

Міністерство освіти і науки України



Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка

Методичні вказівки
до виконання розділу

РОЗРАХУНОК КУТТЕРА ДЛЯ М'ЯСА

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.Івашенко,
В.С.Шерстюк**

Розрахунок куттера для м'яса: Методичні вказівки до виконання розділу випускної кваліфікаційної роботи рівня вищої освіти «Бакалавр» студентам денної та заочної форми навчання. - Х.: ХНТУСГ, 2021. - 24 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., Івашенко 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 куттера для м'яса

1. Геометричний розрахунок куттера

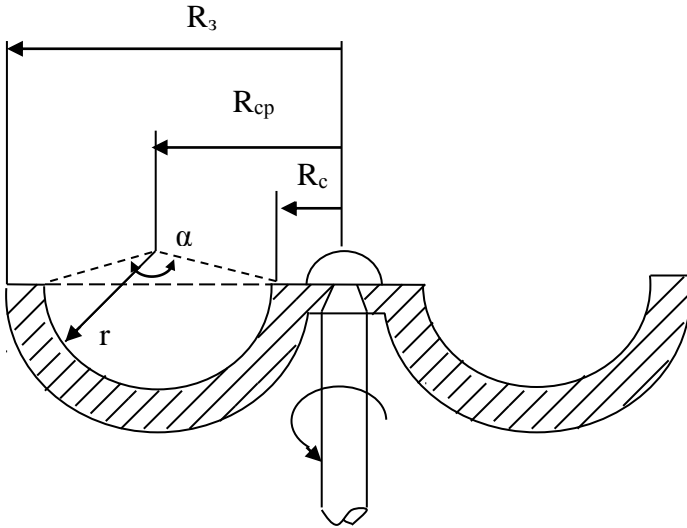


Рис. 1. Розрахункова схема чаші куттера

- R_3 - зовнішній радіус;
- $R_в$ - внутрішній радіус;
- r - радіус поперечного перетину чаші;
- α - кут сектора чаші;
- R_{cp} - середній діаметр чаші, м

Площа поперечного перетину чаші куттера, F_4 , m^2 , розраховується за формулою:

$$F_4 = \frac{r^2}{2} \cdot \left(\frac{\pi d}{180^\circ} - \sin \alpha \right) \quad (1.1)$$

Довжина чаші по середньому діаметру, L_4 , м² розраховується по формулі :

$$L_4 = 2 \cdot \pi R_{\text{ср}} \quad (1.2)$$

$$L_4 = 2 \cdot 3,14 \cdot 0,32 = 2 \text{ м}$$

Об'єм чаші геометричний, V_2 , м³, розраховується за формулою:

$$V_2 = F_4 \cdot L_4 \quad (1.3)$$

Об'єм чаші робочий, V_p , м³, розраховується за формулою :

$$V_p = V_2 \cdot K_3 \quad (1.4)$$

де - K_3 - коефіцієнт заповнення

$$V_p = 0,12 \cdot 0,54 = 0,0648 \text{ м}^3$$

Кількість циклів куттера за годину, $n_{\text{ц}}$, шт, розраховується за формулою:

$$n_{\text{ц}} = \frac{60}{\tau_{\text{ц}}} \quad (1.5)$$

Об'ємна продуктивність куттера, V_0 , м³/год, розраховується за формулою :

$$V_0 = V_p \cdot n_{\text{ц}} \quad (1.6)$$

Масова продуктивність куттера, M , кг/год, розраховується за формулою :

$$M = V_0 \cdot \rho \quad (1.7)$$

де - ρ - питома вага м'ясної сировини, кг/м³;

2. Розрахунок потужності електродвигуна

Потужність для переміщення чаші, N_4 , кВт, розраховується за формулою:

$$N_4 = \frac{(P+q \cdot M \cdot \mu) \cdot v}{1000 \cdot \eta} \quad (1.8)$$

де P – навантаження на ножі, н/м;
 q – прискорення вільного падіння, м/с²;
 M - маса чаші в завантаженому стані, кг;
 v - максимальна швидкість чаші, м/с;
 μ - коефіцієнт тертя;
 η - механічний коефіцієнт корисної дії;

Потужність для перерізання шару фаршу, N_n , кВт, розраховується за формулою:

$$N_n = \frac{a \cdot S_1 \cdot Z \cdot \eta_a}{60 \cdot \eta} \quad (1.9)$$

де a – питомі витрати енергії на перерізання шару фаршу одним ножем за один оберт, кД/м²;

η_a - коефіцієнт запасу потужності;

η - к к д передач від двигуна до ножового вала;

n - максимальні оберти чаші, об/хв;

S_1 - площа перетину шару фаршу, який подається під ножі, м²;

Площа перетину шару фаршу, який подається під ножі S_1 , м², розраховується за формулою:

$$S_1 = \frac{V_3}{2 \cdot \pi \cdot R_{cp}} \quad (1.10)$$

де V_3 - об'єм завантаження, м³;

R_{cp} - середній діаметр чаші, м;

Загальна потужність електродвигуна куттера, N_k , кВт, розраховується за формулою:

$$N_k = N_4 + N_n \quad (1.11)$$

Вибираємо електродвигун потужністю ___ кВт

3. Кінематичний розрахунок куттера

Вибираємо кінематичну схему (рис.1):

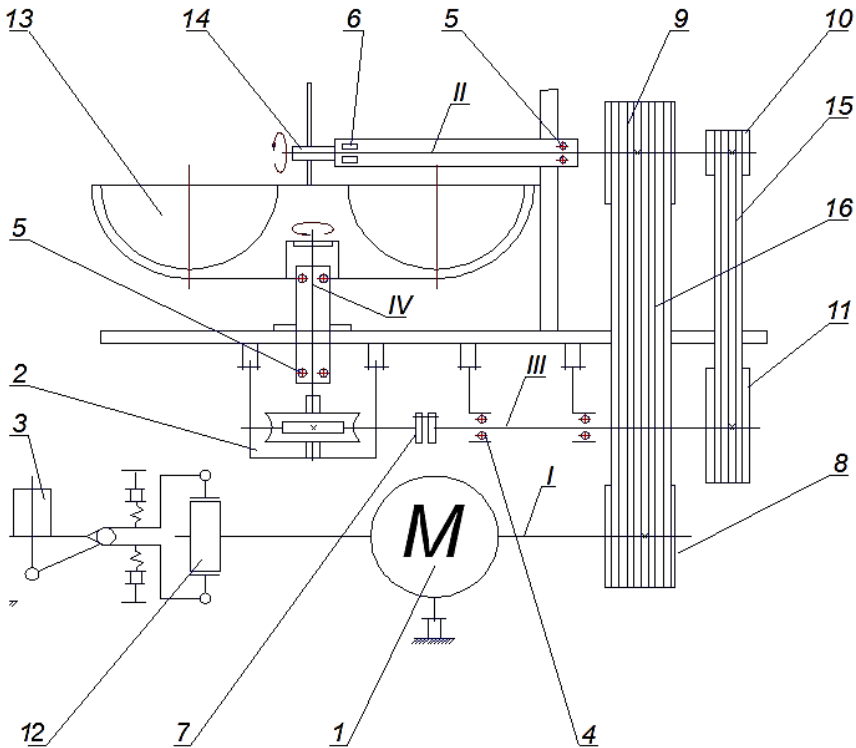


Рис. 1. Кінематична схема куттера

1-електродвигун; 2- редуктор; 3-електромагнітні гальма; 4-підшипник; 5- підшипник; 6- підшипник; 7- муфта з'єднувальна; 8 – шків; 9- шків; 10- шків; 11- шків; 12- барабан гальмівний; 13 – чаша; 14- набір ножів; 15, 16 – пасок клиновий; I – вал електродвигуна; II – головний вал; III – вал проміжний; IV – вал приводу чаші.

Максимальна частота обертання головного вала, $n_{\max 2}$ об/хв, розраховується за формулою:

$$n_{\max 2} = \frac{n_{el \max}}{i_{кп1}} \quad (1.12)$$

де: $n_{el \max}$ - максимальна частота обертів вала електродвигуна об/хв;

$i_{кп1}$ - передаточне відношення першої клинопасової передачі;

Мінімальна частота обертання головного вала, $n_{\min 2}$ об/хв, розраховується за формулою:

$$n_{\min 2} = \frac{n_{el \min}}{i_{кп1}} \quad (1.13)$$

Максимальна частота обертання проміжного вала, $n_{\max 3}$, об/хв, розраховується за формулою:

$$n_{\max 3} = \frac{n_{\max 2}}{i_{кп2}} \quad (1.14)$$

де: $i_{кп2}$ - передаткове відношення другої клинопасової передачі;

Мінімальна частота обертання проміжного вала, $n_{\min 3}$, об/хв, розраховується за формулою:

$$n_{\min 3} = \frac{n_{\min 2}}{i_{кп2}} \quad (1.15)$$

Максимальна частота обертання чаші кутера, $n_{\max 4}$, об/хв, розраховується за формулою:

$$n_{\max 4} = \frac{n_{\max 3}}{i_p} \quad (1.16)$$

де i_p - передаточне відношення редуктора;

Мінімальна частота обертання чаші куттера, $n_{\min 4}$, об/хв. розраховується за формулою:

$$n_{\min 4} = \frac{n_{\min 3}}{i_p} \quad (1.17)$$

4. Розрахунок клинопасової передачі

Обертальний момент на валу ведучого шківa, T , н.м, розраховується за формулою:

$$T = \frac{30 \cdot N}{\pi \cdot n_{el}} \quad (1.18)$$

де: N - потужність електродвигуна, Вт;

n_{el} - частота обертів вала електродвигуна, об/хв

Діаметр ведучого шківa, d_1 , мм, розраховується за формулою:

$$d_1 = 3\sqrt[3]{T} \quad (1.19)$$

де: T – обертальний момент, мм;

Діаметр веденого шківa, d_2 , мм, розраховується за формулою:

$$d_2 = d_1 \cdot i_{квл} (1 - \varepsilon) \quad (1.20)$$

де: ε - коефіцієнт відносного ковзання;

Мінімальна міжосьова відстань a_{\min} , мм, розраховується за формулою:

$$a_{\min} = 0,55 \cdot (d_1 + d_2) + T_0 \quad (1.21)$$

де: T_0 - висота поперечного перетину паса, мм ;

Максимальна міжосьова відстань a_{\max} , мм, розраховується за формулою :

$$a_{\max} = d_1 + d_2 \quad (1.22)$$

Приймаємо міжосьову відстань $a = \underline{\hspace{2cm}}$ мм

Довжина паса, L , мм, розраховується за формулою:

$$L = 2a + 0,5 \cdot \pi (d_1 + d_2) + \left(\frac{d_2 - d_1}{4a} \right)^2 \quad (1.23)$$

Кут обхвату шківа, α , град. , розраховується за формулою:

$$\alpha = 180^\circ - 57 \frac{d_2 - d_1}{a} \quad (1.24)$$

Необхідне число пасів, Z , шт., для передачі заданої потужності розраховується за формулою:

$$Z = \frac{P \cdot C_P}{P_0 \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_Z}, \quad (1.25)$$

- де: P – потужність, яка передається від двигуна, кВт;
- P_0 – потужність, що передається одним пасом, кВт;
- C_L – коефіцієнт, що враховує довжину паса;
- C_P – коефіцієнт режиму роботи;
- C_α – коефіцієнт кута обхвата;
- C_Z – коефіцієнт кількості пасів.

Приймаємо $\underline{\hspace{2cm}}$ паса.

Швидкість паса, V , м/с, розраховується за формулою:

$$V = \frac{\pi \cdot d_1 \cdot n_1}{60} \quad (1.26)$$

де: d_1 – діаметр шківів, м;

n_1 – частота обертів шківів, об/хв;

Натяг паса, F_0 , н, розраховується за формулою:

$$F_0 = \frac{850 \cdot P \cdot C_p \cdot C_L}{Z \cdot V \cdot C_\alpha} + Q \cdot V^2 \quad (1.27)$$

де Q – коефіцієнт, що враховує відцентрову силу, $\frac{н \cdot c^2}{м^2}$;

Сила діюча на вал, F_b , н, розраховується за формулою:

$$F_b = 2 \cdot F_0 \cdot Z \cdot \sin \frac{\alpha_1}{2} \quad (1.28)$$

Максимальна швидкість руху м'ясної сировини разом із чашею, V_{max} , м/с, розраховується за формулою:

$$V_{max} = 2\pi R_{cp} \cdot n_{max2} \quad (1.29)$$

де: n_{max2} – максимальна частота обертання чаші об/с;

Мінімальна швидкість руху м'ясної сировини разом із чашею, V_{min} , м/с розраховується за формулою :

$$V_{min} = 2\pi R_{cp} \cdot n_{min2} \quad (1.30)$$

де: n_{min2} - мінімальна частота обертання чаші об/с;

Максимальна кутова швидкість чаші, W_{max} , рад/с, розраховується за формулою:

$$W_{max} = \frac{\pi \cdot n_{max4}}{30} \quad (1.31)$$

Мінімальна кутова швидкість чаші, W_{\min} , рад/с, розраховується за формулою :

$$W_{\min} = \frac{\pi \cdot n_{\min^4}}{30} \quad (1.32)$$

Варіанти завдань

Варі-ант	Продук-тивність, кг/год.	Частота обертання головного вала n_{\max} об/хв	Частота обертання головного вала n_{\min} об/хв	Частота обертання чаші n_{\max} об/хв	Частота обертання чаші n_{\min} об/хв
1.	200	5000	2500	30	15
2.	300	4800	2400	28	14
3.	400	4600	2300	26	13
4.	500	4400	2200	24	12
5.	600	4200	2100	22	11
6.	700	4100	2050	20	10
7.	800	4000	2000	18	9
8.	900	3800	1900	16	8
9.	1000	3600	1800	14	7
10.	1100	3400	1700	12	6

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. Кондиціонування 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 20 ____ 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 Магістр
Спеціальність 133 «Галузеве машинобудування»
(шифр і назва)

Освітня програма Обладнання переробних 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 виробництва молока з обґрунтуванням
вибору відцентрового насоса.

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

затверджена наказом вищого _____
навчального закладу від “___”_____2021_року

№ _____
2. Строк подання роботи 10 червня 2021 року

3. Вихідні дані до роботи _____

4.Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які

6. Консультанти розділів роботи

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

7. Дата видачі завдання «01» січня 20__ року

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 КУТТЕРА ДЛЯ М'ЯСА
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

