МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Інженерно-технологічний факультет

Кафедра механічної та електричної інженерії

МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

до виконання курсової роботи
з навчальної дисципліни:

«Основи проектування біотехнологічних виробництв»

для здобувачів вищої освіти
за освітньо-професійною програмою
Біотехнології та біоінженерія
спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія
галузі знань 16 Хімічна та біоінженерія першого
(бакалаврського) рівня вищої освіти

Полтава
2024

Методичні рекомендації до виконання курсової роботи з навчальної дисципліни «Основи проектування біотехнологічних виробництв» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою Біотехнології та біоінженерія спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія галузі знань 16 Хімічна та біоінженерія першого (бакалаврського) рівня вищої освіти/Скрипник В. Полтава: ПДАУ, 2024. 37 с.

Укладач:
СКРИПНИК Вячеслав, професор кафедри механічної та електричної інженерії, доктор технічних наук, професор.

Рецензент:
КОРІННИЙ Сергій, доцент кафедри біотехнології та хімії, кандидат технічних наук, доцент.

Методичні рекомендації до виконання курсової роботи з навчальної дисципліни «Основи проектування біотехнологічних виробництв» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою Біотехнології та біоінженерія спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія галузі знань 16 Хімічна та біоінженерія першого (бакалаврського) рівня вищої освіти обговорені і схвалені на засіданні кафедри механічної та електричної інженерії 2 вересня 2024 р, протокол №1.

Методичні рекомендації до виконання курсової роботи з навчальної дисципліни «Основи проектування біотехнологічних виробництв» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою Біотехнології та біоінженерія спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія галузі знань 16 Хімічна та біоінженерія першого (бакалаврського) рівня вищої освіти схвалено радою з якості вищої освіти спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія 3 вересня 2024 р, протокол № 1.

©ПДАУ 2024 рік

Загальні положення

Курсова робота з навчальної дисципліни «Основи проектування біотехнологічних виробництв» є самостійною інженерною роботою здобувачів вищої освіти та займає особливе місце в системі підготовки здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою Біотехнології та біоінженерія спеціальності 162 Біотехнології та біоінженерія. Виконання курсової роботи закріплює та узагальнює знання, які здобувачі вищої освіти отримали під час аудиторних занять. У процесі виконання курсової роботи здобувач вищої освіти виконує комплексну задачу з навчальної дисципліни «Основи проектування біотехнологічних виробництв», готуючись до виконання складнішого завдання – виконання кваліфікаційної роботи. Під час виконання цієї курсової роботи здобувач вищої освіти повинен опиратися на знання та навички, отримані під час вивчення таких навчальних дисциплін: Основи проектування біотехнологічних виробництв, Безпека життєдіяльності та основи охорони праці, Біоінженерія, Устаткування виробництв галузі, Нормативне забезпечення біотехнологічних виробництв. Поряд з цим виконання курсової роботи сприяє здобуттю навичок роботи з довідковою літературою, державними та міжнародними стандартами, нормами, вміло поєднуючи їх з теоретичними знаннями, отриманими здобувачами вищої освіти в процесі вивчення теоретичних положень відповідної навчальної дисципліни.

Мета виконання курсової роботи з «Основ проектування біотехнологічних виробництв» – зміцнення, поглиблення та узагальнення знань, отриманих при вивченні навчальної дисципліни «Основи проектування біотехнологічних виробництв» та набуття практичних навичок розрахунку та проектування біотехнологічних виробництв.

Виконання курсової роботи сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти загальних та фахових компетентностей та забезпечує досягнення програмних результатів навчання, наведених у таблиці 1.

Таблиця 1 – Компетентності та програмні результати навчання

Інтегральна компетентність
Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю у біотехнології та біоінженерії, або у процесі навчання, що передбачає застосування теорій та методів біотехнології та біоінженерії
Загальні компетентності
К01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
К06. Навички здійснення безпечної діяльності
Фахові компетентності
К10. Здатність використовувати знання з математики та фізики в обсязі, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми
К16. Врахування комерційного та економічного контексту для проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення

(промислового, харчового, фармацевтичного, сільськогосподарського тощо)
К17. Здатність використовувати методології проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення
К19. Здатність складати технологічні схеми виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення
К20. Здатність складати апаратурні схеми виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.
К21. Здатність застосовувати на практиці методи та засоби автоматизованого проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення
Програмні результати навчання:
ПР01. Вміти застосовувати сучасні математичні методи для розв'язання практичних задач, пов'язаних з дослідженням і проектуванням біотехнологічних процесів. Використовувати знання фізики для аналізу біотехнологічних процесів
ПР13. Вміти здійснювати техніко-економічне обґрунтування виробництва біотехнологічних продуктів різного призначення (визначення потреби у цільовому продукті і розрахунок потужності виробництва)
ПР14. Вміти обґрунтувати вибір біологічного агента, складу поживного середовища і способу культивування, необхідних допоміжних робіт та основних стадій технологічного процесу
ПР15. Базуючись на знаннях про закономірності механічних, гідромеханічних, тепло- та масообмінних процесів та основні конструкторські особливості, вміти обирати відповідне устаткування у процесі проектування виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення для забезпечення їх максимальної ефективності
ПР16. Базуючись на знаннях, одержаних під час практики на підприємствах та установах, вміти здійснювати продуктовий розрахунок і розрахунок технологічного обладнання
ПР18. Вміти здійснювати обґрунтування та вибір відповідного технологічного обладнання і графічно зображувати технологічний процес відповідно до вимог нормативних документів з використанням знань, одержаних під час практичної підготовки
ПР19. Вміти використовувати системи автоматизованого проектування для розробки технологічної та апаратурної схеми біотехнологічних виробництв
ПР21. Вміти формулювати завдання для розробки систем автоматизації виробництв біотехнологічних продуктів різного призначення.

У процесі виконання курсової роботи здобувач вищої освіти розвиває здібності до конструкторських рішень біотехнологічних виробництв, інженерної творчості, раціоналізації та винахідництва, отримує навички роботи з довідковою літературою, вміння користуватись таблицями і графіками та розробляти технічну документацію.

На курсове роботу «Основи проектування біотехнологічних виробництв» відводиться 90 годин навчального навантаження, що відповідає 3 кредитам ЄКТС.

1. Тематика курсових робіт

Враховуючи те, що навчальна дисципліна «Основи проектування біотехнологічних виробництв» має на меті надання здобувачам вищої освіти базових знань з методології проектування, що використовуються при проектуванні біотехнологічних виробництв для техніко-економічного обґрунтування, вибору біологічних агентів, матеріальних розрахунків, вибору обладнання та методів контролю основних параметрів процесу у завданні до курсової роботи передбачається проектування окремої ділянки біотехнологічного виробництва з наведенням характеристики готового продукту, техніко-економічного обґрунтування такого виробництва, технологічних розрахунків обладнання та його вибір для ділянки проектування, складання технологічної та апаратурної схеми процесу.

Орієнтовна тематика курсових робіт:

1. Проектування дільниці ферментації для виробництва йогурту та інших кисломолочних продуктів продуктивністю 5000 (1000, 2000, 3000, 4000) л на добу.
2. Проектування дільниці ферментації для переробки грибного субстрату з метою отримання біогазу продуктивністю за грибним субстратом 50 (100, 150, 200, 250) кг на добу.
3. Проектування ділянки підготовки рослинної сировини в якості додатків під час виробництва 15 (3, 5, 8, 10, 12) т хліба.
4. Проектування ділянки оброблення біопрепаратом (назва препарату) і сушіння насіння (кукурудзи, сої, пшениці тощо) продуктивністю 2000 (3000, 5000, 7000, 10000) кг на добу.
5. Проектування ділянки екстракції ментолу продуктивністю 0,5 (0,75, 1,00, 1,25) кг на добу з м’яти перечної.

2. Принцип обрання теми курсової роботи

Здобувачі вищої освіти самостійно обирають тему курсової роботи за погодженням із призначеним керівником курсової роботи, спираючись на рекомендовану тематику. Здобувач вищої освіти може подавати власні пропозиції щодо тематики та особливостей компонування підстанцій у завданні до курсової роботи на розгляд кафедри.

Обрані теми курсових робіт затверджуються Протоколом засідання кафедри та закріплюються Завданням на курсову роботу (додаток А). Після затвердження теми курсової роботи здобувач вищої освіти повинен розпочати її виконання.

Загалом виконана курсова робота має складатися з двох частин: розрахунково-пояснювальної записки та 1 листа графічного матеріалу формату А4.

Розрахунково-пояснювальна записка повинна містити всі необхідні проектні розрахунки, які мають бути розроблені та супроводжені розрахунковими параметрами й необхідними ілюстраціями (за потреби), а також обґрунтування та пояснення щодо прийнятих конструктивних рішень та використаних стандартного обладнання.

3. Вимоги до розділів курсової роботи

3.1. Вступ до курсової роботи (оформлення та викладення розділу)

Представлення матеріалів і оформлення розділу «Вступ» повинно відповідати ДСТУ 3008:2015 Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення.

У вступі коротко оцінюють загальний сучасний стан проблеми виробництва біотехнологічної продукції в Україні та світі, зазначаючи шляхи практичного розв'язання виробничої задачі, недоліки, що існують у даній галузі, світові тенденції виробництва.

Наводяться приклади провідних фірм виробників даної конкретної продукції та провідних вчених і фахівців даної галузі знань.

Наводиться актуальність курсової роботи (КР) даного виробництва, щодо забезпечення населення України продукцією необхідної ефективності, якості та безпечності. Аналізується соціальне значення біотехнологічної продукції для вирішення конкретних завдань аграрної галузі, харчової промисловості, захисту довкілля тощо.

Основним об'єктом вступу є визначення специфіки типової технології виробництва – кормових добавок (білкових мас, індивідуальних амінокислот, ферментів, антибіотиків тощо), біопрепаратів для аграрного виробництва на основі продуктів переробки біомаси (рослинного та тваринного походження), біологічно-активних добавок тощо.

Визначається місце обраної технології серед інших біотехнологічних прийомів у відповідності з призначенням готової продукції, особливостями стадії культивування, специфікою біологічних агентів (БА). Особливе місце (у вигляді короткої довідки) приділяється характеру культивування в залежності від специфіки БА.

Наводиться аргументація того, яким чином специфіка (характеристики) готової продукції впливають на типові технологічні рішення для обраної технології виробництва, визначається новизна проекту виробництва біотехнологічної продукції у порівнянні з відомою (типовою) технологією. Відомою технологією є типове технологічне рішення для обраного виробництво або виробництва продукції спорідненого характеру.

Закінчується розділ «Вступ» висновками щодо обраної мети проектування.

Обсяг вступу 2…2,5 сторінки.

Розділ «Вступ» не нумерується.

Сторінка «Вступ» не нумерується.

Починаючи з вступу та інших розділах наводяться посилання на літературні джерела (наводиться порядковий номер у квадратних дужках), вміщеного в розділі «Перелік посилань».

Посилання подають у порядку, за яким вони вперше згадуються у тексті.

Перелік посилань наводять відповідно до чинних стандартів з бібліотечної та видавничої справи.

3.2. Характеристика готового продукту

Характеристика готового продукту (ХГП), що представлена у відповідності до чинних стандартів, є відправною точкою в розробці роботи. ХГП також є основою в обґрунтуванні вибору технологічної схеми (ОВТС) виробництва готової продукції.

Готовим продуктом (ГП) в КР може бути біотехнологічна продукція, що представлена як результат діяльності великотоннажного виробництва – кормові або харчові амінокислоти, кормовий мікробний білок, кормові вітаміни, антибіотики тощо.

Готовим продуктом в КР можуть бути продукти харчової біотехнології, що вироблені як активні біологічні інгредієнти.

Промислове виробництво біотехнологічної продукції забезпечується організацією технологічного процесу у відповідності з зареєстрованою в Україні нормативно технічною документацією (НТД) – ДСТУ, ГСТУ, ТУ на визначений вид готової продукції.

В КР для опису ХГП використовується чинна НТД.

При відсутності доступу до чинних НТД розробляється проект цього нормативного документу як ТУ. Для розробки проекту ТУ використовують вимоги що представлені у ДСТУ – Н 1.3:2015 «Національна стандартизація. Настанова. Технічні умови України. Настанови щодо розробляння».

Зміст розділів ТУ повинен відповідати вимогам ДСТУ – Н 1.3:2015. У відповідності до чинного законодавства у склад ТУ входять такі розділи – вступна частина (сфера застосування); технічні вимоги; вимоги безпеки та охорони довкілля; правила приймання; методи контролювання (випробування, аналізу, вимірювання); транспортування та зберігання; вказівки по експлуатації, ремонту; рекомендації щодо застосування, правила утилізації тощо; гарантії виробника.

2.1. Практична реалізація викладення матеріалу розділів для виконання КР

При розробці проєкту ТУ для КР представляються не всі перелічені у ДСТУ – Н 1.3:2015 розділи, а тільки ті що мають суттєвий вплив на технологію виробництва. Зміст розділу повинен відповідати вимогам ДСТУ – Н 1.3:2015:

1. Сфера застосування;
2. Технічні вимоги (основні показники і (або) характеристики (властивості), вимоги до сировини, матеріалів, покупних виробів, пакування; маркування);
3. Методи контролювання (випробування, аналізу, вимірювання); транспортування та зберігання.

1. Сфера застосування.

У підрозділі «Сфера застосування» має бути назва продукції, її призначеність (сфера застосування) та умови використання. Як правило, цей розділ розпочинається словами «Ці технічні умови поширюються на (наводиться назва продукції) призначену для …». Визначається категорія продукції (ветеринарний препарат, харчовий продукт, проміжний продукт, харчова добавка, державний стандартний зразок, хімічний реактив тощо).

Наводиться характеристика і галузь використання препарату в аграрному виробництві, харчовій та переробній промисловості.

На початку розділу наводять відомості про нормативні документи, вимогам яких повинна відповідати продукція, що випускається за цими технічними умовами.

Розділ «Технічні вимоги» загалом має такі типові підрозділи (розділи):

2.1. Основні показники і (або) характеристики (властивості);

2.2. Вимоги до сировини, матеріалів, покупних виробів;

2.3. Маркування;

2.4. Пакування.

Для виконання КР підрозділ 2.1 Основні показники і (або) характеристики (властивості) має містити:

- вимоги призначеності;
- вимоги надійності;

У пункті «Вимоги призначеності» установлюють вимоги, що характеризують ті властивості продукції, які визначають її основні функції, для виконання яких вона призначена за певних умов, а також вимоги сумісності і взаємозамінності.

Зокрема:

- вимоги до складу та структури (хімічного, фракційного, концентрації домішок, до складників), фізико-хімічних, механічних та інших властивостей;
- вимоги до біологічної сумісності.

У пункті «Вимоги надійності» на продукцію, споживчі властивості якої можуть згодом погіршуватися, треба зазначати термін придатності.

У підрозділі 2.2 «Вимоги до сировини, матеріалів, покупних виробів» наводиться склад сировини, що використовується у виробництві

- компоненти поживного середовища;
- наповнювачі у складі ГП;
- вода питна.

2.3. Маркування

У підрозділі 2.3 «Маркування» викладають вимоги до споживчого і транспортного маркування продукції (посилаючись на відповідні стандарти): місце маркування, спосіб нанесення знаків маркування тощо.

2.4. Пакування.

У підрозділі «Пакування» установлюють вимоги до пакувальних матеріалів, способу пакування продукції тощо. Зокрема у ньому наводять: правила готування продукції до пакування, зазначаючи використовувані засоби; вимоги до споживчої тари та матеріалів для її виготовлення; вимоги до транспортної тари, враховуючи вимоги щодо використовування найощадливіших її видів, зокрема тари багаторазового використовування, уніфікації її розмірів, допоміжні матеріали, що їх використовують під час пакування, а також вимоги технічної естетики (для товарів народного споживання);відомості про можливість утилізувати тару та вимоги до утилізації тари тощо.

3. Методи контролювання (випробування, аналізу, вимірювання); транспортування та зберігання.

У розділі «Методи контролювання» установлюють засоби, способи, режими контролювання (випробувань, вимірювань, аналізу тощо) продукції на відповідність вимогам, наведеним у технічних умовах.

3.3. Техніко-економічне обґрунтування

Цей розділ КР відноситься до блоку передпроектних робіт, які виконуються на початку проектування для визначення принципових технологічних рішень і він враховує інформацію розділу ХГП.

Даний розділ розробляється у відповідності з вимогами ДБН А.2.2-3-2014. «Склад та зміст проєктної документації на будівництво». Додаток Б. Склад техніко- економічного обґрунтування (ТЕО), техніко-економічного розрахунку (ТЕР).

В КР складовими техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) є такі блоки з загального переліку складових ТЕО:

3.1. визначення потужності виробництва;

3.2. вибір способу (технології) виробництва і типу устаткування;

3.3. вибір майданчика будівництва;

3.4. техніко-економічні показники виробництва.

3.1. Визначення потужності виробництва

На підставі аналізу літературних джерел, звітів статистичних установ визначається потреба, попит і тенденції розвитку ринку біотехнологічної продукції. Для визначення потужності використовують балансовий або статистичний методи які базуються на існуючих чи прогнозованих потребах у даній продукції, її якості, номенклатурі тощо.

Потужність підприємства визначається необхідною потребою суспільства у цільовому продукті не менше чим на п'ять років наперед з можливістю розширення виробництва.

У розділі надається інформація щодо можливостей збуту продукції – можливість експорту.

Розрахунок ТЕО повинен враховувати існування та вплив на ринок інших виробників даної продукції, що не допускає монополізації виробника.

3.2. Вибір способу (технології) виробництва і типу устаткування

У ТЕО для вибору способу (технології) виробництва і типу устаткування, *наводиться типова апаратурно-технологічна (апаратурна) схема відомого виробництва у вигляді* креслення з представленням обладнання та представляється *короткий опис технологічного процесу* з посиланням на зазначене обладнання. Типовою схемою є та схема, що має промислову реалізацію і представлена у монографіях, підручниках за фахом.

При виборі технології визначається мета виробництва, тип об’єкту природоохоронних дій, особливості етапу біосинтезу.

3.3. Вибір майданчика будівництва

При виконанні ТЕО на мапі України обирають майданчик для будівництва.

При виборі місця потрібно керуватись наступними критеріями:

– доступність сировини для сировиннозалежних підприємств (інформація з ХГП);

– наявність інженерних комунікацій (газові, електричні, водні мережі) державного рівня;

– наявність споживачів продукції (можливість збуту);

– наявність водойми (бажано проточного типу) або міської каналізаційної мережі в яку можуть направлятися на очищення стічні води

підприємства.

Представляються дані по генеральному плану будівництва, інформація про будівельні, архітектурно-планувальні і конструктивні рішення будівель і споруд, про складське господарство, ремонтну службу, про заходи щодо охорони навколишнього середовища. Приводяться основні рішення по організації будівництва, і при потребі виконується розрахунок його вартості на підставі укрупнених будівельних норм.

3.4. Техніко-економічні показники виробництва

Попередні техніко-економічні показники нових підприємств і розширення тих що діють як правило, отримують з досвіду роботи підприємства-аналога або визначаються проектувальником по спрощених орієнтовних розрахунках.

3.4. Розробка технологічного процесу і обґрунтування вибору технологічної схеми

Об'єктом проектування в КР є окрема ділянка/стадія виробництва або їх сукупність. Наприклад: «Ділянка промислового культивування», «Стадія підготовки стерильного поживного середовища», «Ділянка фракціонування культуральної рідини», «Ділянка підготовки сировини…», тобто те, що визначено у темі КР.

На початку для розробки технологічного процесу потрібно визначити *тип проектних дій* - тип проектування:

- будівництво нового підприємства;
- реконструкція;
- технічне переоснащення діючого.

Наводиться обґрунтування *типу проекту виробництва* на підставі аналізу відомої/типової схеми виробництва, що наведена у ТЕО:

- визначається тип виробництва в залежності від цільового призначення ГП у відповідності з ХГП;

- для біотехнологічних виробництв в залежності від технологічних особливостей стадії культивування обґрунтовується вибір типу виробничого процесу: асептичне, напівасептичне або неасептичне; з безперервним, напівбезперервним або періодичним процесом культивування; аеробний або анаеробний процес культивування тощо.

4.1. Обґрунтування вибору технологічної схеми (ОВТС)

У даному розділі КР наводяться *теоретичні засади* обґрунтування проектних дій щодо вибору технології, обладнання та контролю виробництва враховуючи 4 фактори впливу на цей вибір.

ОВТС представляється по кожній стадії / операції та обладнанню короткою інформацією стосовно:

- наукової обґрунтованості запропонованих способів та прийомів виробництва (наукові основи обраного технологічного рішення);

- представляється інформація про можливості технічної реалізації стадії/операції (наводиться інформація про наявність серійного промислового обладнання, що виготовляється у відповідності з чинними НТД);

- представляється інформація про економічну доцільність або соціальне значення (визначене в ТЕО);

- представляється інформація про екологічну безпечність (виконуються вимоги біобезпеки - захист продукції та персоналу, захист довкілля).

4.2. Алгоритм викладення матеріалів розділу ОВТС:

Текстова частина ОВТС оформлюється і викладається по стадіям / операціям технологічної схеми за таким алгоритмом, при чому назви стадій / операцій є заголовками пунктів ОВТС:

Визначається *мета виробництва* взагалі і мета проведення кожної стадії/операції - конкретно. Обґрунтовується якими технологічними прийомами досягається мета. Наводяться показники якості речовини що напрацьована на даній стадії/операції (наприклад для культуральної рідини наводяться – вміст/концентрація БА, концентрація метаболітів, концентрація компонентів ПС, насиченість розчиненим киснем тощо).

1. *Вибір і обговорення способу реалізації визначеної мети. Наукова обґрунтованість запропонованих способів та прийомів.* Вибір технологічних способів і прийомів реалізується на основі обговорення типової схеми виробництва, що наведена у ТЕО. У відповідності з типовим технологічним рішенням обґрунтовується вибір способу реалізації означеної мети з наданням інформації стосовно сутності процесу з точки зору фізико-хімічних (біохімічних) перетворень, які відбуваються по кожній стадії (операції). Основою для обґрунтування є аналіз і опис гідродинамічних, масо- та теплообмінних процесів, які реалізуються у відповідній апаратурі.

Вибір *технологічних способів і прийомів* реалізується на підставі інформації про властивості напівпродуктів/ГП (фізико-хімічних, біохімічних, мікробіологічних показників тощо), інформації щодо використання відомих процесів (гідродинаміки, теплопередачі, масопередачі). Обґрунтовується наукова компонента вибору способу, наприклад, для фракціонування - стадії відстоювання, фільтрування, центрифугування тощо. Спосіб обирається на основі аналізу кінетичних рівнянь процесів.

2. *Технічна реалізація та вибір обладнання.*

Кожній технологічній стадії'/операції відповідає конкретний вид обладнання (виконується умова «одна операція – один апарат»), тому при обґрунтуванні вибору стадій /операцій одночасно проводиться обґрунтування вибору обладнання. На підставі інформації про обраний спосіб пропонується типове (промислове, серійне) обладнання.

Технологічні розрахунки обладнання здійснюються за наступною методикою.

2.1. Принципи розрахунку кількості та об'єму апаратів

Технологічний розрахунок апаратури полягає у визначенні потрібної продуктивності і порівнянні її з розрахованою продуктивністю того чи іншого апарата. За результатом порівняння обирають апаратуру та визначають потрібну кількість устаткування. Методика розрахунків залежить від того, як працює апарат: періодично чи безперервно.

При *безперервному веденні процесу* вихідний компонент завантажують безперервно, а продукти вивантажують (безперервно), такий процес має велику продуктивність і легко автоматизується.

У випадку *періодичного процесу*, який використовується найчастіше, вихідні компоненти і продукти завантажуються та вивантажуються періодично і, як правило, кожна операція проводиться в окремому апараті.

Технологічні розрахунки містять таблицю норм технологічного режиму і закінчуються зведеною таблицею специфікації обладнання.

Позначення основних параметрів:

φ - коефіцієнт заповнення апарата;

$\varphi_{\text{ф}}$ - фактичний коефіцієнт заповнення апарата;

N - потужність виробництва, т/рік;

n - кількість робочих днів у році;

$P_{\text{д}}$ - добова потужність виробництва ($P_{\text{д}} = N/n$);

K – перерахунковий коефіцієнт від завантаження на 1 т готового продукту до добового завантаження ($K = P_{\text{д}}/1\text{т} = P_{\text{д}}$);

$V_{\text{т}}$ – об'єм матеріалів, які переробляються на даній стадії на 1 т готового продукту, м^3;

$V_{\text{д}}$ – об'єм матеріалів, які переробляються на певній стадії впродовж доби, м^3.

$V_{\text{а}}$ – повний об'єм апарата за каталогом, м^3;

$V_{\text{а}}'$- розрахунковий об'єм апарата, м^5;

$V_{\text{р}}$ – робочий об'єм апарата, м^3;

α – кількість операцій, які проводяться на певній стадії за добу, оп/доба;

β – кількість операцій, які проводяться в даному апараті за добу, оп/доба;

τ – час роботи апарата, год.;

$m_{\text{р}}$ – розрахункова кількість апаратів, шт.;

m – кількість апаратів, які встановлюються на певній стадії, шт/;

δ – запас потужності апаратів на певній стадії.

Розрахунок реакторів на першій стадії

Для розрахунку апаратів періодичної дії потрібно виходити з величини добової продуктивності $V_{\text{д}}$ і тривалості технологічного циклу T. $V_{\text{д}}$ береться з даних матеріального балансу щодо даної стадії (якщо матеріальні розрахунки проводились на добову продуктивність) або розраховують.

При розрахунках на 1 т готового продукту

$$V_{\text{д}} = V_{\text{т}} \cdot N/n.$$

Тривалість технологічного циклу τ визначають за нормами технологічного режиму з регламенту виробництва, з урахуванням змін ємкості і типу обладнання у виробництві, яке проектується.

Звичайно норми технологічного режиму подаються у вигляді таблиці (наприклад, таблиця 3.1), в яку заносяться нормативи часу на виконання окремих операцій та стадій, враховуючи допоміжний час, а також вказуються основні параметри (t, °С, P, τ та ін.) проведення технологічного процесу.

Починаючи розрахунок, вибирають за каталогом об'єм апарата $V_{\text{а}}$ (м^3) першої (основної) стадії. Далі визначають робочий об'єм апарата $V_{\text{р}}$:

$$V_{\text{р}} = V_{\text{а}} \cdot \varphi.$$

Величину коефіцієнта заповнення апарата φ вибирають залежно від того, яким є процес. Для реакторів:

- без вспінювання та інтенсивного переміщування φ = 0,8;

- з кипінням чи інтенсивним перемішуванням φ = 0,65…0,7;
- з вспінюванням φ = 0,4…0,6.

Дія мірників, сховищ і збірників φ = 0,85…0,9.

Таблиця 5.1. Нормативи технологічного режиму на стадії I

№ з/п	Назва операцій	Тривалість, год.-хв.	Маса, кг	Температура, °С	Тиск, МПа
1	Огляд апарата	0-05			
2	Завантаження речовини *A* (вих реч.)	0-15	330		
3	Підігрів (від 20 до 55- 60°С)	0-20		55-60	
4	Завантаження суспензії *B*	1-15	550	55-60	
5	Витримка (при 55-60°С)	2-00		55-60	
6	Охолодження	0-20			
n	....	....			
7+*n*	Аналіз	0-05			
8+*n*	Перетискання	0-20			0,5
Всього		5-40			

Тоді число операцій, які проводяться на цій стадії протягом доби α:

$$\alpha = V_д/V_р = V_д/({}_аV_{,} \cdot \varphi), \text{ (бажано, щоб } \alpha = 2\ldots5)$$

Число операцій, які можуть бути проведені в одному апараті упродовж доби β:

$$\beta = 24/\tau.$$

Тоді розрахункова кількість апаратів, які використовуються $m_р$ приймається із співвідношення:

$$m_р = \alpha/\beta = (V_д \cdot \tau)/(V_а \cdot \varphi \cdot 24).$$

На основі значення $m_р$ приймаємо кількість апаратів, які встановлюються на цій стадії m (наприклад: $m_р = 2{,}64$, тоді $m = 3$ або $m_р = 1{,}1$, тоді $m = 2$). Оптимальна кількість апаратів на I стадії 1…3, але не більше 5…6.

За даними $m_р$ і m визначаємо запас потужності апаратів на даній стадії δ:

$$\delta = [(m - m_р)/m_р] \cdot 100\%.$$

δ показує час простоювання апаратів між окремими стадіями (бажано до 10…15 хв.), оптимальне значення δ:

- для реакторів δ = 10…15%,

- для складних за конструкцією апаратів (автоклави, центрифуги) δ = 15…25%.

Якщо значення δ виходять за межі оптимального не дуже (наприклад, 16 %), то m є допустимим, якщо ж сильно (наприклад, 35 %), то роблять перерахунок стадій, при цьому змінюють $V_а$.

Коли буде визначено оптимальне значення δ і визначено m, то з каталогів вибирають основні параметри ($V_н$, D, H) апарата.

Розрахунок устаткування на *II-ій та на наступних стадіях*

Вибір апаратів ємкісного типу на наступних стадіях виробництва проводять за умови, що $\alpha = const$. Тоді робочий об'єм реакторів визначають за формулою:

$$V_р = V_д/\alpha,$$

$$V_д = V_т \cdot K.$$

Значення $V_т$ береться з таблиць матеріального балансу цієї стадії.

Приймаємо φ і розраховуємо $V_а'$:

$$V_а' = V_р/\varphi.$$

Відповідно за значенням $V_а'$ за каталогом вибираємо $V_а$, і визначаємо фактичний коефіцієнт заповнення апарата $\varphi_Ф$:

$$\varphi_Ф = V_р/V_а.$$

За нормами технологічного режиму визначаємо τ і відповідно

$$\beta = 24/\tau.$$

Знаходимо $m_р$:

$$m_р = \alpha/\beta$$

і приймаємо m. Тоді розраховуємо запас потужності апаратів на цій стадії δ:

$$\delta = ((m - m_р)/m_р) \cdot 100\%.$$

Таким чином розраховувать реактори на всіх подальших стадіях, а їхні основні розміри вибирають з каталогів.

Крім реакторів використовуються й інші апарати – наприклад: фільтри, сушарки, мірники, сховища тощо.

Мірники розраховують аналогічно до реакторів на II стадії, однак найчастіше час роботи мірника є невеликим (10…30 хв.) і в цьому випадку визначати δ не потрібно (його значення будуть дуже великими, тому їх не рахують). Однак, якщо час роботи мірника великий, тоді δ слід розраховувати.

Розрахунок сховищ рідких матеріалів проводять за формулою:

$$\delta' = V_{\text{р}} \cdot \varphi \cdot z / V_{\text{д}},$$

де δ' - запас рідкого продукту, доби;

z – кількість сховищ;

$V_{\text{д}}$ – об'єм рідкого продукту, що використовується впродовж доби, м^3.

Згідно з правилам техніки безпеки на заводі можна зберігати:

- легкозаймисті органічні рідини (спирти, ефіри, ацетон тощо) не більше доби, тобто δ' = 0,5…1 доба;
- органічні рідини, які не горять (оцтова кислота) - δ' = 1…2 доби;
- розчини солей, кислот, лугів, які не горять - δ' = 2…3 доби.

З іншого боку:

$$V_{\text{а}} = (V_{\text{д}} \cdot \delta') / (\varphi \cdot z), \text{ м}^3.$$

Збірники для рідких продуктів зазвичай встановлюють після операцій фільтрування, центрифугування, відгонки тощо; їх розраховують або як реактори, або як сховища, залежно від тривалості технологічного процесу. Тобто якщо великий час роботи апарата – то розраховують як реактор, а якщо незначний - як сховище.

При орієнтовному розрахунку кількості друк- і нутч-фільтрів розраховують кількість апаратів і поверхню фільтрування. При цьому для обчислень використовують об'єм осаду $V'_{\text{т}}$, який береться з таблиць матеріального балансу певної стадії.

$$V_{\text{д}} = V_{\text{т}}' \cdot K,$$

$$V_{\text{р}} = V_{\text{д}} / \alpha,$$

де $V_{\text{р}}$ – робочий об'єм осаду (осад» який знаходиться на фільтрі), м^3.

Приймаємо H (м) – висоту осаду на фільтрувальній перегородці:

- для нутч-фільтра H = 0,1…0,3 м,
- для друк-фільтра H = 0,05…0,25 м.

Тоді поверхня фільтрувальної перегородки $F_{\text{р}}$ матиме площу:

$$F_{\text{р}} = V_{\text{р}} / H, \text{ м}^2.$$

За нормами технологічного режиму визначаймо т і відповідно знаходимо β і $m_{\text{р}}$:

$$\beta = 24/\tau,$$
$$m_{\text{р}} = \alpha/\beta,$$

та приймаємо m. Тоді розраховуємо запас потужності фільтрів δ:

$$\delta = (m - m_{\text{р}})/m_{\text{р}} \cdot 100\%.$$

Далі з каталогу, на основі $F_{\text{р}}$ і m, вибираємо площу фільтрувальної перегородки та інші параметри апарата.

Для розрахунку кількості камерних сушарок з таблиці матеріального балансу вибирають об'єм осаду $V_{\text{т}}$, що поступає на стадію сушіння, тоді:

$$V_{\text{д}} = V_{\text{т}} \cdot K,$$
$$V_{\text{д}} = V_{\text{т}}/\alpha.$$

Приймаємо H, м – висоту осаду на противні (H = 0,01…0,05 м).

Знаходимо площу всіх противнів

$$F_{\text{р}} = V_{\text{р}}/H, \text{ м}^2.$$

За каталогом на основі $F_{\text{р}}$ вибираємо F.

Знаходимо площу одного противнів

$$F_{\text{пр}} = a \cdot b, \text{м}^2$$

(як правило, він має розміри 30×50 або 40×60 см),

Тоді кількість противнів буде:

$$n = F/F_{\text{пр}}, \text{штук}.$$

Зазвичай, кількість протвенів n є парною і може бути вибрана з каталогу.

З каталогу вибираємо сушарку, знаходимо β і $m_{\text{р}}$:

$$\beta = 24/\tau,$$
$$m_{\text{р}} = \alpha/\beta,$$

та приймаємо m.

Розраховуємо запас потужності δ:

$$\delta = (m - m_{\text{р}})/m_{\text{р}} \cdot 100\%.$$

Наприкінці розрахунку кожного з апаратів наводиться коротка його характеристика (розміри, об'єм тощо) з вказівкою про конструкційний матеріал і спосіб виготовлення (наприклад, стальний С.3 зварний) та короткі

відомості про особливості конструкції (оболонка, тип мішалки...). Паралельно з технологічними розрахунками розробляють технологічну схему, при ньому розраховують і вказують всі апарати.

Технологічні розрахунки закінчуються таблицею 2, яка називається: «Специфікація технологічного обладнання».

Наприклад:

Таблиця 5.2. Специфікація технологічного обладнання

№ з/п	№ на техн. сх.	Назва апарата	К-ть апаратів	Об'єм, м^3	Матеріал	Основні розміри		Коротка характеристика
						D, мм	*H*, мм	
I	Р-1	Реактор	2	1	ХІ8Н10Т	1200	1500	сорочка, пропелерна мішалка

Коли потрібна дуже велика потужність, то з довідників вибирають апарати безперервної дії.

Під час аналізу ТС виявляються критичні точки (критичні стадії/операції) виробництва та обладнання, що визнається критичним. До критичних точок виробництва відносять ті стадії (операції), на яких існує максимальна вірогідність зміни якісних показників проміжної або ГП. Для цих точок пропонується контрольно-вимірювальні прилади (КВП), що будуть показані на апаратурній схемі.

3.5. Технологічна та апаратурна схема виробництва

1. Технологічна схема

Технологічна схема (ТС) виробництва представляє собою графічне зображення послідовності технологічних стадій та операцій. ТС повинна наочно (графічно у вигляді блок-схеми з назвою операції або стадій з переліком технологічних параметрів у них) відображати послідовність виконання робіт виробництва.

На ТС представляється графічне позначення основних матеріальних потоків (сировини, допоміжних матеріалів, отримання проміжних продуктів) та місць утворення втрат, відходів (рідких та твердих), викидів газів у атмосферу, систем їх очищення та утилізації. Потоки сировини, матеріалів, а також зв’язок між стадіями та операціями показують у вигляді ліній зі стрілками або без них. Наявність лінії зв’язку між стадіями/операціями означає факт прийняття рішення про передачу речовини з відповідними показниками якості на наступну стадію/операцію.

Матеріальні потоки, що направляються до стадій/операцій характеризуються позначенням фізико-хімічними показників: вміст основної речовини; температура; тиск та інше. Назви матеріальних потоків наводяться без скорочень і не припускається наведення формул. Кожна операція

закінчується одержанням конкретного результату технологічного процесу (продукт, напівпродукт, технологічна дія) який направляється за призначенням (адресація). Технологічна операція (як складова стадії) зображується окремо з зазначенням її відповідності до певної стадії. Кожна стадія і операція повинні характеризуватись назвою та індексом, який складається з умовного позначення та порядкового номера.

Нумерація стадій наскрізна і здійснюється відповідно до порядку їх виконання по ходу технологічного процесу, починаючи з ДР1 «Санітарна підготовка виробництва», приймання і підготовки сировини і закінчуючи пакуванням, маркуванням та відвантаженням готової продукції.

Наприклад, в межах стадії ТП 3, виконуються операція ТП 3.1, ТП 3.2, ТП 3.10.

У технологічній схемі використовуються такі умовні позначення стадій:

ДР – стадії допоміжних робіт;

ТП – стадії основного технологічного процесу;

ПВ – стадії перероблення використовуваних відходів;

ЗВ – стадії знешкодження відходів, технологічних та вентиляційних викидів повітря в атмосферу;

ПМВ – стадії пакування, маркування та відвантаження готового продукту.

До ДР 1 «Санітарна підготовка виробництва» в загальному вигляді відносяться роботи по забезпеченню належного санітарного стану *всіх учасників виробничого процесу* (персоналу, приміщень, обладнання):

– санітарна підготовка виробничого персоналу включає навчання

– основам санітарії, підготовку одягу, перевірка санітарного стану персоналу;

– підготовка приміщень включає підготовку мийних та

– дезінфікуючих речовин, щоденне та генеральне прибирання виробничих приміщень;

– підготовка обладнання та комунікацій включає підготовку розчинів мийних та дезінфікуючих речовин для обробки обладнання та комунікацій, миття, дезінфекцію, ополіскування, стерилізацію та інше.

Якщо допоміжні роботи (розчинення та сушіння сировини, приготування розчинів потрібної концентрації тощо) здійснюються в окремому обладнанні *для однієї стадії* основного технологічного процесу, то такі допоміжні роботи включають у цю стадію основного технологічного процесу. Якщо допоміжні роботи здійснюються в окремому обладнанні для кількох стадій одного або для кількох виробництв, їх *відокремлюють у самостійні стадії допоміжних робіт* (наприклад, підготовка аераційного повітря для всього підприємства, підготовка стерильного поживного середовища для всього підприємства, розчину кислот або лугів з потрібною концентрацією для титрування в процесі біосинтезу).

Роботи основного технологічного процесу (роботи блоку ТП) включають:

- підготовку банку клітин (підготовка посівного матеріалу);
- проведення виробничого біосинтезу;

– виділення цільового продукту;
– стандартизацію;
– пакування, маркування та відвантаження.

Якщо перероблення відходів або їх знешкодження здійснюються як самостійні роботи, на технологічній схемі стрілкою позначається напрямок подачі відходів на перероблення (знешкодження).

На технологічній схемі показують точки контролю:

Кт – контроль технологічний;

Кх – контроль хімічний.

Кмк – контроль мікробіологічний

Технологічна стадія відрізняється від операції тим, що при зображенні операції наводяться види контролю і параметри цих контролів у вигляді фізико- хімічних показників процесу.

На ТС показують місця формування втрат цільового продукту та їх відсоткова кількість.

Див. Додаток В.

5.2. Апаратурна схема виробництва

Цей розділ складається з креслення апаратурної схеми ділянки виробництва.

Апаратурна схема (АС) являє собою графічне зображення умовних позначень апаратів та установок, КВП і СА та трубопроводів у послідовності, що відповідає стадіям/операціям наведених на обраній в темі курсової роботи ділянці ТС. Точки контролю на АС відповідають точкам контролю на ТС і супроводжуються відповідними контрольно-вимірювальними приладами. На АС показуються місця відбору проб, а в разі потреби і прилади або пристосування для відбору проб.

На АС позначають фігурною скобкою стадії та операції, що відповідають ТС.

Товщина ліній трубопроводів товще ніж контури апаратури.

АС ділянки проектування виконується на окремому аркуші формату А4 і всі апарати, представлені в ній, повинні бути пронумеровані наскрізною нумерацією, зліва - направо, за годинниковою стрілкою.

Креслення повинно заповнювати не менше 75% вільного простору аркушу відповідного формату.

Креслення АС схеми ділянки виконується із умовним дотриманням масштабу 1:100. При дуже малих габаритах апаратури (наприклад, пілотна установка) допустимий умовний масштаб 1:50.

Обладнання на листі показується відповідно його фактичному розташуванню по вертикалі або поверховому розташуванні у виробничому процесі. На апаратурній схемі ділянки зображується допоміжне обладнання (допоміжні збірники, теплообмінна апаратура аварійні місткості, насоси, компресори тощо).

На схемі не наводиться обладнання, яке не стосується ділянки проектування і використовується в кількох виробництвах (наприклад складські місткості заводу для зберігання меляси, централізовані станції для

отримання інертного газу, насиченої водяної пари, кисню тощо). У цьому разі на кресленні стрілкою з написом показують, звідки надходить сировина, повітря та ін.

На кресленні не треба приводити всі позиції обладнання одного і того ж призначення. Досить показати такий вид устаткування один раз, а в специфікації вказати загальне число одиниць устаткування одного призначення, закріпленого за даним виробництвом.

Для позначення типового обладнання на апаратурних схемах використовуються літери наведені у таблиці 3.2. Для позначення специфічних за конструкцією різних типів обладнання використовують такі позначення, наприклад: збірник вертикальний – ЗВ; збірник горизонтальний – ЗГ; реактор з нижнім спуском – РС; реактор з трубою передавлювання – РТ (див. табл. 3.3).

Таблиця 3.3. Літерне позначення типового обладнання, що найчастіше застосовують для позиційного позначення апаратів, обладнання та устаткування

Літерне позначення	Тип обладнання
С	Сховища
З	Збірники
М	Мірники
Р	Ферментери/біореактори, апарати з механічними перемішуючими пристроями, автоклави
В	Випарні апарати
Т	Теплообмінники
Ф	Фільтрувальна апаратура (фільтри)
РК	Ректифікаційні колони
СШ	Сушарки
РМ	Розмельне обладнання (млини), дисмембратори
КВ	Компресори
Н	Насоси для транспортування продуктів
ВН	Вакуум-насоси
Х	Холодильні установки
РП	Регулюючі прилади
ТР	Транспортні пристрої
Ц	Центрифуги
ГФ	Обладнання та устаткування, яке застосовується на

Все обладнання нумерується з використанням літер, якими позначають тип обладнання (індекс), і арабських цифр, якими позначають порядковий

номер на схемі. Наприклад, теплообмінник – Т-1, ферментер – Р-2 та ін.

Рекомендовані розміри шрифтів на полі креслення:

- позначення КВП і А – 2,5 пт;
- позначення трубопроводів і матеріальних потоків (в тому числі матеріалів, що загружаються в ручну) – 3,5 пт;
- позначення апаратів і стадій технологічного процесу – 5 пт;
- таблиця трубопроводів – 3,5 пт.

Всі текстові поля заповнюються шрифтом «GOST type A».

Позиційне позначення розміщують на полиці лінії-виноски, яка починається на апараті або на полі контуру апарату. Виносні лінії проводять тонкою лінією, вони повинні складати з вертикаллю, або горизонталлю кут, не менше 15°, а їх полиця має бути не довше, ніж на 3 мм за довжину позначення. Кут між полицею і лінією-виноскою, по можливості, має бути тупим.

Полиці ліній-виносок розміщують поза контуром зображення, згруповуючи, по можливості, у лінію або стовпчик. У разі відсутності стандартного умовного графічного зображення будь-якого типу обладнання використовується його умовне позначення з зображенням конструктивних особливостей (введення речовин, наявність специфічних конструктивних елементів, перемішуючих пристроїв тощо) у вигляді фронтальної проекції апарата.

На апаратах та трубопроводах АС показують усі контрольно-вимірювальні прилади та систему автоматизації, зображуються сигналізатори, що сповіщають про раптову нерегламентовану зміну технологічних параметрів (температури, тиску та ін.), газосигналізатори вибухонебезпечних концентрацій, газоаналізатори гранично допустимих концентрацій (ГДК), а також сигналізатори, що сповіщають про припинення подачі енергоресурсів, води, газу і т. ін. Графічне зображення сигналізаторів виконується відповідно до ГОСТ 2.758 – 81, контрольно-вимірювальних приладів (КВП) відповідно до ЄСКД. Умовні позначення приладів для контролю технологічних параметрів розташовують в середині позначення контуру апарата, або за його межами.

На лініях подачі пари, природного газу, повітря, інертного газу встановлюються запобіжні клапани, на цехових лініях подачі інертного газу – зворотний клапан. У разі застосування стислого газу у балонах передбачається встановлення редукційних пристроїв.

На апаратах, що працюють під тиском або у вакуумі, повинні бути встановлені повітряні клапани для скидання тиску або гасіння вакууму. Показуються лінії відведення повітря при заповненні місткостей рідиною або парою –повітряні лінії (повітряники).

Контрольно-вимірювальні та регулювальні прилади нумерують так само, як і технологічне обладнання, використовуючи індекс і порядковий номер за схемою. Контрольні точки на схемі позначають індексом Кт (контроль технологічний) та Кх (контроль хімічний) з наскрізною нумерацією.

Все обладнання на АС оснащується необхідними трубопроводами, які з'єднують апарати між собою. Трубопроводи показуються у вигляді

магістральних комунікацій (верхня частині креслення) і місцевих трубопроводів з'єднаних із технологічним обладнанням. Розводку місцевих трубопроводів проводять до апаратів від магістральних.

Припускається розміщувати підвідні трубопроводи – у верхній частині схеми, а відвідні – у нижній. На АС показується трубопровідна арматура (вентилі, конденсатовідвідники, зворотні клапани тощо).

Умовне позначення трубопроводів складається із графічного позначення і позначення середовища, що транспортується (Рисунок 3.1).

Позначення середовища може бути літерним (Т1, К2), або цифровим (1.1, 4.3, тощо). Якщо відсутнє табличне цифрове позначення трубопроводів використовують нумерацію починаючи з Т28, наприклад: рідкі відходи (стічна вода) – Т28. Приклад умовного позначення трубопроводів у вигляді таблиці, яке розміщується на кожному аркуші апаратурної схеми, наведено на рисунку 1.

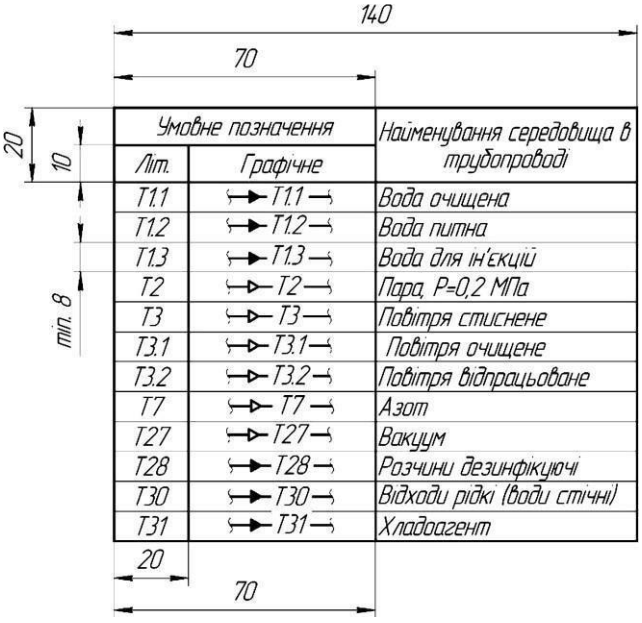

Рис. 3.1. Приклад оформлення таблиці умовних позначень трубопроводів

Магістральні трубопроводи (місцеві трубопроводи) зображують суцільними основними лініями (товщина 1 мм), а контури апаратури тонкою лінією (0,5 мм).

На початку трубопроводу ставлять стрілку, що визначає напрям потоку, а позначення проставляють в розривах ліній, паралельно до лінії трубопроводу. Розривів має бути достатньо для легкого відстеження потоку, вони повинні бути розміщені через кожні 50 – 80 мм. Стрілка являє собою рівносторонній

трикутник зі стороною 2,5 – 5 мм, стрілку зафарбовують, якщо середовище в трубопроводі – рідина і залишають прозорою, якщо середовище - газ.

Лінії зв'язку між магістральними трубопроводами та апаратами та між апаратами зображують вертикально та горизонтально, використовуючи якнайменше перетинів та поворотів. Не допускається перетинати зображення апаратів лініями зв'язку.

При перехрещенні трубопроводів використовується відповідне позначення цієї ситуації. Допускається розрив лінії трубопроводів, якщо це не утруднює читання схеми, в такому випадку, на кінці лінії ставлять стрілку і вказують місце підключення (До поз. ???).

Напрям руху речовин, що подаються до апаратів не по трубопроводах, зображується за допомогою тонких стрілок за типом розмірної, зазначаючи зверху найменування речовини.

5.3. Вимоги до складання специфікації обладнання, контрольно-вимірювальні прилади та системи автоматизації

Апаратурна схема супроводжується специфікацією обладнання з табл. 5.2, контрольно-вимірювальними приладами (КВП) та системами автоматизації (СА) з їх технічними характеристиками.

Таблиця 3.4 – Специфікація обладнання, КВП і А розміщується у текстовій частині проєкту (розділ апаратурна схема) або на окремому аркуші як креслення.

Трубопровідна арматура (вентилі, конденсатовідвідники, зворотні клапани тощо) як стандартизоване оснащення АС не нумеруються і у склад таблиці не включаються.

Таблиця 3.4. Специфікація обладнання, КВП і А

Індекс і номер за схемою	Найменування	Кількість одиниць	Технічна характеристика
1	2	3	4

Насоси, компресори, вентилятори, що відрізняються своїм функціональним призначенням (транспортування культуральної рідини, транспортування поживного середовища тощо), конструкцією позначаються кожен окремою позицією і представляються у таблиці індивідуально.

У графі 1 наводять індекс і номер обладнання відповідно до апаратурної схеми, де наявне це обладнання та КВП (Р-23, КП- 23.4).

У графі 2 – найменування обладнання, відповідно діючому нормативно-технічному документу (ДСТУ, ГСТУ, ТУ тощо) або каталогу виробника. Якщо у виробництві у відповідності до розрахунків наявні декілька видів однакового обладнання і на АС воно показано як один апарат, то у графі 2, 3, 4 вони описуються лише один раз із зазначенням кількості одиниць у графі 3.

В графі 4 наводять:

- для стандартного обладнання і приладів - позначення НТД, тип, марку і шифр;

- для нестандартного – номер креслення, найменування організації, що розробила і виготовила обладнання, матеріал;

- для імпортного - марку, шифр, найменування фірми і країни постачальника.

Потім наводять коротку технічну характеристику обладнання і приладу (місткість, робочий тиск, температуру та ін.) (див. Додаток Е).

3.6. Викладення технологічного процесу та контроль виробництва

Процес описують стисло, чітко послідовно за стадіями виробництва згідно з технологічною та апаратурною схемами виробництва.

Назви стадій та операцій з ТС є заголовками розділу "Викладення технологічного процесу".

При описі технологічного процесу наводяться умови його проведення, теплові ефекти, температуру, тиск, об'ємні швидкості, рецептури тощо.

Обладнання позначається по тексту як на АС ділянки проектування (у відомості специфікації обладнання).

Позначаються контролі, контрольні точки з поясненням що і для чого контролюється

У викладенні технологічного процесу наводиться опис технологічного обладнання, в якому проходить технологічний процес. Опис включає інформацію про конструкційні елементи апарату, характер процесу (фізичні, хімічні біохімічні трансформації, що відбуваються під час роботи обладнання), вказується його місткість, конструкцію перемішуючого пристрою, потужність приводу перемішуючого пристрою, швидкість обертання валу перемішуючого пристрою, поверхню теплообміну, спосіб подачі теплоносія, коефіцієнт заповнення апарату та інше.

Стадії технологічного процесу мають наскрізну нумерацію, незалежно від індексу «ДР», «ТП», «ПМВ». Технологічні роботи за стадіями описують послідовно по кожній операції.

Технологічний процес описують в такій послідовності:

– санітарна підготовка виробництва (коли це має обґрунтовану потребу);

– підготовка сировини;

– огляд та підготовка обладнання перед використанням;

– завантаження сировини та напівпродуктів;

– ведення технологічних робіт та їх контроль;

– розвантаження та передавання на подальше оброблення продуктів (напівпродуктів, відходів);

– пакування, маркування готового продукту.

Незалежно від типу виробництва потрібно виділяти стадію допоміжних робіт. До допоміжних стадій виробництва відносять ті роботи, які не зв'язані з безпосереднім отриманням БАР.

Викладення технологічного процесу починають зі стадії ДР.1 «Санітарна

підготовка виробництва». Вона суттєво впливає на якість виробництва, асептичні умови виробництва, безпеку праці та охорону здоров'я.

Стадія ДР.1 повинна включати підготовку персоналу, підготовку дезінфікуючих розчинів, підготовку виробничих приміщень та підготовку дезінфікуючих розчинів для приміщень, підготовку обладнання тощо.

При викладенні порядку та умов ведення технологічних робіт дається опис з наведенням усіх технологічних показників. Завершення операції фіксується відповідними технологічними показниками - отриманими технологічними результатами, часом операції, тощо.

Опис засобів контролю (КІПіА) наводиться разом з описом робіт, оптимальними та гранично можливими параметрами. Наводять час, місце та порядок відбору проб, місця відбору проб та категорії контролю (Кт-технологічний, Кх-хімічний) на апаратурній та технологічній схемах.

На стадії пакування наводять технологію пакування та маркування.

Для процесів утилізації стічних вод надається опис каналізаційної мережі.

Наприклад, виробничий біосинтез має такий алгоритм викладення. У описі біосинтезу наводяться визначення до якого типу біосинтезу відноситься запропонований:

- аеробний, анаеробний, тощо;
- температурний режим (мезофільний, термофільний, то що);
- періодичний, напівперіодичний або безперервний (хемостатна або інша система керування процесом).

Викладення стадії виробничого біосинтезу починають із опису операції завантаження стерильного поживного середовища (субстрату) у простерилізований ферментер та проведення аналізу ПС по основним біохімічним показникам. Наступною операцією є засів ферментера посівним матеріалом з одного чи від групи посівних апаратів.

У описі виробничого біосинтезу наводяться умови культивування: об'єм завантаження поживного середовища, тривалість процесу, фізико – хімічні показники культуральної рідини (pH, T^0, концентрація основних поживних речовин, концентрація цільової БАР), інтенсивність аерації (інтенсивність масопередачі розчиненого кисню), швидкість обертання валу перемішуючого пристрою кількість повітря , яке поступає на аерацію.

Наводяться дані про частоту (періодичність) відбору проб для визначення основних показників визначених на ТС та у розділі проєкту "Контроль виробництва".

Викладення процесу супроводжується описом конструктивних характеристик ферментера: способу введення енергії на перемішування; конструкції перемішуючого пристрою, конструкції аератора, систем терморегуляції, конструкції пробовідбірників, конструкції парового затвору та інше.

У описі виробничого біосинтезу наводяться розгорнутий опис змін, що відбуваються з БА:

- морфологічні зміни;
- фізіолого-біохімічні зміни.

Опис стадії закінчується характеристикою основних показників культуральної рідини. Визначають: об'єм, pH, вміст основної речовини, кінцеві концентрації редукуючих речовин, сухі речовини та інші показники, що мають вплив на ведення технологічного процесу.

4. Правила оформлення

Оформлення текстових документів курсової роботи має відповідати вимогам ДСТУ 3008:2015 «Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання» з урахуванням можливих відхилень від них, пов'язаних зі специфікою проектування в умовах навчального процесу.

Виконання пояснювальної записки – важливий етап оформлення технологічної документації, у процесі якого здобувачі вищої освіти набувають навичок чіткого, лаконічного та аргументованого викладання в належній послідовності розрахунків електричних станцій і підстанцій, окремих електроустановок тощо.

Пояснювальна записка повинна містити титульну сторінку, зміст із зазначенням розташування розділів в тексті, завдання до курсової роботи, вступ, основний текст і список використаної літератури.

Титульна сторінка виконується стандартним шрифтом за зразком, наведеним (додаток Б). Вона є першою сторінкою пояснювальної записки.

Завдання до курсової роботи вміщує вихідні дані, завдання та обсяг виконуваної роботи. Його розташовують перед змістом.

У змісті подають назви всіх розділів, підрозділів та пунктів пояснювальної записки, вказуючи номери сторінок (сторінка 1 – титульна сторінка, не проставляється), на яких вони розміщені.

Висновки мають складатися з оцінки результатів виконання курсової роботи з погляду їх відповідності вимогам завдання. Вони не повинні носити конотаційний характер («розраховано», «вибрано» і т.п.) інформація кожного пункту висновків повинна бути аналітично-оціночною.

Список використаної літератури має містити всі використані джерела. Всі дані, прийняті з підручників, навчальних посібників, довідників тощо повинні бути підтвердженими посиланнями на відповідне джерело.

4.1 Титульна сторінка пояснювальної записки

Структура-титульної сторінки:

- повна назва міністерства;
- повна назва вищого навчального закладу;
- назва факультету;
- назва кафедри, де виконується курсова робота;
- назва документа;
- тема курсової роботи (відповідно до завдання);
- курс, група, прізвище та ім'я здобувача вищої освіти;
- прізвище та ім'я керівника курсової роботи;
- дата підписання документа;
- місто та рік виконання курсової роботи.

Приклад оформлення титульної сторінки пояснювальної записки подано в додатку Б.

4.2 Оформлення пояснювальної записки

Пояснювальну записку оформляють відповідно до вимог державних стандартів (ЄСКД) до текстових документів з одної сторони стандартного аркуша паперу формату А4 (210×297) у відповідності із вимогами ДСТУ 3008:2015. У відповідних графах форми основних написів (рисунки 2, 3) послідовно вказують:

(1) - назву об'єкту;

(2) - позначення документа;

(3) - позначення матеріалу деталі (графу заповнюють тільки на кресленниках деталей);

(4) - літеру, присвоєну документу (в навчальних проектах літера «Н»);

(7) - порядковий номер аркуша;

(8) - загальне число аркушів (вказується на першому аркуші);

(9) - коротка назва організації, яка випустила документ (абревіатура ПДАУ), індекс академічної групи.

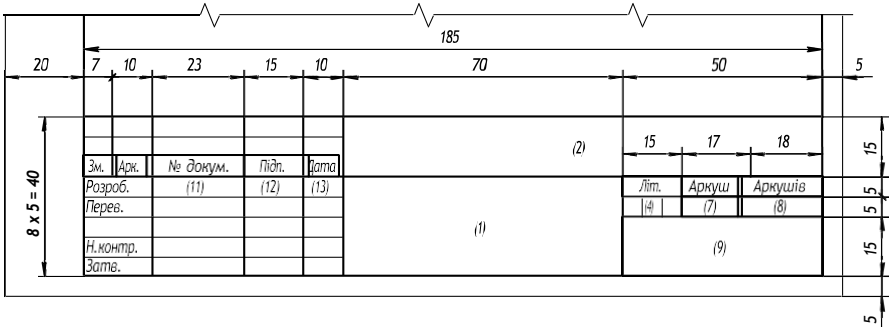

Рисунок 2 – Основний напис першого аркуша текстового документу

Текст записки може бути друкований або написаним від руки синім, фіолетовим чи чорним чорнилами. Закреслення чи виправлення не допускаються.

Відстань від рамки до тексту на початку рядка має бути не менше 5 мм, а у кінці – не менше 3мм. Відстань до рамки зверху та знизу має бути 10-15 мм.

Текст записки викладається від третьої особи множини або в безособовій формі. Термінологія та визначення, використані в записці, мають бути однозначними та відповідати встановленим стандартам, а за їх відсутності – загальноприйнятим для науково-технічної літератури.

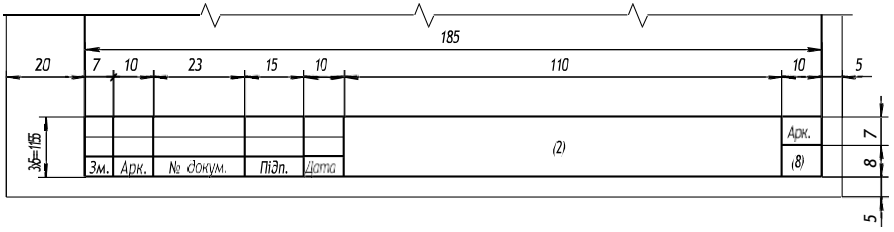

Рисунок 3 – Основний напис наступних аркушів
текстового документу

Скорочення слів у тексті, на рисунках та в таблицях за винятком загальноприйнятих в науково-технічній літературі це допускається.

Нумерація таблиць та рисунків в записці має бути наскрізною, нумерація сторінок пояснюваної записки також наскрізна з урахуванням ілюстрацій і таблиць. На титульній сторінці номер не ставлять, але в загальну нумерацію він входить.

4.3 Оформлення розрахунків

Виконуючи розрахунки, слід пояснювати, на основі якого критерію працездатності прийнято рішення, вибрані відповідні величини. Пояснення до розрахунків мають бути лаконічними, але вичерпними.

Умовні літерні та графічні позначення всіх величин у виконанні відповідних розрахункових схем повинні відповідати встановленим стандартам, а у формулах – встановленим стандартом або рекомендаціям, що міститься у технічній літературі.

Всі розрахунки оформляються за визначеним планом. Заголовок відповідного розділу (підрозділу) повинен містити в собі коротку, але достатню інформацію про об’єкт і характер розрахунку.

Всі потрібні для розрахунків формули мають бути представлені спочатку в загальному вигляді в інтерпретації відповідного літературного джерела з прийнятими в останньому розмірностями величин (літерне позначення) з посиланням на джерело. У разі використання класичних, добре відомих формул посилання на джерело необов’язкове. Формули розміщують по середині рядка.

Розшифрування (експлікація) літерних позначень (символів), що входять до формули, має бути наведено безпосередньо після формули із зазначенням розмірностей величин. Значення кожного параметра дають з нового рядка у послідовності, наведеній у формулі. Перший рядок експлікації починається словом «де» без двокрапки після нього. В кожному рядку розшифрування розмірність вказується після коми, що йде за текстовим поясненням, а закінчується кожний рядок (окрім останнього) крапкою з комою. Символи, що повторно наводяться у формулах, не розшифровуються.

Формули нумерують послідовно арабськими цифрами, номер ставиться праворуч від формули на рівні її рядка в круглих дужках.

Допускається нумерація формул в межах розділу із зазначенням номера розділу та через крапку номеру формули, наприклад, (1.2).

У формули підставляють числові значення параметрів у відповідних одиницях величин, але без їх зазначення, після чого – остаточний результат із зазначенням одиниці вимірювання отриманої величини. Проміжні обчислення, скорочення цифр тощо при цьому не допускаються. Кількість підставлених у формулу цифр має суворо відповідати кількості символів у формулі загального виду.

У разі виконання однотипних за методикою розрахунків у записці наводять розрахунок з формулами та докладними поясненнями тільки в першому випадку, для решти ідентичних розрахунків пояснення опускаються і додаються тільки вихідні дані, розрахункові схеми, вибір коефіцієнтів тощо. Якщо таких розрахунків кілька – остаточні розрахунки зводять до таблиці.

Висновки роблять за кожним розрахунком, в окремих випадках – загальний висновок (в разі наявності кількох однотипних розрахунків або розрахунків за кількома варіантами тощо).

4.4 Оформлення ілюстрацій та таблиць

Ілюстрації в записці (ескізи, схеми, графіки, епюри) можна виконувати як за допомогою ПК, так і від руки в довільному масштабі, забезпечуючи чітке уявлення про вузол (деталь) тощо. Всі розміщені в записці ілюстрації, якщо їх більше однієї, підлягають наскрізній нумерації, наприклад, «Рисунок 2 – Ескіз електроустановки». Допускається нумерація рисунків в межах розділу із зазначенням номера розділу та через крапку номера рисунка, наприклад, «Рисунок 1.2 – …».

Всі ілюстрації в записці повинні мати під рисункові підписи а в разі потреби – розшифрування позицій, тощо. Ілюстрації слід розміщувати по можливості безпосередньо за текстом, із посиланням на них.

У вигляді таблиць, як правило, оформляють цифровий матеріал. Якщо таблиць в записці більше однієї, вони підлягають наскрізній нумерації. Над таблицею із абзацного відступу розміщують напис із заголовком таблиці, що пояснює її суть, наприклад, «Таблиця 1 – Результати розрахунку». Допускається нумерація таблиць в межах розділу із зазначенням номера розділу та через крапку номера таблиці, наприклад, «Таблиця 1.1 …».

Розміщують таблиці безпосередньо за текстом з посиланням на них. Посилання подають повністю, наприклад: «у таблиці 3» або у разі повторного нагадування «див. таблицю 3».

4.5 Оформлення списку використаних джерел

Джерела літератури у подаються у **списку використаних джерел** згідно з ДСТУ 8302:2015 «Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання» або ДСТУ ГОСТ 7.1:2006 «Бібліографічний запис, бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання».

4.6 Загальні вимоги щодо оформлення курсової роботи

Зброшуровану розрахунково-пояснювальну записку із додатками (специфікаціями) та аркуші креслеників складають для зберігання у папці що повинна мати титульну сторінку курсової роботи.

Титульну сторінку папки курсової роботи виконують відповідно Додатку А. Дана форма призначена для оформлення курсової роботи і фіксування результатів його захисту.

5. Порядок захисту курсової роботи

Виконана і зареєстрована на кафедрі курсова робота (відповідно до розкладу захисту) подається комісії, що призначається кафедрою і складається з викладачів кафедри, в тому числі й керівника курсової роботи. Підставою до захисту курсової роботи є розроблена кресленик апаратурної схеми ділянки проектування та оформлена розрахунково-пояснювальна записка, а також заповнений керівником лист оцінювання (додаток).

Процедура захисту складається з доповіді автора курсової роботи (до десяти хвилин), запитань з боку комісії по суті роботи і відповідей здобувачів вищої освіти на них.

У доповіді потрібно викласти:

- загальну характеристику готового продукту;
- загальну характеристику ділянки проектування;
- відомості про основні розрахунки;
- дані про розроблену апаратурну схему ділянки проектування.

6. Критерії та шкала оцінювання курсової роботи

Оцінювання виконання курсової роботи здійснюється за 100-бальною системою із подальшим переведенням до національної системи оцінок та шкали ECTS. Загальна кількість умовних балів складається із суми балів, відповідно до листа оцінювання, та балів, що нараховуються комісією при захисті курсової роботи (додаток В).

6.1 Критерії оцінювання курсової роботи.

У оцінці виконання курсової роботи враховується наступне:

- якість оформлення записки, виконання кресленика та їх відповідність до вимог ЄСКД;
- повнота обґрунтування прийнятих рішень;
- розуміння здобувачами вищої освіти будови конструкції, окремих вузлів, їх призначення, принципу роботи;
- ерудиція здобувачів вищої освіти стосовно опрацьованої з даної теми літератури, вміння оперативно користуватись довідковою літературою;
- вміння презентувати виконану роботу;
- точні та вичерпні відповіді здобувачів вищої освіти під час захисту проєкту.

У разі виникнення комісією рішення про незадовільну оцінку (59 і менше балів) повторний захист курсової роботи не допускається. У такому випадку з дозволу деканату здобувач вищої освіти отримує нове завдання на курсову роботу або додаткове завдання до нього, що встановлюється кафедрою.

6.2 Формування та дотримання культури академічної доброчесності.

При виконанні курсової роботи здобувач вищої освіти має ґрунтуватися на базових цінностях та принципах академічної доброчесності.

Дотримання академічної доброчесності здобувачами вищої освіти передбачає:

- дотримання принципів, цінностей і правил академічної доброчесності в освітній та науковій діяльності;
- ставлення з повагою до усіх учасників освітньо-наукового процесу;
- дотримання норм законодавства про авторське право і суміжні права;
- самостійне виконання навчального завдання, крім випадків, коли його виконання передбачає участь декількох осіб або правилами виконання відповідних завдань дозволено отримання допомоги від інших осіб, використання допоміжних матеріалів та засобів, мережі Інтернет тощо (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей);
- посилання на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей;
- надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації.

В освітньо-науковій діяльності здобувачів вищої освіти Університету є неприйнятним:

- використовувати в академічному творі частини, сформовані (згенеровані) комп'ютерними програмами, без зазначення цього факту та методики формування (генерування) або відсутності посилання на відповідну комп'ютерну програму чи її опис;
- пропонувати неправомірну вигоду під час оцінювання результатів діяльності та/або створення для окремої особи (групи осіб) переваг чи перешкод, не передбачених умовами та/або процедурами проходження оцінювання;
- порушувати принципи, цінності та правила академічної доброчесності, визначені Кодексом академічної доброчесності ПДАУ, локальними нормативними документами та чинним законодавством у сфері освіти.

За порушення академічної доброчесності до здобувачів вищої освіти Університету можуть бути застосовані такі види санкцій:

- повторне виконання відповідного освітнього компонента освітньої програми;
- відкликання з розгляду робіт, автором яких є порушник і підготовка яких була здійснена з порушенням академічної доброчесності;
- проведення додаткової перевірки інших робіт авторства порушника;
- позбавлення порушника права брати участь у конкурсах на отримання іменних стипендій, грантів;
- обмеження участі порушника в наукових дослідженнях, виключення з окремих наукових проектів тощо;

- позбавлення права брати участь у конкурсах, що проводить Університет для добору учасників академічної мобільності;
- позбавлення наданих Університетом пільг з оплати навчання;
- повідомлення суб'єкта, який здійснює фінансування навчання, потенційних роботодавців, батьків здобувача вищої освіти про вчинене правопорушення;
- виключення з рейтингу претендентів на отримання академічної стипендій;
- позбавлення стипендії;
- відрахування з Університету (крім осіб з особливими освітніми потребами).

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Карлаш Ю.В., Красінько В.О. Основи проєктування біотехнологічних виробництв [Електронний ресурс] : Навч. посібник. К. : НУХТ, 2022. 373 с..
2. Конспект лекцій з курсу «Основи проектування біотехнологічних виробництв» для студентів денної та заочної форм навчання спеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія» / Укладач: А. П. Бєлінська. Харків : НТУ «ХПІ», 2024. 63с.
3. Конспект лекцій з дисципліни «Основи проектування». Для здобувачів вищої освіти бакалаврського рівня зіспеціальності 162 «Біотехнології та біоінженерія». Укладач: В. М. Гуляєв. Кам'янське : ДДТУ, 2019. 44с.
4. Основи проєктування біотехнологічних виробництв : Дистанційний курс для вивчення дисципліни / В. Скрипник. Полтава : ПДАА, 2023. https://moodle.pdau.edu.ua/course/view.php?id=10917.

Допоміжні

5. Coffman, J., Brower, M., Connell-Crowley, L., Deldari, S., Farid, S. S., Horowski, B., Shultz, J. A common framework for integrated and continuous biomanufacturing. Biotechnology and Bioengineering, – 2021. 118(4), – 1735–1749. doi:10.1002/bit.27690.
6. Kostov, G., Iliev, V., Goranov, B., Denkova, R., Shopska, V. Immobilized cell bioreactors in fermented beverage production: design and modeling / Biotechnological progress and beverage consumption. – Science of Beverages. – 2020. – V.19. – p.339-375.
7. Viacheslav O. Skrypnyk, Anatolii O. Semenov, Bogdan H. Ponomarenko, Andrii H. Farisieiev. Mechanism of determining the kinetics of moisture content and temperature in meat during conductive drying. Journal of Chemistry and Technologies. 2024, 32(1), 89-98. https://doi.org/10.15421/jchemtech.v32i1.285130.
8. Skrypnyk V., Semenov A., Bychkov Y., Farisieiev A. Results of determining the influence of moisture content on the flow of substances in meat under the combined action of heat flow and electric current. Slovak International Scientific Journal. 2024, №83, 50–56. https://doi.org/10.5281/zenodo.11188969.
9. Skrypnyk V. The Theoretical Substantiation of Intensification Process Possibilities of Conductive Frying Meat Natural Products. Ukrainian Journal of Food Science. 2015. V.3, I.2. P. 361-367.

Нормативно-технічні

10. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. Методичні рекомендації щодо виконання санітарно-гігієнічних вимог та проведення мікробіологічного контролю у виробництві нестерильних лікарських засобів. - Х.: ФОРТ, 2002.

11. ДСТУ ISO 14644-1:2009 . Чисті приміщення та пов’язані з ними контрольовані середовища. Частина 1. Класифікація чистоти повітря (ISO 146441: 1999, IDT);
12. ДСТУ ISO 14644-2:2009. Чисті приміщення та пов'язані з ними контрольовані середовища. Частина 2. Вимоги до контролювання й моніторингу для підтвердження відповідності ДСТУ ISO 14644-1 (ISO 14644-2:2000, IDT);
13. ДСТУ ISO 14644-4:2012 Чисті приміщення і пов'язані з ними контрольовані середовища. Частина 4. Проектування, будівництво та введення в експлуатацію (ISO 14644-4:2001, IDT);
14. ДСТУ EN 1822-1-2001. Національний стандарт України. Високоефективні повітряні фільтри (HEPA і ULPA).
15. ДБН А.2.2-3-2014. Проектування. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва. К. : Укрархбудінформ, 2014. 997с.

Інформаційні ресурси

16. Національний центр інформації по біотехнології (NCBI WebSeit) [Електронний ресурс]. Режим доступу : http://www.ncbi.nih.gov.
17. Журнал Biotechnology and Applied Biochemistry [Електроннийресурс]. Режим доступу : http://bab.portlandpress.com.
18. Державне підприємство «Український інститут промислової власності» (Укрпатент) [Електронний ресурс]. Режим доступу : http://www.ukrpatent.org.

Додаток А

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра механічної та електричної інженерії

ЗАВДАННЯ
на курсову роботу з навчальної дисципліни:
«Основи проектування біотехнологічних виробництв»

здобувачеві вищої освіти 4 курсу групи 162ББ_бд_41, освітньо-професійної програми «Біотехнології та біоінженерія»

Петренко Петро Петрович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема «Проектування дільниці ферментації для виробництва йогурту та інших кисломолочних продуктів продуктивністю 5000 л на добу».
2. Термін здачі роботи на кафедру не пізніше ніж «15» квітня 2025 р.
3. Перелік питань, що підлягають опрацюванню:
3.1 Вступ
3.2 Характеристика готового продукту біотехнологічного виробництва.
3.3 Розробка технологічної схеми продукту біотехнологічного виробництва.
3.4 Проектування ділянки виробництва продукту біотехнологічного виробництва
3.4.1. Технологічні розрахунки устаткування.
3.4.2. Обґрунтування будови та підбір устаткування.
3.4 Складання апаратурної схеми проектованої ділянки.
3.5. Висновки.
3.5. Розробка графічної частини: апаратурна схема проектованої ділянки (А4).

Дата видачі завдання «____» _____2025 р.

Керівник курсової роботи _____ Вячеслав СКРИПНИК
(підпис) (власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)
Завдання прийняв до виконання _____ Петро ПЕТРЕНКО
(підпис здобувача вищої освіти) (власне ім'я, ПРІЗВИЩЕ)

Додаток Б

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ
Полтавський державний аграрний університет
Кафедра механічної та електричної інженерії

Захищено «___» _____2025 р.
з оцінкою « _____»
кількість балів « ____»
за ECTS « _____»
Комісія: _____(_____)
_____(_____)
_____(_____)

РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до курсової роботи з
«Основ проектування біотехнологічних виробництв»
на тему:
«Проектування дільниці ферментації для виробництва йогурту та інших кисломолочних продуктів продуктивністю 5000 л на добу»

Виконав:
здобувач вищої освіти
освітнього ступеня бакалавр
4 курсу групи 162ББ_бд_41
освітньо-професійної програми
«Біотехнології та біоінженерія»
навчально-наукового інституту
агротехнології, селекції та екології

_____Петренко П. П.

Науковий керівник:
професор кафедри механічної та електричної інженерії, д. т. н., професор

_____Сидоренко С. С.

Полтава, 2025

Додаток В

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Навчально-науковий інститут / факультет _____ Форма навчання _____
Спеціальність _____ Курс, група _____
Освітня програма _____

Л И С Т О Ц І Н Ю В А Н Н Я
курсової роботи (проєкту)
«_____»
(назва)

здобувача вищої освіти_____
на тему _____

Обсяг курсової роботи (проєкту)_____ Кількість використаних джерел _____

Загальна оцінка роботи (необхідне підкреслити, у разі потреби – доповнити): *актуальність теми розкрита* – фрагментарно; на середньому рівні; у повному обсязі; *ступінь втілення мети та виконання завдань дослідження* – низький; середній; високий; *повнота розкриття теми роботи у змісті* – фрагментарно; на середньому рівні; у повному обсязі _____

Загальна оцінка змісту та якості оформлення роботи (проєкту) (потрібне підкреслити, у разі потреби – доповнити): *теоретичний розділ містить кількість критичних оцінок* – недостатню, достатню; *аналітичний розділ містить ознаки практичного дослідження:* фрагментарно; на середньому рівні; у повному обсязі; *проєктний розділ містить конкретні пропозиції та наукові розробки:* фрагментарно; на середньому рівні; у повному обсязі; *додатки пов'язані з матеріалом роботи:* фрагментарно; на середньому рівні, у повному обсязі; *висновки за результатами досліджень мають обґрунтування:* недостатнє, відносно достатнє, достатнє; *пропозиції мають характер* – декларативний, певною мірою практичний, практичний_____
Рівень оригінальності тексту (потрібне підкреслити): високий, достатній, умовний, низький
_____

Результати оцінювання курсової роботи (проєкту)

Критерії оцінювання курсової роботи (проєкту)*	Макс. к-сть балів	Отримані бали
1. Оцінка змісту курсової роботи		
1. Обґрунтування актуальності обраної теми роботи, формулювання мети, завдання, об'єкта та предмета дослідження	**5**	
2. Відповідність змісту курсової роботи (проєкту) темі та затвердженому плану	**5**	
3. Ступінь розкриття теоретичних аспектів проблеми, обраної для дослідження, та глибина і якість аналізу теоретичного матеріалу (наявність критичних узагальнень різних підходів до постановки та розв'язання проблеми відповідно до теми курсової роботи (проєкту), коректність використання понятійного апарату, посилання, цитування)	**10**	
4. Якість практичного дослідження та його детальний аналіз з використанням наукових методів (аналітичних, статистичних, методів моделювання тощо) та новітніх інформаційних джерел	**10**	
5. Науковий підхід до виявлення проблем та обґрунтованість шляхів удосконалення та практична значущість висновків і пропозицій відповідно до досліджуваної теми	**10**	
6. Інші характеристики	**9**	
Разом	**49**	
2. Оцінка якості оформлення курсової роботи		
1. Ілюстративність роботи (наявність і відповідність таблиць, графіків, схем і списку використаних джерел чинним стандартам)	**5**	
2. Відповідність оформлення курсової роботи (проєкту) встановленим вимогам і дотримання графіка виконання	**5**	
Разом	**10**	
3. Загальна кількість балів за виконання курсової роботи *(до захисту)*	**59**	

Висновки *(потрібне підкреслити)*:
- рекомендувати до захисту без доопрацювання;
- рекомендувати до захисту за умови доопрацювання _____
- не рекомендовано до захисту, потрібно значно доопрацювати _____

Роботу перевірив _____
(науковий ступінь, вчене звання, посада, П.І. викладача кафедри, що перевірив курсову роботу (проєкт))

«_____» _____ 202__ р. _____
(підпис)