

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ



Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка

Методичні вказівки
до виконання розділу

РОЗРАХУНОК ТІСТОМІСИЛЬНОЇ МАШИНИ БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ

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.Богомолов, С.А.Денисенко, С.Г.Іващенко,
В.С.Шерстюк**

Розрахунок тістомісильної машини безперервної дії: Методичні вказівки до виконання розділу випускної кваліфікаційної роботи рівня вищої освіти «Бакалавр» студентам денної та заочної форми навчання.
- Х.: ХНТУСГ, 2021. - 21 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., Богомолов 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 тістомісильної машини безперервної дії

1. Розрахунок продуктивності.

Продуктивність тістомісильної машини (кг/год) розраховують за формулою

$$P_m = P_{II} k_1 (100 + y) \cdot 0.01, \quad (1)$$

де P_{II} — продуктивність печі по гарячому хлібу, кг/год;

y — упікання, %;

k_1 — коефіцієнт, який враховує вірогідні зупинки машин на зачистку та регулювання, приймається 1,1.

Місткість робочої камери визначається за формулою:

$$V_{II} = P_m \frac{\tau}{3600 \rho k_1}, \quad (2)$$

де P_m — продуктивність тістомісильної машини, кг/год;

τ — тривалість замісу, с;

k_1 — коефіцієнт заповнення робочої камери, дорівнює 0,5...0,8.

ρ — густина, кг/м³.

При виконанні перевірного розрахунку існуючої машини продуктивність визначають за наступною формулою

$$P_{II} = 3600 V_{II} \rho \frac{k_2}{\tau}, \quad (3)$$

де τ_0 — тривалість допоміжних операцій, с;

Інтенсивність процесу замішування, Вт/н

$$U = \frac{A_{II}}{\tau}, \quad (4)$$

де A_{II} — питома робота замісу за 1 оберт робочої лопаті, Дж/об;

τ – тривалість замісу, с.

$$A_{\Pi} = A \cdot n \cdot \frac{\tau}{m}, \quad (5)$$

$$A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4, \quad (6)$$

тут A – загальна робота змішувача, знаходиться з балансу витрат енергії за 1 цикл, Дж/об;

$A_1 - A_4$ – робота, затрачена відповідно на перемішування маси, переміщення робочих органів машини, нагрів маси, що замішується, металевих частин машини, які з нею контактують, зміну структури маси, Дж/об;

m – маса тіста, кг;

n – частота обертання, об/хв.

Потужність приводного двигуна

$$P = \frac{A \cdot n}{\eta} \quad (7)$$

де A – загальна робота змішувача, Дж/об;

n – частота обертання месильної лопатки, об/хв;

η – ККД приводного двигуна.

З таблиці 1 вибираємо тип двигуна та його характеристики:

Тип двигуна

Потужність $P = \dots\dots\dots$ кВт

Частота обертання $n_1 = \dots\dots\dots$ об/хв.

2. Розрахунок відкритої циліндричної передачі.

Потужність приводу тістомісильної машини становить 5 кВт.

Передаткове відношення (u) передачі (рис.1.) розраховується за формулою:

$$u = \frac{n_1}{n_2}, \quad (8)$$

де n_1 – частота обертів електродвигуна, об/хв;
 n_2 – частота обертання місильного органу, об/хв.

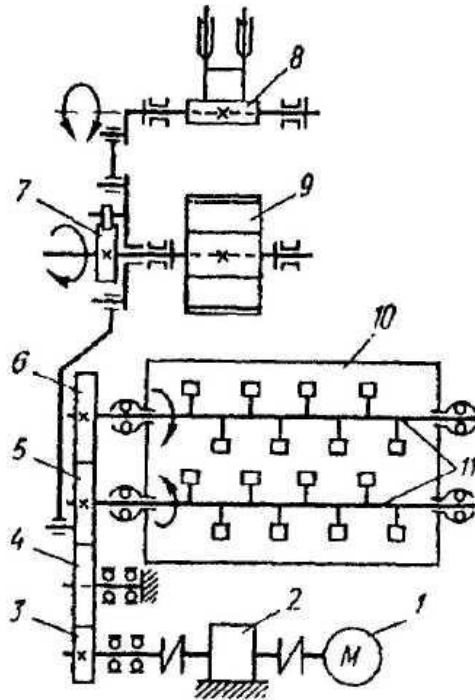


Рис.. 1. Кінематична схема тістомісильної машини И8-ХТА-12/1: 1 – електродвигун; 2 – редуктор; 3–6 – зубчаті передачі; 7 – храповий механізм; 8 – розпушувач; 9 – роторний дозатор; 10 – місильна камера; 11 – місильні вали

Крутний момент, прикладений від електродвигуна до вала шестірни:

$$M_{KP} = 9550 \frac{N}{n_1}. \quad (9)$$

Матеріал зубчастого колеса.

Для шестірні та колеса застосовуємо сталь 45 поліпшену (застосовується при індивідуальному й дрібносерійному виробництві зубчастих коліс). Механічні характеристики цього матеріалу:

$$\sigma_m = 450 \text{ МПа}; \sigma_6 = 750 \text{ МПа}$$

Твердість зубців шестірні $HB_1 = 230$

Твердість зубців колеса $HB_2 = 215$

Припустима контактна напруга вигину зубів:

$$[\sigma_F] = \frac{\sigma_F \lim b \cdot k_{FL}}{S_F}, \quad (10)$$

де: $\sigma_F \lim b$ - границя витривалості під час вигину для базової кількості циклів при обраному матеріалі $HB < 350$;

S_F - коефіцієнт безпеки сталі, $S_F = 2$

$$\sigma_F \lim b = 1,8HB \quad (11)$$

- для зубців шестірні

$$\sigma_F \lim b_1 = 1,8HB_1 \quad (12)$$

- для зубців колеса

$$\sigma_F \lim b_2 = 1,8HB_2 \quad (13)$$

$$k_{FL} = \sqrt[6]{\frac{N_{FO}}{N_{FE}}}, \quad (14)$$

де

$$N_{FO} = 30 \cdot HB^{2,4}, \quad (15)$$

- для шестірні

$$N_{FO1} = 30 \cdot HB_1^{2,4}, \quad (16)$$

- для колеса

$$N_{FO2} = 30 \cdot HB_2^{2,4}, \quad (17)$$

N_{FE} - еквівалентне число циклів зміни напруг

$$N_{FE} = 60nL_h, \quad (18)$$

де L_h - термін служби передачі. Приймаємо $L_h = 10000$ год.

- для шестірні

$$N_{FE1} = 60nL_h, \quad (19)$$

- для колеса

$$N_{FE2} = \frac{N_{FE1}}{u}. \quad (20)$$

Одержуємо:

- для шестірні

$$[\sigma_{F1}] = \frac{\sigma_F \lim b_1 \cdot k_{FL}}{S_F}, \quad (21)$$

- для колеса

$$[\sigma_{F2}] = \frac{\sigma_F \lim b_2 \cdot k_{FL}}{S_F}. \quad (22)$$

Вибір кількості зубців

Міжосьова відстань:

$$a_w = k_a (u + 1) \cdot \sqrt[3]{\frac{M_{sp} \cdot K_{HB}}{u \cdot \varphi_{ba} [\sigma_F]^2}}, \quad (23)$$

де: φ_{ba} - коефіцієнт ширини вінця зубчастого колеса щодо міжосьової відстані; $\varphi_{ba} = 0,25$

k_a - допоміжний коефіцієнт, $k_a = 405$ – для прямозубих коліс.

K_{HB} - коефіцієнт нерівномірності навантаження по ширині вінця зубчастого колеса, $K_{HB} = 1$.

$$\varphi_{bd} = \varphi_{ba} \frac{u+1}{2} \quad (24)$$

Визначаємо ширину зубчастого колеса.

- ширина вінця зубчастого колеса:

$$b_2 = \varphi_{ba} \cdot a_w, \quad (25)$$

- ширина вінця шестірни:

$$b_1 = b_2 + (2..5). \quad (26)$$

Приймаємо рівним

Вибираємо модуль зачеплення.

$$m_n = 0,015a_w. \quad (27)$$

Вибираємо кількість зубців:

Сумарне кількість зубців

$$z_c = 2 \cdot \frac{a_w}{m_n}. \quad (28)$$

Кількість зубців шестірни:

$$z_1 = \frac{z_c}{u+1}. \quad (29)$$

Кількість зубців колеса:

$$z_2 = z_c - z_1. \quad (30)$$

Визначаємо діаметри кіл коліс:

Діаметри ділильних кіл:

$$d_1 = m_n z_1. \quad (31)$$

$$d_2 = m_n z_2. \quad (32)$$

Діаметри кіл виступів:

$$d_{a1} = d_1 + 2m_n \quad (33)$$

$$d_{a2} = d_2 + 2m_n \quad (34)$$

Діаметри кіл западин:

$$d_{f1} = d_1 - 2,5m_n \quad (35)$$

$$d_{f2} = d_2 - 2,5m_n \quad (36)$$

Визначаємо колову швидкість коліс.

Колова швидкість:

$$V = \frac{\pi d_1 n_1}{60 \cdot 1000}. \quad (37)$$

Відкриті зубчасті передачі зазвичай виконуються за 9-им ступенем точності.

Варіанти завдань до розрахунку тістомісильної машини

Вариант	Продукт	I _п , кг/год	γ, %	τ, с	m, кг	A ₁ , Дж/об	A ₂ , Дж/об	A ₃ , Дж/об	A ₄ , Дж/об	n, об/хв	ρ, кг/м ³	η
												0,7...0,85
1	Тісто з пшеничного борошна 1 гатунку	550	7	320	100	9,810	1,401	1,807	0,981	80	1026	0,7...0,85
2				320		20,423	1,696	2,393	2,042	80	1027	
3				315		14,127	2,018	2,179	1,413	85	1028	
4				310		16,580	2,369	2,366	1,658	85	1029	
5				305		26,800	2,747	2,952	2,680	90	1030	
6				300		22,075	3,154	2,741	2,207	90	1031	
7				295		43,213	3,588	2,090	4,321	95	1032	
8				290		28,358	4,051	3,118	2,835	95	1033	
9				285		38,299	4,541	3,598	3,830	100	1034	
10				280		54,693	4,541	2,250	5,469	100	1035	

Таблиця 1.

Основні технологічні дані асинхронних двигунів серії 4А за
ГОСТ 19523–81 закритого виконання для обдування

Потужність P , кВт	Тип двигуна	Частота обертання, об/хв	$\frac{T_{пуску}}{T_{ном}}$	$\frac{T_{макс}}{T_{ном}}$	ККД, %	$\cos \varphi$
Синхронна частота обертання 1000 об/хв						
1,1	4А80В6УВ	920	2,0	2,2	74,0	0,74
1,5	4А90L6У3	935			75,0	0,74
2,2	4А1006У3	950			81,0	0,73
3	4А112МА6У3	955			81,0	0,76
4	4А112МВ6У3	950			82,0	0,81
5,5	4А132S6У3	965			85,0	0,80
7,5	4А132М6У3	970			85,5	0,81
11,0	4А160S6У3	975	1,2	2,0	86,0	0,86
15,0	4А160М6У3	975			87,5	0,87
18,5	4А180М6У3	975			88,0	0,87
22,0	4А200М6У3	975			90,0	0,90
30,0	4А200L6У3	980			90,5	0,90

Література

1. Богомоллов О.В., Гурський П.В., Богомоллова 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., Богомоллов 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. / Богомоллов 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. / Богомоллов 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., Богомоллов 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/ Богомоллов О.В., Гурський П.В., Денисенко С.А., Токолов Ю.І., Шерстюк В.С., Маніло В.Л. ХНТУСГ. –Харків: 2013. –185 с.

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 _____ Магістр
Спеціальність _____ 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)
Освітня програма _____ Обладнання переробних харчових виробництв
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Богомолов О.В.

“ ___ ” ___ 20__ року

ЗАВДАННЯ
на випускні кваліфікаційну роботу студенту
Іванов Іван Олександрович

1. Тема _____ Аналіз процесу виробництва молока з обґрунтуванням
вибору відцентрового насоса.

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

затверджена наказом вищого _____ “ ___ ” _____ 2021_року

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	Прим.
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 ТІСТОМІСИЛЬНОЇ МАШИНИ
БЕЗПЕРЕРВНОЇ ДІЇ**
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. Миросицька 92, кім.204

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

