

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ
«ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Навчально-науковий інститут харчових технологій



Кафедра
харчових технологій виробництва й
стандартизації харчової продукції

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
до виконання курсового проєкту з дисципліни
«ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ ТА
ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ»
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності G13(181) «Харчові технології»



Кам'янець-Подільський
ЗВО «ПДУ»
2025

Укладачі:

ФЕДОРІВ Віктор Михайлович – доцент кафедри харчових технологій виробництва й стандартизації харчової продукції, кандидат технічних наук

ПІДЛІСНИЙ Віталій Володимирович – доцент кафедри харчових технологій виробництва й стандартизації харчової продукції, кандидат технічних наук

СЕМЕНОВ Олександр Михайлович – доцент кафедри харчових технологій виробництва й стандартизації харчової продукції, кандидат технічних наук

Рекомендовано до друку науково-методичною радою Закладу вищої освіти «Подільський державний університет» (протокол № 12 від «22» грудня 2025 р.).

Рецензенти:

СТЕЧИШИН Мирослав Степанович – доктор технічних наук, професор, професор кафедри галузевого машинобудування та агроінженерії Хмельницького національного університету;

ШЕЛУДЧЕНКО Леся Сергіївна – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри транспортних технологій та засобів АПК інженерно-технічного факультету Закладу вищої освіти «Подільський державний університет»

Методичні рекомендації до виконання курсового проєкту з дисципліни «Технологічне обладнання переробних та харчових виробництв» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності G13(181) «Харчові технології» / В.М.Федорів, В.В.Підлісний, О.М.Семенов – Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ», 2025. – 85с.

Методичні матеріали призначено для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня денної і заочної форми навчання спеціальності G13(181) «Харчові технології» під час підготовки до курсового проєктування з навчальної дисципліни «Технологічне обладнання переробних та харчових виробництв».

Розглянуто відомості про основні напрями подальшого вдосконалення технологічного обладнання у харчовій галузі. Подано рекомендації з визначенням навичок самостійного розв'язування задач харчової технології виробництва харчової продукції, обґрунтування раціонального складу комплексів і системи машин, а також ефективного їх використання. Наведено критерії оцінювання виконання курсового проєкту. Рекомендації орієнтовано на активізацію виконавчого етапу навчальної діяльності здобувачів вищої освіти.

З М І С Т

ПЕРЕДМОВА	4
1. МЕТА І ЗАВДАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ	4
2. ТЕМАТИКА КУРСОВИХ ПРОЄКТІВ	8
3. ПОРЯДОК ВИДАЧІ ЗАВДАННЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУВАННЯ	10
4. ЗМІСТ І ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ	11
5. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ ПРОЄКТУ	12
6. РОБОТА НАД ГРАФІЧНОЮ ЧАСТИНОЮ ПРОЄКТУ	25
7. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ ТА ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ.	30
8. ФОРМИ КОНТРОЛЬНИХ ЗАХОДІВ	36
9. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ТА РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ	38
ДОДАТКИ	42

ПЕРЕДМОВА

Курсовий проєкт з дисципліни «Технологічне обладнання переробних та харчових виробництв» виконується з метою закріплення отриманих знань та набуття навичок в модернізації та розрахунків основних параметрів машин та обладнання переробних та харчових виробництв; самостійного користування спеціальною літературою, довідниками і каталогами, а також оформлення та складання технічної документації; розв'язання інженерних задач на основі обробленої інформації.

Ефективна, високопродуктивна, динамічно зростаюча харчова промисловість є пріоритетом в забезпеченні економічної безпеки держави і досягненні високої національної конкуренто-спроможності, тому актуальним і важливим є аналіз стану харчової промисловості, виявлення проблем у її функціонуванні та визначення шляхів їх вирішення з метою забезпечення подальшого розвитку галузі.

Першочергове значення при цьому має використання прогресивних високопродуктивних технологій процесів, які забезпечують високу якість продуктів, ефективне застосування сучасних автоматизованих і автоматичних поточкових ліній, технологічного обладнання і машин з програмним керуванням.

Особливу увагу слід приділяти якості технологічного обладнання, надійності, довговічності й економічності в експлуатації, зменшенню матеріало-та енергомісткості машин, що створює додаткові умови не лише для вдосконалення їх конструкції, але й для технології виготовлення та експлуатації.

1. МЕТА І ЗАВДАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУВАННЯ

Курсове проєктування є одним із важливих етапів навчального процесу, так як дає змогу індивідуально і самостійно кожному здобувачу застосовувати в комплексі раніше набуті знання і уміння профілюючого циклу.

Мета освітньої компоненти – формування у здобувачів комплексного сприйняття питань механізації переробки та зберігання продукції рослинництва і тваринництва; знання основних напрямків розвитку технічного прогресу в області розробки конструкцій машин і обладнання переробної галузі; конструкцію і правила експлуатації, регулювання й використання машин та обладнання при переробці харчової продукції.

Курсовий проєкт дає змогу оцінити підготовленість здобувача до виконання більш складної інженерної задачі – кваліфікаційної роботи.

Завдання курсового проєктування полягає у самостійному вирішенні конкретних проблем у галузі технологічного обладнання підприємств харчової та переробної промисловості. При цьому здобувач повинен:

- мати чітке уявлення про об'єкт, що проєктується, його технологічне призначення в загальній апаратурно-технологічній схемі виробництва;
- вміти правильно вибирати потрібні вихідні дані для розрахунків;
- дати конструктивні рішення, що ґрунтуються на виконаних розрахунках, які узгоджені з вимогами виробництва і забезпечують оптимальні умови його використання;
- дати оцінку можливим технічним рішенням та конструктивним варіантам;
- графічно грамотно зобразити об'єкт, що проєктується;
- розробити заходи з охорони праці і техніки безпеки;

Особливими вимогами при створенні прогресивного технологічного обладнання є підвищення його надійності й довговічності, зменшення матеріало- та енергомісткості, рівнів шуму та вібрації.

Робота над курсовим проєктом з технологічного обладнання переробних та харчових виробництв по суті моделює процес проєктування машин і апаратів в умовах промислового виробництва. Здобувач працює за тією ж схемою, за якою створює нову машину конструктор, а саме: постановка завдань, збір інформації, її осмислення й розроблення технічних рішень (у тому числі нових, не традиційних), виконання креслень, підтверджених розрахунками.

За результатами вивчення обов'язкового освітнього компоненту фахової підготовки «Курсовий проєкт з дисципліни Технологічне обладнання переробних та харчових виробництв» у здобувачів вищої освіти мають сформуватися **загальні та спеціальні компетентності спеціальності**.

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми технічного і технологічного характеру, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов у виробничих умовах підприємств харчової промисловості та

ресторанного господарства та у процесі навчання, що передбачає застосування теоретичних основ та методів харчових технологій.

K01. Знання і розуміння предметної області та професійної діяльності.

K02. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

K05. Здатність до пошуку та аналізу інформації з різних джерел.

K08. Здатність працювати автономно.

K21. Здатність обирати та експлуатувати технологічне обладнання, складати апаратурно-технологічні схеми виробництва харчових продуктів.

K23. Здатність проектувати нові або модернізувати діючі виробництва (виробничі дільниці).

Окрім цього передбачено формування соціальних навичок та компетентностей сталого розвитку. Зокрема: самопрезентація в новому колективі, здатність керувати емоціями, уміння реагувати на критику, творче мислення, робота в команді, знання професійної етики, міжособистісне спілкування, відповідальність (soft skills); системне мислення, компетентність випередження, нормативна компетентність, компетентність співпраці, компетентність самоусвідомлення, компетентність критичного мислення (greenscomp).

Програмні результати навчання (результати навчання) – знання, уміння, навички, способи мислення, погляди, цінності, інші особисті якості, набуті у процесі навчання, виховання та розвитку, які можна ідентифікувати, спланувати, оцінити і виміряти та які особа здатна продемонструвати після завершення освітньої програми або окремих освітніх компонентів.

За результатами виконання **курсowego проєкту** здобувач повинен **знати:** основні напрямки та перспективи розвитку науково-технічного прогресу в галузі механізації переробки та зберігання харчової продукції; основні способи і методи зберігання сільськогосподарської продукції (зерна, борошна та круп); основи механізації підготовки зерна до переробки; основи механізації виробництва круп; основи механізації виробництва борошна, види помелу; основи механізації виробництва рослинної олії; основи механізації виробництва хліба; основи механізації виробництва макаронних виробів; основи механізації виробництва борошняних кондитерських виробів; основи механізації підготовки м'ясомолочної продукції до переробки; основи механізації процесу подрібнення м'яса та шпиків, змішування та розділу сировини; основи механізації

процесів виробництва вершкового масла та сирів; основи механізації теплових процесів обробки молока.

вміти: складати технологічні й кінематичні схеми й опис технологічного процесу роботи машин і обладнання для переробки рослинної продукції; складати технологічні, кінематичні схеми і описання технологічного процесу роботи машин та обладнання для переробки м'ясомолочної продукції; підготувати до використання машини і обладнання переробної промисловості; правильно вибирати і розробляти алгоритми розрахунку та удосконалення машин; проектувати і модернізовувати основні машини, проводити техніко-економічне обґрунтування рішень; правильно експлуатувати машини та обладнання; вибирати критерії оцінки якості роботи машин; користуватись довідковою літературою, стандартами, а також прототипами конструкцій при проектуванні; оформляти графічну і текстову конструкторську документацію згідно з вимогами ЄСКД.

За результатами вивчення освітнього компоненту у здобувачів формуються наступні **програмні результати навчання:**

ПР04. Проводити пошук та обробку науково-технічної інформації з різних джерел та застосовувати її для вирішення конкретних технічних і технологічних завдань.

ПР12. Вміти проектувати нові та модернізувати діючі підприємства, цехи, виробничі дільниці із застосуванням систем автоматизованого проектування та програмного забезпечення.

ПР13. Обирати сучасне обладнання для технічного оснащення нових або реконструйованих підприємств (цехів), знати принципи його роботи та правила експлуатації, складати апаратурно-технологічні схеми виробництва харчових продуктів запроєктованого асортименту.

ПР14. Підвищувати ефективність виробництва шляхом впровадження ресурсощадних та конкурентоспроможних технологій, аналізувати стан і динаміку попиту на харчові продукти.

ПР19. Підвищувати ефективність роботи шляхом поєднання самостійної та командної роботи.

ПР28. Мати навички з удосконалення технологій, покращення якості продуктів харчування, умов їх зберігання та реалізації.

ПР29. Вибирати машини і обладнання та режими їх роботи у механізованих технологічних процесах. Проектувати технологічні процеси та обґрунтовувати комплекси машин для механізованого виробництва.

ПР30. Визначати показники якості технологічних процесів, машин та обладнання і вибирати методи їх визначення згідно з нормативною документацією.

Для якісного виконання курсового проєкту необхідні засвоєння базових дисциплін: закріплення теоретичних знань із курсу «Технологічне обладнання переробних та харчових виробництв» та суміжних дисциплін: «Основи технології виробництва та первинної переробки сільськогосподарської продукції», «Холодильна технологія харчових продуктів», «Механізація переробки та зберігання сільськогосподарської продукції», «Технічне забезпечення зберігання харчової продукції», «Холодильне устаткування переробних виробництв», «Процеси і апарати харчових виробництв», «Основи конструювання технологічного обладнання».

За прийняті в проєктах (роботах) технічні рішення і вірогідність різних обчислень відповідає автор проєкту (роботи).

2. ТЕМАТИКА КУРСОВИХ ПРОЄКТІВ

Темою курсового проєкту може бути розробка обладнання, пристрою, машини або робочого вузла до неї для здійснення того чи іншого технологічного процесу. Найпоширенішими є процеси подрібнення, пресування, дозування, змішування, розділу, миття, випарювання, сушіння, теплообміну, екстракції, ректифікації, розділення неоднорідних систем, процеси технологічного впливу на сировину, тощо.

Здобувачам бажано видавати завдання з урахуванням галузі переробного та харчового виробництва на місці їх проживання або виробничої діяльності. Поставлені задачі повинні включати елементи реального проєкту, тобто модернізацію існуючих у виробництві обладнання/машин, пристроїв або їх основних робочих елементів/, обґрунтування й заміну працюючого на виробництві обладнання на прогресивніші, тощо.

Під час виконання курсового проєкту перед здобувачем може бути поставлене також дослідницьке завдання – провести певні дослідження з метою уточнення розрахункових або експлуатаційних параметрів об'єкта проєктування.

Тему курсового проєкту пропонує здобувачеві викладач – керівник курсового проєкту. Доцільно, якщо здобувач, виходячи із потреб підприємства, на якому він проходить практику чи працює /студент заочного навчання/, самостійно обирає тему курсового проєкту і подає її для затвердження на кафедрі.

Конкретну тематику курсового проєкту, зміст розрахунково – пояснювальної записки і перелік графічних аркушів уточнює кафедра харчових технологій виробництва й стандартизації харчової продукції.

Рекомендований перелік тем курсового проєкту

1. Технічне оснащення цеху виробництва хлібобулочних виробів з впровадженням сучасного обладнання приготування тіста.
2. Удосконалення технології цеху хлібобулочних виробів з використанням лінії приготування тіста для нового асортименту.
3. Удосконалення технології виробництва житньо-пшеничних сортів хліба з впровадженням сучасних комплексно-механізованих ліній.
4. Удосконалення тістомісильної машини технологічної лінії виробництва хлібобулочних виробів.
5. Удосконалення сепаратора технологічної лінії виробництва кисломолочних продуктів.
6. Удосконалення масловиготовлювача періодичної дії технологічної лінії виробництва вершкового масла.
7. Технологічне обладнання первинної обробки молока з удосконаленням устаткування очищення сировини.
8. Розробка конструкції сушильної установки для виробництва сухого молока.
9. Технологія виробництва м'ясо-рослинних консервів з удосконаленням обладнання стерилізації.
10. Розробка конструктивно-технологічних параметрів ножової головки кутера ВК-125 з метою покращення його якісних показників роботи.
11. Удосконалення виробництва ковбасних виробів з впровадженням сучасного обладнання.
12. Модернізація конструкції кутера періодичної дії КР-200-2.
13. Розробка конструкції подрібнювача овочів для лінії виробництва овочевих салатів.
14. Розробка конструктивно-технологічних параметрів барабанної сушарки для сушіння яблучних вижимок.
15. Технологія виробництва плодоовочевих консервів з використанням лінії асептичного консервування.

Розрахунково – пояснювальна записка і графічні аркуші виконуються в строгій відповідності з відповідними стандартами ЄСКД і ЄСТД.

3. ПОРЯДОК ВИДАЧІ ЗАВДАННЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУВАННЯ

Курсовий проєкт з дисципліни «Технологічне обладнання переробних та харчових виробництв» здобувачі денної форми навчання на базі повної загальної середньої освіти виконують у 6 семестрі.

Завдання на проєктування здобувачі отримують до прослуховування лекційних та лабораторно-практичних занять з означених дисциплін.

У завданні на проєкт, крім технічного завдання та назви теми, вказують (згідно варіанту з методичних вказівок):

- склад розрахунків і графічної частини проєкту;
- терміни проєктних матеріалів (окремо з розрахункової і графічної частин).

Під час видачі завдання керівник проєкту проводить інструктивну нараду із здобувачами.

Методичною базою даного курсового проєкту є:

- теорія технологічних процесів і методи проєктування різних машин та обладнання, викладені в курсах: «Основи технології виробництва та первинної переробки сільськогосподарської продукції», «Холодильна технологія харчових продуктів», «Механізація переробки та зберігання сільськогосподарської продукції», «Технічне забезпечення зберігання харчової продукції», «Холодильне устаткування переробних виробництв», «Процеси і апарати харчових виробництв», «Основи конструювання технологічного обладнання».

- практичні нормативи з окремих видів обладнання на основі даних промисловості, проєктних організацій і прогресивних техніко-економічних показників;

- каталоги і довідники, проєктні матеріали галузових проєктних організацій, типові проєкти, стандарти і технічні умови, нормативи, прейскуранти на апарати для харчових виробництв.

Керівник проєкту визначає загальний напрямок роботи над проєктом, рекомендує для виконання курсового проєкту необхідну навчальну, науково – технічну і довідкову літературу, а також методичні рекомендації кафедри щодо виконання конкретного варіанту завдання.

Робота над проєктом починається зі складання робочого плану проєкту для розрахункової та графічної частини, який має базуватись

на ознайомленні з літературою та опрацюванні матеріалів, що є основою проєкту.

Після затвердження плану роботи з проєкту і методики розрахунків, а також з'ясування питання про ознайомлення і засвоєння матеріалів з рекомендованих джерел, керівник проєкту консультує студента з проблемних питань і перевіряє виконану роботу щодо термінів.

Під час виконання курсового проєкту керівник періодично перевіряє виконання календарного плану та правильність розрахунків виконання здобувачем окремих етапів роботи, проглядає і критично оцінює виконану роботу.

Періодичність звітування здобувачем про хід виконання курсового проєкту має бути не рідше одного разу на тиждень.

4. ЗМІСТ І ОФОРМЛЕННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

Курсовий проєкт повинен складатися з розрахунково-пояснювальної записки і графічної частини.

Основна частина розрахунково-пояснювальної записки повинна мати структурну будову, яка відповідає типовому змісту.

В залежності від теми курсового проєкту, розрахунково-пояснювальна записка крім основних може містити і специфічні розділи.

Приблизний перелік складових частин, їх зміст та обсяг розрахунково-пояснювальної записки курсових проєктів наведено в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.– Основні розділи розрахунково-пояснювальної записки та їх обсяг

№ з/п	Найменування розділу	Кількість сторінок (орієнтовно)
1	Титульний аркуш	1
2	Завдання на курсовий проєкт	2
3	Анотація	1
4	Зміст	1
5	Вступ	2
6	1. Загальнотехнічна частина	
7	1.1.Обґрунтування вибраного напрямку роботи	1-2
8	1.2.Аналітичний огляд існуючих конструкцій обладнання й обґрунтування їх	5-8

	застосування в даній галузі харчової промисловості	
9	1.3. Основні технологічні процеси виробництва харчового продукту, види сировини, її характеристики	2-3
10	1.4. Техніко-економічне обґрунтування	1-2
11	2. Технологічна частина	
12	2.1. Вибір технологічної схеми і загальний опис технології виготовлення харчового продукту	3-4
13	2.2. Опис технологічної операції, яка виконується за допомогою технологічного обладнання, що підлягає модернізації. Сутність модернізації	2-3
14	3. Будова та принцип роботи обладнання	3-5
15	4. Розрахункова частина (технологічні, кінематичні, теплові, гідравлічні, масообмінні, конструктивні розрахунки; розрахунки енергоспоживання, розрахунок на міцність, розрахунок фундаменту)	8-15
16	5. Заходи з охорони праці та техніки безпеки	3-4
17	6. Перспективні напрями інтенсифікації роботи даного виду обладнання	1-2
18	7. Висновки	1
19	8. Список використаної літератури	2-3
20	9. Додатки	

5. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДО ВИКОНАННЯ ОКРЕМИХ РОЗДІЛІВ ПРОЄКТУ

5.1. Титульний аркуш

Заповнюється за затвердженою формою Міністерства освіти і науки України та Закладу вищої освіти «Подільський державний університет». Підписується здобувачем та керівником курсового проєкту. Приклад оформлення титульного аркушу наведено в додатку А.

5.2. Завдання на курсовий проєкт

Після погодження з керівником курсового проєктування вихідних даних і формулювання теми проєкту, здобувач заповнює бланк завдання відповідно до існуючих вимог. Приклад заповнення розділів завдання наведено в додатках Б, В.

Перелік розділів розрахунково-пояснювальної записки стосовно розрахункової частини складається для кожного курсового проєкту окремо в залежності від визначеної теми проєкту.

Бланк завдання заповнюється і підписується здобувачем та керівником курсового проєкту.

5.3. Анотація

Анотація служить для ознайомлення зі змістом курсового проєкту. Вона повинна бути стисла і інформативна і містити наступну інформацію:

- відомості про обсяг курсового проєкту, кількість ілюстрацій, таблиць, літературних джерел;

- текст анотації повинен відображати наведену в пояснювальній записці інформацію про:

- а) об'єкт розробки;
- б) мету проєкту;
- в) основні конструктивні, технологічні, техніко-експлуатаційні характеристики;
- г) рекомендації з використання результатів роботи.

Анотація наводиться українською та англійською мовами.

5.4. Зміст

Зміст – це третя сторінка курсового проєкту. Він повинен містити назви та номери початкових сторінок усіх розділів і підрозділів (пунктів, підпунктів) проєкту, включаючи усі заголовки, які є у курсовому проєкті, починаючи з вступу і закінчуючи додатками.

Нумерацію сторінок, розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів, рисунків, таблиць, формул у всьому тексті курсового проєкту подають арабськими цифрами без знака «№».

Приклад змісту наведений в додатку Д.

5.5. Вступ

У вступі здобувач коротко характеризує сучасний стан питання, обґрунтовує тему проєкту відповідно до завдань, що стоять перед галуззю харчової та переробної промисловості і харчовим

машинобудуванням, описує призначення проєктованого об'єкта у вирішенні технологічного завдання.

Описується основні напрямки вдосконалення технологічного обладнання галузі харчової промисловості, значення продукції в народному господарстві країни і сучасний стан галузі, в якій задіяне устаткування, що розглядається. Вказуються досягнення і проблеми, приводяться задачі і перспективи розвитку. В обов'язковому порядку потрібно зв'язати описані загальні положення з метою проєкту.

5.6. Обґрунтування вибраного напрямку роботи

Під час розробки нового обладнання обґрунтовують його необхідність для конкретного виробництва.

Вихідними даними є річна програма випуску, виробничі програми, потужність, продуктивність машин, якість кінцевого продукту, технологічний процес (схема лінії), технологічні інструкції, загальні види і складальні креслення технологічного обладнання, його технічні характеристики, технічні й технологічні режими роботи тощо.

5.7. Аналітичний огляд існуючих конструкцій обладнання й обґрунтування їх застосування в даній галузі харчової промисловості

В даному розділі необхідно стисло описати найсуттєвіші з останніх досягнень науки, техніки і технології, що стосується розроблюваного в курсовому проєкті технологічного обладнання.

При написанні цього розділу здобувач повинен зробити літературний огляд аналогічного обладнання з зображенням конструктивних схем цього типу обладнання; описати кожну конструкцію із зазначенням позитивних сторін і недоліків при його експлуатації; навести зведену таблицю технічних характеристик кожної конструкції та зробити висновки щодо їх економічності та доцільності використання тієї чи іншої конструкції машини чи апарату.

При цьому необхідно посилатися на наукові статті, авторські свідоцтва, патентні дослідження, технологічні інструкції, інші друковані джерела.

5.8. Основні технологічні процеси виробництва харчового продукту, види сировини, її характеристики

При описі основних технологічних процесів виготовлення продукту слід навести способи проведення основного технологічного процесу з вказанням основних вимог до сировини і умов його здійснення; також вказати періодичність виконання кожного з описаних процесів. При описі фізико-хімічних властивостей матеріалів і їх аналізі наводити перелік основних характеристик використовуваної сировини, напівфабрикатів продукту, а також їх тепло-фізичні (теплоємність, коефіцієнт тепловіддачі, коефіцієнт теплопровідності, коефіцієнти кінематичної і динамічної в'язкості, температуру кипіння, коефіцієнт дифузії, густину, коефіцієнт пористості, кут природного відкосу, теплоту пароутворення тощо) і фізико-механічні характеристики (твердість, міцність, жорсткість, поліморфні форми, аналіз їх змін у ході технологічного процесу тощо). Джерелами для виконання даної частини курсового проєкту є стандарти, відповідні довідники, технологічні інструкції, навчальні посібники.

5.9. Техніко-економічне обґрунтування

В розділі приводяться позитивні сторони устаткування, порівняння його з подібними (можна у вигляді таблиці). Тобто, робиться своєрідна реклама. В кінці потрібно зробити висновок про доцільність використання устаткування на відповідних підприємствах.

5.10. Вибір технологічної схеми і загальний опис технології виготовлення харчового продукту

Виходячи з об'єму виробництва, обґрунтовують вид технологічного процесу (періодичний, неперервний) і режим роботи підприємства (кількість робочих днів у році, кількість робочих змін у добі та тривалість робочої зміни тощо), наводять загальний опис технології виготовлення продукту з наведенням особливостей її організації на даному підприємстві. Вказують недоліки і переваги технологічного процесу.

Вихідним матеріалом для опису технології виробництва харчових продуктів є технологічні інструкції на виготовлення продукту діючих виробництв. Розкриття суті окремих процесів здійснюють за допомогою підручників, навчальних посібників і довідників з технології харчових продуктів. У ряді випадків за розсудом керівника

проєкту опис технологічного процесу виготовлення замінюють складанням текстової діаграми виробництва кожного продукту. При цьому діаграми складають чітко по операціях технологічного процесу, вказують режими обробки сировини, напівфабрикатів і готового продукту, кількість добавок тощо.

5.11. Опис технологічної операції, яка виконується за допомогою технологічного обладнання, що підлягає модернізації.

Сутність модернізації

При описі технологічної операції, виконуваної на даному обладнанні, вказують недоліки і переваги даної реалізації технологічного процесу, його перебіг, технологічні параметри (тиск, температура тощо), дотримання яких повинно забезпечити обладнання, структурні, фізичні та хімічні зміни продукту в процесі обробки, суттєві для даного обладнання.

Після аналізу існуючих конструкцій обладнання, висновків щодо недоліків, які вони мають, надається опис запропонованого технічного рішення. Він починається з опису технологічного призначення машини, апарату чи вузла. Показують їх взаємозв'язок і індивідуальні особливості, переваги об'єкту розробки перед існуючим і аналогами.

5.12. Будова та принцип роботи обладнання

На основі нумерації креслень загального вигляду, вузлів на складальних кресленнях, слід детально описати конструкції машини і принцип дії, представивши при цьому основні її вузли або конструктивні елементи. У випадку застосування в конструкції машини неуніфікованих вузлів (деталей, посадок), необхідно обґрунтувати таке технічне рішення.

Приводиться його технічна характеристика: продуктивність, габарити, маса та ін.

Повний опис об'єкту розробки може включати машинно-апаратну схему, кінематичну схему, електричну блок-схему управління, теплову схему та ін.

5.13. Розрахункова частина

Розрахунок – найвідповідальніша частина курсового проєкту, яку викладають стисло і чітко з аргументованими посиланнями на джерела. Кожну величину, що наводять в розрахунках потрібно подавати з достовірним ступенем точності.

Всі розрахунки повинні бути чітко обґрунтовані. Цифрові величини необхідно подавати у відповідності до прийнятих розмірностей в системі СІ (Додаток І).

5.13.1. Технологічний розрахунок

В технологічних розрахунках визначається основна характеристика роботи поточної лінії, машини, апарату – продуктивність. Оскільки об'єкт, що проєктується, як правило, тісно пов'язаний технологічно, гідравлічно, конструктивно з іншим обладнанням, то необхідно його продуктивність узгодити з продуктивністю цього обладнання для забезпечення випуску продукції заданої якості в заданій кількості.

Отримана продуктивність являється вихідною для розрахунку всіх інших необхідних параметрів об'єкта, що проєктується. Вона визначає як розміри самого об'єкта, так і його складових частин (робочих об'ємів, накопичувальних і активних ємностей, габарити і режим роботи робочих органів та ін.). Крім того, від величини продуктивності залежать кінематичні і силові характеристики приводних механізмів, а також кількість споживаної енергії.

5.13.2. Енергетичний розрахунок

Визначається необхідна потужність електродвигуна для приводу рухомих вузлів і робочих органів. Якщо двигунів декілька, то розраховуються всі. Після обчислень необхідно зробити висновок про відповідність устаткованого двигуна з розрахунковим, або ж підібрати його по каталогу.

Для розрахунку енергоспоживання необхідно визначити основні силові параметри об'єкта, що проєктується. Визначення навантажень на робочі органи, які знаходяться в контакті з продуктом, а також вплив зовнішніх сил, тисків, опорів, сил тяжіння і сил інерції на окремі елементи і деталі.

Визначення сил, які діють на робочі органи і деталі має велике практичне значення для витрат енергії, необхідної для забезпечення роботи механізму, подолання сил опору в кінематичних парах, для розрахунку на надійність і довговічність елементів конструкції.

Такі параметри як продуктивність, конструкційні розміри основних робочих органів, діючі сили, кінематичні характеристики в сукупності визначають потребу енергії для приводу.

При виборі електродвигуна для приводу машини повинні бути враховані умови експлуатації (діаграми навантажень, температура,

вологість), потрібна потужність і частота обертання валу, його типорозмір. Кращим варіантом вибору двигуна є двигун з швидкістю обертання ротора, яка дорівнює швидкості руху робочого органу. В цьому випадку зменшується кількість ступеней передач. Для проєктування приводу використовують також двигуни зі змінними частотами обертання в залежності від вимог технологічного регламенту.

В останній час випускаються електродвигуни зі змінним числом обертів, що дозволяє значно спростити кінематичну схему. Такі двигуни мають перспективу, особливо в тих випадках, коли за технологічними вимогами необхідно змінювати швидкість обробки продуктів і час їх перебування в реакційній зоні апарата.

5.13.3. Кінематичний розрахунок

Якщо машина безперервної дії і її продуктивність залежить від кінематичних параметрів, то цей розрахунок має бути першим. Спочатку на основі заданої продуктивності по відповідній формулі знаходять необхідну частоту обертання, або ж швидкість переміщення робочого органу (якщо знаходилась швидкість переміщення), то згодом все одно «виходять» на частоту обертання. Після цього визначається загальне передаточне число приводу, який повинен забезпечити необхідну частоту обертання від електродвигуна до робочого органу. Після цього приймається відповідна структура приводу і складається кінематична схема, що викреслюється на окремому листі записки. Далі приймаються або позначаються передаточні числа окремих передач і механізмів і визначається передаточне число замикаючого механізму (щоб була відповідність між загальним числом і передаточними числами окремих ланок). Замикаючою ланкою, як правило, виступає варіатор, пасова або ланцюгова передачі та ін.

Після цього для кожного валу визначається:

- частота обертання;
- кутова швидкість;
- потужність;
- обертаючі моменти.

Також проводиться повний проєктний розрахунок однієї з передач, тієї, що була замикаючою ланкою в попередніх розрахунках.

5.13.4. Тепловий розрахунок

Основною метою теплового розрахунку є визначення на основі теплового балансу, площі поверхні теплообміну і основних конструктивних характеристик апарату.

Технологічні процеси в харчовій промисловості тісно пов'язані з використанням теплоти. При цьому використовується велика кількість різноманітних теплообмінних установок, в тому числі теплообмінників, випарних апаратів, вакуум-апаратів, сушарок та ін.

При проєктуванні теплообмінних апаратів розраховують витрату теплоносія на підігрівання, охолодження, або випаровування продукту, площу поверхні теплообміну, конструктивні розміри.

З рівнянь теплового балансу знаходять кількість теплоти, яка витрачається на технологічний процес, а також витрату теплоносія. Використовуючи рівняння теплопередачі знаходять площу поверхні теплообміну.

5.13.5. Розрахунок на міцність

Проводиться перевірка міцності одного-трьох найбільш навантажених елементів конструкції устаткування (передачі, з'єднання, опори, стінки та ін.).

Після кожного розрахунку робиться відповідний висновок.

5.13.6. Конструктивний розрахунок

Визначається на основі певних умов (заданий об'єм, площа, переміщення, витрати, необхідна міцність) геометричні розміри одного або декількох елементів (найбільш важливих: робочі органи, комунікації, реакційний простір, запобіжні пристрої, креслення, тощо).

5.13.7. Гідравлічний розрахунок

Гідравлічні розрахунки виконуються для визначення діаметрів трубопроводів, підбору необхідних насосів, визначення характеру руху робочого середовища в апараті.

При виконанні гідравлічного розрахунку апарату, що проєктується, потрібно скласти його гідравлічну схему з усіма трубопроводами і елементами арматури. Розрахувати втрати тиску на подолання тертя потоками рідини і місцевих опорів в трубопроводах і арматурі (в залежності від режимів течії, шорсткості труб з врахуванням місцевих опорів) та гідравлічні напори в робочих точках.

В апаратах спеціального типу, які мають пористі шари і насадки, знаходять еквівалентний діаметр, а потім з врахуванням режиму течії рідини знаходять втрати тиску. Насоси і електродвигуни підбирають в залежності від витрат рідини, необхідного робочого напору.

5.13.8. Масообмінний розрахунок

Процеси масопередачі характеризуються переносом речовини із однієї фази в іншу. Рушійною силою процесів масопередачі є різниця концентрацій між даною і рівноважною, при якій процес закінчується. Тому граничним станом процесів являється досягнення рівноваги системи.

При розрахунках процесів масопередачі розглядаються:

- закони розподілу компонентів в присутніх фазах, які обумовлені правилами фаз і законами рівноваги;
- необхідні і достатні умови, які створюються для проведення процесів (робочі умови). Вони обумовлені шляхом задавання початкових та кінцевих концентрацій оброблюваних продуктів і їх кількості. Зв'язок між заданими кількостями і концентраціями встановлюється матеріальними балансами, які дають можливість отримати робочі лінії процесу;
- необхідні і достатні умови, які зумовлюють швидкість переходу речовин з однієї фази в іншу і які залежать від різниці рівноважної і робочої концентрацій (рушійної сили процесу), фізичних властивостей системи і гідродинамічної обстановки процесу. Зв'язок між цими факторами встановлюється за допомогою рівнянь дифузійної кінетики.

Одночасне врахування вказаних сторін явища масопередачі дозволяє вибрати раціональну конструкцію і знайти розміри реактора, що проєктується.

Проведення масопередачі залежить від конструктивних особливостей апарату та гідродинамічної обстановки, яка там є. Тому, якщо рівноважні співвідношення і задані умови проведення процесу можуть бути розглянуті без зв'язку з конструктивними особливостями реактора, то кінетика повинна бути безпосередньо пов'язана з конструкцією апарату, в якому проходить процес масопередачі.

5.13.9. Розрахунок фундаменту

Фундаменти необхідно споруджувати після отримання обладнання або по кресленням, приведених в заводській технічній

документації. Фундаментом називають конструкцію опорної споруди, призначеної для передачі навантаження від обладнання до основи. Основні геометричні параметри фундаменту – глибина його залягання і ширина підшви.

При установці обладнання на фундаменти, що спираються на ґрунт, необхідний зразковий розрахунок його основних показників, тобто знати його розміри. Розрахунок починають із визначення маси фундаменту:

$$M_{\phi} = \kappa \cdot Q_m \quad (1)$$

де M_{ϕ} – маса фундаменту, кг;

κ – коефіцієнт навантаження на фундамент, який залежний від типу машини, $\kappa = 2,5 \dots 10$, на практиці приймають $\kappa = 2,5 \dots 3$;

Q_m – маса машини, кг .

По масі фундаменту визначають його об'єм:

$$V_{\phi} = \frac{M_{\phi}}{q_{\phi}} \quad (2)$$

де V_{ϕ} – об'єм фундаменту, м³ ;

q_{ϕ} – об'ємна маса бетону для фундаменту, кг/м³

Класифікація бетонів по об'ємній масі

№	Вид бетону	Об'ємна маса
1	Особливо важкі	більше 2500 кг/м ³
2	Важкі (звичайні)	1800 – 2500 кг/м ³
3	Легкі	500 – 1800 кг/м ³
4	Особливо легкі	менше 500 кг/м ³

Знаючи об'єм фундаменту, визначають його розміри. При цьому довжину та ширину фундаменту приймають більше габаритних розмірів або опорної частини обладнання на 100 – 200 мм з кожної сторони.

$$a_{\phi} = 2[a_m + (0,1 \dots 0,2)]; \quad (3)$$

$$b_{\phi} = 2[b_m + (0,1 \dots 0,2)]; \quad (4)$$

де a_{ϕ} , b_{ϕ} – довжина та ширина фундаменту, м;

a_m , b_m – габаритні розміри обладнання, м.

Потім визначають висоту фундаменту за формулою:

$$H_{\phi} = \frac{V}{S} \quad (5)$$

де S - площа поверхні фундаменту, м^2 ;

$$S = a_{\phi} \cdot b_{\phi} \quad (6)$$

5.14. Заходи з охорони праці та техніки безпеки

Охорона життя і здоров'я громадян України у процесі їх трудової діяльності, створення безпечних і нешкідливих умов праці – одне з важливіших державних завдань, успішне вирішення якого значною мірою залежить від рівня підготовки бакалаврів усіх спеціальностей.

Охорона праці – це система правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних, лікувально-профілактичних заходів та засобів, спрямованих на збереження здоров'я і працездатності людини під час праці.

Розділ з охорони праці за змістом і характером виконується в чіткій відповідності до теми курсового проєкту і базується на законодавстві України з охорони праці та відповідних нормативно-правових актах.

При виконанні курсового проєкту необхідно пам'ятати, що всі технічні та організаційні заходи безпеки запроваджуються в порядку відповідно до вимог галузевих норм, правил і стандартів.

Рішення з техніки безпеки повинні розроблятися в тісній взаємодії з технологічними процесами виробництва даного цеху чи підприємства відповідно до конкретних умов і завдань.

При проєктуванні машин і апаратів необхідно керуватись головними вимогами:

- виробниче обладнання повинне бути безпечне при монтажі, експлуатації і ремонті як окремо, так і в складі комплексів;
- усі види виробничого обладнання не повинні забруднювати навколишнє середовище;
- необхідно забезпечити надійність конструкцій;
- матеріали, що використовуються в обладнанні не повинні бути шкідливими та небезпечними;
- конструкція обладнання повинна виключати можливість випадкового контакту робітників з гарячими чи переохолодженими частинами.

5.15. Перспективні напрями інтенсифікації роботи даного виду обладнання

В даному розділі курсового проєкту робиться аналіз перспективних напрямів можливого подальшого удосконалення даної машини чи апарату.

Одна із основних задач, які стоять перед харчовою промисловістю – використання прогресивних енергозберігаючих технологій, підвищення енерготехнологічної ефективності обладнання, що використовується. При цьому важливе значення має використання вторинних енергоресурсів.

Перспективне використання безступеневого регулювання частоти обертання привідних валів.

Особлива увага в останній час звертається на проблеми захисту довкілля, розробки технологій і обладнання для безвідходних або маловідходних виробництв. Обладнання, яке проєктується, повинно відповідати нормам державних стандартів по викидах шкідливих речовин в атмосферу та викидів.

Маловідходне виробництво може буде організовано за рахунок більш глибокої і досконалої переробки вихідного матеріалу. Вирішення цієї задачі можливе при комплексному використанні не тільки сировини, але і енергоресурсів, в особливості при поверненні «вторинних ресурсів» та обов'язковому використанню принципів рециркуляції і циклічності.

Актуальним є інтенсифікація таких енергоємних процесів, як сушіння, фільтрування, випарювання та ін., а також подальше удосконалення апаратурного оформлення цих процесів. Перспективним є створення апаратів безперервної дії при активних гідродинамічних режимах продуктів в них.

Своєчасним є також створення апаратів багатоцільового призначення, наприклад, сушіння проводиться сумісно з гранулюванням. Для оптимізації роботи необхідно правильно вибирати параметри ведення процесів, які обумовлюють витрати енергії.

Перспективні напрямки інтенсифікації роботи даного виду обладнання можуть бути намічені при творчому підході та знанні того технологічного процесу, який відбувається в даному обладнанні.

5.16. Висновки

У висновках відзначають оцінку результатів виконання курсового проєкту з точки зору їх відповідності вимогам завдання, виділяють головні техніко-економічні характеристики спроектованого (модернізованого) виробу (питомої витрати енергії, питомої металомісткості, питомих затрат праці тощо); порівнюють з аналогічними показниками іншого обладнання, що застосовується для виконання таких самих операцій.

Відзначається за рахунок яких конструкторських, технологічних чи інших рішень була досягнута інтенсифікація роботи обладнання.

5.17. Список використаної літератури

Список використаної літератури повинен містити перелік літературних та інших джерел, використаних при виконанні, на які є посилання в тексті звіту. Оформляють його згідно з рекомендаціями ДСТУ 7.1:2006.

Перелік посилань вимагає розміщення всіх використаних джерел інформації у такій послідовності:

- а) закони України (у хронологічній послідовності);
- б) укази Президента, постанови уряду (у хронологічній послідовності);
- в) директивні матеріали міністерств (у хронологічній послідовності);
- г) монографії, брошури, підручники (абетковий порядок);
- д) статті з журналів (абетковий порядок);
- є) інструктивні, нормативні та інші матеріали, що використовуються підприємством (абетковий порядок);
- ж) іншомовні джерела;
- з) електронні джерела.

Роботи іноземних авторів подавати в переліку в оригінальній транскрипції.

5.18. Додатки

Додатки складаються з форм первинних документів, креслень, схем, ескізів, інструкцій.

Документи, розміщення яких в основному тексті недоцільне (програми розрахунків на ПК, великі таблиці і т.п.), повинні бути оформлені у вигляді додатків до курсового проєкту. В основному тексті потрібно вказати посилання на додатки.

Додаток повинен мати заголовок, надрукований угорі рядковими (малими) літерами з першою прописною (великою) симетрично відносно тексту сторінки. З правого боку рядка над заголовком рядковими літерами з першої прописної друкують або пишуть слово «Додаток» і велику літеру або цифру, що позначає додаток. Додатки необхідно позначати послідовно прописними літерами української абетки, за винятком літер Г, Є, І, Ї, Й, О, Ч, Ь, наприклад, додаток А, додаток Б і т.д. Один додаток позначають як додаток А.

Текст кожного додатка за необхідності може бути поділений на розділи і підрозділи, які нумерують у межах кожного додатка. В такому разі перед кожним номером ставлять позначення додатка (літеру) або цифру і крапку, наприклад, А.2 – другий розділ додатка А.

Ілюстрації, таблиці і формули, розміщені в додатках, нумерують у межах кожного додатка, наприклад: рисунок Д.1.2. – другий рисунок першого розділу додатка Д; формула (В.1) – перша формула додатка В.

Інші конструкторські документи, що входять у додатки (відомість купованих виробів, методика та програма випробувань та ін.), виконують за формами, вказаними у відповідних стандартах.

6. РОБОТА НАД ГРАФІЧНОЮ ЧАСТИНОЮ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

При виконанні графічної частини проєкту необхідно користуватися основними положеннями та правилами ЄСКД.

6.1 Зміст і обсяг графічної частини

Графічна частина курсового проєкту складається з 2–3 аркушів формату А1 (або формату А3 у вигляді додатків до пояснювальної записки при виконанні за допомогою комп'ютерних програм). Це такі креслення:

- загальний вигляд машини чи апарату з необхідними розрізами з технічною характеристикою.

На кресленнях загального вигляду необхідно зобразити конструкцію машини (апарата, потокової лінії) з видами, розрізами, перерізами, необхідними для розуміння будови її складових і принципу роботи, навести дані про склад, монтаж і з'єднання даної одиниці обладнання з сусідніми агрегатами, а також вказати технічні вимоги і технічну характеристику, посадки підшипників на вали і в корпус підшипникового вузла, номери позицій складальних одиниць, габаритні розміри виробу і номінальні розміри з'єднань деталей (посадочні розміри). Габаритні розміри є довідковими, їх слід наводити без відхилень.

Кількість приєднувальних розмірів повинна бути достатньою для виготовлення елементів інших одиниць обладнання, з допомогою яких об'єкт проєктування встановлюють на місці монтажу або приєднують до інших машин (апаратів).

Креслення загального вигляду в основному відрізняється від складального тим, що воно:

- розкриває конструкцію всього виробу і кожної його складової (деталі);
- містить більшу кількість зображень, включаючи додаткові види, розрізи, перетини і тому подібне, оскільки інакше не можна виявити конструкцію елементів деталей виробу;
- містить більше розмірів що визначають взаємне розташування деталей і елементів деталей виробу, що уточнюють форму.
- креслення окремих складальних одиниць з необхідною кількістю проєкцій, розрізів, перерізів.

На складальному кресленні наносять мінімальну кількість розмірів: габаритні, установчі і приєднувальні до суміжних пристроїв. У технічних вимогах, які вказують на кресленні, повинно бути написано: «Всі розміри для довідок», або «Розміри для довідок» із зірочкою за наявності розмірів, необхідних для виготовлення і контролю складальної одиниці в цілому (на кресленні ці розміри теж позначають зірочкою).

При розробленні і оформленні складальних креслень треба враховувати деякі особливості:

- контури суміжних деталей креслити однією лінією, якщо зазори між ними менше 1 мм на кресленні; в деяких випадках рекомендується показувати зазор незалежно від його величини;
- якщо в складальну одиницю входять поширені складові, допускається не креслити їх повністю, а показувати лише контуром; інколи при великій кількості однакових складових детально креслять одну, останні показують контуром;
- якщо деталі можуть переміщатися, їх крайні положення показати штрихпунктирною лінією з двома крапками, проставляючи координуючі розміри;
- за потреби креслити тонкими лініями пограничні деталі, суміжні з даною складальною одиницею, застосовуючи штрихування (допускається не штрихувати);
- практикується зображення половини симетричної проєкції;
- якщо кришка закриває пристрій, наприклад, на вигляді зверху, то вигляд або половину його креслять без кришки з написом: «Кришка поз. умовно знята».

Також застосовуються спрощення:

- підшипники кочення умовно змальовують тонкими діагональними лініями;

– фаски можна не показувати на складальному кресленні там, де вони не мають принципового значення, наприклад, у кріпильних деталях і отворах для них;

– пружина може бути змальована лише перетинами витків, без ліній, що знаходяться за площиною розрізу.

Для всіх складових виробу мають бути вказані їх позиційні позначення відповідно до специфікації. Для номерів позиційних позначень заготовляють полиці на лініях-винесеннях, розташовані групами у вертикальних і горизонтальних рядах, в міру можливості через однакові інтервали. Від кожної полиці проводять лінію-винесення до відповідної деталі з крапкою в кінці, уникаючи збігу їх з лініями штрихування. Лінії-винесення не повинні перетинатися між собою і повинні пересікати якомога менше інших деталей. Цифри наносять шрифтом на номер більше розмірних. Позиційні позначення кріпильних деталей пишуть на полицях під позначенням прикріплюваної деталі.

- креслення вузлів деталей та окремих деталей, конструкція яких розроблена (модернізована) здобувачем.

Складальні креслення вузла (або вузлів), які підлягають розробленню або модернізації повинні давати чітку уяву про роботу потокової лінії, машини або агрегата (вузла). На складальних кресленнях вузлів необхідно вказувати номери позицій, посадочні розміри в спряженнях деталей (конструктивні зазори), габаритні і приєднувальні розміри, технічні вимоги.

Складальне креслення відображає взаємне розташування і зв'язки складових складальної одиниці, забезпечує її складання і контроль.

6.2 Формати креслень

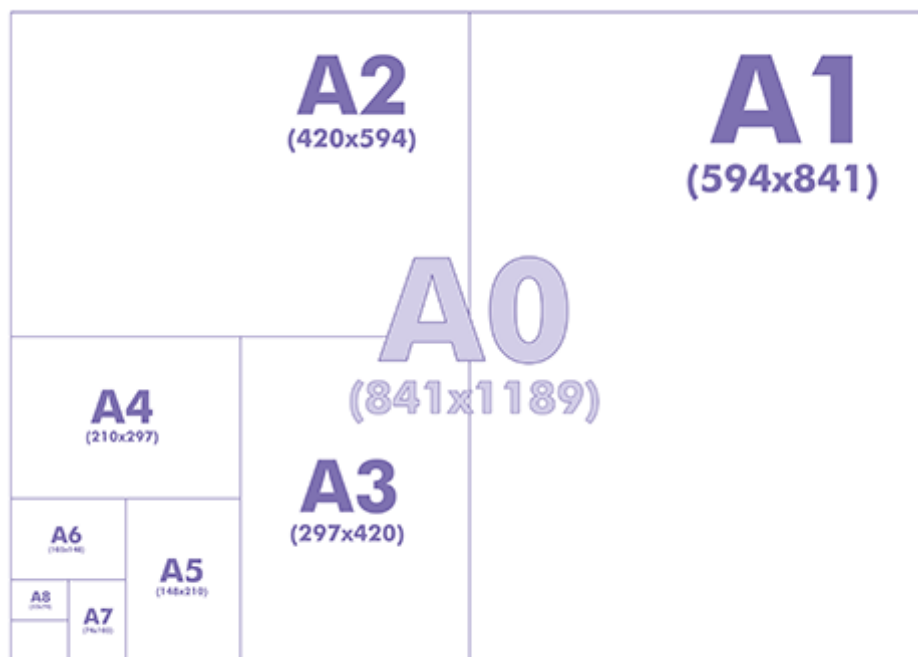
Формати для всіх конструкторських документів виконуються згідно ДСТУ.

Позначення і розміри сторін основних форматів наведені у таблиці 6.1.

Припускається застосування додаткових форматів, утворених збільшенням коротких сторін основних форматів на величину, кратну їх розмірам.

Таблиця 6.1

Позначення формату	A0	A1	A2	A3	A4	A5
Розміри, мм	841х 1189	594х 841	420х 594	297х 420	210х 297	148 х210



6.3 Масштаби

Масштаб, мірило (від нім. *Maß* – міра, інім. *Stab* – палка) – відношення розмірів об’єкта, виконаних без спотворень, до інших номінальних значень. Масштаб це число, що може бути більше 1, якщо розміри об’єкту ненадійні, креслення дрібних деталей) – це називають масштабом збільшення, або менше 1 (плани будинків, топографічні та географічні карти, карти зоряного неба) – масштаб зменшення. Масштаб з відношенням 1:1 називають масштабом натуральної величини.

Масштаби креслення – це число, яке показує, у скільки разів зображення предмета на кресленні збільшене або зменшене по відношенню до своїх дійсних розмірів.

Масштаби зображень на кресленнях повинні вибиратись із такого ряду (згідно ДСТУ 9286:2024), таблиця 6.2.

Таблиця 6.2

Масштаби зменшення	1:2; 1:2,5; 1:4; 1:5; 1:10; 1:15; 1:20; 1:25; 1:40; 1:50; 1:75; 1:100; 1:200; 1:400; 1:500; 1:800; 1:1000
Натуральна величина	1 :1
Масштаби збільшення	2:1; 2,5:1; 4:1; 5:1; 10:1; 20:1; 40:1; 50:1; 100:1

Також чинний ДСТУ ISO 5455:2005, рекомендовані ряди для застосування на технічних кресленнях масштабів наступні:

- масштаби зменшування: 1:2; 1:5; 1:10; 1:20; 1:50; 1:100; 1:200; 1:500; 1:1000; 1:2000; 1:5000; 1:10 000.
- натуральна величина: 1:1.
- масштаби збільшування: 2:1; 5:1; 10:1; 20:1; 50:1.

6.4 Специфікації

Форма та порядок специфікацій на всі види виробів встановлені ДСТУ. Специфікацію складають на кожен складальну одиницю на форматі А4, допускається суміщення специфікації з кресленням.

Специфікації в загальному вигляді складаються з розділів, що розташовуються в такому порядку: «Документація», «Комплекси», «Складальні одиниці», «Деталі», «Стандартні вироби», «Інші вироби», «Матеріали», «Комплекти». Наявність тих чи інших розділів обумовлена складом специфікаційного виробу.

Найменування кожного розділу записують у вигляді заголовка у графі «Найменування» і підкреслюють. Вище і нижче заголовка залишають не менше одного вільного рядка.

В специфікацію курсового проєкту записують:

- в розділі «Документація» – креслення складальні, монтажні та габаритні схеми, а також пояснювальна записка;
- в розділі «Комплекси» і «Складальні одиниці» – комплекси і складальні одиниці, які безпосередньо входять до виробу, що специфікується;
- в розділі «Деталі» – креслення деталей, які входять до складальної одиниці, що специфікується;
- в розділі «Стандартні вироби» – вироби, що відповідають державним, галузевим стандартам. В межах кожної категорії стандартів запис проводять по групам виробів за їх функціональним призначенням;
- в розділі «Інші вироби» – вироби, що використовуються за каталогами, технічними умовами;
- в розділі «Матеріали» – матеріали, що безпосередньо входять до складальної одиниці.

Графи специфікації заповнюються таким чином:

- «Формат» – вказують номер формату, на якому виконаний документ. В розділах «Стандартні вироби», «Інші вироби» і «Матеріали» графу не заповнюють;
- «Зона» – проставляють позначення зони, в якій знаходиться позиція складальної одиниці або деталі (при розбивці поля креслення на зони);

– «Позиція» – проставляють номери складових частин виробу, що специфікується в порядку збільшення. В розділі «Документація» цю графу не заповнюють;

– «Позначення» – в розділі «Документація» вказують позначення креслень, схем і необхідних документів; в розділах «Комплекси», «Складальні одиниці», «Деталі» вказують позначення специфікацій цих конструкторських документів; в розділі «Деталі» вказують позначення відповідних виробів, в розділах «Стандартні вироби», «Інші вироби» і «Матеріали» графу не заповнюють;

– «Найменування» – в розділі «Документація» записують тільки найменування видів, що входять в основний комплект документів виробу; в розділах «Комплекси», «Складальні одиниці», «Деталі» записують найменування виробів у відповідності з основним написом на основних конструкторських документах; в розділі «Стандартні вироби» записують найменування і позначення цих деталей відповідно до стандартів на ці вироби; в розділі «Інші вироби» вказують найменування і позначення виробів у відповідності з документами на їх постачання; в розділі «Матеріали» записують позначення матеріалів у відповідності з стандартами і технічними умовами на ці матеріали;

– «Кількість» – записують кількість виробів на один виріб, що специфікується;

– «Примітка» – записують додаткові дані для планування і організації виробництва.

7. ЗАГАЛЬНІ ВИМОГИ ДО ОФОРМЛЕННЯ ПОЯСНЮВАЛЬНОЇ ЗАПИСКИ ТА ГРАФІЧНОЇ ЧАСТИНИ

7.1 Загальні вимоги

Пояснювальна записка повинна бути оформлена відповідно до вимог ДСТУ 3008-95 «Документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура і правила оформлення».

Всі розділи проєкту розташовують у порядку, означеному у змісті пояснювальної записки.

Записку оформляють на аркушах формату А4 (210х297). За необхідності допускається використання аркушів формату А3 (297х420 мм).

Текст пояснювальної записки слід друкувати, додержуючись таких розмірів берегів: верхній, лівий і нижній – не менше 20 мм, правий – не менше 10 мм.

Абзацний відступ повинен бути однаковим впродовж усього тексту записки і дорівнювати п'яти знакам.

Для першого та наступних аркушів пояснювальної записки передбачено використання основного напису.

Текстові документи курсових проєктів необхідно виконувати із застосуванням комп'ютерної техніки в текстовому редакторі Word шрифтом Times new Roman чорного кольору розміром 14 кегль з міжрядковим інтервалом 1,5. Таблиці, ілюстрації та інше виконуються чорним кольором і не повинні виходити за поля сторінки, формули повністю набираються за допомогою редактора формул Math Type.

Всі лінії, літери, цифри і знаки повинні бути однакового кольору по всій записці. Окремі слова, формули, знаки, які можливо вписують в надрукований текст, мають бути чорного кольору.

Пояснювальна записка повинна мати чітку побудову, логічну послідовність викладення матеріалу, конкретність викладення результатів, обґрунтованість висновків.

Пояснювальна записка брошурується в такій послідовності:

- титульний аркуш (стандартний, виконаний на комп'ютері);
- завдання на проєктування;
- зміст;
- анотація;
- інші документи в послідовності, зазначеній в змісті.

7.2 Розділи, підрозділи, пункти, підпункти

Текст пояснювальної записки складається з структурних елементів, розділів, підрозділів, пунктів, підпунктів. Кожен розділ починається з нової сторінки та має основний напис.

Розділи, підрозділи, пункти, підпункти записки слід нумерувати арабськими цифрами. Розділи записки повинні мати порядкову нумерацію в межах викладення суті записки і позначатися арабськими цифрами.

Пункти повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу або підрозділу. Номер пункту складається з номера розділу і порядкового номера пункту або з номера розділу, порядкового номера підрозділу та порядкового номера пункту, відокремлених крапкою.

Структурні елементи **«АНОТАЦІЯ», «ЗМІСТ», «ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ» «ВСТУП», «ВИСНОВКИ»,**

«ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ» «ДОДАТКИ», не нумерують, а їх назви правлять за заголовки структурних елементів.

Заголовки структурних елементів і заголовки розділів слід розташовувати посередині рядка і друкувати великими літерами без крапки в кінці, не підкреслюючи. Переноси слів в заголовку розділу не допускається.

Розділи записки повинні мати порядкову нумерацію і позначатися арабськими цифрами.

Заголовки підрозділів, пунктів, підпунктів слід починати з абзацу і друкувати малими літерами, крім першої прописної, не підкреслюючи, без крапки в кінці.

Підрозділи повинні мати порядкову нумерацію в межах кожного розділу.

Номер підрозділу складається з номера розділу і порядкового номера підрозділу, поділених крапкою.

Відстань між заголовком розділу або структурного елементу і подальшим текстом повинна бути не менше двох рядків.

Відстань між заголовком підрозділу і подальшим або попереднім текстом повинна бути не менше одного рядка.

Не допускається розміщувати найменування розділу, підрозділу, пункту, підпункту в нижній частині сторінки, якщо після цього немає тексту або розміщений тільки один рядок тексту.

7.3 Ілюстрації

Ілюстрації (креслення, рисунки, графіки, схеми, діаграми, фотознімки) слід розміщувати у пояснювальній записці безпосередньо після тексту, де вони згадуються вперше, або на наступній сторінці. На всі ілюстрації мають бути посилання.

Якщо ілюстрації створені не автором звіту, необхідно при поданні їх у звіті дотримуватись вимог чинного законодавства про авторські права.

Креслення, рисунки, графіки, схеми, діаграми, розміщені у записці, мають відповідати вимогам стандартів ДСТУ 3008–95.

Фотознімки розміром менше за формат А4 мають бути наклеєні на аркуші білого паперу формату А4.

Ілюстрації можуть мати назву, яку розміщують під ілюстрацією. За необхідності під ілюстрацією розміщують пояснювальні дані (підрисунковий текст). Ілюстрація позначається словом «Рисунок _», яке разом з назвою ілюстрації розміщують після пояснювальних даних, наприклад, «Рисунок 7.1 – Схема розміщення».

тексті одна таблиця, її нумерують. Після номера ліворуч над таблицею пишеться слово «Таблиця» і пишеться назва таблиці.

Назва таблиці повинна бути стислою і відображати зміст таблиці. Пишеться з великої літери, розміщують над таблицею без крапки в кінці.

Якщо таблиця переноситься на наступну сторінку, то зверху таблиці пишуть «Продовження таблиці» (вказують номер таблиці).

Заголовки граф таблиці пишуть з великих літер, а підзаголовки – з малих, якщо вони складають із заголовком одне ціле. Підзаголовки, що мають самостійне значення, пишуть з великої літери.

В кінці заголовків і підзаголовків таблиць крапки не ставлять. Заголовки і підзаголовки граф вказують в однині.

Інші вимоги до виконання таблиць – відповідно до чинних стандартів на технічну документацію.

Таблиці, за необхідності, можуть бути перелічені у змісті з зазначенням їх номерів, назв (якщо вони є) та номерів сторінок, на яких вони розміщені.

7.5 Формули та рівняння

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

Формули та рівняння нумерують порядковою нумерацією в межах розділу.

Номер формули складається з номера розділу та порядкового номера формули, поділених крапкою, наприклад, формула (7.3) – третя формула сьомого розділу.

Номер формули вказують на рівні формули в дужках у крайньому правому положенні на рядку.

Позначення одиниць виміру в одному рядку з літерними формулами не допускається. Під час розрахунків за формулою в тексті пояснювальної записки слід дати вказівку на джерело, звідки взята формула, записати формулу в літерній формі, поставити знак рівності, підставити числові значення величин в такій послідовності, як вони подані в формулі, поставити знак рівності та записати результат із позначенням одиниці виміру.

Формули, в які підставлені числові значення, не нумеруються.

Пояснення значень символів і числових коефіцієнтів, що входять у склад формули, наводять безпосередньо під формулою у тій послідовності, в якій вони дані у формулі.

Пояснення значення кожного символу і числового коефіцієнта слід давати з нового рядка. Перший рядок пояснення починають з абзацу словом «де» без крапки.

Переносити формули на наступний рядок допускається тільки на знаках операцій, що виконуються, причому знак операції на початку наступного рядка повторюють. Якщо рівняння не вміщується в одній стрічці, то його переносять після відповідного знаку: (=), (+), (–), (x), (:). Якщо підряд іде декілька рівнянь, формул, то в кінці кожного з них ставлять крапку з комою, а після останнього – крапку.

Якщо в записі одна формула її нумерують.

Формули, що слідують одна за одною і не поділені текстом, відокремлюють комою.

7.6 Посилання

Відомості про джерела, включені до списку, необхідно давати відповідно до вимог міжнародних і державного стандартів з обов'язковим наведенням назв праць. Зокрема потрібну інформацію щодо згаданих вимог можна отримати з ДСТУ 3582-97 «Інформація та документація. Скорочення слів в українській мові у бібліографічному описі. Загальні вимоги та правила».

Посилання в тексті записки на джерела слід зазначати порядковим номером за переліком посилань, виділеним квадратними дужками, наприклад, «...у роботах [3-8]...».

Для більш точного посилання на літературне джерело необхідно додавати сторінку до номера, наприклад, «...у роботі [2, с. 56]...».

При посиланнях на розділи, підрозділи, пункти, підпункти, ілюстрації, таблиці, формули, рівняння, додатки – вказують їхні номери.

Перелік джерел, на які посилають в основній частині записки повинен бути наведений у кінці тексту записки, починаючи з нової сторінки.

Бібліографічний опис в переліку посилань приводять у порядку, в якому вони вперше згадуються в тексті мовою оригіналу.

Кожне літературне джерело повинне бути записане в такій послідовності:

- назва підручника або статті;
- прізвище та ініціали авторів;

- назва видавництва або журналу, збірника праць;
- рік видання;
- для журналів і збірників праць – номер, місце видання;
- кількість сторінок у підручнику, для статей – номери сторінок.

8. ФОРМИ КОНТРОЛЬНИХ ЗАХОДІВ

В освітньому процесі використовуються такі види контролю: поточний, семестровий (підсумковий) та підсумкова атестація здобувачів вищої освіти. Оцінювання здобувачів здійснюється за накопичувальною 100-бальною системою.

Оцінка за курсовий проєкт. Оцінка включає оцінювання знань здобувача, показаних ним під час захисту, якість графічної частини та пояснювальної записки, а також враховує дотримання графіку проєктування, самостійність виконання проєкту та новизну і оригінальність прийнятих рішень.

Розподіл балів, які можуть набрати здобувачі під час виконання курсового проєкту (форма семестрового контролю – диференційований залік):

Пояснювальна записка	Графічна частина	Захист проєкту	Сума
30	30	40	100

Критерії оцінювання курсового проєкту

Параметри оцінювання	Кількість балів	Критерії оцінювання за бальною шкалою
Пояснювальна записка	30	Зміст проєкту відповідає обраній темі; усі пункти завдання повністю виконані без помилок; здобувач виявив всебічне системне та глибоке знання матеріалу; засвоїв основну та додаткову літератури; чітко володіє математичним апаратом, методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою дисципліни; вміє використовувати їх для вирішення як типових, так і нетипових практичних ситуацій
	20	Зміст проєкту відповідає обраній темі; усі пункти завдання повністю виконані без суттєвих помилок; здобувач належно засвоїв навчальний матеріал дисципліни; володіє необхідними методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою дисципліни; вміє використовувати їх для вирішення як типових, так і нетипових практичних ситуацій, допускає окремі незначні помилки

	10	Зміст проєкту відповідає обраній темі, але матеріал викладено непослідовно та необґрунтовано. Проєкт виконувався не систематично та поданий на перевірку керівнику з порушенням плану виконання курсового проєкту
	5	Зміст проєкту не відповідає обраній темі. Проєкт не відповідає вимогам, які висуваються до курсових проєктів. У проєкті немає висновків або вони носять декларативний характер
Графічна частина	30	Графічні матеріали виконані без помилок на високому рівні. Оформлення креслень здійснювалось із дотриманням стандартів і вимог, що висуваються
	20	Графічні матеріали виконані без помилок на достатньому рівні. Оформлення креслень здійснювалось із деякими відхиленнями від стандартів і вимог, що висуваються
	10	Графічні матеріали виконані з невеликою кількістю помилок, на середньому рівні. В оформленні креслень присутні відхилення від стандартів і вимог, що висуваються
	5	Графічні матеріали низької якості
Захист проєкту	40	Доповідь логічно побудована, здобувач чітко та стисло викладає основні розрахункові результати, показує глибокі знання з питань дисципліни, оперує даними розрахунків, вносить пропозиції з теми подальшого дослідження, під час доповіді впевнено і докладно відповідає на поставлені запитання
	35	Здобувач спроможний чітко та стисло викласти основні результати виконання проєкту, дає правильні відповіді на всі запитання, але не завжди упевнений в аргументації, чи не завжди коректно її формулює
	30	Здобувач спроможний чітко та стисло викласти основні результати виконання проєкту, належно обґрунтовує положення проєкту, але допускає неточності у відповідях на запитання
	25	Здобувач спроможний чітко та стисло викласти основні результати виконання проєкту, але допускає суттєві неточності у відповідях на запитання, не завжди належно обґрунтовує положення проєкту
	20	Здобувач невпорядковано викладає основні результати виконання проєкту, намагається дати відповідь на поставлені запитання і робить спроби аргументувати положення проєкту
	15	Здобувач невпорядковано викладає основні результати виконання проєкту, робить спроби

	аргументувати положення роботи, надає неповні, поверхові, необґрунтовані відповіді на поставлені питання
10	Здобувач демонструє задовільні знання з навчального матеріалу проєкту, але не може впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання членів комісії та належно обґрунтувати положення проєкту
5	Здобувач невпорядковано викладає основні результати виконання проєкту, не спроможний дати відповідь на запитання, відстоювати свою позицію

Підсумкова оцінка курсового проєкту обчислюється шляхом додавання набраних здобувачем вищої освіти балів за зміст і оформлення розрахунково-пояснювальної записки, графічної частини і балів за відповіді на питання під час захисту курсового проєкту. Підсумкова оцінка виставляється у відомості обліку успішності, індивідуальному навчальному плані.

Оцінювання результатів навчання здобувачів освіти здійснюється за 100-бальною шкалою. Відповідність семестрової рейтингової оцінки в балах оцінці за національною шкалою та шкалою ECTS відповідно до «Положення про організацію освітнього процесу в Закладі вищої освіти «Подільський державний університет» <https://surl.lu/xfvrsr>.

Методи оцінювання

За дисципліною передбачений такий вид контролю диференційований залік – він правило полягає в оцінюванні комісією засвоєння здобувачем навчального матеріалу із певного освітнього компонента винятково на підставі результатів виконаних індивідуальних завдань (розрахункових, графічних тощо). Застосовується, зокрема, при оцінюванні практик, курсових робіт (проєктів), тощо.

9. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ТА РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основна

1. Технологічне обладнання харчових виробництв: навчальний посібник / В.І. Теличкун, Ю.С. Теличкун, О.О. Губеня, С.В. Стефанов, С.Т. Дамянова – Київ : Сталь, 2023. – 634 с.

2. Сарана В.В., Василів В.П., Бурова З.А., Муштрук М.М., Жеплінська М.М., Слободянюк Н.М. Технологічне обладнання м'ясопереробних підприємств: Підручник. Частина I. Київ: Компринт, 2023. 310 с.

3. Сарана В.В., Василів В.П., Бурова З.А., Муштрук М.М., Жеплінська М.М., Слободянюк Н.М. Технологічне обладнання м'ясопереробних підприємств: Підручник. Частина 2. Київ: Компринт, 2024. 369 с.

4. Самойчук К.О. Технологічне обладнання хлібопекарської і макаронної галузі: навчальний посібник / К.О. Самойчук, В.О. Олексієнко, Н.О. Паляничка., В.Ф. Ялпачик – Київ:ПрофКнига, 2021. – 372 с.

5. Технологічне обладнання галузі : конспект лекцій / К. О. Самойчук , Н. О. Паляничка, В. О. Верхованцева; ТДАТУ. – Мелітополь: видавничо-поліграфічний центр «Forward press», 2020. – Ч. 1. – 255 с.

6. Люлька Д.М. Обладнання харчових виробництв (Модуль 1. Базове обладнання харчових виробництв) [Електронний ресурс]: конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» денної та заочної форм навчання / Д.М. Люлька. – К.: НУХТ, 2024. –272 с.

7. Чепелюк О.М. Обладнання харчових виробництв (Модуль 2. Обладнання технологічних ліній) [Електронний ресурс]: конспект лекцій для здобувачів освітнього ступеня «Бакалавр» спеціальності 181 «Харчові технології» освітньо-професійної програми «Харчові технології та інженерія» денної та заочної форм здобуття освіти / уклад.: О.М. Чепелюк. – К.: НУХТ, 2024. –146 с.

Допоміжна

8. Інноваційне обладнання харчових виробництв: навч. посіб. [Електронний ресурс] / Чепелюк О.М., Гавва О.М., Мирончук В.Г., Теличкун В.І., Удодов С.О., Бабанова О.І. За ред. проф. О.М. Гавви. – К.: НУХТ, 2024. – 584 с.

9. Інноваційне обладнання м'ясопереробних виробництв : підручник / О. М. Чепелюк, , О. М. Гавва, , І. Г. Бабанов [та ін.]. - Київ : Сталь, 2021. - 805 с.

10.Методичні рекомендації до виконання курсового проекту з дисципліни «Технологічне обладнання переробних та харчових виробництв» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 181 «Харчові технології» / В.М.Федорів – Кам'янець-Подільський: ПДАТУ, 2021. – 96с.

11.Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технологічне обладнання переробних та харчових виробництв» Розділ 1. Технологічне обладнання для виробництва борошна, круп та рослинної олії для здобувачів першого

(бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 181 «Харчові технології» / В.М.Федорів – Кам'янець-Подільський: ЗВО«ПДУ», 2022. – 68 с.

12.Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технологічне обладнання переробних та харчових виробництв» Розділ 2. Технологічне обладнання для хлібобулочних і борошняних кондитерських виробів та переробки овочів і фруктів для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 181 «Харчові технології» / В.М.Федорів – Кам'янець-Подільський: ЗВО«ПДУ», 2022. – 100 с.

13.Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технологічне обладнання переробних та харчових виробництв» Розділ 3. Технологічне обладнання для переробки м'яса і виробництва ковбасних виробів для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 181 «Харчові технології» / В.М.Федорів. Кам'янець-Подільський: ЗВО«ПДУ», 2023.– 68 с.

14.Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Технологічне обладнання переробних та харчових виробництв» Розділ 4. Технологічне обладнання для виробництва молочної продукції і зберігання харчових продуктів для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 181 «Харчові технології» / В.М.Федорів – Кам'янець-Подільський: ЗВО«ПДУ», 2023.– 108 с.

Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Бібліотека Вернадського <http://www.nbuv.gov.ua>
2. Кабінет Міністрів України. URL: <http://www.kmu.gov.ua/>.
3. Верховна Рада України. URL: www.zakon.rada.ua.
4. Ukrainian Food Journal <https://nuft.edu.ua/naukovadiyalnist/naukovi-vydannya/ukrainian-food-journal>
5. Наукова бібліотека ЗВО «ПДУ» <https://pdatu.edu.ua/naukova-biblioteka.html>
6. Репозитарій університету <https://pdatu.edu.ua/repozytarii.html>
7. Доступ до наукометрії та бази даних SCOPUS Web of Science за посиланням <https://pdatu.edu.ua/pro-universytet/naukometriya.html>
8. Освітньо-професійна програма «Харчові технології та інженерія» для підготовки здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за спеціальністю G13 Харчові

технології <https://pdatu.edu.ua/images/navchalna-robota/opp/opp25/opp-b-niht-1-hti.pdf?v=03>.

9. Електронний навчальний курс «Технологічне обладнання переробних та харчових виробництв»
<http://pdatu.net.ua/course/view.php?id=2294>

ДОДАТКИ

ДОДАТОК А

Бланк титульного аркуша

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра харчових технологій виробництва й стандартизації харчової
продукції

Реєстраційний номер
«__» «_____» 202_ р.

КУРСОВИЙ ПРОЄКТ

з дисципліни «Технологічне обладнання переробних та харчових
виробництв»

на тему: _____

Здобувача вищої освіти ____ курсу __ групи
спеціальності _____

(прізвище та ініціали)

Керівник _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала _____
Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS _

Члени комісії	_____	_____
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
	_____	_____
	(підпис)	(прізвище та ініціали)
	_____	_____
	(підпис)	(прізвище та ініціали)

м. Кам'янець-Подільський
202_ р.

ДОДАТОК Б
Бланк пояснювальної записки

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра харчових технологій виробництва й стандартизації харчової
продукції

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до курсового проєкту

з дисципліни «Технологічне обладнання переробних та харчових
виробництв»

на тему: _____

Здобувача вищої освіти ____ курсу __ групи
спеціальності _____

(прізвище та ініціали)

Керівник _____

(посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

Національна шкала _____
Кількість балів: _____ Оцінка: ECTS _

Члени комісії _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

(підпис) (прізвище та ініціали)

(підпис) (прізвище та ініціали)

м. Кам'янець-Подільський
202_ р.

ДОДАТОК В

Бланк завдання

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра харчових технологій виробництва й стандартизації харчової
продукції

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри,

професор Тетяна ПРИЛІПКО

«__» _____ 202__ р.

ЗАВДАННЯ

на виконання курсового проєкту з дисципліни
**«ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ ТА ХАРЧОВИХ
ВИРОБНИЦТВ»**
здобувачу вищої освіти 3 року навчання освітнього ступеня «Бакалавр»

(прізвище, ім'я, по батькові)

Тема: _____

Вихідні дані:

1. Найменування устаткування:

продуктивність _____ кг/с;

асортимент _____

2. Назва технологічного процесу _____

Керівник проєкту _____

Завдання отримав _____

«__» «_____» 202__ року.

ДОДАТОК Д
Зразок оформлення змісту

ВСТУП

АНОТАЦІЯ

1. ЗАГАЛЬНОТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Обґрунтування вибраного напрямку роботи

1.2. Аналітичний огляд існуючих конструкцій обладнання й обґрунтування їх застосування в даній галузі харчової промисловості

1.3. Основні технологічні процеси виробництва харчового продукту, види сировини, її характеристики

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1. Вибір технологічної схеми і загальний опис технології виготовлення харчового продукту

2.2. Опис технологічної операції, яка виконується за допомогою технологічного обладнання, що підлягає модернізації. Сутність модернізації

3. БУДОВА ТА ПРИНЦИП РОБОТИ ОБЛАДНАННЯ

4. Розрахункова частина

5. Заходи з охорони праці та техніки безпеки

6. Перспективні напрями інтенсифікації роботи даного виду обладнання

7. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ

ВИСНОВКИ

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

ДОДАТКИ

Ілюстративна частина

1. Загальний вигляд машини чи апарату з необхідними розрізами з технічною характеристикою

2. Креслення окремих складальних одиниць з необхідною кількістю проекцій, розрізів, перерізів.

3. Креслення вузлів деталей та окремих деталей, конструкція яких розроблена (модернізована) студентом.

ДОДАТОК Е

*Зразок оформлення кутового штампу для першого чи заголовного
аркуша текстового документу та для специфікацій*

					03.18-КП.00.00.001.ПЗ								
Вип.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата									
Здобувач	Рошкова А.О.				ЗМІСТ				Літера		Аркуш	Архів	
Керівник	Федорів В.М.								Н	К	П		
Н.контр.	Семенов О.М.								ЗВО «ПДУ», ННІХТ				
Зав.каф	Приліпка Т.М.												

ДОДАТОК Ж

*Зразок оформлення кутового штампу для наступних
аркушів текстового документу*

					03.18-КП.00.00.001.ПЗ	Адк.
Вип.	Адк.	№докум	Підпис			

ДОДАТОК 3

ЗРАЗОК ОФОРМЛЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ ЧАСТИНИ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ

4. РОЗРАХУНКОВА ЧАСТИНА

4.1. Технологічний розрахунок

Технологічний розрахунок призначений для визначення матеріальних витрат на процес кутерування, виявлення втрат і знаходження продуктивності апарату.

Продуктивність кутера Q , кг/год визначається за формулою:

$$Q = \frac{60}{t} \cdot \alpha \cdot V \cdot \rho, \quad (4.1)$$

де α – коефіцієнт завантаження чаші по основній сировині,

$\alpha = 0,4 \dots 0,8$; умовно приймаємо $\alpha = 0,7$;

V – об'єм чаші, м^3 , $V = 0,125 \text{ м}^3$;

ρ – щільність фаршу, $\text{кг}/\text{м}^3$, $\rho = 1100 \text{ кг}/\text{м}^3$;

t – тривалість циклу, хв.

$$t = t_1 + t_2 + t_3 + t_4, \quad (4.2)$$

де t_1 – час завантаження, хв., $t_1 = 1 \text{ хв.}$;

t_2 – час перемішування, хв., $t_2 = 2 \text{ хв.}$;

t_3 – час кутерування, хв., $t_3 = 10 \text{ хв.}$, але у зв'язку із застосуванням модернізованої ножової головки час процесу можна скоротити до 8 хв.;

t_4 – час вивантаження, хв., $t_4 = 2 \text{ хв.}$,

$$t = 1 + 2 + 8 + 2 = 13 \text{ хв.};$$

$$Q = 60 \cdot 0,7 \cdot 0,125 \cdot 1100 / 13 = 711 \text{ кг}/\text{год.}$$

Продуктивність без урахування запропонованої модернізації:

$$t' = 1 + 2 + 10 + 2 = 15 \text{ хв.};$$

$$Q' = 60 \cdot 0,7 \cdot 0,125 \cdot 1100 / 15 = 616 \text{ кг}/\text{год.}$$

Таким чином, виграш у виході продукту ΔQ , кг/год складе:

$$\Delta Q = Q - Q', \quad (4.3)$$

$$\Delta Q = 711 - 616 = 95 \text{ кг}/\text{год.}$$

При тривалості зміни 8 годин, $\Delta Q_{зм}$, кг:

$$\Delta Q_{см} = \Delta Q \cdot 8, \quad (4.4)$$

$$\Delta Q_{зм} = 95 \cdot 8 = 760 \text{ кг.}$$

Для оцінки компактності конструкції машини визначимо питому площу $F_{\text{пл}}, \text{ м}^2/(\text{кг}/\text{год})$ і питомий об'єм $V_{\text{пл}}, \text{ м}^3/(\text{кг}/\text{год})$, які займає апарат :

$$F_{\text{пл}} = \frac{L \cdot (B+b)}{Q}, \quad (4.5)$$

$$V_{\text{пл}} = F_{\text{пл}} \cdot H, \quad (4.6)$$

де L – довжина машини, м, $L = 3,8$ м;

B – ширина, м, $B = 3,05$ м;

b – ширина проходів, необхідних для обслуговування машини, м, $b=1,2$ м;

H – висота машини з урахуванням ремонтних робіт, м, $H = 4$ м,

$$F_{\text{пл}} = \frac{3,8 \cdot (3,05+1,2)}{711} = 0,023, \text{ м}^2/(\text{кг}/\text{год});$$

$$V_{\text{пл}} = 0,023 \cdot 4 = 0,092, \text{ м}^3/(\text{кг}/\text{год}).$$

Визначимо значення питомих показників для початкової конструкції кутера:

$$F_{\text{пл}} = \frac{3,8 \cdot (3,05+1,2)}{616} = 0,025, \text{ м}^2/(\text{кг}/\text{год});$$

$$V_{\text{пл}} = 0,025 \cdot 4 = 0,1, \text{ м}^3/(\text{кг}/\text{год}).$$

Таким чином, видно, що при впровадженні запропонованої модернізації кутера, продуктивність його підвищується на 20%, а питомі показники площі та об'єму, займані машиною, знижуються на 8%.

4.2. Кінематичний розрахунок

Кінематична схема приводу чаші, ножового валу і вивантажника дана на рисунку 4.1.

З огляду на те, що чаша, ножовий вал і вивантажник мають автономні електродвигуни, розідемо загальну кінематичну схему на три ділянки і розрахуємо для кожного з них загальне передаточне число.

1. Привід чаші

Для приводу чаші приймаємо електродвигун типу 4А80В8 потужністю 0,55 кВт. Номінальна частота обертання $n=750$ об/хв.

Загальне передаточне відношення приводу:

$$i = \frac{n_{ном}}{n_{ч}} = \frac{750}{9} = 83 \quad (4.7)$$

Проведемо розбиття загального передаточного числа по ступенях. По рекомендаціях:

$i_1 = 3$ – для клинопасової передачі

$i_2 = 27,7$ – для черв'ячної передачі

$i = i_1 \cdot i_2 = 3 \cdot 27,7 = 83$

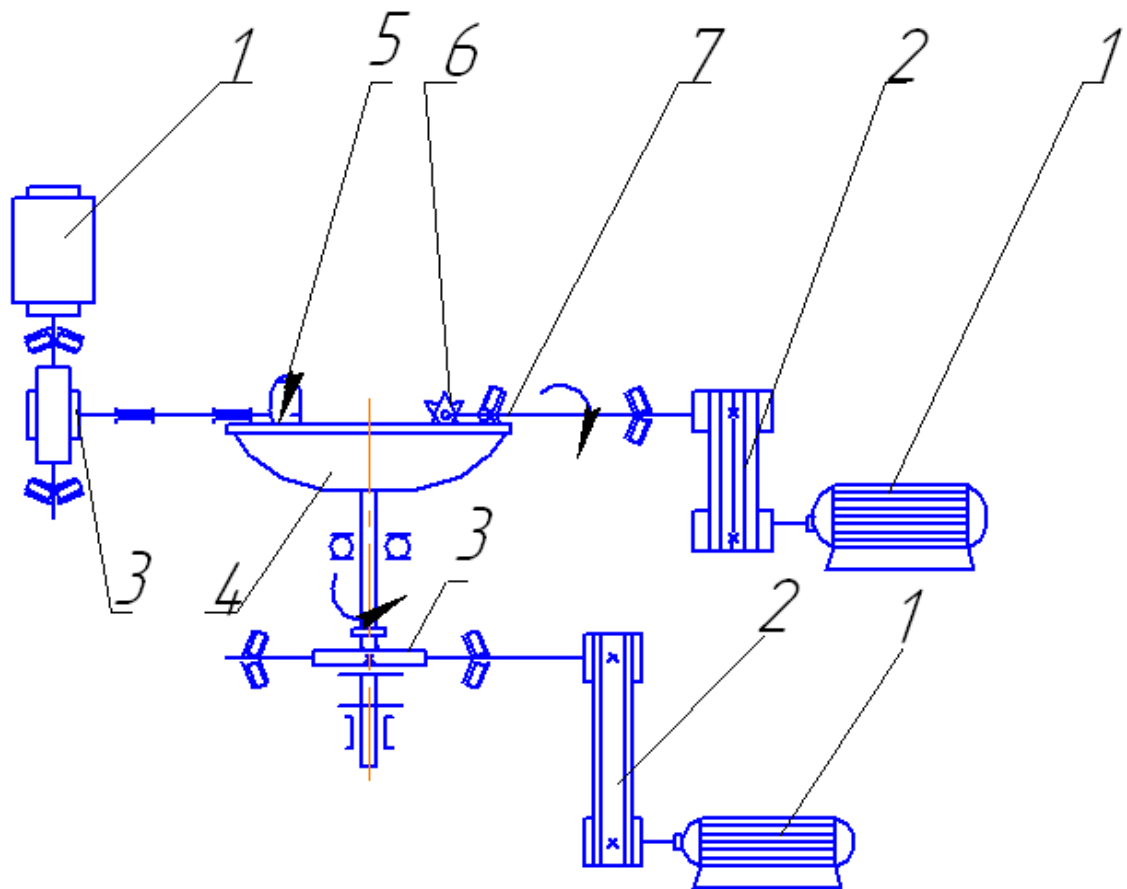


Рисунок 4.1 – Кінематична схема кутера

- 1 – електродвигуни;
- 2 – клинопасові передачі;
- 3 – редуктори;
- 4 – чаша;
- 5 – тарілка вивантажника;
- 6 – ножова головка;
- 7 – ножовий вал

2. Привід ножового валу

Ножовий вал приводиться в рух за допомогою клинопасової передачі.

Визначаємо необхідну потужність електродвигуна:

$$N_{тр} = \frac{N_в}{\eta_{заг}}, \text{кВт} \quad (4.8)$$

де – $N_в$ - розрахункова потужність

$\eta_{заг}$ – загальний ККД приводу

$$\eta_{заг} = \eta_{кл.п.} \cdot \eta_{п.п.}^2 = 0,94 \cdot 0,99^2 = 0,92$$

$$N_{тр} = \frac{4,35}{0,92} = 4,73 \text{ кВт}$$

По каталогу підбираємо електродвигун типу 4А100L2 потужністю 5,5 кВт. Номінальна частота обертання двигуна $n=3000$ об/хв.

Передавальне відношення приводу:

$$i = \frac{3000}{1500} = 2$$

3. Привід вивантажника

Для роботи тарілчастого вивантажника кутера приймаємо черв'ячний редуктор. Для приводу вивантажника приймаємо електродвигун типу 4А80В8 потужністю 0,55 кВт. Номінальна частота обертання $n=750$ об/хв. Частота обертання тарілки вивантажника 10 об/хв. Передаточне відношення:

$$i = \frac{n_{ном}}{n_ч} = \frac{750}{10} = 75$$

4.2.1 Розрахунок приводу ножового вала

Привід ножового вала складається з електродвигуна АИР 225 М4/2 М1002, потужністю $N_1 = 48$ кВт і клинопасової передачі, яка включає в себе вісім пасів і шківів діаметрами $d_1 = 200$ мм і $d_2 = 140$ мм.

Діаметр меншого шківів d_2 мм, приблизно має дорівнювати:

$$d_2 = (3 \dots 4) \cdot \sqrt[3]{T}, \quad (4.9)$$

де T – крутний момент ножового вала, Н·мм,

$$T = \frac{P}{\omega_2}, \quad (4.10)$$

де P – потужність на ножовому валу, кВт;

ω_2 – кутова частота обертання ножового вала, рад/с;

$$\omega_2 = \frac{\pi \cdot n_2}{30}, \quad (4.11)$$

де n_2 – його частота обертання, хв^{-1} , $n_2 = (113...4553) \text{ хв}^{-1}$,

$$\omega_{2\min} = \frac{3,14 \cdot 133}{30} = 13,92 \text{ рад/с};$$

$$\omega_{2\max} = \frac{3,14 \cdot 4553}{30} = 476,54 \text{ рад/с}.$$

Потужність визначаємо за залежністю:

$$P = a \cdot S \cdot \alpha \cdot z \cdot n_{2\max} \cdot k_m, \quad (4.12)$$

де a – питома робота на розрізання шара фаршу одним ножом за один оберт, кДж/м^2 , $a = 1,52 \text{ кДж/м}^2$;

z – кількість ножів, $z = 6$;

k_m – поправка на збільшення кількості ріжучих поверхонь, $k_m = 1,3$;

S – переріз продукту в чаші, м^2 , $S = 0,069 \text{ м}^2$,

$$P = 1,52 \cdot 0,069 \cdot 0,7 \cdot 6 \cdot 75,9 \cdot 1,3 = 45,22 \text{ кВт}.$$

Тоді, крутний момент на валу:

$$T_{\max} = \frac{45220}{13,92} = 3248,56 \text{ Н·м};$$

$$T_{\min} = \frac{45220}{476,54} = 94,89 \text{ Н·м}.$$

Діаметр шківа повинен бути приблизно рівним:

$$d_{2\max} = 3,5 \cdot \sqrt[3]{3248560} = 518,36 \text{ мм};$$

$$d_{2\min} = 3,5 \cdot \sqrt[3]{94890} = 45,61 \text{ мм}.$$

Дійсне значення діаметра шківа лежить в отриманих межах значень, тому приймаємо даний діаметр $d_2 = 140 \text{ мм}$ без змін.

У даній конструкції кутера для зменшення габаритів та енергоспоживання вилучений двигун, призначений для перемішування фаршу, а замість цього встановлено частотний перетворювач, який дозволяє двигуну ножового вала обертатися з будь-якою частотою. Через

низьку надійності електродвигунів вітчизняного виробництва вибираємо двигун з частотою обертання максимально наближеною до частоти обертання ножового вала. Вибираємо АІР 225 М4/2 М1002 $n_1 = 3000 \text{ хв}^{-1}$, і потужністю $P_1 = 48 \text{ кВт}$ тоді передавальне відношення пасової передачі:

$$i = \frac{n_2}{n_1}, \quad (4.13)$$

$$i = \frac{4553}{3000} = 1,51$$

Діаметр шківів на валу двигуна d_1 , мм:

$$d_1 = i \cdot d_2, \quad (4.14)$$

$$d_1 = 1,51 \cdot 140 = 210, \text{ мм.}$$

Уточнимо діаметр з урахуванням ковзання ε :

$$d_{10} = \frac{d_1}{(1-\varepsilon)}, \quad (4.15)$$

Для передач з регульованим натягом паса, $\varepsilon = 0,01$:

$$d_{10} = \frac{210}{(1-0,01)} = 212, \text{ мм.}$$

Приймаються $d_1 = 212 \text{ мм}$ замість початкового діаметру 200 мм .

Перевіримо, чи достатньо потужності, кВт вибраного електродвигуна для проведення процесу:

$$P_1 \geq P_2 \cdot \eta_{p.n.} \cdot \eta_{n.n.}^2, \quad (4.16)$$

де P_2 – потужність на ножовому валу, $P_2 = 45,22 \text{ кВт}$;

$\eta_{p.n.}$ – ККД пасової передачі, $\eta_{p.n.} = 0,96$;

$\eta_{n.n.}$ – ККД підшипникової пари, $\eta_{n.n.} = 0,99$;

$$48 \cdot 0,96 \cdot 0,99^2 = 45,6 \approx 45,22 \text{ кВт.}$$

Даний двигун задовольняє умові.

Міжосьову відстань виходячи з конструкції кутера, приймаємо:

$$a_\omega = 700 \text{ мм.}$$

Довжина паса L , м, при цьому складе [16]:

$$L = 2 \cdot a_\omega + 0,5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2) + \frac{(d_1 - d_2)^2}{4 \cdot a}, \quad (4.17)$$

де a – попереднє значення довжини пася, приймаємо: $a = 1400$ мм,

$$L = 2 \cdot 0,7 + 0,5 \cdot 3,14 \cdot (0,212 + 0,14) + \frac{(0,212 - 0,14)^2}{4 \cdot 1,4} = 1,95 \text{ , м.}$$

З стандартного ряду довжин вибираємо пас довжиною 2м.

Уточняємо міжосьову відстань, м:

$$a_{\omega} = 0,25 \cdot [(L - W) + \sqrt{(L - W)^2 - 2 \cdot y}], \quad (4.18)$$

де W , м

$$W = 0,5 \cdot \pi \cdot (d_1 + d_2), \quad (4.19)$$

$$W = 0,5 \cdot 3,14 \cdot (0,212 + 0,14) = 0,55 \text{ , м,}$$

$$y = (d_1 - d_2)^2, \quad (4.20)$$

$$y = (0,212 - 0,14)^2 = 0,0052 \text{ , м}^2.$$

Міжосьова відстань при цьому:

$$a_{\omega} = 0,25 \cdot [(2 - 0,55) + \sqrt{(2 - 0,55)^2 - 2 \cdot 0,0052}] = 0,72 \text{ , м.}$$

Кут обхвату пася, град

$$\alpha = 180 - \arcsin \frac{d_1 - d_2}{a_{\omega}}, \quad (4.21)$$

$$\alpha = 180 - \arcsin \frac{0,212 - 0,14}{0,72} = 168^{\circ}.$$

Отриманий кут більше допустимого $[\alpha] = 90^{\circ}$, отже передача працездатна.

При монтажі передачі необхідно забезпечити можливість міжосьової відстані на $0,01 \cdot L = 0,01 \cdot 2 = 0,02$ м, для забезпечення вільного надягання пасів на шків, і передбачити можливість збільшення міжосьової відстані на $0,025 \cdot L = 0,025 \cdot 2 = 0,05$ м, для натягу пасів.

Число пасів, необхідних для передачі заданої потужності z , шт, визначаємо:

$$z = \frac{P \cdot C_p}{[P]}, \quad (4.22)$$

де P – потужність, що передається, кВт;

C_p – коефіцієнт режиму роботи, $C_p = 1,2$ (для двозмінної роботи обладнання);

$[P]$ – допустиме значення потужності, яка передається, що припадає на один пас, кВт,

$$[P] = P_0 \cdot C_L \cdot C_\alpha \cdot C_z, \quad (4.23)$$

де P_0 – допустиме значення потужності, що припадає на один пас без врахування поправочних коефіцієнтів, кВт, для даного паса $P_0 = 9,4$ кВт;

C_L – коефіцієнт, що враховує довжину паса, для $L = 2$ м, $C_L = 0,82$;

C_α – коефіцієнт, що враховує кут обхвату, при $\alpha = 168^\circ$, $C_\alpha = 0,99$;

C_z – коефіцієнт, що враховує число пасів в приводі, $C_z = 1$,

$$[P] = 9,4 \cdot 0,82 \cdot 0,99 \cdot 1 = 7,67, \text{ кВт.}$$

Тоді число пасів:

$$z = \frac{48 \cdot 1,2}{7,67} = 7,5.$$

Приймаються число пасів: $z = 8$ шт.

Визначимо сили натягу в пасі.

Попередній натяг гілок, Н:

$$F_0 = \frac{850 \cdot P \cdot C_p \cdot C_L}{z \cdot v \cdot C_\alpha} + \theta \cdot v^2, \quad (4.24)$$

де θ – коефіцієнт, що враховує відцентрову силу, $\text{Н} \cdot \text{с}^2/\text{м}^2$, для паса, перерізом B , $\theta = 0,18$;

v – лінійна швидкість паса, м/с,

$$v = \frac{\pi \cdot n_1 \cdot d_1}{60}, \quad (4.25)$$

$$v = \frac{3,14 \cdot 3000 \cdot 0,212}{60} = 33,3, \text{ м/с.}$$

Тоді сила:

$$F_0 = \frac{850 \cdot 48 \cdot 1,2 \cdot 0,82}{8 \cdot 33,3 \cdot 0,99} + 0,18 \cdot 33,3^2 = 351,82, \text{ Н.}$$

Сила, що діє на вали, Н:

$$F_B = 2 \cdot F_0 \cdot z \cdot \sin \frac{\alpha}{2}, \quad (4.26)$$

$$F_B = 2 \cdot 352 \cdot 8 \cdot \sin \frac{168^\circ}{2} = 700,14, \text{ Н}$$

Робочий ресурс пасів, год:

$$H_0 = N_{OC} \cdot \frac{L}{60 \cdot \pi \cdot d_1 \cdot n_1} \cdot \left(\frac{\sigma_{-1}}{\sigma_{\max}} \right)^8 \cdot C_i \cdot C_H, \quad (4.27)$$

де N_{OC} – кількість циклів паса, необхідне число $N_{OC} = 1,5 \cdot 10^{12}$;

σ_{-1} – допустиме навантаження при симетричному циклі, МПа,

$\sigma_{-1} = 7 \text{ МПа}$;

$\sigma_{\max}$ – максимальне напруження в перерізі паса, МПа;

C_H – коефіцієнт періодичності навантаження, $C_H = 2$;

C_i – коефіцієнт, що враховує вплив передаточного відношення;

$$C_i = 1,5 \cdot \sqrt[3]{i} - 0,5, \quad (4.28)$$

$$C_i = 1,5 \cdot \sqrt[3]{1,51} - 0,5 = 1,22.$$

Максимальне напруження в перетині паса, МПа буде визначатися по формулі:

$$\sigma_{\max} = \sigma_1 + \sigma_u + \sigma_v, \quad (4.29)$$

де σ_1 – напруга від розтягування паса, МПа:

$$\sigma_1 = \frac{F_1}{S}, \quad (4.30)$$

де S – площа перерізу паса, м^2 , $S = 81,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$;

F_1 – натяг ведучої зілки, Н;

$$F_1 = F_0 + 0,5 \cdot F_t, \quad (4.31)$$

де F_t – окружна сила, Н, в пасовій передачі:

$$F_t = \frac{P_1}{v_1}, \quad (4.32)$$

$$F_t = \frac{48000}{33,3} = 1441,4, \text{ Н}$$

$$F_1 = 351,82 + 0,5 \cdot 1441,4 = 1072,52, \text{ Н}$$

Напруга при знайдених значеннях параметрів:

$$\sigma_1 = \frac{1072,52}{81,2 \cdot 10^{-6}} = 13,2, \text{ МПа.}$$

Напруга від вигину пасу, МПа:

$$\sigma_u = \frac{E_u \cdot h}{d_1}, \quad (4.33)$$

де E_u – модуль пружності, МПа, для гумотканинних тканин $E_u = 150$ МПа;

h – висота пасу, м, $h = 0,015$ м,

$$\sigma_u = \frac{150 \cdot 0,015}{0,212} = 10,6, \text{ МПа.}$$

Напруга від відцентрової сили, МПа:

$$\sigma_v = \rho \cdot v^2 \cdot 10^{-6}, \quad (4.34)$$

де ρ – щільність пасу, кг/м³, $\rho = 1150$ кг/м³;

$$\sigma_v = 1150 \cdot 33,3^2 \cdot 10^{-6} = 1,27, \text{ МПа,}$$

Таким чином, максимальна напруження:

$$\sigma_{\max} = 13,2 + 10,6 + 1,27 = 25,07, \text{ МПа,}$$

Ресурс пасу складе:

$$H_0 = 1,5 \cdot 10^{12} \cdot \frac{2}{60 \cdot 3,14 \cdot 0,212 \cdot 3000} \cdot \left(\frac{7}{25,07} \right)^8 \cdot 1,22 \cdot 2 = 2255,7, \text{ год,}$$

Допустиме значення ресурсу $[H_0] = 2000$ год., що менше отриманого, отже залишимо в приводі даний тип пасів.

Таким чином в приводі піддається зміні тільки шків на валу двигуна, у якого збільшився діаметр.

4.2.2 Розрахунок приводу чаші

Привід чаші складається з електродвигуна 4АМ100 L4/2 УЗМ 1081ТУ 16–525.556–84, потужністю $N_1 = 4,2$ кВт і з частотою обертання $n_1 = 3000$ хв⁻¹, клинопасової передачі і черв'ячного редуктора з передаточним відношенням $i_{чр} = 58$. Так як в конструкції приводу чаші істотних змін не відбулося, то виконаємо перевірочний розрахунок приводу.

Необхідна потужність обертання чаші, Вт:

$$P_2 = F \cdot v_{\text{ч}}, \quad (4.35)$$

де F – сила інерції чаші, Н;

$$F = \frac{2 \cdot m \cdot v_{\text{ч}}^2}{d_{\text{ч}}}, \quad (4.36)$$

де m – маса чаші з фаршем, кг;

$$m = m_{\text{ч}} + \rho_{\text{ф}} \cdot V \cdot \alpha, \quad (4.37)$$

де $m_{\text{ч}}$ – маса чаші, кг, $m_{\text{ч}} = 223$ кг;

$\rho_{\text{ф}}$ – щільність фаршу, $\rho_{\text{ф}} = 1100$ кг/м³;

α – коефіцієнт завантаження чаші по основній сировині, $\alpha = 0,7$;

V – об'єм чаші, м³, $V = 0,125$ м³,

$$m = 223 + 1100 \cdot 0,125 \cdot 0,7 = 377 \text{ кг},$$

$v_{\text{ч}}$ – лінійна швидкість обертання чаші, м/с;

$$v_{\text{ч}} = \frac{\pi \cdot n_{\text{ч}} \cdot d_{\text{ч}}}{60}, \quad (4.38)$$

де $n_{\text{ч}}$ – частота обертання чаші, хв⁻¹, $n_{\text{ч}} = 16,6$ хв⁻¹;

$d_{\text{ч}}$ – діаметр чаші, м, $d_{\text{ч}} = 1,362$ м,

$$v_{\text{ч}} = \frac{3,14 \cdot 16,6 \cdot 1,362}{60} = 1,18, \text{ м/с},$$

Сила інерції:

$$F = \frac{2 \cdot 377 \cdot 1,18^2}{1,362} = 770, \text{ Н},$$

Необхідна потужність:

$$P_2 = 770 \cdot 1,18 = 908,6, \text{ Вт}.$$

Знайдемо ККД приводу:

$$\eta_n = \eta_{\text{р.п.}} \cdot \eta_{\text{ч.р.}} \cdot \eta_{\text{м}} \cdot \eta_{\text{п.п.}}^2, \quad (4.39)$$

де $\eta_{\text{р.п.}}$ – ККД пасової передачі, $\eta_{\text{р.п.}} = 0,96$;

$\eta_{\text{ч.р.}}$ – ККД черв'ячного редуктора, $\eta_{\text{ч.р.}} = 0,8$;

$\eta_{\text{м}}$ – ККД муфти, $\eta_{\text{м}} = 0,98$;

$\eta_{\text{п.п.}}$ – ККД підшипникової пари, $\eta_{\text{п.п.}} = 0,99$;

$$\eta_n = 0,96 \cdot 0,8 \cdot 0,98 \cdot 0,99^2 = 0,74.$$

Необхідна потужність двигуна, Вт:

$$P_1 = \frac{P_2}{\eta_n}, \quad (4.40)$$

$$P_1 = \frac{908,6}{0,74} = 1228, \text{ Вт.}$$

Отримане значення потужності вийшло менше потужності двигуна, тому залишаємо його в приводі.

Перевіряємо передаточне відношення приводу:

$$i_{\text{заг}} = i_{\text{н.п.}} \cdot i_{\text{ч.р.}} \quad (4.41)$$

де $i_{\text{ч.п.}}$ – передаточне відношення пасової передачі;

$$i_{\text{ч.п.}} = \frac{d_2}{d_1}, \quad (4.42)$$

де d_1, d_2 – діаметри шківів, м, $d_1 = 63 \text{ мм}$, $d_2 = 200 \text{ мм}$;

$$i_{\text{ч.п.}} = \frac{200}{63} = 3,17,$$

Передаточне відношення черв'ячного редуктора $i_{\text{ч.р.}}$:

$$i_{\text{ч.р.}} = \frac{z_2}{z_1}, \quad (4.43)$$

де z_1 – число заходів черв'яка, $z_1 = 1$;

z_2 – число зубів зубчастого колеса, $z_2 = 58$;

$$i_{\text{ч.р.}} = \frac{58}{1} = 58,$$

Загальне відношення:

$$i = 3,17 \cdot 58 = 183,86,$$

Необхідна частота обертання двигуна, хв^{-1} :

$$n_{\text{дв}} = n_{\text{ч}} \cdot i_{\text{заг}} \quad (4.44)$$

$$n_{\text{дв}} = 16,6 \cdot 183,86 = 3052, \text{ хв}^{-1}.$$

Отримана різниця між частотою обертання двигуна і необхідною частотою:

$$\Delta = \frac{n_{\partial в} - n_{\partial в}^0}{n_{\partial в}} \cdot 100 \%, \quad (4.45)$$

$$\Delta = \frac{3052 - 3000}{3000} \cdot 100\% = 1,7 \%,$$

Різниця вийшла менше 5%, тому залишаємо двигун 4AM100 L4/2 УЗМ 1081ТУ 16-525.556-84.

4.3 Енергетичний розрахунок

В енергетичному розрахунку визначаються основні енергетичні характеристики машини [18].

Сумарна потужність електродвигунів кутера, кВт, визначається за формулою:

$$N = N_1 + N_2 + N_3 + N_4 + N_5 + N_6, \quad (4.46)$$

де N_1 – потужність, що витрачається на процес кутерування, кВт,

$N_1 = 48$ кВт;

N_2 – потужність, що витрачається на обертання чаші, кВт, $N_2 = 4,2$ кВт;

N_3 – потужність, що витрачається на завантаження сировини, кВт,

$N_3 = 1,5$ кВт;

N_4 – потужність, що витрачається на вивантаження готового фаршу, кВт, $N_4 = 0,75$ кВт;

N_5 – потужність, що витрачається на створення вакууму в апараті, кВт,

$N_5 = 7,5$ кВт;

N_6 – потужність двигуна гідростанції, кВт, $N_6 = 2,2$ кВт,

$N = 48 + 4,2 + 1,5 + 0,75 + 7,5 + 2,2 = 64,2$ кВт.

Загальний ККД кутера буде визначатися:

$$\eta_k = \frac{N_k}{N}, \quad (4.47)$$

де N_k – потужність, що витрачається безпосередньо на кутерування, кВт, $N_k = 45$ кВт,

$$\eta_k = \frac{45}{64,2} = 0,7.$$

Визначимо питому витрату енергії, (кВт · год)/кг:

$$E_{\text{пит}} = \frac{N}{Q}, \quad (4.48)$$

$$E_{\text{пит}} = \frac{64,2}{770} = 0,08 \text{ (кВт · год)/кг.}$$

Визначимо ККД і питому витрату енергії для вихідної моделі кутера і порівняємо ці значення із значеннями модернізованої конструкції. Для цього знайдемо потужність кутерування без поправки K_M :

$$N_0 = 1,52 \cdot 0,069 \cdot 0,7 \cdot 6 \cdot 75,9 = 34,78 \text{ кВт.}$$

ККД не модернізованого кутера:

$$\eta_0 = \frac{34,78}{64,2} = 0,54.$$

Питома витрата енергії не модернізованого кутера:

$$E_{\text{пит}0} = \frac{64,2}{616} = 0,104 \text{ (кВт · год)/кг.}$$

Визначимо різницю між отриманими значеннями:

$$\Delta\eta = \frac{\eta - \eta_0}{\eta_0} \cdot 100\%, \quad (4.49)$$

$$\Delta E_{\text{пит}} = \frac{E_{\text{пит}0} - E_{\text{пит}}}{E_{\text{пит}0}} \cdot 100\%, \quad (4.50)$$

$$\Delta\eta = \frac{0,7 - 0,54}{0,54} \cdot 100\% = 29,6\%,$$

$$\Delta E_{\text{пит}} = \frac{0,104 - 0,08}{0,104} \cdot 100\% = 23,07\%.$$

З розрахунків вийшло, що при впровадженні модернізації ККД кутера підвищиться майже на 30%, а питома витрата енергії знизиться більш ніж на 20%.

4.4 Розрахунок на міцність

4.4.1 Розрахунок ножа

Ніж є основним робочим органом в кутері, і при цьому в даному проекті він піддається модернізації, тому він вимагає обов'язкового перевірконого розрахунку.

Міцність і експлуатаційні властивості ріжучих інструментів визначаються конструктивними геометричними параметрами, оптимальними параметрами режиму, застосуванням зносостійких матеріалів, різноманітними прийомами технологічної обробки.

Ріжуча здатність леза визначається не тільки кутом його заточування α , а й гостротою леза ($\rho = 2 \cdot r$).

При впровадженні леза в шар матеріалу, на його ріжучій кромці і в гранях виникають зусилля, які викликають руйнування і знос ножів, у зв'язку з чим ріжуча здатність леза падає. Швидке зношування і затуплення леза призводить до різкого зростання енергоємності процесу різання, збільшення втрат продукту, зниження якості продукту.

Сила різання розкладається на складові: нормальну силу P_n , спрямовану по бісектрисі кута заточки, і дотичну силу P_k , перпендикулярну нормальній.

Нормальна сила, Н:

$$P_n = P \cdot \cos\left(\gamma + \frac{\alpha}{2}\right), \quad (4.51)$$

де P – опір різанню м'язовою тканиною, Н, $P = 1500$ Н;

γ – кут установки ножа, $\gamma = 0^\circ$;

α – кут заточування, $\alpha = 14^\circ$,

$$P_n = 1500 \cdot \cos\left(0 + \frac{14}{2}\right) = 1488 \text{ Н.}$$

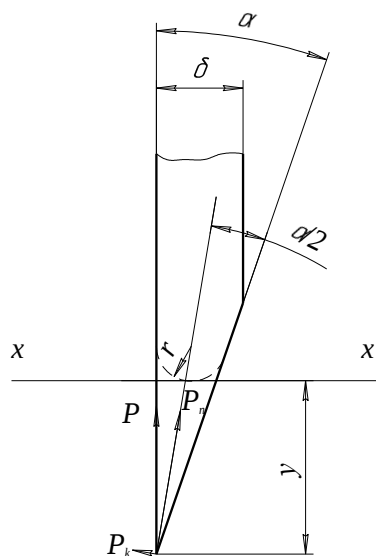


Рисунок 4.2 – Геометричні параметри ножа
Згинальний сила, Н:

$$P_{\kappa} = P \cdot \sin\left(\gamma + \frac{\alpha}{2}\right), \quad (4.52)$$

$$P_{\kappa} = 1500 \cdot \sin\left(0 + \frac{14}{2}\right) = 182,8 \text{ Н.}$$

Під впливом сили P_{κ} лезо згинається. Величина згинального моменту M_u , Н · м, в перерізі х-х, на відстані y від вершини у абсолютно гострого леза [7]:

$$M_u = P_{\kappa} \cdot y. \quad (4.53)$$

При цьому y , м:

$$y = \frac{3}{2} \cdot \frac{P_{\kappa}}{[\sigma_u] \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{\alpha}{2}}, \quad (4.54)$$

де $[\sigma_u]$ – допустиме напруження на вигин матеріалу ножа, МПа,
 $[\sigma_u] = 450 \text{ МПа}$,

$$y = \frac{3}{2} \cdot \frac{182,8}{450 \cdot 10^6 \cdot \operatorname{tg}^2 \frac{14}{2}} = 4,04 \cdot 10^{-5} \text{ м.}$$

Згинальний момент:

$$M_u = 182,8 \cdot 4,04 \cdot 10^{-5} = 0,0074 \text{ Н · м.}$$

Напруження на вигин в перерізі х-х:

$$\sigma_u = \frac{M_u}{W}, \quad (4.55)$$

де W – момент опору леза, м³,

$$W = \frac{b \cdot h^2}{6}, \quad (4.56)$$

де b – довжина леза, $b = 0,305 \text{ м}$ (визначається графічно);

h – товщина леза в перерізі х-х;

$$h = \operatorname{tg} \alpha \cdot y, \quad (4.57)$$

$$h = \operatorname{tg} 14 \cdot 4,04 \cdot 10^{-5} = 1,007 \cdot 10^{-5} \text{ м.}$$

Момент опору:

$$W = \frac{0,305 \cdot (1,007 \cdot 10^{-5})^2}{6} = 5,08 \cdot 10^{-12} \text{ м}^3.$$

Напруження вигину:

$$\sigma_u = \frac{0,0074}{5,08 \cdot 10^{-12}} = 145 \cdot 10^6 \text{ МПа.}$$

Отримане значення менше допустимого, отже умова міцності на вигин виконується.

Знайдемо радіус заокруглення леза:

$$r = y \cdot \frac{\sin \frac{\alpha}{2}}{1 - \sin \frac{\alpha}{2}}, \quad (4.58)$$

$$r = 4,04 \cdot 10^{-5} \cdot \frac{\sin \frac{14}{2}}{1 - \sin \frac{14}{2}} = 5,6 \cdot 10^{-6} \text{ м.}$$

Гострота леза:

$$\rho = \frac{3 \cdot P_{\kappa} \cdot \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{\alpha}{2}} \right)}{[\sigma_u]}, \quad (4.59)$$

$$\rho = \frac{3 \cdot 182,8 \cdot \left(1 + \frac{1}{\sin \frac{14}{2}} \right)}{450 \cdot 10^6} = 1,12 \cdot 10^{-5} \text{ м.}$$

Отримано значення гостроти леза при даному куті заточування, що забезпечує максимальну стійкість до зламу при забезпеченні максимальної ріжучої здатності при заданих умовах.

Максимальне напруження, що виникає на кромці посадочного профілю на вал $\sigma_{\max}$ МПа:

$$\sigma_{\max} = \frac{(3+\mu) \cdot \rho \cdot \omega \cdot R^2 \cdot \left[1 + \frac{1-\mu}{3+\mu} \cdot \frac{r_0^2}{R^2} \right]}{4}, \quad (4.60)$$

де r_0 – радіус центрального отвору ножа, м, $r_0 = 0,036$ м;

μ – коефіцієнт Пуассона, $\mu = 0,3$;

ω – кутова швидкість ножа, рад/с, $\omega = 476,8$ рад/с;

R – максимальний радіус ножа, м, $R = 0,296$ м;

ρ – щільність матеріалу корпусу, кг/м³, $\rho = 7250$ кг/м³,

$$\sigma_{\max} = \frac{(3+0,3) \cdot 7250 \cdot 476,8 \cdot 0,296^2 \cdot \left[1 + \frac{1-0,3}{3+0,3} \cdot \frac{0,036^2}{0,296^2} \right]}{4} = 0,25 \cdot 10^6 \text{ Па.}$$

Значення напруги вийшло маленьке і для нормальної роботи безпеки не представляє.

4.4.2 Розрахунок ножової головки

Ножова головка є найбільш навантаженим вузлом машини, тому проведемо розрахунок зусиль, які виникають в ній [8].

Відцентрова сила від обертання ножів, Н:

$$F_{ц.б} = m_n \cdot \omega^2 \cdot R, \quad (4.61)$$

де m_n – маса ножа, кг, $m_n = 1,2$ кг;

R – радіус ножів, м, $R = 0,296$ м;

ω – кутова швидкість ножа, рад/с, $\omega = 476,8$ рад/с,

$$F_{ц.б} = 1,2 \cdot 476,8^2 \cdot 0,296 = 80750 \text{ Н.}$$

Сила затягування кріпильних елементів, Н:

$$F_{зят} = \frac{T_{зат}}{0,5 \cdot d_2 \cdot \left[\frac{D_{cp}}{d_2} \cdot f + \operatorname{tg}(\psi + \varphi) \right]}, \quad (4.62)$$

де $T_{зат}$ – момент загвинчування гайки, Н · м, $T_{зат} = 300$ Н · м;

ψ – кут підйому різьби, град, приймаємо $\psi = 3^\circ$;

d_2 – середній діаметр різьди, мм,

$$d_2 = d - 0,6495 \cdot t, \quad (4.63)$$

де d – зовнішній діаметр різьди, мм, $d = 6$ мм;

t – крок різьди, мм, $t = 0,8$ мм,

$$d_2 = 6 - 0,6495 \cdot 0,8 = 5,48 \text{ мм};$$

D_{cp} – середній діаметр різьди для гайки:

$$D_{cp} = \frac{D_1 + D_{отв}}{2}, \quad (4.64)$$

де $D_{отв}$ – діаметр отвору гайки, $D_{отв} = 5,08$ мм;

D_1 – внутрішній діаметр гайки, $D_1 = d$,

$$D_{cp} = \frac{6 + 5,08}{2} = 5,54 \text{ мм};$$

f – коефіцієнт тертя між поверхнями гайки і шайби, $f = 0,15 \dots 0,25$,
приймаємо $f = 0,18$;

φ – кут тертя в різьді,

$$\varphi = \arctg f_{np}, \quad (4.65)$$

де f_{np} – приведений коефіцієнт тертя,

$$f_{np} = f \cdot 1,15, \quad (4.66)$$

$$f_{np} = 0,18 \cdot 1,15 = 0,207,$$

$$\varphi = \arctg 0,207 = 11,69^\circ.$$

Сила затягування:

$$F_{зят} = \frac{300}{0,5 \cdot 0,00548 \cdot \left[\frac{0,0054}{0,00548} \cdot 0,18 + \tg(3 + 11,7) \right]} = 248998 \text{ Н.}$$

Сила тертя для двох поверхонь ножа:

$$F_{тр} = 2 \cdot F_{зят} \cdot f, \quad (4.67)$$

де f – коефіцієнт тертя, для відполірованою поверхні ножа $f = 0,1$;

$$F_{тр} = 2 \cdot 249 \cdot 0,1 = 49,8 \text{ , кН.}$$

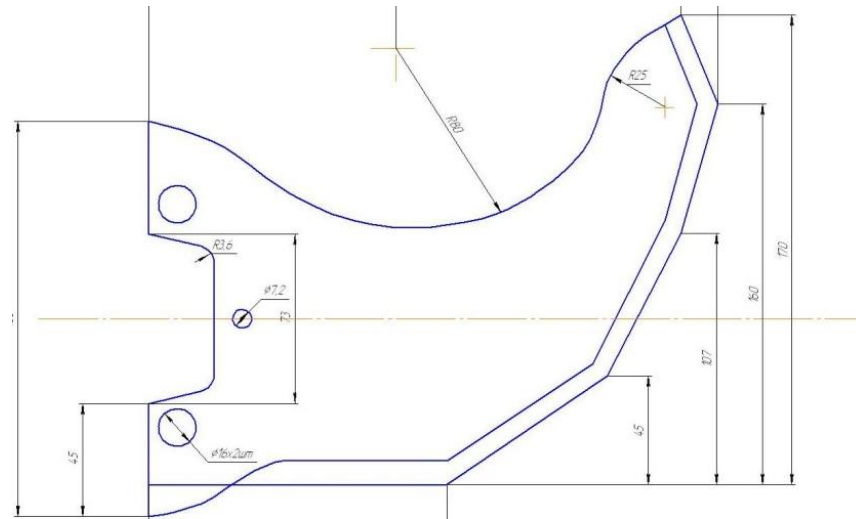


Рисунок 4.3 – Геометричні параметри ножового вала:

1 – ніж; 2 – гвинт, 3 – шпонка.

Проведемо перевірочний розрахунок гвинтів на зріз, для цього знайдемо поперечну силу, кН, що діє на гвинти, вона буде складатися з різниці між силою тертя і відцентровою силою:

$$F_{\text{б}} = F_{\text{ц.б.}} - F_{\text{тр}} \quad (4.68)$$

$$F_{\text{б}} = 80,7 - 49,8 = 30,9, \text{ кН.}$$

Напруження на зріз гвинтів і шпонок, МПа:

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{F_{\text{б}}}{2 \cdot S_{\text{ср}}} \leq [\tau_{\text{ср}}], \quad (4.69)$$

де $[\tau_{\text{ср}}]$ – допустиме напруження на зріз, $[\tau_{\text{ср}}] = 240 \text{ МПа}$;

$S_{\text{ср}}$ – площа зрізу, м^2 ,

$$S_{\text{ср}} = S_{\text{в}} + S_{\text{ш}} \quad (4.70)$$

де $S_{\text{ш}}$ – площа перерізу шпонки, м^2 , $S_{\text{ш}} = 0,00079 \text{ м}^2$ (визначено графічно);

$S_{\text{в}}$ – площа перерізу гвинта, м^2 ,

$$S_{\text{в}} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (4.71)$$

$$S_{\text{в}} = \frac{3,14 \cdot 0,006^2}{4} = 2,8 \cdot 10^{-5} \text{ м}^2,$$

$$S_{\text{ср}} = 2,8 \cdot 10^{-5} + 7,9 \cdot 10^{-4} = 8,18 \cdot 10^{-4} \text{ м}^2.$$

Напруження:

$$\tau_{cp} = \frac{30900}{2 \cdot 8,18 \cdot 10^{-4}} = 19, \text{ МПа} < 240 \text{ МПа}.$$

Умова виконується, отже вузол на зріз буде працювати нормально.

Проведемо перевірочний розрахунок шпонок на зминання, напруження зминання при цьому, МПа:

$$\sigma_{см} = \frac{F_{\sigma}}{2 \cdot S_{см}} \leq [\sigma_{см}], \quad (4.72)$$

де $[\sigma_{см}]$ – допустиме напруження зминання, $[\sigma_{см}] = 320 \text{ МПа}$;

$S_{см}$ – площа зминання;

$$S_{см} = \Pi_{ш} \cdot \delta, \quad (4.73)$$

де $\Pi_{ш}$ – периметр шпонки, м, $\Pi_{ш} = 0,13 \text{ м}$ (визначено графічно);

δ – товщина ножа, м, $\delta = 0,0027 \text{ м}$;

$$S_{см} = 0,13 \cdot 0,0027 = 0,000351, \text{ м}^2.$$

Напруження зминання:

$$\sigma_{см} = \frac{30900}{2 \cdot 0,000351} = 44, \text{ МПа} < 320 \text{ МПа}.$$

Перевірочний розрахунок ножової головки показав, що під час експлуатації поломки в цьому вузлі бути не повинно.

ДОДАТОК И

System International unites (Міжнародна система одиниць) з міжнародним скороченням SI (українською мовою – СІ). СІ має низку переваг над системами, які існували раніше: вона універсальна, охоплює всі галузі науки, техніки, господарства та ін. Тому вона отримала визнання в багатьох країнах світу. Рекомендовані міжнародні позначення наводяться в табл. 1–2. Українські та міжнародні позначення для одиниць фізичних величин подані відповідно до таких державних стандартів України: ДСТУ 3651.0-97. Метрологія. Одиниці фізичних величин Міжнародної системи одиниць. Основні положення, назви та позначення. ДСТУ 3651.2-97. Метрологія. Одиниці фізичних величин. Фізичні сталі та характеристичні числа. Основні положення, назви та значення.

Таблиця И1 – Фундаментальні фізико-хімічні сталі

Назва величини	Позначення	Рівняння	Значення величини
Швидкість світла у вакуумі	c	-	$2,99792458 \cdot 10^8$ м/с
Прискорення вільного падіння (стандартне значення)	g	-	$9,80665$ м/с ²
Гравітаційна стала	G	-	$6,6720 \cdot 10^{-11}$ Н м ² /кг ²
Магнітна стала	μ_0	-	$4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м = $1,2566370614 \cdot 10^{-6}$ Гн/м
Електрична стала	ϵ_0	-	$8,85418782 \cdot 10^{-12}$ Ф/м
Стала Планка	h	-	$6,626176 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
Стала Дірака	$\hbar$	$h/2\pi$	$1,0545887 \cdot 10^{-34}$ Дж·с
Елементарний електричний заряд	e	-	$1,6021892 \cdot 10^{-19}$ Кл
Маса спокою електрона	m_e	-	$9,109534 \cdot 10^{-31}$ кг = $5,4858026104$ а.о.м.
Енергія спокою електрона	-	$m_e c^2$	$0,5110034$ МеВ = $8,18724110 \cdot 10^{-14}$ Дж
Маса спокою протона	m_p	-	$1,6726485 \cdot 10^{-27}$ кг = $1,007276470$ а.о.м.
Енергія спокою протона	-	$m_p c^2$	$938,2796$ МеВ = $1,503302 \cdot 10^{-10}$ Дж
Маса спокою нейтрона	m_n	-	$1,6749543 \cdot 10^{-27}$ кг = $1,008665012$ а.о.м.
Енергія спокою нейтрона	-	$m_n c^2$	$939,5731$ МеВ = $1,505374 \cdot 10^{-10}$ Дж
Відношення заряду	-	$-e/m_e$	$-1,7588047 \cdot 10^{-11}$ Кл/кг

Назва величини	Позначення	Рівняння	Значення величини
електрона до його маси (питомий заряд електрона)			
Відношення заряду електрона до маси протона	–	$-e/m_p$	$-9,57883 \cdot 10^{-7}$ Кл/кг
Відношення маси протона до маси електрона	–	m_p/m_e	1836,15152
Магнетон Бора	μ_B	$\frac{eh^2}{2m_e}$	$9,274078 \cdot 10^{-24}$ Дж/Тл
Ядерний магнетон	μ_N	$\frac{eh^2}{2m_p}$	$5,050824 \cdot 10^{-27}$ Дж/Тл
Атомна одиниця маси	а.о.м.	$m(^{12}\text{C})/12$	$1,6605655 \cdot 10^{-27}$ кг
Маса спокою атома водню (^1H)	m_H	–	$1,67355948 \cdot 10^{-27}$ кг = $1,007825036$ а.о.м.
Маса спокою дейтерію (^2H)	m_d	–	$3,34454795 \cdot 10^{-27}$ кг = $2,014101795$ а.о.м.
Маса спокою α -частинки (^4He)	m_α	–	$6,6465849 \cdot 10^{-27}$ кг = $4,002603267$ а.о.м.
Число Авогадро	N_A	–	$6,022045 \cdot 10^{23}$ моль $^{-1}$
Число Фарадея	F	N_{Ae}	$9,648456 \cdot 10^4$ Кл/моль
Стала Больцмана	k	–	$1,380662 \cdot 10^{-23}$ Дж/К
Універсальна газова стала	R	kN_A	$8,31441$ Дж/(моль·К)
Молярний об'єм ідеального газу за нормальних умов ($T = 273,15$ К, $p = 101325$ Па)	V_H	RT/p	$22,41383 \cdot 10^3$ м 3 /моль
Число Лошмідта	N_L	$N_A/V_\diamond$	$2,686754 \cdot 10^{25}$ м $^{-3}$
Стала Рідберга (для атома водню $^1\text{H}_1$)	R	$\frac{me^4}{8\varepsilon_0^2 h^3 c}$	$1,097373177 \cdot 10^7$ м $^{-1}$
Радіус першої боровської орбіти	α_0	$\frac{\varepsilon_0 h^2}{\pi e^2 m_e}$	$0,52917706 \cdot 10^{-10}$ м
Радіус електрона класичний	r_e	–	$2,817938 \cdot 10^{-15}$ м
Комптонівська довжина хвилі	λ_e	$h/m_e c$	$2,426311 \cdot 10^{-12}$ м

Назва величини	Позначення	Рівняння	Значення величини
електрона			
Магнітний момент електрона	μ_e	–	$9,284777 \cdot 10^{-24}$ Дж/Тл
Магнітний момент протона	μ_p	–	$1,410607 \cdot 10^{-26}$ Дж/Тл
Магнітний момент нейтрона	μ_n	–	$0,966237 \cdot 10^{-26}$ Дж/Тл
Гіромагнітне відношення протона	γ_p	–	$2,675221 \cdot 10^{-8}$ 1/сТл
Стала Стефана – Больцмана	σ	$\frac{2\pi^5 k^4}{15h^3 c^2}$	$5,67032 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м ² К ⁴)
Стала першого закону Віна	$c1$	hc/Xk	$2,897790 \cdot 10^{-3}$ м·К
Стала другого закону Віна	$c2$	$\frac{2\pi^5 k^5}{15hc^3(e^X-1)}$	$1,28667 \cdot 10^{-5}$ Вт/(м ³ ·К ⁵)
Енергія іонізації атома водню	E_i	$\frac{me^4}{8\epsilon_0^2 h^2}$	$2,179907 \cdot 10^{-18}$ Дж = 1,360580 еВ
1 електронвольт	–	–	$1,6021892 \cdot 10^{-19}$ Дж
Абсолютний нуль температури	–	–	–273,15 °С
Атмосфера нормальна	–	–	101325 Па
Потрійна точка води	–	–	273,16 К

Таблиця 2. Одиниці вимірювання і розмірності фізичних величин

1. Основні одиниці СІ

Величина	Одиниця			
	найменування	позначення		
		міжнар.	символ	
укр.				
Довжина	метр	м	m	L
Маса	кілограм	кг	kg	M
Час	секунда	с	s	T
Сила електричного струму	ампер	А	A	I
Термодинамічна температура	кельвін	К	K	Θ
Сила світла	кандела	кд	cd	J
Кількість речовини	моль	моль	mol	N

2. Позасистемні одиниці, їх зв'язок з одиницями СІ

Найменування величини	Одиниці вимірювання			
	найменування	позначення		співвідношення з одиницею СІ
укр.		міжнар.		
Довжина	мікрон	мк	μ	1 мк = 10 ⁻⁶ м
	ангстрем	Å	Å	1 Å = 10 ⁻¹⁰ м
	світловий рік	св. рік	l.y.	1 св. рік = 9,46·10 ¹⁵ м
	парсек	пк	pc	1 ПК = 3,09·10 ¹⁶ м
	астрономічна одиниця	а.о.	AU	1 а.о. = 1,50·10 ¹¹ м
Маса	тонна	т	t	1 т = 10 ³ кг
	центнер	ц	q	1 ц = 100 кг
	атомна одиниця маси	а.о.м.	u	1 а.о.м. = 1,66·10 ⁻²⁷ кг
Час	хвилина	хв	min	1 хв = 60 с
	година	год	h	1 год = 3600 с
	доба	доба	d	1 доба = 86 400 с
Плоский кут	градус	.°	.°	1° = π/180 = 1,75·10 ⁻² рад
	хвилина	.'	.'	1' = π/108·10 ⁻² = 2,91·10 ⁻⁴ рад
	секунда	.''	.''	1'' = π/648·10 ⁻³ = 4,85·10 ⁻⁶ рад
Площа	ар	а	a	1 а = 10 ² м ²
	гектар	га	ha	1 га = 10 ⁴ м ²
Об'єм	літр	л	L (l)	1 л = 10 ⁻³ м ³
Кут повороту	оберт	об	rev	1 об = 2π рад
Частота обертання (кутова швидкість)	оберт за секунду	об/с	rev/s	1 об/с = 1 с ⁻¹
	оберт за хвилину	об/хв	rev/min	1 об/хв = 0,0167 с ⁻¹
Сила (вага)	кілограм-сила	кгс	kgf	1 кгс = 9,81 Н
	тонна-сила	тс	Tf, tf	1 тс = 9,81·10 ³ Н
Робота	ват-год	Вт-год	Wh	1 Вт-год = 3,6·10 ³ Дж
Енергія	електрон-вольт	еВ	eV	1 еВ = 1,60·10 ⁻¹⁹ Дж
Теплота	калорія	кал	cal	1 кал = 4,19 Дж
Потужність	кінська сила	к. с.	h. p.	1 к. с. = 735,5 Вт
Тиск	бар	бар	bar	1 бар = 10 ⁵ Па
	міліметр ртутного стовпчика	мм рт. ст.	mm Hg	1 мм рт.ст. = 133,3224 Па
	торр	Torr	Torr	1 Torr = 1/760 атм = 133,3224 Па

Найменування величини	Одиниці вимірювання			
	найменування	позначення		співвідношення з одиницею СІ
укр.		міжнар.		
	міліметр водяного стовпчика	мм вод. ст.	mm H ₂ O	1 мм вод. ст. = 9,81 Па
	стандартна атмосфера	атм	atm	1 атм = 1,01325 · 10 ⁵ Па
	кілограм-сила на квадратний сантиметр	кгс/см ²	kgf/cm ²	1 кгс/см ² = 9,81 · 10 ⁴ Па
	технічна атмосфера	ат	at	1 ат = 9,81 · 10 ⁴ Па
Температура	градус Цельсія	°C	°C	1°C = 1 К
Логарифмічна величина	бел	Б	В	—
	децибел	дБ	dB	—
Напруження (механічне)	кілограм-сила на квадратний міліметр	кгс/мм ²	kgf/mm ²	1 кгс/мм ² = 9,81 · 10 ⁶ Па
Напруженість магнітного поля	ерстед	Е	Oe	1 Е = 79,5775 А/м
Доза випромінювання	рад	рад	rad	1 рад = 0,01 Дж/кг
Потужність дози випромінювання	рад за секунду	рад/с		1 рад/с = 0,01 Вт/кг
Експозиційна доза	рентген	Р	R	1 Р = 2,58 · 10 ⁻⁴ Кл/кг
Активність ізотопу	кюрі	Ki	Ci	1 Ki = 3,700 · 10 ¹⁰ с ⁻¹
Відносна величина	відсоток	%	%	1% = 10 ⁻²
	мільйонна частка	млн ⁻¹	mln ⁻¹	1 млн ⁻¹ = 10 ⁻⁶

3. Похідні одиниці СІ, що мають власні найменування

Величина	Одиниця			Виразження похідної одиниці	
	найменування	позначення		через інші одиниці СІ	через основні та додаткові одиниці СІ
укр.		міжнар.			
Частота	герц	Гц	Hz	—	с ⁻¹
Рівень інтенсивності звуку, звукового тиску	бел, децибел	Б, дБ	В, dB	1	1
Сила, вага	ньютон	Н	N	м · кг · с ⁻²	м · кг · с ⁻²
Тиск, механічне напруження, модуль пружності	паскаль	Па	Pa	Н/м ²	м ⁻¹ · кг · с ⁻²
Енергія, робота, кількість теплоти	джоуль	Дж	J	Н · м	м ² · кг · с ⁻²
Потужність, потік енергії	ват	Вт	W	Дж/с	м ² · кг · с ⁻³
Електричний заряд	кулон	Кл	C	А · с	А · с
Електрична напруга, електричний потенціал,	вольт	В	V	Вт/А	м ² · кг · с ⁻³ · А ⁻¹

Величина	Одиниця			Виразження похідної одиниці	
	найменування	позначення		через інші одиниці СІ	через основні та додаткові одиниці СІ
укр.		міжнар.			
електрорушійна сила					
Електрична ємність	фарада	Ф	F	Кл/В	$\text{м}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^4 \cdot \text{А}^2$
Електричний опір	ом	Ом	Ω	В/А	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-3} \cdot \text{А}^{-2}$
Електрична провідність	сименс	См	S	Ом^{-1}	$\text{м}^{-2} \cdot \text{кг}^{-1} \cdot \text{с}^3 \cdot \text{А}^2$
Магнітний потік, потік магнітної індукції	вебер	Вб	Wb	В·с	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{А}^{-1}$
Магнітна індукція, густина магнітного потоку	тесла	Тл	T	Вб/м ²	$\text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{А}^{-1}$
Індуктивність	генрі	Гн	H	Вб/А	$\text{м}^2 \cdot \text{кг} \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{А}^{-2}$
Оптична сила	діоптрія	дптр	D	м ⁻¹	м ⁻¹
Світловий потік	люмен	лм	lm	кд·ср	кд·ср
Освітленість	люкс	лк	lx	лм/м ²	кд·ср·м ⁻²
Активність радіоактивного джерела	беккерель	Бк	Bq	с ⁻¹	с ⁻¹
Поглинена доза	грей	Гр	Gy	Дж/кг	м ² ·с ⁻²
Еквівалентна доза	зиверт	Зв	Sv	Дж/кг	м ² ·с ⁻²

4. Одиниці вимірювання і розмірності основних величин у системі СІ

4.1. Одиниці простору і часу

Величина	Символ	Позначення одиниці		Розмірність у СІ
укр.	міжнар.			
Довжина	<i>l</i>	м	m	м
Час	<i>t</i>	с	s	с
Площа	<i>S, A</i>	м ²	m ²	м ²
Об'єм	<i>V</i>	м ³	m ³	м ³
Кутова швидкість	ω	рад/с	rad/s	с ⁻¹
Кутове прискорення	ε	рад/с ⁻²	rad/s ⁻²	с ⁻²
Швидкість	<i>v</i>	м/с	m/s	м/с
Прискорення	<i>a</i>	м/с ⁻²	m/s ⁻²	м/с ⁻²

4.2. Механічні одиниці

Величина	Символ	Позначення одиниці		Розмірність у СІ
укр.	міжнар.			
Маса	<i>m</i>	кг	kg	кг
Момент інерції	<i>I, J</i>	кг·м ²	kg·m ²	кг·м ²

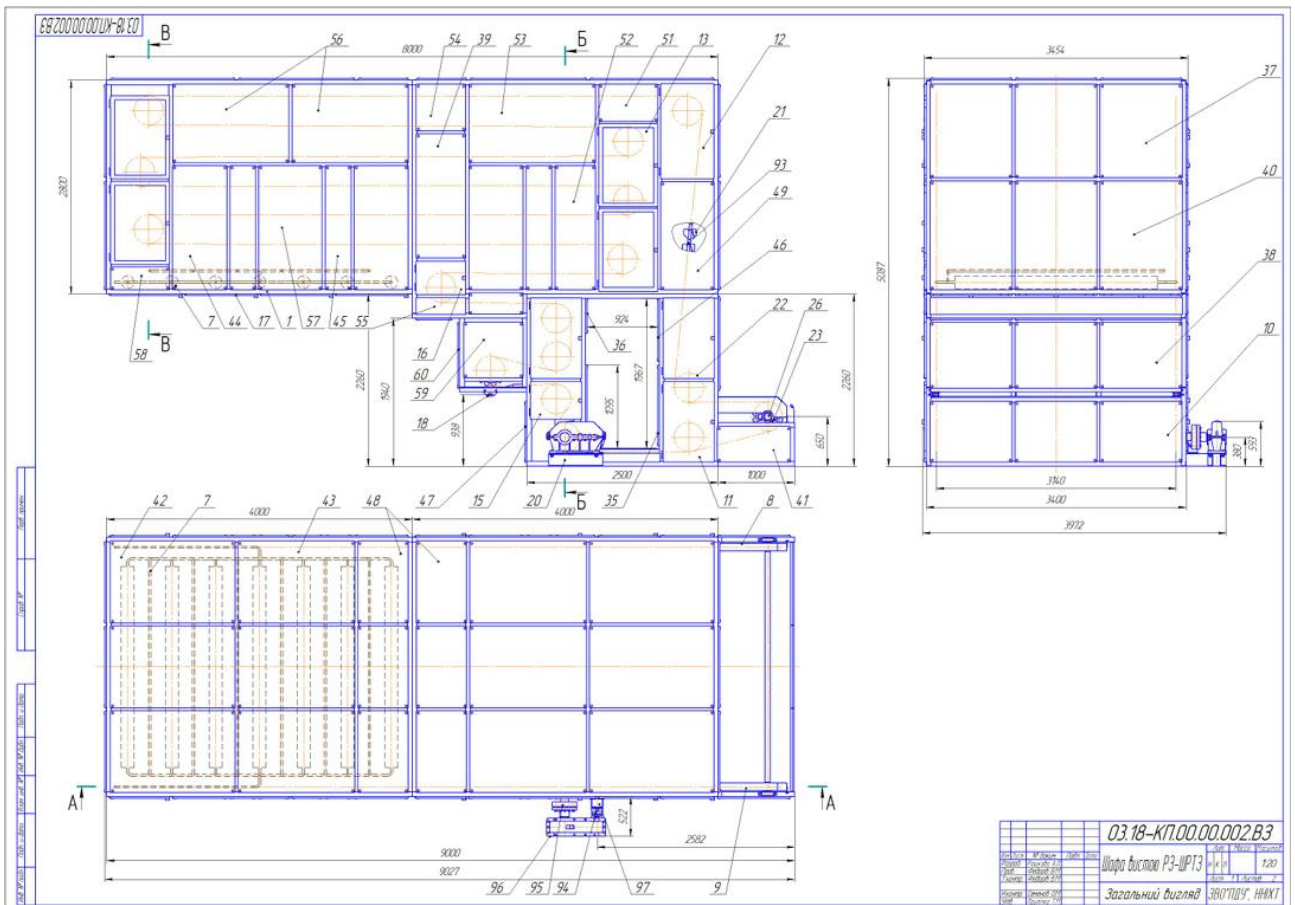
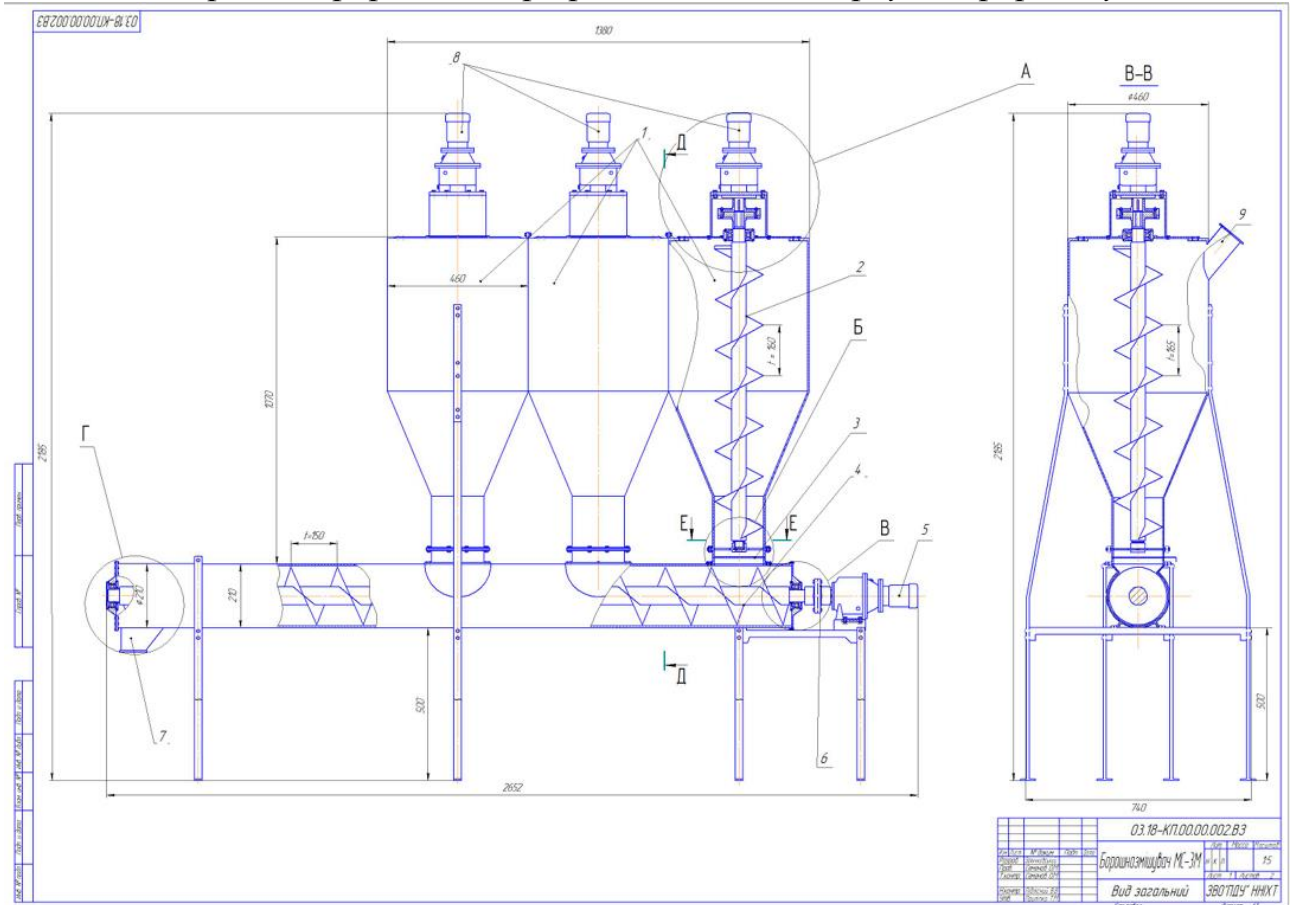
Величина	Символ	Позначення одиниці		Розмірність у СІ
укр.	міжнар.			
Густина	ρ	кг/м ³	kg/m ³	кг/м ³
Питома вага	γ	Н/м ³	N/m ³	кг/(м ² ·с ²)
Питомий об'єм	v	м ³ /кг	m ³ /kg	м ³ /кг
Імпульс	P	кг·м/с	kg·m/s	м·кг/с
Сила	F	Н	N	м·кг/с ²
Імпульс сили	I	Н·с	N·s	м·кг/с
Момент імпульсу	L	кг·м ² /с	kg·m ² /s	м ² ·кг/с
Момент сили, момент пари сил, обертаючий момент	M	Н·м	N·m	м ² ·кг/с ²
Імпульс моменту сили	H	Н·м·с	N·m·s	м ² ·кг/с
Тиск	p	Па, Н/м ²	Pa, N/m ²	кг/(м·с ²)
Нормальне напруження	σ	Па, Н/м ²	Pa, N/m ²	кг/(м·с ²)
Дотичне напруження	τ	Па, Н/м ²	Pa, N/m ²	кг/(м·с ²)
Модуль лінійного розтягування (модуль Юнга)	E	Па, Н/м ²	Pa, N/m ²	кг/(м·с ²)
Модуль зсуву	G	Па, Н/м ²	Pa, N/m ²	кг/(м·с ²)
Модуль різнобічного стиснення	K	Па, Н/м ²	Pa, N/m ²	кг/(м·с ²)
Енергія	E	Дж	J	м ² ·кг/с ²
Робота	A, W	Дж	J	м ² ·кг/с ²
Кінетична енергія	$E_{\text{кін}}, T$	Дж	J	м ² ·кг/с ²
Потенційна енергія	$E_{\text{пот}}, U$	Дж	J	м ² ·кг/с ²
Об'ємна густина енергії	w	Дж/м ³	J/m ³	кг/(м·с ²)
Потужність	P, N	Вт	W	м ² ·кг/с ³
Коефіцієнт корисної дії (ККД)	η	1	1	1
Коефіцієнт динамічної в'язкості (коефіцієнт внутрішнього тертя)	η	Па·с	Pa·s	кг/(м·с)
Коефіцієнт кінематичної в'язкості	ν	м ² /с	m ² /s	м ² /с
Коефіцієнт поверхневого натягу	σ	Н/м; Дж/м ²	N/m; J/m ²	кг/с ²

4.3. Теплові одиниці

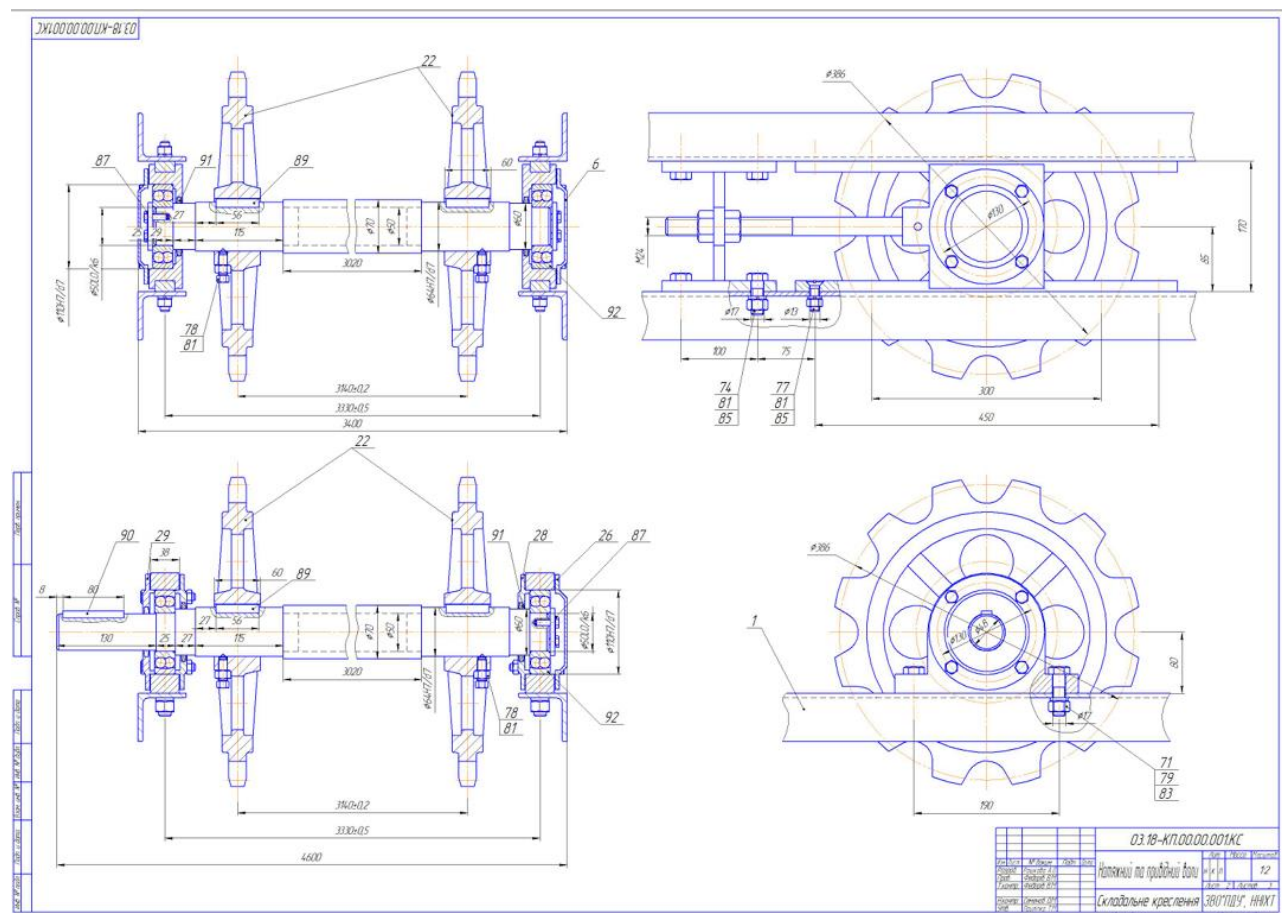
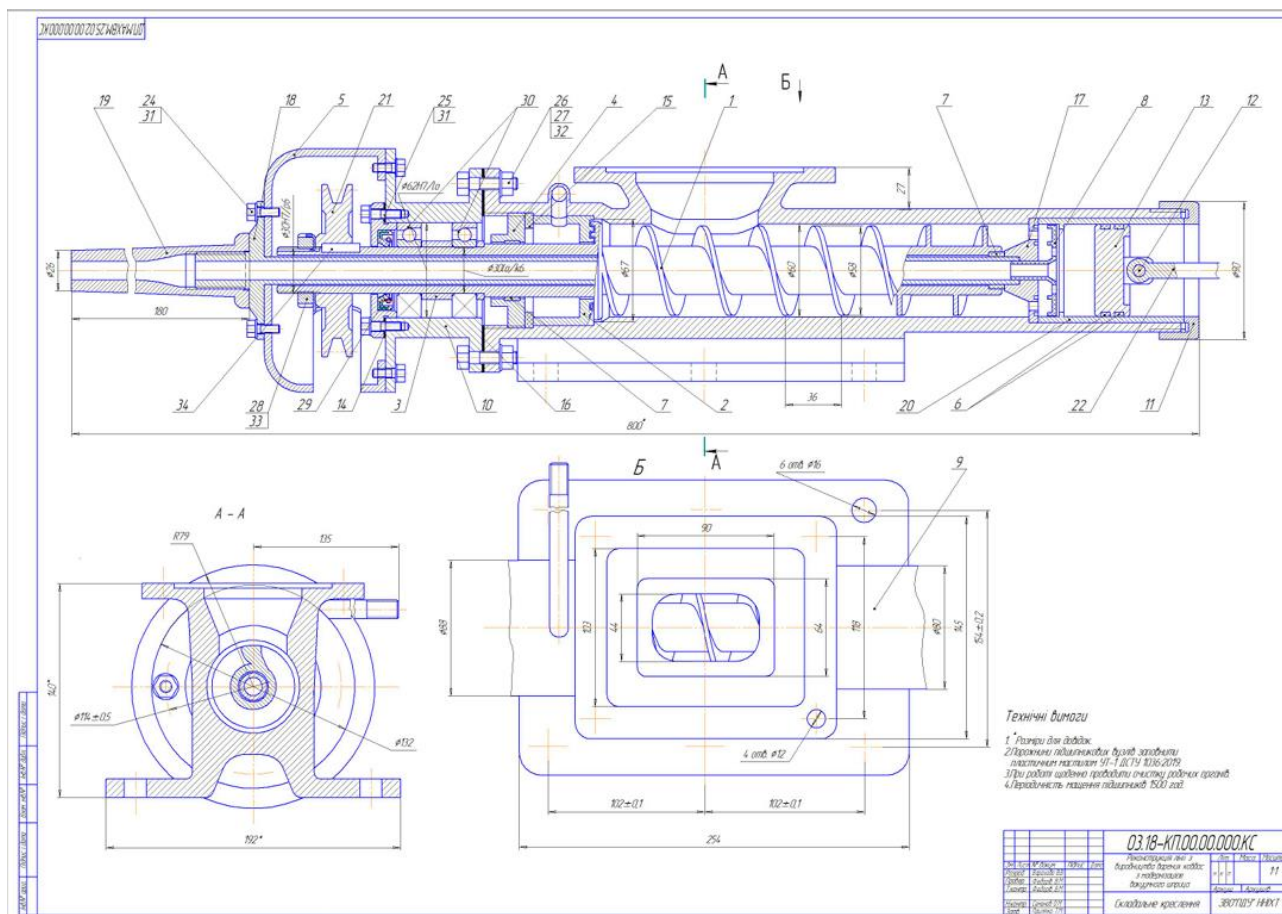
Величина	Символ	Позначення одиниці		Розмірність у СІ
укр.	міжнар.			
Температура	T	К	K	K
Температура за Цельсієм	t, θ	°C	°C	°C

Величина	Символ	Позначення одиниці		Розмірність у СІ
укр.	міжнар.			
Гradient температури	dT/dx	К/м	К/м	К/м
Температурний коефіцієнт лінійного розширення	α_l	К ⁻¹	К ⁻¹	К ⁻¹
Температурний коефіцієнт об'ємного розширення	α_v, α	К ⁻¹	К ⁻¹	К ⁻¹
Теплота, кількість теплоти	Q	Дж	Дж	м ² ·кг/с ²
Питома теплота випаровування	r	Дж/кг	Дж/кг	м ² /с ²
Питома теплота плавлення	λ	Дж/кг	Дж/кг	м ² /с ²
Тепловий потік	Φ	Вт	Вт	м ² ·кг/с ³
Поверхнева густина теплового потоку	Q, φ	Вт/м ²	Вт/м ²	·кг/с ³
Коефіцієнт теплопровідності	κ	Вт/(м·К)	Вт/(м·К)	м·кг/(с ³ ·К)
Коефіцієнти тепловіддачі і теплопередачі	K	Вт/(м ² ·К)	Вт/(м ² ·К)	кг/(с ³ ·К)
Коефіцієнт температуропровідності	a	м ² /с	м ² /с	м ² /с
Термічний опір	R	К/Вт	К/Вт	К·с ³ /(м ² ·кг)
Теплоємність	C	Дж/К	Дж/К	м ² ·кг/(с ² ·К)
Питома (масова) теплоємність	c	Дж/(кг·К)	Дж/(кг·К)	м ² /(с ² ·К)
Молярна теплоємність	C_μ	Дж/(моль·К)	Дж/(моль·К)	м ² ·кг/(с ² ·К·моль)
Питома теплоємність при сталому об'ємі	C_v	Дж/(кг·К)	Дж/(кг·К)	м ² /(с ² ·К)
Питома теплоємність при сталому тиску	C_p	Дж/(кг·К)	Дж/(кг·К)	м ² /(с ² ·К)
Молярна теплоємність при сталому об'ємі	$C_{v\mu}$	Дж/(моль·К)	Дж/(моль·К)	м ² ·кг/(с ² ·К·моль)
Молярна теплоємність при сталому тиску	$C_{p\mu}$	Дж/(моль·К)	Дж/(моль·К)	м ² ·кг/(с ² ·К·моль)
Показник адіабати	γ	1	1	1
Ентропія	S	Дж/К	Дж/К	м ² ·кг/(с ² ·К)
Енергія	E	Дж	Дж	м ² ·кг/с ²
Внутрішня енергія	U	Дж	Дж	м ² ·кг/с ²
Ентальпія	H	Дж	Дж	м ² ·кг/с ²

ДОДАТОК К Зразок оформлення графічної частини: Аркуш 1 формату А1



80



03.18-КП.00.00.005.КР
Вентилятор

03.18-КП.00.00.005.КР
Крышка насосная

03.18-КП.00.00.005.КР
Фиксатор

03.18-КП.00.00.005.КР
Вал

03.18-КП.00.00.005.КР
Звезда

03.18-КП.00.00.005.КР
Рабочий цилиндр

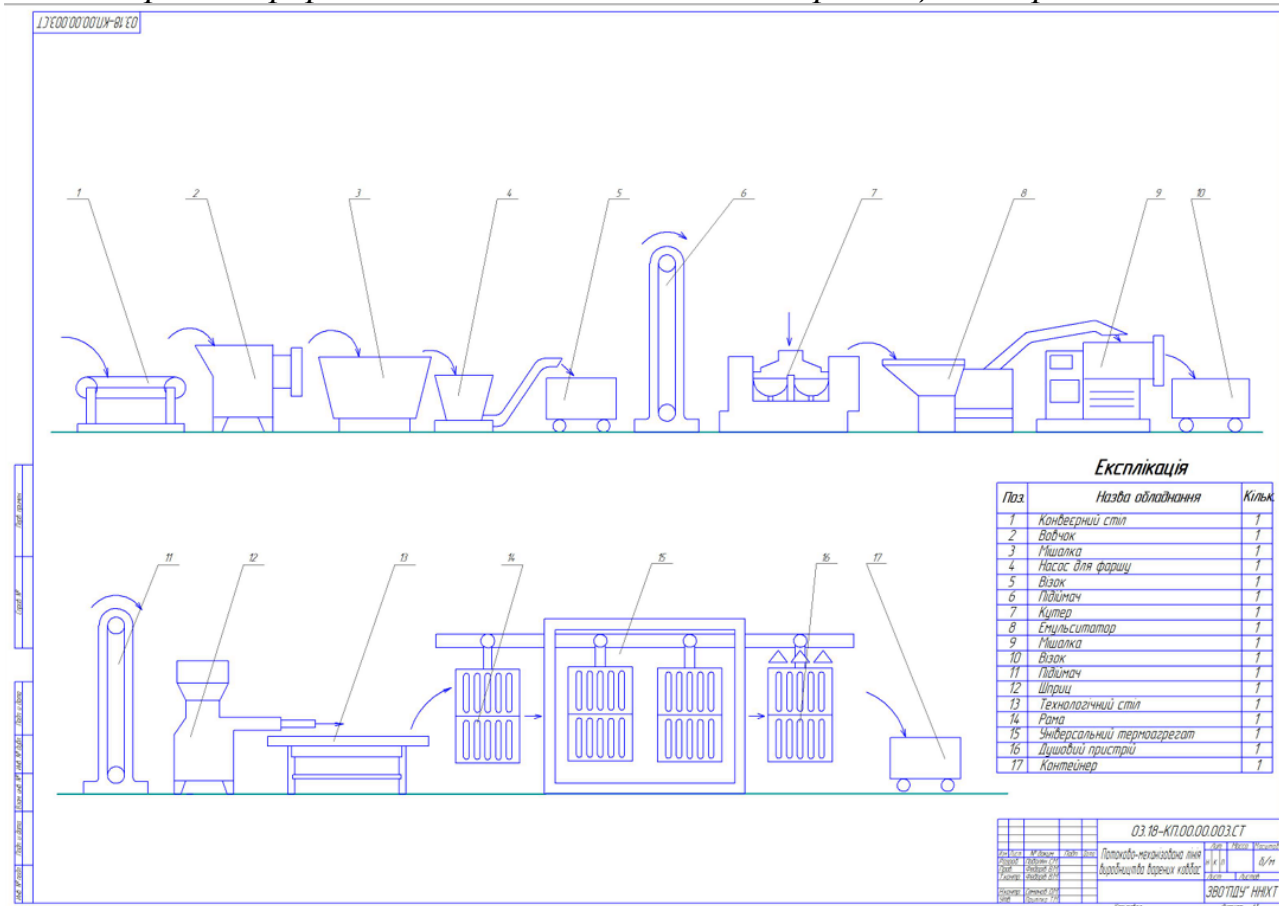
03.18-КП.00.00.005.КР
Червячное колесо

03.18-КП.00.00.005.КР
Шкив

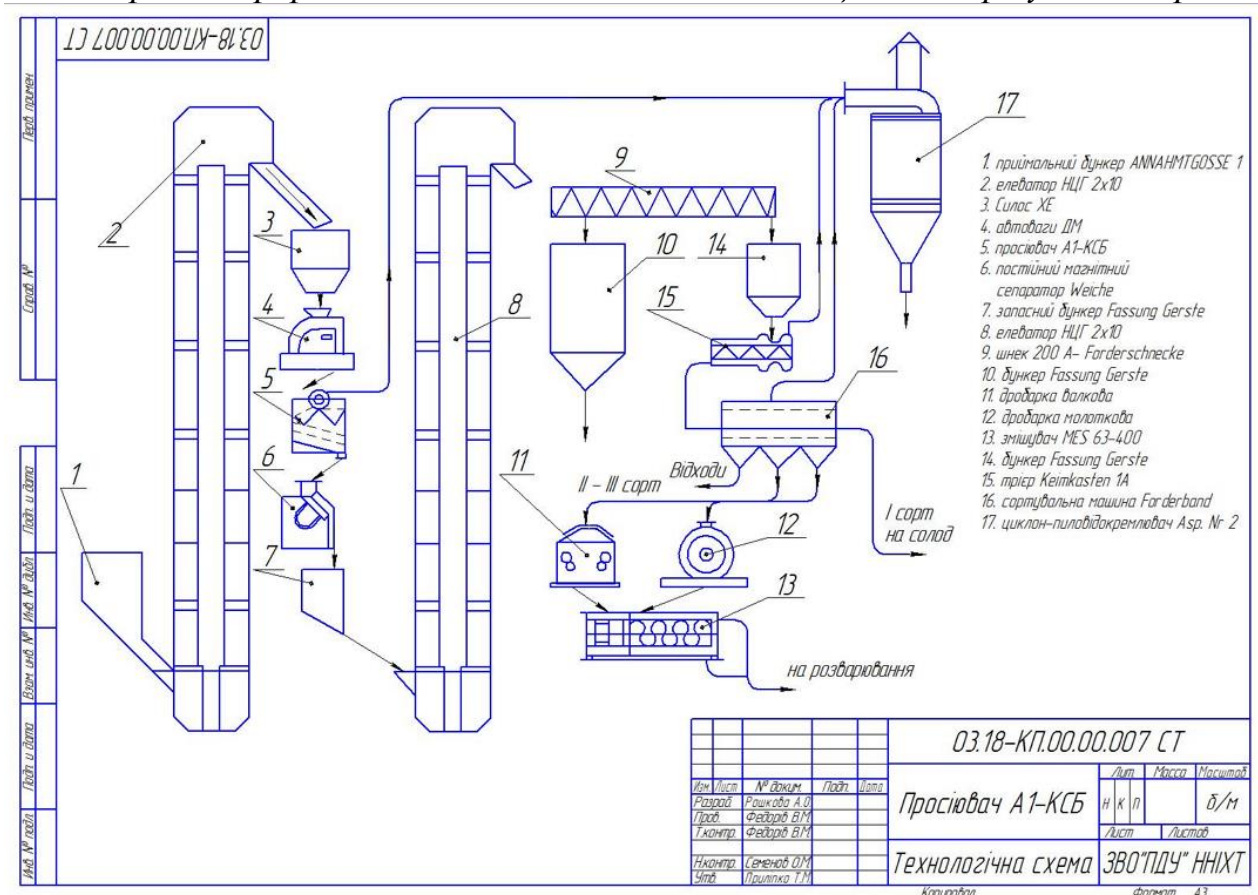
03.18-КП.00.00.005.КР
Вал

ДОДАТОК Л

Зразок оформлення технологічної схеми виробництва варених ковбас



Зразок оформлення технологічної схеми очищення і сортування зерна



ДОДАТОК М

Бланк рецензії

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
Навчально-науковий інститут харчових технологій
Кафедра харчових технологій виробництва й стандартизації харчової
продукції

РЕЦЕНЗІЯ

на курсовий проєкт з навчальної дисципліни «Технологічне обладнання
переробних та харчових виробництв»
здобувача вищої освіти 3 року навчання освітнього ступеня «Бакалавр»

_____ (прізвище, ім'я, по батькові)

Тема курсового проєкту: _____

Об'єм. _____

Загальний зміст. _____

Недоліки та зауваження: _____

Резюме _____

Рецензент _____

«__» _____ 202_ р.

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
ДО ВИКОНАННЯ КУРСОВОГО ПРОЄКТУ З ДИСЦИПЛІНИ
«ТЕХНОЛОГІЧНЕ ОБЛАДНАННЯ ПЕРЕРОБНИХ ТА
ХАРЧОВИХ ВИРОБНИЦТВ»
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
спеціальності G13(181) «Харчові технології»

Відповідальний за випуск: Федорів В.М.

Комп'ютерний набір та верстка: Підлісний В.В.

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

Наклад 30 примірників

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
32316, Хмельницька область, м. Кам'янець-Подільський, вул. Шевченка, 12.