup>2</sup>	12,6	22,8	28,5	22,05	25,1	29,0- 77,3***	25,4- 67,6***	22,1- 44,1***	22,1- 44,1***

Примітки: \* - в приміщеннях з колонами; \*\* - в приміщеннях без колон; \*\*\* - використання кліткових батарей від 3-8 ярусів; \*\*\*\* - використання кліткових батарей від 3-6 ярусів.

Основні технічні характеристики комплектів обладнання для вирощування птиці на підлозі (в розрахунку на пташник 18х96)

Найменування показ-ників	Назва обладнання, виробник			
	КРМ-18Б завод «Ніжинсіль-маш»	К-П-21 завод «Ніжинсіль-маш»	ОПБ-1/ОПБ-2 завод «Ніжинсільмаш»	Обладнання фірми «Vig Dutchman»
Особливості бункера сухих кормів	ворушилка з автономним приводом	ворушилка з автономним приводом	ворушилка з автономним приводом	з вагомим механізмом
Тип кормороздавача	Канатно-дисковий з дискретним об'ємним дозуванням кормів	Канатно-дисковий з вагомим механізмом	Канатно-дисковий/спіральний	Спіральний
Годівниці: тип діаметр, мм матеріал	Круглі бункерні 500 оцинкована сталь	Лінійні - оцинкована сталь	Круглі бункерні 350 пластмаса	Круглі бункерні 350 пластмаса
Поліки	чашкові	чашкові	ніпельні з системою водопідготовки	чашкові або ніпельні з системою водопідготовки
Місткість пташника, гол.	15000	15000	1500	12100
Щільність посадки птиці в пташнику, гол./м <sup>2</sup>	9,1	9,1	9,1	9,1



## Технічні характеристики автонапувалок для птиці

Марка	Місткість чаші, л	Кількість місць для напування	Кількість голів, що обслуговуються	Маса, кг
ПН-1	-	1	4-5	0,07
АП-2М	35	Не нормується	5330	370
АПЖ-140	60		280	32

## Оптимальні параметри мікроклімату в тваринницьких приміщеннях

Приміщення	Температура, °С	Відносна вологість, %	Швидкість руху повітря, м/с	Освітлення, лк
Корівники з прив'язним і безприв'язним утриманням	8–10	70–80	0,4–0,5	50–70
Приміщення для відгодівлі	6–10	70–80	0,3	20–30
Телятники для телят віком від 20 днів до 6 міс	12–15	40–75	0,3–0,5	50–70
Родильне відділення	15–20	40–75	0,3–0,5	75–100
Доїльно-молочне відділення	12–15	60–75	0,3–0,5	70–75
Свинарники для утримання свиноматок із поросятами	18–22	40–70	0,2–0,5	70–75
Свинарники-відгодівельники	14–20	40–75	0,4–0,7	50–70
Вівчарні	6–10	75–80	0,3–0,5	20–30
Пташники для курей несучок при утриманні:				
на підлозі	16–18	60–70	0,2–0,3	15–20
у кліткових батареях	16–18	60–70	0,2–0,3	18–20

## Допустимий вміст шкідливих газів у повітрі

Газ	Приміщення	
	для тварин	для птиці
Вуглекислий газ, л/м <sup>3</sup>	2,0	2,5
Аміак, мг/м <sup>3</sup>	20	15
Сірководень, мг/м <sup>3</sup>	10	5

## Норми обміну повітря в приміщеннях

Види тварин (птиці)	Повітрообмін на 100 кг маси, м <sup>3</sup> /год		
	взимку	у перехідний період	влітку
Корови і дорослий молодняк великої рогатої худоби	17	25	40
Телята	20	25	40
Свині, кнури, поросята	15	45	60
Свині на відгодівлі	20	45	65
Вівці	15	25	45
Кури при утриманні:			
на підлозі	140	400	700
клітковому	110	360	550
Дорослі індики	140	520	600
Ге ж, качки	130	270	400

## Щільність повітря залежно від температури

Температура, °С	Щільність, кг/м <sup>3</sup>	Температура, °С	Щільність, кг/м <sup>3</sup>
-20	1,396	5	1,27
-15	1,386	10	1,248
-10	1,342	15	1,226
-5	1,317	20	1,205
0	1,293	30	1,161

## Середня кількість виділень тваринами та птицею залежно від жив. маси чи віку

Види тварин (птиці)	Маса тварин, кг	Виділення на одну голову за годину		
		вільного тепла, кДж	вуглекислого газу, л	водяної пари, г
1	2	3	4	5
Корови сухостійні	300	1825	90	288
	400	2380	110	350
	600	2800	138	440
	800	3280	162	516
Корови з доб. надом:	300	1950	96	307
	400	2300	114	364
10кг	500	2600	128	410
	600	2880	143	455
30кг	400	3540	175	560
	600	4050	200	642
	800	4550	225	721

## Продовження додатку 54

1	2	3	4	5
Телята віком: мк:	30	302	15	47
до 1міс.	50	524	26	83
	80	775	38	121
1–3міс.	60	650	32	102
	100	850	42	135
	130	1150	57	182
3–4міс.	90	747	37	118
	150	1150	57	183
	200	1520	75	240
4–12міс.	120	973	48	153
	250	1500	74	236
	350	1970	97	310
Свиноматки поросні	100	790	40	110
	150	940	46	129
	200	1120	178	147
Свиноматки з поросятами	100	1780	87	242
	150	2030	99	276
	200	2350	114	320
	100	970	47	132
	200	1290	63	175
	300	1700	83	230
Кури віком :				
1—10днів	0,08	54	2,2	4,0
11—30днів	0,35	34	2,0	4,0
31—60днів	1,20	30	1,8	5,4
61—150днів	1,80	28	1,7	5,0
151—200днів	2,50	25	1,6	4,8
Індики, віком:				
1—10днів	0,1	44,0	2,0	4,2
11—30днів	0,6	35	2,1	6,6
31—60днів	1,5	30	1,8	9,2
61—120днів	4,0	27	1,6	4,8
121—180днів	6,0	25	1,5	4,5
Качки віком:				
1—10днів	0,3	59	3,5	10,5
11—30	1,0	42	2,5	7,5
31—55днів	2,2	20	1,2	3,6
56—180днів	3,0	17	1,0	3,0

## Середні кліматичні дані для різних зон України

Кліматична зона	Температура зовнішнього повітря, °С				Тривалість опалювального сезону, днів	Середня швидкість вітру в січні, м/с
	найтеплішого періоду	найхолоднішої доби	для розрахунку вентиляції	для періоду опалення		
Північ	21,4	-27	-10	-1,4	206	5,3
Захід	25,3	-24	- 7	-0,6	167	6,2
Центр	23,5	-26	-10	-1,2	191	4,7
Схід	28,6	-30	-14	-3,6	178	6,5
Південь	21,5	-27	-11	-2,0	171	5,7

Коефіцієнт  $K_T$ , що враховує зміну виділення вільного тепла залежно від температури у приміщеннях для утримання тварин

Температура повітря у приміщенні, °С	Коефіцієнт $K_T$		
	для великої рогатої худоби	для свиней	для овець
-10	1,59	–	–
- 5	1,43	1,59	1
0	1,21	1,25	1,08
+ 5	1,12	1,08	1,04
+10	1,0	1,0	1,0
+15	0,85	0,86	0,97
+20	0,63	0,67	1,09
+25	0,30	0,42	1,18
+30	0,11	0,24	–

## У приміщеннях для утримання птиці

Температура повітря у приміщенні, °С	Коефіцієнт $K_T$	
	для молодняку до 30 діб	для молодняку старше 30 діб і дорослого поголів'я
4	–	1,15
8	–	1,10
12	–	1,05
16	–	1,00
20	1,05	0,95
24	1,00	0,92
28	0,95	0,90
32	0,92	0,85
36	0,80	0,80

## Коротка технічна характеристика осьових вентиляторів

Тип і номер вентилятора	Діаметр робочого колеса, мм.	Продукт. тис. м <sup>3</sup> /год		Повн. тиск Н / м <sup>2</sup>		Част. оберт. об./хв.		Потуж. електродвиг. кВт.		Маса, кг.
		від	до	від	до	від	до	від	до	
МЦ										
4	400	1,5	6,5	70	330	1440	-	0,3		10
5	500	4,5	7	60	120	1440	-	0,4		14
6	600	8,0	14	100	180	1440	-	1		23
7	700	12	19	120	230	1440	-	2		31
06 – 320										
4	400	1,2	6,5	40	330	1440	-	0,1		11
5	500	2,2	6,3	60	130	1440	-	0,4		18
6	600	4,5	11	90	180	1440	-	1		28
7	700	9	17	130	230	1420	-	1,7		39

## Коротка технічна характеристика відцентрових вентиляторів типу Ц4 –70

Тип і номер вентилятора	Діаметр робо- чого колеса, мм.	Продукт. м <sup>3</sup> / год		Повн. тиск Н/м <sup>2</sup>		Част. оберт. об/хв.		Потуж. еле- ктрод- виг.кВт.		Маса, кг.
		від	до	від	до	від	до	від	до	
3	300	0,55	3,3	160	1150	1440	2850	0,6	1,0	21
4	400	0,87	4,25	160	500	930	1410	0,6	1,0	41
5	500	1,45	8,3	180	830	930	1420	1,0	1,7	85
6	600	2,5	1,5	260	1200	930	1440	1,7	4,6	138
7	700	4,1	24	320	1710	950	1460	2,8	10,0	207

## Коротка технічна характеристика відцентрових дахових вентиляторів.

Тип і но- мер венти- лятора	Діаметр робочого колеса, мм.	Продукт. тис. м <sup>3</sup> /год	Повн. тиск Н/м <sup>2</sup>	Колова швидкість м/с	Потуж. електродв кВт.	Маса, кг.
КЦ3 – 90						
4	400	0,2 – 3,2	170	19,2	0,4	74
5	500	3,6 – 6,5	260	24,3	0,8	98
6	600	6,2 – 11,8	380	30	1,5	135
КЦ4 – 84 – В						
8	800	10 – 17,5	270	24	2,2	360
10	1000	17 – 28,5	290	25	3	490
12	1200	24,5 – 40,5	290	25	4	700

## Коротка технічна характеристика відцентрових осьових дахових вентиляторів серії ЦЗ – 04

Тип і номер вентилятора	Діаметр робочого колеса, мм.	Продукт. тис. м <sup>3</sup> /год	Повн. тиск Н/м <sup>2</sup>	Колова швидкість м/с	Потуж. електродвиг. кВт.	Маса, кг.
4	400	3500	50	29,5	0,6	67
5	500	6000	70	36,6	0,6	81
6	600	11000	100	44,3	1,0	100
8	800	17000	80	40,0	1,1	275
12	1200	44000	110	46,0	4,0	632

## Нормативні коефіцієнти природного освітлення

Приміщення	Коефіцієнт $a_c$
Кормоцехи, молочні	0,10—0,13
Корівники, телятники	0,085—0,10
Свинарники-відгодівельники	0,075—0,085
Свинарники-маточники	0,085—0,10
Вівчарні	0,04—0,055
Пташники для курок-несучок	0,085—0,10
Те ж, для молодняку	0,11—0,15

## Освітлення приміщень

Приміщення	Норма освітлення	
	природного	штучного, лк
Для утримання корів і молодняку	1 : 10—1 : 15	50—70
Для відгодівлі великої рогатої худоби	1 : 20—1 : 30	20—30
Родильне відділення	1 : 10—1 : 15	75—100
Для утримання птиці	1 : 10—1 : 12	15—20
Доїльні зали	1 : 10—1 : 12	70—75

Примітка: Норма природного освітлення характеризується відношенням площі вікон до площі підлоги приміщення

## Нормативні показники освітлення виробничих та допоміжних приміщень

Приміщення	$E_{min}$ , лк		$q_0$ , Вт/м <sup>2</sup>
	лампа розжарюван- ня	люмінесцентна ла- мпа	
Для утримання тварин і птиці	20	60	2
Для приготування кормів	40	100	7
Ветлабораторія	75	150	15
Для переробки сільгосп- продукції	75	150	15
Гаражі та склади для те- хніки	10	30	2
Для адміністративно- господарських потреб	75	150	12
Санвузли, проходи, ко- ридори	25	60	3
Житлові кімнати	50	100	8

Коефіцієнт запасу освітлення  $k_z$ 

Характеристика приміщень	Лампи розжарювання	Люмінесцентні лампи
Приміщення з кількістю в повітрі пилу, чаду або диму:		
- невеликою	1,3	1,5
- середньою	1,5	1,8
- великою	1,7	2,0
Зовнішнє освітлення примі- щень	1,3	1,5



## Ефективність використання світлового потоку

Коефіцієнт використання приміщення $\varphi$	$\eta_c$	Коефіцієнт використання приміщення $\varphi$	$\eta_c$
0,5	0,15—0,20	1,5	0,37—0,46
0,6	0,20—0,28	2,0	0,39—0,51
0,8	0,27—0,36	3,0	0,46-0,57
1,0	0,31—0,41		

## Коротка технічна характеристика ламп розжарювання загального призначення

Тип	Напруга, В	Потужність, Вт	Світовий потік, лм
НБ 220 – 15	220	15	130
НБ 220 – 25	220	25	205
НБ 220 – 40	220	40	370
НБ 220 – 60	220	60	620
НБ 220 – 75	220	75	840
НБ 230 – 100	230	100	1230
НТ 230 – 150	230	150	1880
НБ 230 - 200	230	200	2680

## Технічні характеристики дробарок

Показники	КДУ -2	ДБ -5 -1	ДКМ -5	ІРТ - 165	ІРТ - 80	Д-0,6 “Мурашка”
Продуктивність, т/год., при подрібненні зерна	2,0	2-6	3,5			0,35-1,0
Сіна на борошно, солом и	0,5			0,6.....1,3*	3.....8	
Зеленої трави	3,0					
Коренеплодів	7,0					
Потужність привода, кВт	30	32,2; 30; 1,5;1,5;0,01**	33,7; 30; 1,5;1,5;1,5;**- 0,01	120	58	5,87
Діаметр ротора, мм.		500	500	530		400
Частота обертання, об/хв.	2725	2940	2940	2000	985	
Кількість молотків, шт.	90	80	80/5мм 120/4мм	40	24	24
Діаметр отворів решета, мм	4,6,8,10		4,6,8,16	25; 50; 75		
Місткість бункера, м <sup>3</sup> .		0,06	0,06			0,06
Маса, кг	1290	990	1280	4200	2500	130
Виробник	ВАТ “Новоград- Волинськиймаш	ВАТ “Новоград- Волинськиймаш	ВАТ “Новоград- Волинськиймаш			ВАТ “Новоград- Волинськиймаш

Примітки:

\* Продуктивність більша при подрібненні тюків,

\*\* Потужність приводів дробарки, завантажувального і вивантажувального шнеків, двигуна приводу заслінки.

## Технічна характеристика вальцьових млинів

Показники	ЗМ 25x100	ЗМ 25x80	ЗМ 25x60	ЗМ 30x60	ВМП
Розміри вальців $D_{xz}$ , мм	250x1000	250x800	250x600	300x600	185x400
Продуктивність однієї пари вальців на об'ївному помолі, кг/год	2500	2000	1500	1500	1650
Гранично припустима потужність на одну пару вальців, кВт	18	14	10	10	10
Частота обертання швидкообертового вальця, об/хв.:					
нарізного	430	430	430	380	960
гладкого	350	350	350	320	-
Витрата повітря на аспірацію, м <sup>3</sup> /с	0,17	0,17	0,3	0,13	-
Маса, кг	3450	2950	2600	3050	1000

## Характеристика фуражного зерна (по експериментальним даним С. В. Мельникова)

Культура	Щільність зерна $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Еквівалентний діаметр зерна $D_z$ , мм	Коефіцієнти		
			$C_{np}$	$C_V$ , кДж/кг	$C_S$ , кДж/кг
Ячмінь	$1,30 \cdot 10^3$	4,2	$1,20 \pm 0,30$	8,5	7,50
Овес (без плівок)	$1,35 \cdot 10^3$	3,7	$5,00 \pm 1,50$	2,34	1,96
Жито	$1,28 \cdot 10^3$	3,3	$1,45 \pm 0,35$	8,4	6,40
Пшениця	$1,36 \cdot 10^3$	3,8	-	4,6	8,15
Горох	$1,36 \cdot 10^3$	6,3	-	10,7	3,66

## Ступінь подрібнення і питома площа поверхні ячмінної дерті

Розмел	Крупність часток $d_{ср}$ , мм	Ступінь подрібнення $\lambda$	Питома площа поверхні $S_k$		Збільшення питомої площі поверхні	
			масова, $м^2/кг$	об'ємна, $м^{-1}$	$м^2/кг$	$м^{-1}$
Дуже дрібний	0,2	21,0	23,0	$30 \cdot 10^4$	21,9	$28,6 \cdot 10^4$
Дрібний	1,0	4,2	4,6	$6 \cdot 10^4$	3,3	$4,6 \cdot 10^4$
Середній	1,8	2,3	2,5	$3,3 \cdot 10^4$	1,4	$1,9 \cdot 10^4$
Великий	2,6	1,6	1,8	$2,3 \cdot 10^4$	0,7	$0,9 \cdot 10^4$

## Аеродинамічні властивості продуктів подрібнювання

Матеріал	Критична швидкість, м/с
1	2
Солома пшенична	12 - 19
Солома житня	6,4 - 8,4
Солома вівсяна	7,0 - 8,7
Полова гречана	0,92 - 2,73
Полова ячмінна, вівсяна	0,67 - 3,1
Солома подрібнена	3,5 - 4,25
Зелена маса подрібнена	5,0 - 7,5

## Технічні характеристики доїльних установок (ДУ)

Тип ДУ	Марка ДУ	К-сть ДС	К-сть ОД	К-сть корів, що обслугов. установка, гол.	Продуктивність установки, корів/год.	К-сть ДА, шт.	Величина робочого вакууму, кПа/кгс/см <sup>2</sup>	
							у вакуум-проводі	у молоко-проводі
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Пересувна	УІД-10	–	1	10	8	1	45/0,46	–
	УІД-20	–	1	20	15	2	45/0,46	–
	УДП-1	–	1	10	8	1	45/0,46	–
Пересувна	УДП-8 (для пасовищ)	8	2	100	50	8	50/0,51	50/0,51
	УДЛ-12 (для літніх таборів)	12	2	150	60	12	50/0,51	50/0,51
Стационарна	УІД-10 С	–	1	10	8	1	45/0,46	–
Доїння у відра	УДБ-100	–	3-4	100	68	8	53/0,53 48/0,49	–
Доїння в молокопроводі	УДМ-50	–	1	50	25-50	3	45/0,46	49/0,50
	УДМ-100	–	2	100	50-100	6	45/0,46	49/0,50
	УДМ-200	–	4	200	100-200	12	45/0,46	49/0,50
	МВС-12	–	4	200	100-200	12	45/0,46	49/0,50

Продовження таблиці 73

1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Доїння у доїльних залах	Тандем	УДТ-8	2x4 2x2	2 1	180-200	72	8	46/0,47 50/0,51	46/0,47 50/0,51
		УДА-8	2x4 2x2	1	160-180	62-70	4	50/0,51	50/0,51
	Ялинка	УДЯ-16	2x8 2x4	2 1	200-220	80	16 8	50/0,51	50/0,51
		УДА-16	2x8 2x4	1	180-200	70	16 8	50/0,51	50/0,51
	Кару- сель	Фірма: "Де Лаваль" "Вестфалія" "Імпульс"	6	1-2	180	80-120	6	48/0,49 50/0,51	48/0,49 50/0,51
			12		220		12		
			16		300		16		
			24		600		24		
			40		900		40		
	60	1200	60						
Пара- лель	Фірма: "Де Лаваль" "Вестфалія" "Дувелсдорф" "Франц Трейд Елевейд"	2x6	1-2	180	80-110	12	50/0,51	50/0,51	
		2x8		300		16			
		2x12		600		24			

Додаток 74

Технічні характеристики установок типу УВВУ

Показник	Марка установки		
	УВВУ-2	УВВУ-4	УВВУ-6
Тип насосу	ВВН-2	ВВН-4	ВВН-6
Витрата повітря, м <sup>3</sup> /год	250	400	600
Поголів'я корів, що обслуговується	200	400	600
Кількість одночасно працюючих доїльних апаратів	12	24	36
Місткість ємкості для води, м <sup>3</sup>	2,2	2,2	3,0
Габарити, мм			
довжина	2000	2000	2000
ширина	1200	1200	1500
Висота	2500	2500	2500

Додаток 75

Технічні характеристики вакуумних установок

Показник	Марка установки				
	УВУ-1	УВУ-2 40/150	ЦВУ-3	ЦВУ-6	ЦВУ-12
Витрата повітря, м <sup>3</sup> /год	60	120	180	360	720
Потужність двигуна, кВт	4	7,5	7,5	17	22
Маса, кг	80	120	335	635	1012

Технічні характеристики доїльних апаратів, що використовуються на молочних фермах України

Фірма	Марка доїльного апарата	Показники роботи доїльних апаратів (ДА)										
		Принцип роботи (число тактів)	Величина робочого вакууму		Співвідношення тактів, %			Частота пульсацій, п/хв.	Розміри дійкової гуми, мм		Ємність мол. камери колектора, дм <sup>3</sup>	Маса підвісної частини ДА, кг.
			кПа	кгс/см <sup>2</sup>	сосання	стискання	відпочинку		Довжина	Діаметр		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
“Брацлав” (Україна)	“Волга”	3 <sup>х</sup> тактн	50-51	0,51-0,52	60-65	10	25-30	60±5	155	22	0,06	1,85
	ДА-2М	2 <sup>х</sup> тактн	49	0,50	66	34	–	80±5	156	22	0,07	2,85
	АДУ-1.02	2 <sup>х</sup> тактн	47	0,48	66	34	–	67±5	155	22	0,10	2,70
	АДУ-1.09	2 <sup>х</sup> тактн	48	0,49	60-65	40-35	–	66±6	155	22	0,07	2,60
	АДУ-1.03	3 <sup>х</sup> тактн	45	0,46	66	10	24	65±5	156	22	0,12	2,00
	ДА-Ф-50	2 <sup>х</sup> тактн	48	0,49	60-65	40-35	–	60±6	155	22	0,10	2,50
	ДА-Ф-70	2 <sup>х</sup> тактн	48	0,49	60	40	–	60±1	155	22	0,25	2,10
“Вестфалія” (Німеччина)	Стимулулс V	2 <sup>х</sup> тактн	48	0,49	60	40	–	60±5	155 (силікон)		0,30	2,80

Продовження додатку 76

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
“Вестфалія” (Німеччина)	Ауто-пулс електронне управління	2 <sup>х</sup> тактн	48	0,49	60	40	–	60±1	155 (силі- кон)		0,30	2,80
“Де Лаваль” (Швеція)	Доувак 300В	2 <sup>х</sup> тактн парний	32	0,33	50	50	–	60±1	160	22	0,3 Гармо- нія	2,80
			50	0,51	60	40	–					
			32	0,33	50	50	–					
	Доувак НСС-150	2 <sup>х</sup> тактн парний	38	0,39	60	40	–	60±1	160	22	0,15	2,80
46			0,47									
38			0,39									
Доувак- 300С, Доувак-400	2 <sup>х</sup> тактн парний	38	0,39	60	40	–	60±1	160	22	0,15/0,3 Гармонія	,80	
		46	0,47									
		38	0,39									
Моновак	2 <sup>х</sup> тактн парний	38	0,39	60	40	–	60±1	160	22	0,15	2,80	
		46	0,47									
		38	0,39									
“France Traite Elevage” (Франція)	ФТЭ –2	2 <sup>х</sup> тактн парний	50	0,51	50	50	–	60±1	155	23	0,35	2,65
					60	40	–					
“Імпульс” (Німеччина)	IS – 100	2 <sup>х</sup> тактн парний	50	0,51	П50	50	–	60±1	160	23 24	0,10 0,14 0,16	2,65
					60	40	–					
					60	40	–					
“France Traite Elevage” (Франція)	ФТЭ –10	2 <sup>х</sup> тактн парний	50	0,51	50	50	–	60±1	155	24	0,35 0,24 0,18	2,65
					60	40	–					
					65	35	–					

## Продовження додатку 76

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Імпульс" (Ні-меччина)	IS – 160 AT	2 <sup>x</sup> тактн попарний	50	0,51	Д50 70 60	50 30 40	– – –	60±1	160	23 25	0,14 0,16	2,65

## Додаток 77

Основні конструктивні параметри теплообмінних пластин і міжпластинних каналів.

Параметри	Значення параметрів для пластин		
	АДМ	П - 1	РА
Габаритні розміри ( довжина, ширина, товщина),мм	640 x 90 x 0,7	800 x 225 x 1,2	880 x 280 x 2,0
Площа робочої поверхні, м <sup>2</sup>	0,038	0.14	0.21
Відношення приведеної довжини до ширини.	7	3	4.3
Число рифлів та їх крок вздовж потоку, мм	82 6	21 26	12 70
Зазор між пластинами, мм	1.1; 1.4	4.4	3.4
Еквівалентний діаметр каналу, мм	2.2; 2.8	8.8	6.8
Ширина каналу, мм	70	185	220
Площа перетину каналу , см <sup>2</sup>	0,77; 0.98	8.14	7.18



Орієнтовні значення коефіцієнтів теплопередачі обладнання для теплової обробки молока і молочних продуктів.

Умови теплообміну	Коефіцієнт теплопередачі, Дж/м <sup>2</sup> ·с.
Охолодження	
Молоко у ваннах з мішалкою	480 - 600
Молоко в пластинчатих апаратах при поперечному обтіканні рифлів:	
для секцій водяного охолодження	1800 - 2400
для секцій охолодження крижаною водою	1400 - 1800
Молоко в трубчатих закритих охолоджувачах :	
для секцій водяного охолодження	1200 - 1400
для секцій охолодження крижаною водою	840 - 1100
Нагрівання	
Молоко в пастеризаційних секціях пластинчатих апаратів при поперечному обтіканні рифлів гарячою водою або парою:	3000 - 3600
Молоко в пастеризаторах з витискним барабаном при нагріванні парою:	
від 5 до 40 °С	2400
від 5 до 85 °С	3000
від 40 до 85 °С	3600
Вершки в пастеризаторі з мішалкою при нагріванні парою від 40 до 90 °С	1700
Вершки в пастеризаторі з витискним барабаном при нагріванні парою від 40 до 90 °С	2400
Молоко в трубчатих пастеризаторах при нагріванні парою:	
від 5 до 85 °С	1400
від 40 до 85 °С	1800

## Основні фізичні властивості води

Температура $t$ , °C	Щільність $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Питома теплоємність $C_e$ , кДж/кг·°C	Коефіцієнт теплопровідності $\lambda$ , Вт/(м·°C)	Коефіцієнт температуропровідності $a$ , °C/с.	Коефіцієнт динамічної в'язкості $\mu$ , кг/м·с.	Кінематична в'язкість $\nu$ , 10 <sup>-6</sup> м <sup>2</sup> ·с.	Критерій Прандтля $Pr$
0	999.8	4.237	0.53984	13,055	1,79	1,790	13,7
5	999.7	4.225	0.56144	13,333	1,53	1,540	11,30
10	999.6	4.212	0.57304	13,611	1,31	1,300	9,56
15	998.9	4.208	0.58464	13,888	1,29	1,100	8,15
20	998.2	4.204	0.59740	14,166	1,0	1,000	7,06
25	996.9	4.204	0.60668	14,444	0,898	0,910	6,20
30	995.6	4.200	0.61596	14,722	0,801	0,805	5,50
35	993.9	4.200	0.62408	15,0	0,716	0,720	4,85
40	992.2	4.200	0.63220	15,277	0,656	0,659	4,30
45	990.1	4.200	0.63916	15,417	0,603	0,615	3,90
50	998.0	4.200	0.64612	15,556	0,549	0,556	3,56
55	985.6	4.200	0.65192	15,833	0,505	0,515	3,25
60	983.2	4.204	0.65772	16,111	0,469	0,479	3,00
65	980.5	4.208	0.66236	16,111	0,437	0,445	2,75
70	977.7	4.213	0.66584	16,111	0,406	0,415	2,56
75	974.8	4.213	0.66932	16,111	0,378	0,385	2,35
80	971.8	4.216	0.67280	16,388	0,357	0,366	2,23
85	968.5	4.220	0.67628	16,388	0,338	0,347	2,10
90	965.3	4.225	0.67860	16,666	0,315	0,326	1,95
95	961.8	4.225	0.67976	16,666	0,304	0,310	1,85
100	958.3	4.229	0.68092	16,944	0,284	0,295	1,75

## Основні властивості молока.

Температура $t$ , °C	Щільність $\rho$ , кг/м <sup>3</sup>	Питома теплоємність $C$ , кДж/(кг·°C)	Коефіцієнт електропровідності $\lambda$ , Вт/(м·°C)	Коефіцієнт температуропровідності $a$ , °C/с.	Коефіцієнт динамічної в'язкості $\mu$ , кг/м·с.	Кінематична в'язкість $\nu$ , 10 <sup>-6</sup> м <sup>2</sup> /с.	Критерій Прандтля $Pr$
5	1033,3	3,8730	0,4292	10,0	2,963	2,87	28,6
10	1032,3	3,8939	0,4824	10,0	2,472	2,39	21,2
15	1030,8	3,9065	0,4756	10,0	2,099	2,04	17,0
20	1029,3	3,9107	0,4942	9,722	1,795	1,74	14,2
25	1027,3	3,9148	0,5104	9,722	1,530	1,50	11,8
30	1025,3	3,9190	0,5220	9,722	1,324	1,30	9,95
35	1023,2	3,9232	0,5336	9,722	1,197	1,16	8,4
40	1021,0	3,9316	0,5510	9,722	1,079	1,02	7,50
45	1018,8	3,9107	0,5684	9,722	0,948	0,92	6,10
50	1016,6	3,8939	0,5800	9,722	0,853	0,84	5,50
55	1014,0	3,8730	0,5916	9,722	0,765	0,76	5,00
60	1011,4	3,852	0,6038	9,722	0,706	0,70	4,50
65	1008,7	3,852	0,6038	9,722	0,647	0,65	4,10
70	1006,0	3,852	0,6148	9,722	0,618	0,62	3,90
75	1003,0	3,852	0,6264	9,722	0,589	0,58	3,60
80	999,6	3,852	0,6380	9,722	0,569	0,56	3,43
85	996,0	3,852	0,6380	9,722	0,559	0,54	3,30
90	993,0	3,852	0,6496	9,722	0,549	0,52	3,22
95	990,0	3,852	0,6496	9,722	0,54	0,49	2,90
100	987,0	3,852	0,6612	9,722	0,530	0,48	2,70

## Машини та обладнання для фермських молочних

Назва	Марка	Продуктивність або місткість	Призначення
1	2	3	4
Ваги	СМИ-250 9018-BC 400Д14М РС-400, Ц13М СМИ-500	250 кг 400 " 400 " 400 " 500 "	Зважування та облік молока в прифермських молочних
Пластинчасті охолодні установки	АДМ-13000 ООМ-1000 ОМ-1.50.000	1000 л/год 1500/5000* " 800 "	Охолодження й очищення молока в потоківих лініях доїння та обробки
Пастеризацій- но-охолодні установки з ві- дцентровим	Б6-ОП2-Ф-1	1000 л/год.	Очищення, пастеризація й охолодження молока в потоківих лініях
Ванни тривалої пастеризації	Г6-ОПА-600 Г6-ОПА-1000	600 л 1000 "	Пастеризація, охоло- дження і зберігання мо- лока
Сепаратори- вершковідок- ремлювачі	СОМ-3-1000 СПМ-Ф-2000	1000 л/год 2000 "	Відокремлення вершків
Танки- холодильники	РПО-1,6 ТОМ-2А МКА-2000Л-2А	1600 л 1800 " 2000 "	Охолодження і збері- гання молока
Резервуари для молока	РОМ – 0,6 РОМ – 1,6 РОМ – 2,5	120 л. 320 " 500 "	Приймання і охоло- дження молока в агрега- ті з хол. установкою
Резервуари для молока	И1 - ОМБ ЦМ - 600 БМ - 1000 БМ - 2000	250 л. 600 " 1000 " 2000 "	Приймання і короткоча- сне зберігання молока
Резервуари для молока	В2-ОМВ-2.5 В2-ОМГ-4 В2-ОМГ-6.3	2500 л. 4000 " 6300 "	Зберігання охолодженого молока

Продовження додатку 81

1	2	3	4
Насоси відцентрові для перекачування молока	НМУ-6 Г2-ОПА Е8-36МСЦ-13-10 ОНЗ-13/10	6500 л/год 6000 " 13000 " 14000	Транспортування молока в потокових лініях
Теплохолодильні установки	ТХУ-14 ТХУ-23 ТХУ-37	19/14 кВт** 30/23 " 48/37 "	Одночасне охолодження і нагрівання води
Холодильні установки	УВ-10 УВ-30 МКТ-14-2-0 МКТ-20-2-0 МВТ -20	10,47 кВт 34,88 14 " 20 " 23,2	Виробництво холоду, охолодження води та водного розсолу
Автоцистерни для перевезення молока	АЦПТ – 0,9 АЦПТ-1,7 АЦПТ-2,1А АЦПТ-3.3 АЦПТ-6,2 АЦПТ-12,0	900 л. 1700 " 2100 3300 " 6200 " 11500 "	Транспортування молока

Примітки:

\* в чисельнику – при фільтрації і охолодженні, в знаменнику – при фільтрації і перекачуванні;

\*\* в чисельнику – при нагріванні, в знаменнику – при охолодженні.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Бананов И.Н., Лукьяненко И.И. Уборка и утилизация навоза на свиноводческих комплексах.–М.: Россельхозиздат, 1977.
2. Барановский Н.В., Коваленко Л.М., Ястребенецкий А.Р. Пластинчатые и спиральные теплообменники. – М.: Машиностроение, 1973
3. Белянчиков Н.Н., Смирнов А.И. Механизация животноводства.–М.: Колос, 1983.–360 с.
4. Биргер И.А., Мавлюков Р.Р. Сопротивление материалов: учебное пособие.–М.: Наука. Гл. ред. физ.–мат. лит, 1973.–560 с.
5. Болотнов П.М., Рыжов С.В. Механизация работ в овцеводстве.–М.: Высшая школа, 1980.
6. Брагинец Н.В. Курсовое и дипломное проектирование по механизации животноводства.–М.: Колос, 1978.–192 с., ил.
7. Василенко П.М. Введение в земледельческую механику.–К.: Сільгосп освіта, 1996.–251 с.
8. Выгодский М.Я. Справочник по высшей математике.–М., 1977.,872 с., ил.
9. Гернет М.М., Ратобыльский В.Ф. Определение моментов инерции.–М.: Машиностроение, 1973.–247 с.
10. Горячкин В.П. Собрание сочинений в 3 томах, том 3.–М.: Колос, 1965.–384 с.
11. Гриб В.К. Механизация животноводства.–Мн.: Урожай, 1987.–440 с., ил. – (Учебное пособие для с.-х. ВУЗов).
12. Дмитрів В.Т. Машиновикористання в тваринництві: Курс лекцій. – Львів: ЛАДУ, 2002. – 202 с.
13. Довідник по годівлі сільськогосподарських тварин/ Г.О.Богданов, В.Ф.Каравашенко, О.І.Зверев та ін.; За ред. Г.О.Богданова – 2-е вид. перероб. І доп. –К.: Урожай, 1986, -488с
14. Заика П.М. Избранные задачи земледельческой механики: практическое пособие.–К.: Изд. УСХА, 1992.–512 с.
15. Земсков В.И., Ковальчук В.Д. Механизация приготовления кормов на фермах.–Барнаул.: Алтайское книжное издательство, 1976.
16. Зуев В.А., Резник Е.И., Анализ конструкций и основы расчета спирально-винтовых транспортеров, М., Труды ВИЭСХ, т.XVI, 1965.
17. Карамбиров Н.А. Сельскохозяйственное водоснабжение. М.: «Колос», 1978 – 445 с
18. Коваленко В.П. Механизация обработки бесподстилочного навоза. – М.: Колос, 1984. – 159 с.
19. Кордун Г.Г. Учням про видатних фізиків.–К.: Радянська школа, 1979.–134 с.
20. Корнеев Г.В. Транспортеры и элеваторы сельскохозяйственного назначения.–М.-К.: Мажгиз, 1961.–331 с.
21. Королев В.Ф. Доильные машины.–М.: Машиностроение, 1969.–279 с., ил.
22. Короткевич В.А. Механизация свиноводческих ферм и комплексов.–Мн.: Урожай, 1979.–127 с., ил.

23. Краснокутский Ю.В. Механизация первичной обработки молока.–М.: Колос, 1979.
24. Кук Г.А. Процессы и аппараты молочной промышленности, том 1.–М.: Пищепромиздат, 1955.–472 с.
25. Куров Ю.А., Серий Г.П. Механізація приготування кормів для птиці.–К.: Урожай, 1970.–177 с.
26. Курсове та дипломне проектування по механізації тваринницьких ферм / І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І. Дзюба та ін.; За ред. О.В. Нанки. – Х.: НМЦ ХНТУСГ, 2003. – 356 с.
27. Лобановский Г.А. Кормоцехи на фермах.–М.: Колос, 1971.
28. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. - М.: Госиздат технико-теоретической литературы, 1957.-784 с.
29. Луценко М.М., Іванишин В.В., Смоляр В.І. Перспективні технології виробництва молока: Монографія. –К.: Видавничий центр «Академія», 2006. -192с
30. Машины та обладнання для тваринництва (за редакцією І.Г. Бойко) -2006.-279с.-Укр.
31. Мельников С.В. Механизация и автоматизация животноводческих ферм.–М.: Колос, 1978.
32. Механізація виробництва продукції тваринництва за редакцією Ревенка І.І.–К.: Урожай, 1994. – 264 с.
33. Мжельский Н.И., Смирнов А.И. Справочник по механизации животноводческих ферм и комплексов. – М.: Колос, 1984.–336 с., ил.
34. Науменко О.А., Поліський А.Я., Сідашенко О.І. Технічний сервіс (термінологія) .–Харків.: ХДТУСГ, 1998.–145 с.
35. Новиков Г.И. Комплексная механизация в промышленном свиноводстве.–М.: Колос, 1973.
36. Носов Ю.М. Методичні вказівки для студентів факультету механізації сільського господарства по проектуванню кормоцехів при курсовому і дипломному проектуванні. – Дубляни, 1989
37. Омельченко А.А., Куцын Л.М. Кормораздающие устройства.–М.: Машиностроение, 1971.–207 с.
38. Основи перспективних технологій виробництва продукції тваринництва/Г.М.Калетнік, М.Ф.Кулик, В.Ф.Петриченко, В.Д.Хорішко та ін.; За ред. Г.М.Калетніка, М.Ф.Кулика, В.Ф.Петриченка. –Вінниця: «Енозіс», 2007. -584с.
39. Писаренко Г.С. Сопротивление материалов.– 5-е изд. перераб. и доп.–К.: Высшая школа. Головное изд-во, 1986,–775 с.
40. Пономарёв К.К. Составление и решение дифференциальных уравнений инженерно-технических задач.–М.: Гос. уч.–пед. изд-во мин. просвещ. РСФСР, 1962.–184 с.
41. Потапов Г.П. Транспортёры в животноводстве.–М.: Агропромиздат, 1987.–95 с., ил.
42. Практикум по машинах і обладнанню для тваринництва / І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І. Дзюба та ін.; За ред. О.П. Скорик, О.І. Фісяченко. – Х.: НМЦ ХНТУСГ, 2004. – 275 с.

43. Производство куриных яиц /Ю.А. Рябоконе, И.И. Ивко, В.А. Мельник и др. /Под ред. Ю.А. Рябоконе. – Харьков: Эспада, - 2005. – 304с.
44. Промышленное птицеводство /Ф.Ф. Алексеев, М.А. Асриян, Н.Б. Бельченко и др.-М.: Агропромиздат, 1991. – 544 с.
45. Птахівницькі підприємства /Відомчі норми технологічного проектування (ВНТП-АПК-04.05). – Київ, 2005. – 93 с.
46. Савельев И.В. Курс общей физики.–М.: изд-во физ.–мат. лит, 1962.–403 с.
47. Смирнов И.И. Механизация животноводческих ферм.–М.: Гос. н.-т. изд-во маш. лит, 1959.–359 с.
48. Сиротюк В.М. Носов Ю.М. Форнальчик Є. Дмирів В.Т., Жінчин Я.С. Механізація тваринництва / Методичні рекомендації з курсового і дипломного проектування для студентів факультету механізації с.г. - Львівський державний аграрний університет, 1997.
49. Теорія та розрахунок машин для тваринництва / І.Г. Бойко, В.І. Грідасов, А.І.Дзюба та ін.; За ред. І.Г. Бойко. – Х.: НМЦ ХНТУСГ, 2002. – 216 с.
50. Технологія виробництва продукції тваринництва: Підручник/О.Т.Бусенко, В.Д.Столюк, М.В.Штомпель та ін.; За ред. Т.О.Бусенка. –К.: Аграрна освіта, 2001. -432с.
51. Тришин А.К. Энергосберегающая технология производства молока.–Харків.: Прапор, 1997.–191 с.
52. Троянов М.М. Механізація технологічних процесів у тваринництві. – Харків.: Прапор, 1993.–140 с.
53. Циклаури Д.С. Гидравлика, сельскохозяйственное водоснабжение и гидросиловые установки. Учебное пособие, М.: «Стройиздат», - 256 с.
54. Удавения В.А. и др. Механизация и использование органических удобрений.–Мн.: Урожай, 1982.–220 с., ил.
55. Шабельник Б.П. Конвейеры-очистители корнеуборочных машин.–К.: Міносвіта, 1998.–243 с.
56. Шабельник Б.П. Расчет параметров оборудования в животноводстве.–К.: УСХА, 1992.–80 с.



## **Учбовий посібник**

Скорик Олексій Петрович	(ХНТУСГ, Харків)
Полупанов Віктор Миколайович, к.т.н., доцент	(ХНТУСГ, Харків)
Науменко Олександр Артемович, к.т.н., професор	(ХНТУСГ, Харків)
Бойко Іван Григорович, к.т.н., професор	(ХНТУСГ, Харків)
Трішин Олексій Костянтинівич, д.с.-г.н., професор	(ХНТУСГ, Харків)
Петруша Євген Захарович, д.с.-г.н., професор	(ХНТУСГ, Харків)
Троянов Микола Микитович, к.т.н., професор	(ХНТУСГ, Харків)
Нанка Олександр Володимирович, к.т.н., професор	(ХНТУСГ, Харків)
Грідасов Валентин Ілліч, к.т.н., доцент	(ХНТУСГ, Харків)
Дзюба Анатолій Іванович, к.т.н., доцент	(ХНТУСГ, Харків)
Нагорний Сергій Анатолійович, к.т.н., доцент	(ХНТУСГ, Харків)
Дмитрів Василь Тарасович, к.т.н., доцент	(ЛНАУ, Львів)
Банга Василь Іванович, к.т.н., доцент	(ЛНАУ, Львів)
Кондур Сергій Миронович, к.т.н., доцент	(ЛНАУ, Львів)
Кульбаба Сергій Володимирович, к.с.-г.н.	(ХНТУСГ, Харків)
Семенцов Володимир Ілліч, к.т.н.	(ХНТУСГ, Харків)
Фісяченко Олександр Іванович	(ХНТУСГ, Харків)
Соколовська Тетяна Іванівна	(ХНТУСГ, Харків)
Русальов Олександр Михайлович	(ХНТУСГ, Харків)
Щур Тарас Григорович	(ХНТУСГ, Харків)
Чигрин Олексій Андрійович	(ХНТУСГ, Харків)

**(Харківський національний технічний університет сільського господарства  
ім. Петра Василенка, Львівський національний аграрний університет)**

## **ПРОЕКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ ТВАРИННИЦТВА**

Учбовий посібник  
За редакцією О.П.Скорика, В.М. Полупанова

### **Українською мовою**

Відповідальний за випуск О.В. Нанка  
Комп'ютерний набір та верстка Тимчук Д.С.  
Коректори Скорик О.П.

Підписано до друку 16.12.2008р. Папір тип №2  
Формат 60x84 1/16. Умов.- друк. аркушів Тираж 500 примірників.

---

ХНТУСГ, 61002, м. Харків-2, вул.. Артема, 44  
Видавництво ЧП Червяк  
61120, м.Харків, вул.Гв. Широнінців, 18, кв. 179