

Міністерство освіти і науки України



Харківський національний технічний університет
сільського господарства імені Петра Василенка

Методичні вказівки
до виконання розділу

РОЗРАХУНОК ТІСТОМІСИЛЬНОЇ МАШИНИ ПЕРІОДИЧНОЇ 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.Івашенко,
В.С.Шерстюк**

Розрахунок тістомісильної машини періодичної дії: 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., 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 тістомісильної машини періодичної 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 (кг/с);

y – упікання, %;

k_1 – коефіцієнт, який враховує вірогідні зупинки машин на зачистку та регулювання та дорівнює 1,2.

Місткість робочої камери становить

$$V_{II} = \frac{P_m (\tau + \tau_\delta)}{3600 \rho k_2}, \quad (2)$$

де P_m – продуктивність тістомісильної машини, кг/год;

τ – тривалість замісу, с;

τ_δ – тривалість допоміжних операцій, с;

k_2 – коефіцієнт заповнення робочої камери, що дорівнює 0,4...0,5.

ρ – густина, кг/м³.

При виконанні перевірного розрахунку існуючої машини продуктивність визначають за наступною формулою

$$P_{II} = 3600 V_\rho k_2 (\tau + \tau_\delta). \quad (3)$$

Інтенсивність процесу замішування, Вт/об·с

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

де A_{II} — питома робота замісу за 1 оберт робочої лопати,
Дж/об;
 τ — тривалість замісу, *с*.

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

де $A = A_1 + A_2 + A_3 + A_4,$ (6)

де A — загальна робота змішувача, знаходжується з балансу витрат енергії за 1 цикл, *Дж/об*;

A_1, A_2, A_3, A_4 — робота, витрачена 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;

n — частота обертання.

Потужність двигуна визначається:

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

де A — загальна робота змішувача, *Дж/об*;

n — частота обертання месильної лопатки, с^{-1} ;

η — КПД приводного двигуна.

У залежності від потужності з таблиці 1 вибираємо двигун та його характеристики.

Тип двигуна —

Потужність — $P =$ кВт.

Частота обертання — $n =$ об/хв.

2. Розрахунок клинопасової передачі.

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

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

де n_1 – частота обертів електродвигуна, об/хв;

n_2 – частота обертання вала редуктора, об/хв.

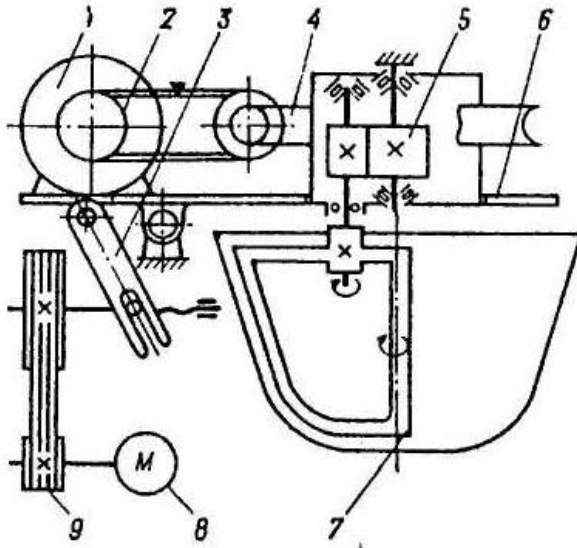


Рис. 1 – Кінематична схема тістомісильної машини А2-ХТБ:

1 – електродвигун приводу мішалки; 2, 9 – клинопасова передача; 3 – повідковий механізм траверси; 4 – черв'ячна передача; 5 – планетарна передача; 6 – кришка діжі; 7 – планетарна мішалка; 8 – електродвигун приводу траверси.

Обертальний момент (M_o , Н·м) на валу ведучого шківів розраховується за формулою:

$$M_o = \frac{30 \cdot P}{3,14 \cdot n_1}, \quad (9)$$

де P – потужність двигуна, Вт;

n_1 – частота обертів електродвигуна, об/хв.

Діаметр ведучого шківa (d_1 , мм) вибираємо з таблиці 2 у залежності від обертового моменту,

$$d_1 = \quad \text{мм.}$$

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

$$d_2 = d_1 \cdot i \cdot (1 - \varepsilon), \quad (10)$$

де ε – коефіцієнт відносного ковзання.

Міжосьова відстань в інтервалі $a_{\min} \dots a_{\max}$ після розрахунку за формулами (8; 9) приймається:

$$a_{\min} = 0,55 \cdot (d_1 + d_2) + h, \quad (11)$$

де h – висота перетину паса, м; вибираємо з таблиці 2.

$$a_{\max} = d_1 + d_2. \quad (12)$$

Приймається $a = \quad$ мм.

Довжина паса (L , мм) розраховується за формулою:

$$L = 2a + 0,5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_2 - d_1)^2}{4a}, \quad (13)$$

де a – міжосьова відстань, мм.

Кут обхвату шківa (α_1 , град) розраховується за формулою:

$$\alpha_1 = 180 - 57 \cdot \left(\frac{d_2 - d_1}{a} \right). \quad (14)$$

Необхідна кількість пасів (z) розраховується за формулою:

$$z = \frac{P \cdot C_p}{P_0 \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_z}, \quad (15)$$

де P – потужність, що передається від двигуна, кВт;

P_o – потужність, що передається одним пасом, кВт (табл. 3);

C_L – коефіцієнт що враховує довжину паса, приймається у межах 0,86...1,10;

C_p – коефіцієнт режиму роботи (табл. 4);

C_α – коефіцієнт кута обхвату (табл. 5);

C_z – коефіцієнт кількості пасів, приймається у межах 1,00...0,85

Приймається $z =$ пасів.

Швидкість руху паса (v , м/с) розраховується за формулою:

$$v = \frac{3,14 \cdot d_1 \cdot n_1}{60}, \quad (16)$$

де d_1 – діаметр ведучого шківа, м;

n_1 – частота обертів електродвигуна, об/хв.

Варіанти завдань до розрахунку тістомісильної машини

Вариант	Продукт	Пл, кг/год	γ, %	τ, с	τ ₀ , 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	350	7	320	250	40	9,810	1,401	1,807	0,981	100	1026										
2				330			20,423	1,696	2,393	2,042	110	1027										
3				340			14,127	2,018	2,179	1,413	120	1028										
4				350			16,580	2,369	2,366	1,658	130	1029										
5				360			26,800	2,747	2,952	2,680	140	1030										
6				370			22,075	3,154	2,741	2,207	150	1031										
7				380			43,213	3,588	2,090	4,321	160	1032										
8				390			28,358	4,051	3,118	2,835	170	1033										
9				400			38,299	4,541	3,598	3,830	180	1034										
10				410			54,693	4,541	2,250	5,469	180	1035										

Таблиця 1.

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

Потужність P , кВт	Тип двигуна	Частота обертання, хв^{-1}	$\frac{T_{\text{пуску}}}{T_{\text{ном}}}$	$\frac{T_{\text{макс}}}{T_{\text{ном}}}$	ККД, %	$\cos \varphi$
Синхронна частота обертання 1000 хв^{-1}						
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

Таблиця 2.

Розміри клинових пасів

Тип	Розміри перетину, мм				F_1 , см^2	Розрахункова довжина L , мм	d_1 <i>min</i> , мм	M_0 , Н·м	Q , кг/м
	b_p	h	b_0	y_0					
О	8,5	6,0	10	2,1	0,47	400...2500	63	<30	0,07
А	11,0	8,0	13	2,8	0,81	560...4000	90	15...60	0,10
Б	14,0	10,5	17	4,0	1,38	1000...6300	125	50...150	0,18
В	19,0	13,5	22	4,8	2,30	1800...10600	200	120...600	0,3
Г	27,0	19,5	32	6,9	4,76	3150...15000	315	450...2400	0,62

Таблиця 3

Потужність P_0 , яка передається одним пасом

Тип, довжина паса	Діаметр, d_1 , мм	Швидкість руху паса, м/с					
		3	5	10	15	20	25
<i>O</i> $L_0=1320$ мм	63	0,31	0,49	0,82	1,03	1,11	-
	71	0,37	0,56	0,95	1,22	1,37	1,40
	80	0,40	0,62	1,07	1,41	1,60	1,65
	90	0,44	0,67	1,16	1,56	1,73	1,90
	100	0,46	0,70	1,24	1,67	1,97	2,10
<i>A</i> $L_0=1700$ мм	90	0,56	0,84	1,39	1,75	1,88	-
	100	0,62	0,95	1,60	2,07	2,31	2,29
	112	0,70	1,05	1,82	2,39	2,74	2,82
	125	0,74	1,15	2,00	2,66	3,10	3,27
	140	0,80	1,23	2,18	2,91	3,44	3,70
<i>B</i> $L_0=2240$ мм	125	0,92	1,39	2,26	2,80	-	-
	140	1,07	1,61	2,70	3,45	3,83	-
	160	1,20	1,83	3,15	4,13	4,73	4,88
	180	1,30	2,01	3,51	4,66	5,44	5,76
	200	1,40	2,15	3,79	5,08	6,00	6,43
<i>B</i> $L_0=3750$ мм	200	1,85	2,77	4,59	5,80	6,33	-
	224	2,08	3,15	5,35	6,95	7,86	7,95
	250	2,28	3,48	6,02	7,94	9,18	9,60
	280	2,46	3,78	6,63	8,86	10,4	11,1

Таблиця 4

Коефіцієнт режиму роботи C_p при пусковому навантаженні
200 % номінального

Однозмінна	Двозмінна	Цілодобово
0,78	0,68	0,56

Таблиця 5

Коефіцієнт C_α , що враховує кут обхвату шківів

α_1	100	110	120	130	140	150	160	170	180
C_α	0,74	0,79	0,83	0,86	0,89	0,92	0,95	0,98	1

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 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 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 випускні кваліфікаційну роботу студенту
Іванов Іван Олександрович

1. Тема Аналіз процесу

керівник роботи

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

затверджена наказом вищого “ ___ ” ___ 20__ року
навчального закладу від № ___

2. Строк подання роботи 10 червня 20__ року

3. Вихідні дані до роботи _____

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

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.
Богомолів О.В.
Денисенко С.А.
Іващенко С.Г.
Шерстюк В.С.

Методичні вказівки
до виконання розділу

**РОЗРАХУНОК ТІСТОМІСИЛЬНОЇ МАШИНИ
ПЕРІОДИЧНОЇ 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

