

Міністерство освіти і науки України



Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка

Методичні вказівки
до виконання розділу

РОЗРАХУНОК МАСЛОВИГОТОВЛЮВАЧА БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ А1-ОЛО

випускної кваліфікаційної роботи РВО «бакалавр»

Для студентів стаціонару та заочної форми навчання

Затверджено
на засіданні кафедри обладнання та
інжинірингу переробних і харчових
виробництв
Протокол № 7 від 23. 02.2021р.

Затверджено
на засіданні методичної ради
ННІ ПХВ ХНТУСГ
Протокол № 6 від 25.02.2021р.

Харків – 2021

**П.В.Гурський, О.В.Богомолів, С.А.Денисенко, С.Г.Іващенко,
В.С.Шерстюк**

Розрахунок масловиготовлювача безперервної дії А1-ОЛО:
Методичні вказівки до виконання розділу випускної кваліфікаційної роботи рівня вищої освіти «Бакалавр» студентам денної та заочної форми навчання. - Х.: ХНТУСГ, 2021. - 20 с.

Рецензенти:

Михайлов В.М., доктор технічних наук, професор, проректор з наукової роботи (Харківський державний університет харчування та торгівлі)

Артёмов М.П., доктор технічних наук, професор, зав.кафедри оптимізації технологічних систем ім. Т.П. Євсюкова (Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка)

Метою методичних вказівок є сприяння швидкому та якісному виконанню розділу випускної кваліфікаційної роботи РВО «Бакалавр» студентами денної та заочної форми навчання з галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» в межах освітньої програми «Інженерія переробних і харчових виробництв».

У методичних вказівках запропоновано структуру випускної кваліфікаційної роботи, вихідні дані, методику розрахунку технологічного обладнання та список літератури для виконання інших розділів.

© Гурський П.В., Богомолів О.В., Денисенко С.А., Іващенко С.Г., Шерстюк В.С.,2021

© Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка.,2021

ПЕРЕДМОВА

Випускна кваліфікаційна робота РВО «Бакалавр» з обладнання харчових виробництв є самостійною узагальненою роботою студента після опанування дисциплін циклу загальної підготовки та циклу дисциплін професійної та практичної підготовки.

Завдання до кваліфікаційної роботи полягає в систематизації та закріпленні знань студентів, які отримані на лекціях, лабораторних і практичних заняттях, у формуванні умінь самостійно вирішувати питання оцінювання технічних даних технологічного обладнання, його розрахунку, прийняття конкретних конструктивних рішень, у формуванні творчої ініціативи, при компонуванні окремих вузлів та машини в цілому.

В процесі виконання випускної кваліфікаційної роботи студенти набувають практичного досвіду опрацювання науково-технічної і нормативної документації опанування методик виконання інженерних розрахунків, набувають початкових навиків виконання науково-дослідної роботи.

Під час виконання завдань випускної кваліфікаційної роботи з галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» в межах освітньої програми «Інженерія переробних і харчових виробництв» у студентів розвивається креативне мислення, формуються:

Загальні компетентності:

ЗК1 Здатність застосовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК2 Здатність використовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК3 Здатність навчатися та оволодівати сучасними знаннями.

ЗК4 Здатність працювати самостійно та у складі команди, мотивуючи на досягнення спільної мети.

ЗК5 Здатність шукати та опрацьовувати інформацію з різних джерел.

ЗК6 Здатність спілкуватися державною фаховою мовою як усно, так і письмово.

ЗК7 Здатність ухвалювати обґрунтовані рішення.

ЗК8 Здатність працювати з іншомовною технічною документацією та спілкуватись іноземною мовою.

Фахові компетентності спеціальності:

ФК 1. Здатність застосовувати знання фундаментальних і прикладних наук в теорії і практиці обслуговування та експлуатації обладнання переробних і харчових виробництв.

ФК 2. Здатність виявляти, оцінювати і реалізовувати раціональні технології в контексті обслуговування та експлуатації обладнання переробних і харчових виробництв.

ФК 3. Здатність застосовувати та вдосконалювати наявні кількісні математичні, наукові й технічні методи, а також комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування.

ФК 4. Здатність використання інформаційних технологій та програмного забезпечення для теорії і практики обслуговування та експлуатації обладнання переробних і харчових виробництв.

ФК 5. Здатність втілювати передові інженерні розробки для отримання практичних результатів.

ФК 6. Здатність до просторового графічного представлення технічних систем.

ФК 7. Здатність використовувати інженерні навички для перетворення місцевих природних ресурсів в продукти або послуги

ФК 8. Здатність вирішувати перспективні завдання сучасного виробництва, спрямовані на задоволення потреб споживачів.

ФК 9. Здатність визначати техніко-економічну ефективність машин, процесів, технологічного обладнання переробних і харчових виробництв й організації галузевого машинобудування та їхніх складників на основі застосовування аналітичних методів і методів комп'ютерного проектування.

ФК 10. Здатність розуміти і враховувати правові, соціальні, екологічні, етичні, економічні й комерційні обмеження та ризики, реалізуючи технічні рішення.

ФК 11. Здатність демонструвати творчий та інноваційний потенціал у проектних розробках.

ФК 12. Здатність використовувати знання на засадах комерційної та економічної діяльності.

ФК 13. Здатність розробляти плани й проекти, спрямовані на досягнення поставленої мети і зорієнтовані на наявні ресурси.

ФК 14. Здатність застосовувати норми галузевих стандартів з експлуатації і обслуговування обладнання.

ФК 15. Здатність використовувати знання в розв'язуванні завдань з підвищення надійності технологічного обладнання, якості продукції та її контролю.

ФК 16. Здатність використовувати знання для вибору конструкційних матеріалів, технологічного обладнання, технологічного процесу.

Методичні рекомендації містять необхідні розрахункові формули та систематизовані дані основних розрахунків технологічного обладнання за 10-варіантною схемою і забезпечують виконання розділу 3 «Розрахунок і підбір обладнання» випускної кваліфікаційної роботи. Виконання інших розділів слід виконувати, дотримуючись в основному рекомендацій, викладених в посібниках [1, 2, 3, 5, 8, 10].

Обсяг випускної кваліфікаційної роботи

Випускна кваліфікаційна робота РВО «Бакалавр» складається з пояснювальної записки обсягом 50...60 сторінок тексту в комп'ютерному наборі на аркушах формату А4 (210×297 мм) і графічної частини у форматі комп'ютерної презентації обсягом 5...6 слайдів.

Зміст пояснювальної записки кваліфікаційної роботи

Найменування розділів	К-ть стор.
Вступ	5-6
1 Аналіз технологічного процесу виробництва продукту	8-10
2 Характеристика апаратурно-технологічної схеми	8-10
3 Розрахунок і підбір обладнання	8-10
4 Будова і принцип дії обладнання	8-10
5 Експлуатація та технічне обслуговування обладнання	8-10
6 Охорона та безпека праці	5-6
Висновки	1-2
Список використаних джерел	2-3
Додатки	

Для виконання розрахунків даного обладнання студент повинен творчо попрацювати з технічною та спеціальною літературою для знаходження окремих коефіцієнтів, привести усі одиниці у відповідність з системою СІ.

Титульний лист випускної кваліфікаційної роботи оформлюється згідно з додатком А.

Завдання до випускної кваліфікаційної роботи оформлюється згідно з додатком Б.

Слайди презентації роздруковуються та розміщуються в пояснювальній записці в розділі Додатки.

Розрахунок маслоготовлювача

1. Розрахунок приводу з механічним регулюванням частоти обертання шнекового текстуратора.

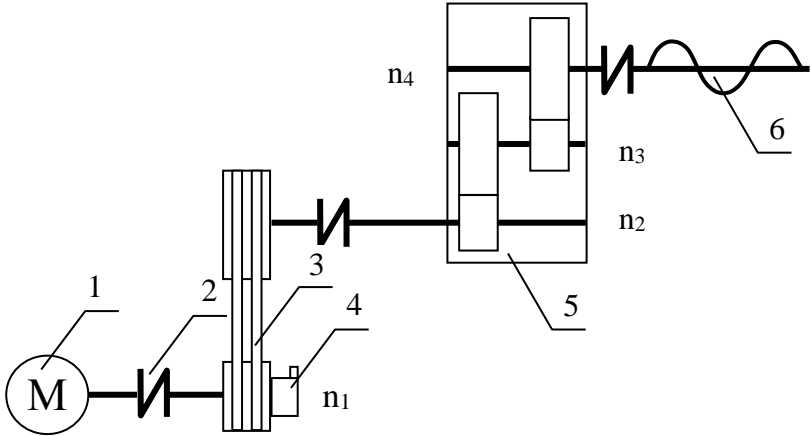


Рис. 1.1 Кінематична схема приводу текстуратора із механічним регулюванням: 1 – електродвигун; 2 – муфта; 3 – клинопасова передача; 4 – варіатор; 5 – редуктор; 6 – шнек

Електродвигун асинхронний: $n_{1дв} = 1455 \text{ об/хв}$;

$N_{дв.потр} = 6,1 \text{ кВт}$, $N_{дв} = 7,5$.

Редуктор двоступінчатий: $n_{4min} = 20 \text{ об/хв}$;

$i_{вар.min}$ для $n_{4max} = 60 \text{ об/хв}$

1.1. Загальний ККД приводу визначається за формулою:

$$\eta_{заг} = \eta_{ред} \cdot \eta_{вар} \cdot \eta_{підш}^4 \quad (1)$$

де $\eta_{ред}$ – к.к.д. редуктора;

$\eta_{вар}$ – к.к.д. варіатора;

$\eta_{підш}^4$ – к.к.д. підшипника.

$$\eta_{заг} = 0,89$$

1.2. Потрібна потужність електродвигуна визначається за формулою:

$$N_{1\text{дв.номр.}} = \frac{N_4}{\eta_{\text{заг.}}}, \quad (2)$$

де N_4 – потужність на 4 валу, кВт .

$$N_{1\text{дв.номр.}} = 6,1$$

Приймаємо електродвигун асинхронний серії 4А112М2, у якого потужність $N_1 = 7,5 \text{ кВт}$, синхронна частота обертання $n = 1500 \text{ об/хв}$.

Тоді номінальна частота обертання буде:

$$n_{1\text{дв.}} = n - 0,03 \cdot n = 1455 \text{ об/хв}$$

1.3. Загальне передаточне число приводу для забезпечення мінімальної частоти обертання $n_{4\text{min}} = 20 \text{ об/хв}$. визначається за формулою:

$$i_{\text{заг.}} = \frac{n_{1\text{дв.}}}{n_{4\text{min}}}, \quad (3)$$

де n_1 – частота обертання ротора двигуна, об/хв .

$$i_{\text{заг.}} = 72,75$$

1.4. Передаточне число варіатора для забезпечення мінімальної частоти обертання $n_{4\text{min}} = 20 \text{ об/хв}$. визначається за формулою:

$$i_{\text{заг.}} = i_{\text{вар.мах.}} \cdot i_I \cdot i_{II}, \quad (4)$$

де i_I – передаткове число I ступені;

i_{II} – передаткове число II ступені.

Приймаємо передаточне число першої ступені редуктора $i_I = 3,55$; передаточне число другої ступені редуктора $i_{II} = 2,8$ звідки

$$i_{\text{вар.мах.}} = \frac{i_{\text{заг.}}}{i_I \cdot i_{II}}. \quad (5)$$

$$i_{\text{вар.мах.}} = 7,32$$

1.5. Загальне передаточне число приводу для забезпечення максимальної частоти обертання $n_{4max} = 60$ об/хв визначається за формулою:

$$i_{заг} = \frac{n_{1дв}}{n_{4max}} \quad (6)$$

$$i_{заг} = 24,25$$

1.6. Передаточне число варіатора для забезпечення максимальної частоти обертання $n_{4max} = 60$ об/хв. визначається за формулою:

$$i_{заг} = i_{вар. min} \cdot i_I \cdot i_{II} \quad (7)$$

звідки

$$i_{вар. min} = \frac{i_{заг}}{i_I \cdot i_{II}} \quad (5)$$

$$i_{вар. min} = 2,44$$

Таким чином варіатор забезпечує мінімальну, $n_{4min} = 20$ об/хв і максимальну $n_{4max} = 60$ об/хв частоту обертання вала.

Подальший розрахунок проводимо для забезпечення мінімальної частоти обертання четвертого вала, тобто $n_{4min} = 20$ об/хв і передаткового числа варіатора $i_{вар. max} = 7,32$.

1.7. Частота обертання третього вала приводу визначається за формулою:

$$n_3 = n_{4min} \cdot i_{II} \quad (9)$$

$$n_3 = 56 \text{ об/хв}$$

1.8. Частота обертання другого вала приводу визначається за формулою:

$$n_2 = n_3 \cdot i_I \quad (10)$$

$$n_2 = 198,8 \text{ об/хв}$$

1.9. Кутова швидкість на валах приводу визначається за формулою:

$$\omega_1 = \frac{\pi \cdot n_1}{30} \quad (11)$$

$$\omega_1 = 152,29 \text{ рад/с}$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} \quad (12)$$

$$\omega_2 = 20,80 \text{ рад/с}$$

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} \quad (13)$$

$$\omega_3 = 5,86 \text{ рад/с}$$

$$\omega_4 = \frac{\pi \cdot n_{4min}}{30} \quad (14)$$

$$\omega_4 = 2,09 \text{ рад/с}$$

1.10 Обертальный момент на валах приводе визначається за формулою:

$$M_1 = \frac{M_{10в.номр}}{\omega_1} \quad (15)$$

$$M_1 = 40,05 \text{ Нм}$$

$$M_2 = M_1 \cdot i_{вар.мах} \cdot \eta_{вар} \quad (16)$$

$$M_2 = 278,5 \text{ Нм}$$

$$M_3 = M_2 \cdot i_1 \cdot \eta_I \quad (17)$$

$$M_3 = 968,9 \text{ Нм}$$

$$M_4 = M_3 \cdot i_{II} \cdot \eta_{II} \quad (18)$$

$$M_4 = 2658,66 \text{ Нм}$$

2 Розрахунок приводу з електричним обертанням шнекового текстура тора.

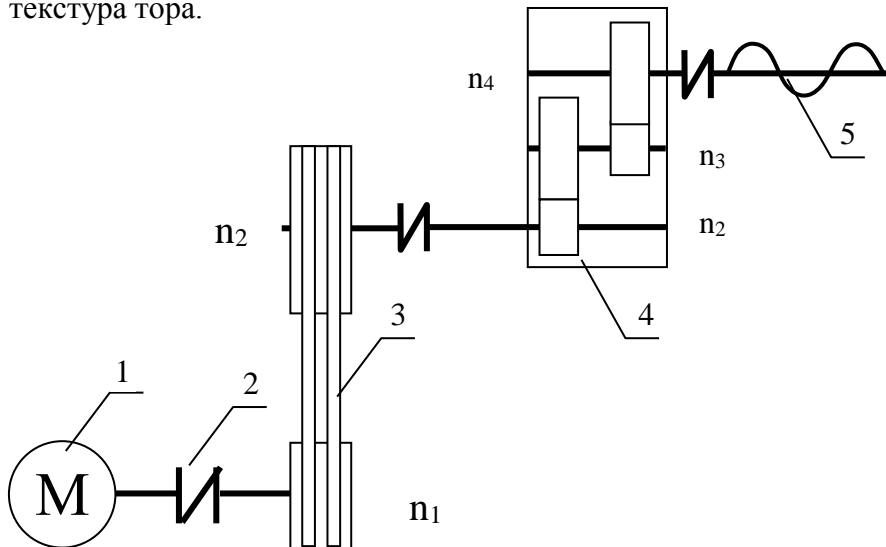


Рис. 2.1 Кінематична схема приводу текстулятора з електричним регулюванням: 1 – електродвигун; 2 – муфта; 3 – клинопасова передача; 4 – редуктор; 5 – шнек

Електродвигун постійного струму: $n_{iдв.мін}=1450$ об/хв;
 $n_{iдв.маx}=5000$ об/хв;
 $N_{iдв.потр} = 6,1$ кВт, $N_{iдв}=7,5$ кВт .

2.1. Загальний ККД приводу визначається за формулою:

$$\eta_{заг} = \eta_{ред} \cdot \eta_{вар} \cdot \eta_{підш}^4 \quad (19)$$

де $\eta_{ред}$ – к.к.д. редуктора;

$\eta_{вар}$ – к.к.д. варіатора;

$\eta_{підш}^4$ – к.к.д. підшипника.

$$\eta_{заг}=0,89$$

2.2. Потрібна потужність електродвигуна визначається за формулою:

$$N_{1\text{дв.номр.}} = \frac{N_4}{\eta_{\text{заг.}}}, \quad (20)$$

де N_4 – потужність на 4 валу, кВт .

$$N_{1\text{дв.номр.}} = 6,1 \text{ кВт}$$

Приймаємо електродвигун постійного струму серії *4ПФ112М*, у якого потужність $N_{1\text{дв.}}=7,5 \text{ кВт}$, напруга 440 в (потрібен трансформатор) номінальна частота обертання $n_{1\text{дв.}}=1450 \text{ об/хв}$. Максимальна частота обертання $n_{1\text{дв.мах}}=1450 \text{ об/хв}$.

2.3. Загальне передаточне число приводу для забезпечення мінімальної частоти обертання $n_{4\text{min}} = 20 \text{ об/хв}$. визначається за формулою:

$$i_{\text{заг}} = \frac{n_{1\text{дв.}}}{n_{4\text{min}}}, \quad (21)$$

де n_1 – частота обертання ротора двигуна, об/хв .

$$i_{\text{заг}} = 72,5$$

2.4. Потрібна максимальна частота обертання вала електродвигуна для забезпечення максимальної швидкості $n_{4\text{мах}} = 60 \text{ об/хв}$.

$$n_{1\text{дв.мах}} = n_{4\text{мах}} \cdot i_{\text{заг}} \quad (22)$$

$$n_{1\text{дв.мах}} = 4350 \text{ об/хв}$$

Таким чином, максимальна частота обертання вала електродвигуна забезпечена.

Подальший розрахунок проводимо при мінімальній частоті обертання вала електродвигуна, $n_{1\text{дв.мін}}=1450 \text{ об/хв}$.

2.5. Частота обертання третього вала приводу.

Приймаємо передаточне число другої ступені редуктора $i_{II}=2,8$.

$$n_3 = n_{4\text{мін}} \cdot i_{II} \quad (23)$$

$$n_3 = 56 \text{ об/хв}$$

2.6. Частота обертання другого вала приводу, приймаємо передаточне число першої ступені редуктора $i_I=3,55$.

$$n_2 = n_3 \cdot i_I \quad (24)$$

$$n_2 = 198,8 \text{ об/хв}$$

2.7 Уточнюємо передаточне число клинопасової передачі.

$$i_{\text{кл.пас}} = \frac{n_{1\text{дв.мін}}}{n_2} \quad (25)$$

$$i_{\text{кл.пас}} = 7,29$$

2.8. Кутова швидкість на валах приводу

$$\omega_{1\text{мін}} = \frac{\pi \cdot n_{1\text{мін}}}{30} \quad (26)$$

$$\omega_{1\text{мін}} = 151,76 \text{ рад/с}$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} \quad (27)$$

$$\omega_2 = 20,80 \text{ рад/с}$$

$$\omega_3 = \frac{\pi \cdot n_3}{30} \quad (28)$$

$$\omega_3 = 5,86 \text{ рад/с}$$

$$\omega_4 = \frac{\pi \cdot n_{4\text{мін}}}{30} \quad (29)$$

$$\omega_{4\text{мін}} = 2,09 \text{ рад/с}$$

2.9 Обертальні моменти на валах приводу

$$M_1 = \frac{M_{1\text{дв.номр}}}{\omega_{1\text{мін}}} \quad (30)$$

$$M_1 = 40,19 \text{ Нм}$$

$$M_2 = M_1 \cdot i_{\text{кл.пас}} \cdot \eta_{\text{кл.пас}} \quad (31)$$

$$M_2 = 278,33 \text{ Нм}$$

$$M_3 = M_2 \cdot i_{I} \cdot \eta_{I1} \quad (32)$$

$$M_3 = 968,31 \text{ Нм}$$

$$M_4 = M_3 \cdot i_{II} \cdot \eta_{II} \quad (33)$$

$$M_4 = 2657 \text{ Нм}$$

2.10 Діаметр на виході четвертого вала d_4

$$d_4 = \frac{M_4}{\sqrt[3]{0.2[\tau]_{np}}} \quad (34)$$

Матеріал четвертого вала приводу: приймаємо леговану сталь 12ХНЗА, з межею міцності $\tau_{\sigma} = 800 \text{ н/мм}^2$.

Для заданої марки сталі приймаємо допустиму напругу на кручення:

$$[\tau]_{np} = 60 \text{ н/мм}^2$$

$$d_{4в} = 60,1 \text{ мм}$$

Приймаємо діаметр вала на виході $d_{4в} = 60 \text{ мм}$

3 Розрахунок приводу збивача з електричним регулюванням частоти обертання.

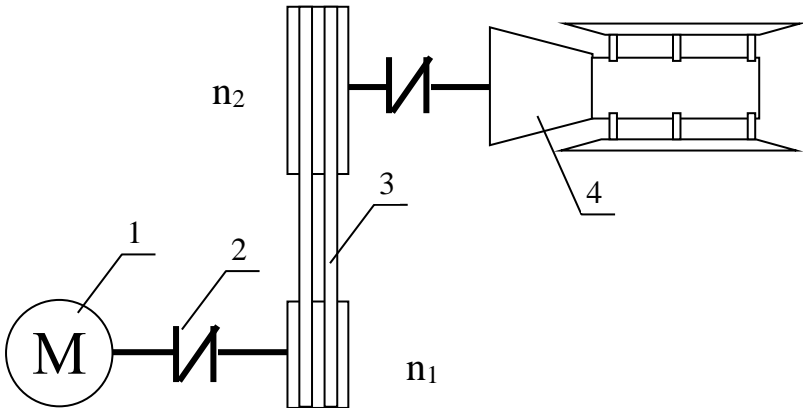


Рис. 3.1 Кінематична схема приводу збивача з електричним регулюванням: 1 – електродвигун; 2 – муфта; 3 – клинопасова передача; 4 – збивальна мішалка.

Електродвигун постійного струму:

$$n_{iдв.min} = 900 \text{ об/хв}; \quad n_{iдв.max} = 5000 \text{ об/хв};$$

$$N_{iдв.номр} = 3.8 \text{ кВт}, \quad N_{iдв} = 4 \text{ кВт}.$$

3.1. Загальний ККД приводу визначається за формулою:

$$\eta_{заг} = \eta_{кл.нас} \cdot \eta_{підш}^2 \quad (35)$$
$$\eta_{заг} = 0,98$$

3.2. Потрібна потужність електродвигуна визначається за формулою:

$$N_{1дв.номр} = \frac{N_2}{\eta_{заг}} \quad (36)$$
$$N_{1дв.номр} = 3,8 \text{ кВт}$$

Приймаємо електродвигун постійного струму серії *4ПФ112S*, у якого потужність $N_{1дв} = 4 \text{ кВт}$, напруга 220 В, номінальна частота обертання $n_{дв} = 900 \text{ об/хв}$. Максимальна частота обертання $n_{дв.мах} = 5000 \text{ об/хв}$.

3.3. Загальне передаточне число приводу для забезпечення мінімальної частоти обертання $n_{2min} = 550 \text{ об/хв}$. визначається за формулою:

$$i_{заг} = \frac{n_{1дв}}{n_{4min}} \quad (37)$$
$$i_{заг} = 1,63 \text{ об/хв}$$

3.4. Потрібна максимальна частота обертання вала електродвигуна для забезпечення максимальної швидкості $n_{2мах} = 2500 \text{ об/хв}$. визначається за формулою:

$$n_{1дв.мах} = n_{2мах} \cdot i_{кл.нас} \quad (38)$$
$$n_{1дв.мах} = 4075 \text{ об/хв}$$

Таким чином, максимальна частота обертання вала електродвигуна забезпечена.

Подальший розрахунок проводимо при мінімальній частоті обертання вала електродвигуна, тобто $n_{1дв.мін} = 900 \text{ об/хв}$.

3.5. Кутова швидкість на валах приводу визначається за формулою:

$$\omega_{1min} = \frac{\pi \cdot n_{1min}}{30} \quad (39)$$

$$\omega_{1\text{дв.}min} = 94,2 \text{ рад/с}$$

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30} \quad (40)$$

$$\omega_2 = 57,56 \text{ рад/с}$$

3.6 Обертальний момент на валах приводу визначається за формулою:

$$M_1 = \frac{M_{1\text{дв.}номп}}{\omega_{1min}} \quad (41)$$

$$M_1 = 40,34 \text{ Нм}$$

$$M_2 = M_1 \cdot i_{\text{кл.}нас} \cdot \eta_{\text{кл.}нас} \quad (42)$$

$$M_2 = 62,46 \text{ Нм}$$

3.7 Діаметр на виході другого вала d_2 визначається за формулою:

$$d_2 = \frac{M_2}{\sqrt[3]{0,2 [\tau] J_{np}}} \quad (43)$$

Матеріал другого вала приводу. Приймаємо вуглецеву сталь 45, допустима напруг на кручення $[\tau]_{np} = 20 \text{ н/мм}^2$.

$$d_2 = 24,99 \text{ мм}$$

Приймаємо: $d_2 = 25 \text{ мм}$

4 Розрахунок технологічних параметрів маслоготовлювача

4.1 Розрахунок продуктивності.

Продуктивність маслоготовлювача безперервної дії по кількості вихідних вершків визначається за формулою:

$$M_m = 3600 \cdot f_1 \cdot v_1, \quad (44)$$

де f_1 – площа поперечного перетину отворів в диску, м^2 ;

v_1 – швидкість витікання вершків з диску, $2,3 \text{ м/с}$.

$$f_1 = \frac{\Pi \cdot d_0^2}{4}, \quad (45)$$

де d_0 – діаметр соплового диску, $0,14 \text{ мм}$;

$$f_l = 0,00015 \text{ м}^2$$

$$M_M = 1,26 \text{ м}^3/\text{год}$$

4.2 Продуктивність камери збивача визначається:

$$Q = C \cdot n_M^{2,5} \cdot d_M^6 \cdot \mathcal{J}_B^{3,6} \cdot \frac{t_3}{t_{пл}}, \quad (46)$$

де C – коефіцієнт пропорційності;

n_M – частота обертання мішалки, с^{-1} ;

d_M – діаметр мішалки, м;

\mathcal{J}_B – концентрація жиру у вершках, %;

t – температура збивання вершків, $^{\circ}\text{C}$;

$t_{пл}$ – температура плавлення молочного жиру, $^{\circ}\text{C}$.

$$Q = 0,00035 \text{ м}^3/\text{с}$$

4.3 Радіус внутрішньої поверхні підпертій мішалкою біла.

$$r_0 = R \cdot \sqrt{1 - \sqrt{\xi^* \varphi}}, \quad (47)$$

де ξ – коефіцієнт опору тертю;

φ – кут поверхні покритий рідиною;

R – радіус мішалки, м.

$$r_0 = 0,11 \text{ м}$$

4.4 Глибина підпертої рідини (вершків) біла мішалки

$$R - r_0 = b = R \cdot (1 - \sqrt{1 - \sqrt{\xi^* \varphi}}), \quad (48)$$

де b – ширина лопаті мішалки, м

$$R - r_0 = b = 0,035 \text{ м}$$

4.5 Ширину лопаті мішалки знаходимо за формулою

$$b = 0,5R \cdot \sqrt{\xi \cdot \varphi} \quad (49)$$

$$b = 0,031 \text{ м}$$

4.6 Тиск в будь-якому перетині об'єму вершків в збивачі визначається за формулою:

$$p = \frac{\omega^2 \cdot \rho}{2g} \cdot (r^2 - r_0^2), \quad (50)$$

де r – змінний радіус, м;

r_o – радіус внутрішньої поверхні, м;
 ω – кутова швидкість, c^{-1} ;
 ρ – густина вершків, $кг/м^3$.

$$P = 822,7 \text{ Н}$$

4.7 Швидкість проходження вершків через зазор між билем і циліндром визначається за формулою:

$$v_{\zeta\acute{a}} = \mu \cdot \sqrt{2g \cdot h}, \quad (51)$$

де μ – кінематична в'язкість вершків, рівна $0,009 \text{ н}\cdot\text{с}/\text{м}^2$;
 h – висота шару вершків, м.

$$h = \frac{P}{\rho} \quad (52)$$

$$h = 0,83 \text{ м}$$

$$v_{\zeta\acute{b}} = 0,37 \text{ м/с}$$

4.8 Кількість вершків, що проходять через зазор, між билем і циліндром визначаємо за формулою:

$$Q = l \cdot (r - r_o) \cdot v_{\zeta\acute{b}}, \quad (53)$$

де R_n – радіус поверхні циліндра, м;
 R – радіус краю мішалки, м;
 l – довжина збивального циліндру, м.

$$Q = 0,9 \text{ л}$$

4.9 Середня товщина шару вершків визначається за формулою:

$$b_{\acute{n}\acute{d}} = \frac{2 \cdot 0,5 \cdot r \cdot \sqrt{\xi \cdot \varphi}}{3}. \quad (54)$$

$$b_{cp} = 0,021 \text{ м}$$

4.10 Мінімальний об'єм вершків в збивальному циліндрі визначається за формулою:

$$Q_{min} = S_n \cdot b_{cp}, \quad (55)$$

де S_n – площа поверхні, $м^2$

$$S_n = \pi \cdot d \cdot l \quad (56)$$

$$S_n = 1,13 \text{ м}^2$$

$$Q_{min} = 0,023 \text{ м}^2$$

4.11 Витрати енергії на обертання мішалки визначаються за формулою:

$$E = A \cdot \rho \cdot n^{2,8} \cdot D^{4,5} \cdot \mu^{0,2}, \quad (57)$$

де A – коефіцієнт ($0,8 \dots 1$);

ρ – густина вершків, 1002 кг/м^3 ;

n – число обертань за секунду;

D – діаметр циліндра, м^2 ;

μ – в'язкість, нс/м^2 .

$$E = 64,7 \text{ кДж}$$

4.12 Витрати енергії на пересування масла шнеком визначається за формулою:

$$N = M_{кр} \cdot \omega \cdot 10^{-3}, \quad (45)$$

де $M_{кр}$ – обертальний момент на валу шнеку, (2657 нм);

ω – кутова швидкість вала шнека, ($2,09 \text{ с}^{-1}$).

$$N = 5,55 \text{ кВт}$$

Варіанти даних для розрахунку масловиготовлювача

Варіант Дані	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розрахунок технологічних параметрів										
$d_0, \text{мм}$	14	15	16	1,45	1,35	1,38	1,42	1,44	1,52	1,51
v_1	2,3	2,2	2,1	2,5	2	2,5	2,55	2,25	2,35	2,4
$\omega, \text{с}^{-1}$	40	45	50	44	52	55	48	42	54	50
$d_m, \text{мм}$	296									
$J_6, \%$	38	40	36	35	42	36	38	40	36	40
$t_3, ^\circ\text{C}$	12	10	12	10	14	13	12	14	12	12
$t_n, ^\circ\text{C}$	18									
C	$7,54 \cdot 10^{-10}$									
ξ	0,002	0,0025	0,0022	0,003	0,0018	0,002	0,0022	0,0025	0,0018	0,002
φ	90									
$\rho, \text{кг/м}^3$	1002	1004	1006	1002	1003	1004	1002	1005	1002	1003
$R, \text{мм}$	150									
$\mu, \text{нс/м}^2$	0,09									
$l, \text{мм}$	1200									
Розрахунок приводу										
$N_{\text{ідв.номр}}$	3,8	4,0	4,5	5,0	6,1	6,4	7,2	7,5	8,2	8,5
$N_{\text{ідв}}$	4,0	4,2	4,8	5,4	6,8	7,5	8,5	9,1	9,5	10,0
$n_{4\text{min}}$	950	750	950	750	950	1450	950	1450	950	1450
$n_{4\text{max}}$	1450	1450	1450	1450	1450	3000	3000	3000	3000	3000
$\eta_{\text{ред}}$	0,98									
$\eta_{\text{вар}}$	0,95									
$\eta_{\text{ідиш}}$	0,99									
$\eta_{\text{кл.пас}}$	0,95									

Технічні характеристики електродвигунів

Модель	Потужність, кВт	n, об/хв	ККД, %	cosφ	I _н , А	I _п /I _н	M _{max} /M _н	M _п /M _н	Маса
АИР 71А2	0,75	2820	74,0	0,83	4,90	6,1	2,3	2,2	8,5
АИР 71В2	1,1	2790	77,6	0,83	2,70	6,7	2,3	2,2	9,6
АИР 80А2	1,5	2830	78,1	0,84	3,60	7,0	2,3	2,2	15,5
АИР 80В2	2,2	2840	80,6	0,85	5,00	7,0	2,3	2,2	19,5
АИР 90L2	3,0	2845	83,4	0,86	6,50	7,2	2,3	2,2	25,4
АИР100S2	4,0	2870	83,7	0,88	8,40	7,5	2,3	2,2	23
АИР 100L2	5,5	2870	84,8	0,89	11,0	7,5	2,3	2,2	28
АИР 12M2	7,5	2880	85,4	0,88	15,2	7,2	2,4	2,2	49
АИР 32M2	11,0	2900	87,4	0,90	21,8	7,2	2,3	2,2	83
АИР 160S2	15,0	2925	88,4	0,88	30,0	7,1	2,4	2,2	120
АИР160M2	18,5	2925	89,3	0,89	36,3	7,1	2,4	2,2	140
АИР 180S2	22	2940	89,8	0,90	42,7	7,2	2,5	2,0	170
АИР 80M2	30	2940	90,7	0,90	56,9	7,3	2,5	2,1	203
АИР 00M2	37	2940	91,2	0,89	71,0	7,1	2,4	2,1	247
АИР 200L2	45	2945	91,8	0,89	84,9	7,1	2,4	2,1	255
АИР 25M2	55	2960	92,0	0,90	103	7,1	2,4	2,1	325
АИР 250S2	75	2970	92,6	0,90	139	6,9	2,6	2,0	450
АИР 50M2	90	2970	92,5	0,90	167	6,4	2,5	2,0	530
АИР 280S2	110	2970	93,4	0,91	201	6,7	2,3	1,9	650
АИР 80M2	132	2975	93,5	0,91	240	6,4	2,4	1,9	700
АИР 315S2	160	2975	94,4	0,91	289	6,7	2,3	1,9	1170
АИР 15M2	200	2975	94,7	0,92	358	6,6	2,3	1,9	1460
АИР 355S2	250	2970	95,5	0,92	432	7,3	2,2	1,6	1690
АИР 55M2	315	2970	95,8	0,92	453	7,3	2,2	1,6	1860

Технічні характеристики електродвигунів

Модель	Потужність, кВт	n, об/хв	ККД, %	cosφ	I _п , А	I _п /I _н	M _{max} /M _н	M _п /M _н	Маса
АИР 71В4	0,75	1360	71,3	0,77	2,20	5,7	2,3	2,2	9,6
АИР 80А4	1,1	1375	74,5	0,76	3,04	5,8	2,3	2,3	16,0
АИР 80В4	1,5	1390	77,5	0,78	3,95	6,2	2,3	2,3	19,5
АИР 90L4	2,2	1400	80,0	0,81	5,30	6,8	2,3	2,3	25
АИР 100S4	3,0	1420	81,4	0,82	7,20	7,0	2,3	2,3	34
АИР 100L4	4,0	1420	82,8	0,81	9,30	7,0	2,3	2,3	37
АИРМ 112М4	5,5	1430	84,1	0,82	12,3	6,6	2,3	2,3	55
АИР 132S4	7,5	1440	86,0	0,84	16,1	6,7	2,3	2,2	76
АИР 132М4	11,0	1450	87,1	0,84	23,1	6,8	2,3	2,2	88
АИР 160S4	15,0	1455	88,7	0,85	30,8	6,8	2,3	2,2	138
АИР 160М4	18,5	1455	89,8	0,86	37,8	6,8	2,3	2,2	142
АИР 180S4	22	1465	90,6	0,86	44,4	7,0	2,4	2,1	177
АИР 180М4	30	1465	91,2	0,86	59,6	6,8	2,3	2,1	190
АИР 200М4	37	1470	92,0	0,87	73,1	7,0	2,3	2,2	247
АИР 200L4	45	1465	92,3	0,87	88,4	6,9	2,4	2,2	260
АИР 225М4	55	1480	92,4	0,87	106	6,7	2,3	2,2	326
АИР 250S4	75	1475	92,9	0,86	146	6,9	2,3	2,2	477
АИР 250М4	90	1475	93,3	0,87	170	6,4	2,4	2,2	485
АИР 280S4	110	1480	93,8	0,88	207	6,6	2,2	2,1	731
АИР 280М4	132	1480	93,8	0,88	244	6,7	2,3	2,3	710
АИР 315S4	160	1480	94,8	0,89	297	6,8	2,4	2,3	1053
АИР 315М4	200	1480	95,0	0,89	369	6,4	2,4	2,2	1243
АИР 355S4	250	1490	95,5	0,91	440	6,8	2,3	2,3	1720
АИР 355М4	315	1490	95,8	0,91	550	6,8	2,3	2,3	1870

Технічні характеристики електродвигунів

Модель	Потужність, кВт	n, об/хв	ККД, %	cosφ	I _n , А	I _п /I _n	M _{max} /M _n	M _п /M _n	Маса
АИР 80А6	0,75	910	69,0	0,72	2,29	5,3	2,1	2,0	16,7
АИР 80В6	1,1	910	72,1	0,74	3,18	5,3	2,1	2,0	20
АИР 90L6	1,5	920	76,0	0,74	4,20	6,0	2,1	2,0	25
АИР 100L6	2,2	930	77,1	0,76	5,90	6,3	2,1	2,0	38
АИРМ 112МА6	3,0	935	80,1	0,76	7,90	5,7	2,2	2,1	46
АИРМ 112МВ6	4,0	935	80,7	0,77	10,3	5,7	2,1	2,1	50
АИР 132S6	5,5	955	82,8	0,78	13,4	6,3	2,1	2,1	75
АИР 132M6	7,5	960	84,1	0,80	17,2	6,2	2,2	2,1	145
АИР 160S6	11,0	965	86,8	0,79	24,6	6,3	2,2	2,0	141
АИР 160M6	15,0	965	88,2	0,81	33,0	6,5	2,2	2,0	155
АИР 180M6	18,5	970	88,9	0,82	39,0	6,6	2,1	2,1	200
АИР 200M6	22	975	89,7	0,83	45,2	6,3	2,2	2,1	233
АИР 200L6	30	975	89,8	0,84	61,8	6,5	2,2	2,1	250
АИР 225S6	37	980	91,3	0,85	73,5	6,6	2,1	2,1	360
АИР 225M6	45	980	92,0	0,85	90,1	6,7	2,2	2,1	465
АИР 250S6	55	985	92,4	0,84	110	6,8	2,3	2,2	520
АИР 280S6	75	985	93,0	0,85	150	6,9	2,1	2,0	800
АИР 280M6	90	985	92,9	0,85	177	6,6	2,2	2,2	800
АИР 315S6	110	985	94,2	0,86	207	6,3	2,2	2,0	1045
АИР 315M6	132	985	94,4	0,87	244	6,1	2,2	2,0	1103
АИР 355S6	160	990	94,8	0,88	291	7	2	2	1620
АИР 355M6	200	990	95	0,88	363	7	2	2	1730

Технічні характеристики електродвигунів

Модель	Потужність, кВт	n, об/хв	ККД, %	cosφ	I _n , А	I _n /I _н	M _{max} /M _n	M _n /M _n	Маса
АИР 90LA8	0,75	685	72,4	0,70	2,33	4,0	2,0	1,9	30
АИР 90LB8	1,1	685	73,0	0,69	3,27	4,0	2,0	1,9	26
АИР 100L8	1,5	690	73,5	0,72	4,50	4,7	2,0	1,9	38
АИРМ 112МА8	2,2	700	75,6	0,71	6,40	4,9	2,1	2,0	46
АИРМ 112МВ8	3,0	700	76,9	0,71	8,60	5,0	2,1	2,0	53
АИР 132S8	4,0	715	81,9	0,78	10,8	5,6	2,1	2,1	82
АИР 132M8	5,5	715	80,9	0,74	14,7	5,6	2,1	2,1	90
АИР 160S8	7,5	720	85,2	0,74	19,2	5,8	2,1	2,0	148
АИР 160M8	11,0	720	86,4	0,76	27,3	5,8	2,1	2,0	155
АИР 180M8	15,0	725	87,6	0,78	34,5	6,2	2,0	2,0	210
АИР 200M8	18,5	730	89,0	0,78	41,6	6,2	2,1	1,9	250
АИР 200L8	22	730	89,6	0,78	49,4	6,2	2,1	2,0	260
АИР 225M8	30	735	90,6	0,78	65,3	6,5	2,1	2,0	360
АИР 250S8	37	735	90,5	0,77	82,1	6,2	2,3	2,1	465
АИР 250M8	45	735	91,5	0,77	99,1	6,2	2,3	2,1	520
АИР 280S8	55	735	92,0	0,80	121	6,0	2,0	1,9	725
АИР 280M8	75	740	92,0	0,81	154	5,8	2,1	1,9	800
АИР 315S8	90	740	93,8	0,82	178	6,2	2,3	2,0	1160
АИР 315M8	110	740	94,0	0,82	217	6,1	2,2	2,0	1175
АИР 355S8	132	745	93,5	0,82	265	6,5	1,9	2,0	1700
АИР 355M8	160	745	93,5	0,83	315	6,5	1,9	2,0	1730

Література

1. Богомолів О.В., Гурський П.В., Богомолів В.П. Курсове та дипломне проектування обладнання харчових і переробних підприємств. Х.:–Еспада, 2004. 432с.
2. Монтаж, ремонт, наладка обладнання молочної промисловості / Гурський П.В., Перцевий Ф.В., Тіщенко Л.М., Богомолів О.В. та ін. За ред. Перцевого Ф.В., Гурського П.В. – Харків: ХДУХТ – 2001.– 230 с.
3. Курсове та дипломне проектування: Оформлення записки та графічної частини згідно з ЄСКД. Навчальний посібник. / Богомолів О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А., Токолов Ю.І., Шерстюк В.С., Маніло В.Л. ХНТУСГ. –Харків: 2010. –150 с.
4. Обладнання підприємств переробної і харчової промисловості / В.Г.Мирончук, І.С. Гулий, М.М. Пушанко, Л.О. Орлов та ін. За ред. доктора технічних наук, професора Мирончука В.Г. – Вінниця : Нова книга, 2007 – 648 с.
5. Експлуатація обладнання та машин переробних і харчових виробництв. Навчальний посібник. / Богомолів О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А., Токолов Ю.І., Шерстюк В.С., Маніло В.Л. Харків: «Міська друкарня», 2014–253 с.
6. Красов Б.В. Эксплуатация, ремонт и наладка технологического оборудования молочной промышленности, М.: –Легкая и пищевая промышленность, 1981.
7. Аболмасов Г.Ф., Тарасов Ф.М., Шестов Р.Н. Примеры и задачи по курсу технологического оборудования предприятий молочной промышленности, М.: – Машиностроение, 1966.
8. Кондиціювання та холодозабезпечення переробних і харчових виробництв. Навчальний посібник. / Гурський П.В., Богомолів О.В., Бредихін В.В., Денисенко С.А. та ін. Харків: Х.: ТОВ «Діса плюс», 2019. – 256 с.
9. Гальперин Д.М. Оборудование молочных предприятий: монтаж, наладка ремонт. М.:– Пищевая промышленность, 1990.
10. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях в дипломному проектуванні переробних і харчових виробництв/ Богомолів О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А., Токолов Ю.І., Шерстюк В.С., Маніло В.Л. ХНТУСГ. –Харків: 2013. –185 с.

Додаток А

Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка

(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут переробних і харчових виробництв

(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра обладнання та інжинірингу переробних і харчових
виробництв

(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до випускової кваліфікаційної роботи

РВО Бакалавр

(рівень вищої освіти)

на тему: Аналіз процесу

Виконав: студент 4 курсу, групи П17-26

зі спеціальності

133 – Галузеве машинобудування

(шифр і назва спеціальності)

за освітньою програмою

Інженерія переробних і харчових виробництв

(назва освітньої програми)

Іванов І. О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

_____ (прізвище та ініціали)

Рецензент

_____ (прізвище та ініціали)

«10» червня 2021 року

Додаток Б

Харківський національний технічний університет сільського
господарства імені Петра Василенка

(повне найменування вищого навчального закладу)

Інститут, факультет Переробних і харчових виробництв
Кафедра Обладнання та інжинірингу переробних і харчових
виробництв
Рівень вищої освіти Бакалавр
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)
Освітня програма Інженерія переробних і харчових виробництв
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Богомолів О.В.

“ ___ ” ___ 20__ року

ЗАВДАННЯ
на випускню кваліфікаційну роботу студенту
Іванов Іван Олександрович

1. Тема Аналіз процесу

керівник роботи _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджена наказом вищого навчального закладу від _____
№ _____

2. Строк подання роботи 10 червня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи _____

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін	ш.м.
1	Вступ		
2	Аналіз технологічного процесу виробництва продукту		
3	Характеристика апаратурно-технологічної схеми		
4	Розрахунок і підбір обладнання		
5	Будова і принцип дії обладнання		
6	Експлуатація та технічне обслуговування обладнання		
7	Охорона та безпека праці		
	Висновки		
	Список літератури		

Бакалавр

(підпис)

Іванов І.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Навчальне видання

Гурський П.В.

Богомолов О.В.

Денисенко С.А.

Іващенко С.Г.

Шерстюк В.С.

Методичні вказівки
до виконання розділу

**РОЗРАХУНОК МАСЛОВИГОТОВЛЮВАЧА
БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ А1-ОЛО**

випускної кваліфікаційної роботи РВО «бакалавр»

Для студентів стаціонару та заочної форми навчання

Комп'ютерний набір та верстка: П.В.Гурський

Підп. до друку

Зам. № 64

Формат паперу 60x84 1/16 Обл. - вид. арк. 1,5

Тираж 100 Ризограф TR 1510 № 80654645

ХНТУСГ, 61023, м. Харків, вул. Мироносицька 92, кім.204

Підготовлено та надруковано кафедрою «Обладнання та інжинірингу переробних і харчових виробництв» Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка

