



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ «БАКАЛАВР»

*Рекомендовано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
як навчальний посібник для студентів,
які навчаються за спеціальністю 133 «Галузеве машинобудування»,
спеціалізацією «Обладнання хімічних, нафтопереробних та целюлозно-
паперових виробництв»*

Київ
КПІ ім. Ігоря Сікорського
2022

Вимоги до виконання дипломного проекту освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр» [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», освітньої програми «Обладнання хімічних, нафтопереробних та целюлозно-паперових виробництв» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: Я.М. Корнієнко, А.Р. Степанюк, – Електронні текстові данні (1 файл: 5,9 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 80 с.

*Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського
(протокол № 4 від 07.04.2022 р.)
за поданням Вченої ради інженерно-хімічного факультету
(протокол № 1 від 31.01.2022 р.)
Реєстр № 21/22- 352*

Електронне мережне навчальне видання

ВИМОГИ ДО ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ ОСВІТНЬО-КВАЛІФІКАЦІЙНОГО РІВНЯ «БАКАЛАВР»

Укладачі: *Корнієнко Ярослав, докт. тех. наук, професор
Степанюк Андрій, канд.тех. наук, доц.*

Відповідальний редактор *Корнієнко Ярослав, докт. тех. наук, професор*

Рецензенти: *Сокольський Олександр, канд.тех. наук, доц.*

У вимогах до виконання дипломного проекту наведено мету та завдання на виконання дипломного проекту. Сформульовано завдання на дипломний проект, його склад, обсяг і структура. Наведено вказівки до виконання розділів пояснювальної записки дипломного проекту та рекомендації до її виконання: структура, вимоги до форматування та викладення тексту, оформлення розрахунків і оформлення додатків. Сформульовано рекомендації до виконання графічної частини роботи. Викладено вказівки щодо порядку захисту роботи та список рекомендованої літератури. У додатках наведено приклади виконання титульних аркушів дипломного проекту, приклади параметричних розрахунків, креслення апарата і специфікацій до креслення апарата.

© КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022

Зміст

Вступ.....	5
1 Мета та завдання дипломного проекту	6
2 Завдання на дипломний проект	7
3 Склад, обсяг і структура дипломного проекту.....	8
4 Вказівки до виконання розділів дипломного проекту.....	9
Розділ «4 Охорона праці».....	14
5 Рекомендації до виконання пояснювальної записки	18
5.1 Структура пояснювальної записки	18
5.2 Вимоги до форматування пояснювальної записки	18
6 Рекомендації до виконання графічної частини дипломного проекту	31
6.1 Правила оформлення специфікацій до складального креслення	33
6.2 Правила заповнення штампу креслення.....	42
7.1 Порядок допуску до захисту дипломного проекту	45
7.2 Захисту дипломного проекту на Державній атестаційній комісії	46
8 Список рекомендованої літератури.....	47
Додаток А. Зразок завдання на дипломний проект	48
Додаток Б. Зразок змісту дипломного проекту.....	50
Додаток В. Зразок титульної сторінки дипломного проекту.....	52
Додаток Г. Зразок «Вступу» до дипломного проекту	53
Додаток Д. Зразок титульного листа пояснювальної записки дипломного проекту	54
Додаток Е. Зразок висновків до дипломного проекту.....	55
Додаток Ж. Зразок календарний план-графік на дипломний проект	58
Додаток З. Зразок рефератів до дипломного проекту	60
Додаток К. Приклад оформлення списку праць	63
Додаток Л. Зразок складального креслення	64
Додаток М. Зразок специфікації до складального креслення	65
Додаток Н. Зразок оформлення програмного розрахунку	67
Додаток О. Відомість дипломного проекту.....	72

Додаток П. Зразок титульного листа на папку дипломного проекту	73
Додаток Р. Зразок наклейки на CD диск.....	74
Додаток С. Класифікатор ЄСКД.....	75

Вступ

Шлях до впровадження у виробництво науково-технічних розробок лежить через створення конструкторської документації. Розробка такої документації це творчий процес, який потребує від конструктора глибоких знань технології хімічного виробництва; апаратів і процесів, які відбуваються в них; державних та міжнародних стандартів, що регламентують правила виконання документації; іншої нормативно-технічної документації. Від якості конструкторської документації, як правило, залежить кінцевий результат наукової розробки, доля нових машин і апаратів. Якісним показником результатів навчання, глибини засвоєних знань та набутих умінь є дипломне проектування, що є заключним етапом під час одержання здобувачем ОКР «Бакалавр» за напрямом підготовки 6.050503 «Машинобудування».

Методичні вказівки складено у відповідності до Положення про організацію дипломного проектування та державної атестації студентів НТУУ «КПІ» (Уклад. В. Ю. Угольніков. За заг. ред. Ю. І. Якименка – К.: ВПК «Політехніка», 2006. – 84 с.) та ГОСТ 2.105-95.

Пояснювальна записка викладається **державною мовою**.

Теми дипломних проектів затверджуються згідно розпорядження Ректора НТУУ «КПІ».

1 Мета та завдання дипломного проекту

Метою дипломного проекту є систематизація та демонстрація знань та практичних умінь при виконанні технічної документації студентами, що навчаються за напрямом підготовки 6.050503 «Машинобудування» спеціальність «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів».

У відповідності до теми дипломного проекту завданнями є:

- обґрунтування модернізації конструкції відповідного обладнання з урахуванням сучасних світових тенденцій та виконання розрахунків, які підтверджують працездатність та економічну доцільність запропонованої модернізації;
- обґрунтування вибору матеріалів для виготовлення всіх конструктивних елементів апарата (машини);
- надання рекомендацій з охорони праці при монтажі, експлуатації та ремонті апарата (машини, установки);
- розрахунки, що підтверджують працездатність апарата (машини);
- виконання креслень технологічних схем, складальних креслень апарата (машини) та їх складальних одиниць і деталей;
- виконання необхідних специфікацій;
- оформлення документів про захист прав інтелектуальної власності на основі запропонованих рішень по модернізації апарата (машини) чи його складових частин;
- техніко-економічне обґрунтування запропонованої модернізації;
- презентація та захист проведеної роботи.

2 Завдання на дипломний проект

Завдання видається кожному студенту особисто протягом першого тижня переддипломної практики.

Текст завдання підписується студентом, що буде виконувати дипломний проект, керівником дипломного проекту та затверджується завідувачем кафедри.

Зразок завдання розміщено у Додатку А.

3 Склад, обсяг і структура дипломного проекту

Дипломний проект складається з пояснювальної записки і графічної частини.

Пояснювальна записка складається з розділів та підрозділів, наведених у зразку змісту (Додаток Б). У кожному розділі має повністю розкриватись частина курсового проекту відповідно до завдання. Кількість підрозділів, пунктів, підпунктів залежить від повноти та об'єму необхідного матеріалу. Орієнтовний обсяг пояснювальної записки 80...120 аркушів основного тексту формату А4.

Графічна частина складається з креслення технологічної схеми установки, складального креслення апарата (машини), складальних креслень основних елементів (складальних одиниць та деталей, які задаються керівником дипломного проекту). Також до графічної частини відноситься плакат, на якому має бути представлено технічне рішення по модернізації обраної конструкції апарата (машини).

Обсяг графічної частини остаточно визначається керівником дипломного проекту, але має бути не менше 4-ьох аркушів формату А1, або еквівалентів формату А2, А3 або А4, що відповідає вказаній кількості аркушів. До текстової частини відносяться специфікації, виконані до всіх складальних креслень графічної частини.

4 Вказівки до виконання розділів дипломного проекту

Оформлення дипломного бакалаврського проекту повинне відповідати вимогам Міждержавних стандартів Єдиної системи конструкторської документації:

ГОСТ 2.105-95. „ЕСКД. Общие требования к текстовым документам”.- 37 с.,
ГОСТ 2.106-96. „ЕСКД. Текстовые документы”.

Графічна частина виконується згідно до вимог ГОСТ 2.317-69. „ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей”.

При виконанні пояснювальної записки необхідно звернути увагу на наступне: після захисту пояснювальна записка та креслення вкладаються до папки на титульну сторінку якої наклеюється аркуш з заголовком «Дипломний проект». Приклад титульної сторінки наведено в додатку В.

На внутрішній стороні папки розміщують «Опис вкладень», в якому відповідно до [1, ст. 141-143, рисунок 8.1] вказується повний комплект текстової та графічної документації, що входить до складу курсового проекту.

Звернути увагу!!! Розділ не може закінчуватись таблицею або рисунком, після них обов'язково має бути текст.

«Вступ»

У вступі коротко надається інформація про актуальність продукції, яка виробляється на обладнанні, що буде проектуватися (Додаток Г). Далі у відповідності до змісту роботи ставляться мета та задачі дипломного проекту. В кінці вступу вказується, коли було видано завдання на проектування.

Приблизний обсяг розділу – 1...2 аркуша.

Розділ «1 Призначення область використання установки»

«1.1 Опис технологічного процесу»

Наводиться схема технологічного процесу, в якій використовується апарат (машина), що проектується; опис технологічної схеми в цілому з зазначенням основних технологічних параметрів реалізації – температури, тиски, концентрації та інше.

Приблизний обсяг – 2...3 аркуша.

«1.2 Вибір типу апарата і його місце в технологічній схемі»

У розділі описується основне призначення апарата (машини), вибирається тип конструкції, що забезпечує якісне виконання технологічного процесу.

Приблизний обсяг розділу – 1...2 аркуша.

Розділ «2 Технічна характеристика»

Подаються основні технічні характеристики апарата, що проектується (робочі середовища, витрати потоків, поля температур, поля концентрацій, теплові втрати, тиски, габаритні розміри, принцип дії апарата, час циклу для апаратів періодичної дії, поверхня теплообміну для теплообмінного обладнання, тип та кількість насадки або тарілок для масообмінного обладнання та інше).

Приблизний обсяг розділу – 1 аркуш.

Розділ «3 Опис та обґрунтування вибраної конструкції апарата»

«3.1 Опис конструкції, основних складальних одиниць та деталей апарата»

Відповідно до обраного типу конструкції, наводиться опис основних елементів складових частин апарата (машини), надається схема апарата.

Приблизний обсяг підрозділу – 1...2 аркуша.

«3.2 Вибір матеріалів»

В залежності від умов реалізації процесу (температура, тиск) та середовищ (агресивні, неагресивні), згідно з рекомендаціями наведеними в [2] або інших літературних джерелах, обирається матеріал для виготовлення основних та допоміжних елементів конструкції апарата. Також визначаються властивості матеріалів (межа міцності, теплопровідність та інше), з посиланням на джерело використаної при цьому літератури.

Приблизний обсяг підрозділу – 1...2 аркуша.

«3.3 Порівняння основних показників розробленої конструкції з аналогами»

Надається аналіз 1...2 аналогів, найбільш близькими до апарату, що проектується, з вказівками їх переваг та недоліків. Обов'язково подаються посилання на джерела, звідки була знайдена інформація.

Приблизний обсяг підрозділу – 1...2 аркуша.

Опис використаних аналогів здійснюється за прикладом 4.1.

Приклад 4.1.

За конструкцією запропонована в даному проекті сушарка суттєво відрізняється від сушарки для сушки сульфату амонію. По-перше, вона має круглий переріз, по-друге, повітря подається не знизу, а в верхній патрубок,

по-третє розпилювальна сушарка призначена для сушіння дрібнодисперсних матеріалів (порядку $(25...30) \cdot 10^{-6}$ м), сушінням в псевдозрідженому шарі висушити такий матеріал ускладнений. Порівняльна характеристика сушарок наведена у таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Порівняльна характеристика сушарок

Основні технологічні показники	Розпилювальна сушарка для сушіння екстракту календули	Однокамерна сушарка для сушки сульфату амонію	Сушарка, що проектується
Продуктивність сушарки по випареній волозі, кг/с, (бали)	0,006, (3)	0,009, (2)	0,01, (3)
Вологість матеріалу, % , (бали) початкова кінцева	60, (2) 7, (1)	32,5, (1) 5, (2)	32,5, (1) 3, (3)
Температура теплоносія перед сушильною камерою, К, (бали)	443, (1)	453, (1)	440, (2)
Конструктивні розміри, м, (бали)	$D=1,500$, (1) $H=2,670$, (1)	Короб $2,940 \times 2,940 \times 3,940$, (2)	$D=1,0$, (3) $H=2,5$ (3)
Сума балів	9	8	15
... Далі наводяться описи ще 1...2 аналогів.			
Висновки: Враховуючи, що сушарка, що проектується набрала більшу кількість балів, початкова вологість матеріалу , що подається до сушарки більша, а кінцева практично незмінна, габаритні розміри при цьому менші, то доцільно використовувати запропонований тип сушарки.			

3.4 Патентне дослідження»

Надається аналіз 5-та патентів (три на українській або російській мові та два на англійській (німецькій) мові) за ДВА останні роки, як прототипів, що є найбільш близькими до апарата (машини), що проектується, з вказівками їх переваг та недоліків. Обов'язково виконується посилання на джерело інформації (патент на винахід, на корисну модель, свідоцтво).

В кінці розділу відзначається в чому полягає модернізація апаратів та наводяться пропозиції щодо технічного рішення, яке можна покласти в основу власної заявки на патент.

У додатках наводиться регламент патентного пошуку та фотокопії використаних патентів.

Приблизний обсяг підрозділу – 3...4 аркуша.

Опис використаних патентів здійснюється за прикладом 4.2.

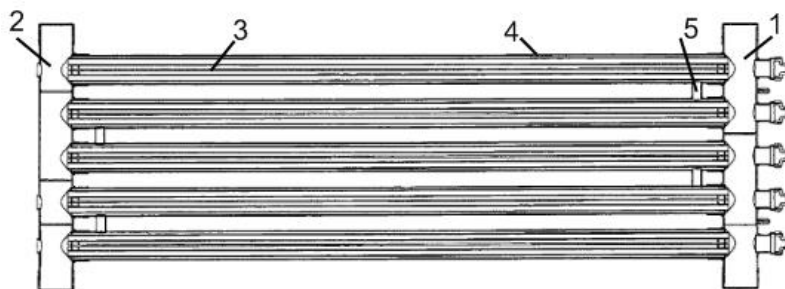
Приклад 4.2.

Багатоелементний теплообмінник [2] . < тут [2] – посилання на джерело, звідки взята конструкція >

Схема даного апарата зображена на рисунку 3.1. Теплоносій, що поступає в колектор введення 1 розподіляється по трубках 3 всіх елементів. В міжтрубному просторі 4 конденсується другий теплоносій.

Переваги апарата:

- 1) малий гідравлічний опір по трубному простору;
- 2) інтенсивний процес теплообміну;
- 3) низька металоємність;
- 4) невеликі затрати енергії;
- 5) можливість регулювання задіяної теплообмінної поверхні.



1 – колектор введення теплоносія; 2 – колектор відведення теплоносія;
3 – внутрішні трубки; 4 – кожух; 5 – з'єднувальні трубки

Рисунок 3.1 – Багатоелементний теплообмінник

Недоліки апарата:

- 1) ускладнена герметизація;
- 2) відсутня можливість відведення сконденсованого теплоносія в процесі;

3) підвищення часу ремонтних робіт та часу очистки.

... Далі наводиться аналіз ще 3...4 аналогів.

Висновок: в результаті патентного пошуку встановлено, що сучасні тенденції інтенсифікації теплообмінних процесів направлені на підвищення питомої поверхні теплообміну або на турбулізацію потоків. В запропонованій конструкції апарата не використовуються технічні рішення захищені правами інтелектуальної власності, а отже апарат є патентно чистим. Регламент патентного пошуку наведено в Додатку А.

В основу модернізації покладено задачу інтенсифікації теплообміну з боку лімітуючого міжтрубного простору.

Розділ «4 Охорона праці»

Вказуються основні джерела небезпеки при монтажі, експлуатації, ремонтних роботах з установкою, можливі наслідки. Наводяться заходи щодо захисту персоналу від впливу небезпечних факторів. Розділ виконується під керівництвом консультанта з Охорони праці. Обсяг, наповнення визначається консультантом при узгодженні з керівником дипломного проекту.

Після виконання розділу, студент має отримати підпис консультанта на титульному листі пояснювальної записки (приклад титульного листа пояснювальної записки наведено у Додатку Д).

Приблизний обсяг – 3...5 аркуша.

Розділ «5 Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкцій»

Виконуються розрахунки, необхідні для проектування апарата (машини). Наповнення розділу визначається завданням на дипломний проект та корегується під час дипломування керівником проекту, відповідно до особливостей конструкції.

Приблизний обсяг розділу – 20...30 аркушів.

Розділ «6 Рекомендації щодо монтажу та експлуатації апарата»

Наводяться рекомендації щодо монтажу та експлуатації установки, регламент проведення ремонтних робіт, особливостей монтування, стропування апарата на місці.

Приблизний обсяг розділу – 2...3 аркуша.

Розділ «7 Рівень стандартизації та уніфікації»

Відповідно до розроблених креслень апарата та його складових частин (складальних одиниць, деталей) розраховується рівень стандартизації та уніфікації. Проводиться аналіз рівнів.

Приблизний обсяг розділу – 1...2 аркуша.

Розділ «8 Техніко-економічне обґрунтування модернізації»

За результатами запропонованої модернізації обладнання направленої на інтенсифікацію процесу або підвищення продуктивності розраховуються її техніко-економічні показники. Розділ виконується під керівництвом консультанта з цього розділу проекту. Обсяг, наповнення визначається консультантом при узгодженні з керівником дипломного проекту.

Після виконання розділу, студент має отримати підпис консультанта на титульному листі пояснювальної записки (приклад титульного листа пояснювальної записки наведено у Додатку Д).

Приблизний обсяг – 3...5 аркушів.

«Висновки»

Відповідно до мети, задач та змісту проекту перераховуються всі роботи, які було виконано в проекті, також зазначається об'єм графічної

частини, проводиться короткий аналіз виконаної роботи в проєкті, вказуються всі авторські модифікації та модернізації.

Висновки виконуються на трьох мовах – українській, російській та ще одній іноземній (англійській, німецькій чи французькій). Коректність перекладу перевіряється викладачем-консультантом з іноземної мови, підтвердженням чого є підпис на іноземному перекладі. Приклад оформлення висновків наведено в додатку Е.

Приблизний обсяг становить 1...2 аркуша.

«Додаток А Документація до патентного дослідження»

Вносяться результати патентного пошуку – регламент патентного пошуку, сформований відповідно до завдання. Також наводяться висновки про патентну чистоту конструкції та тенденцій розвитку обладнання в цій галузі.

Приблизний обсяг додатку становить 4...5 аркушів.

«Додаток Б Комп'ютерний розрахунок елементів апарата»

Вносяться документація по всім програмним розрахункам, виконаним за темою дипломного проєкту. Кожний програмний розрахунок має складатись з:

- блок-схеми до розрахункової програми з описом її роботи;
- таблиці ідентифікаторів;
- програмний код;
- результати розрахунку.

Приблизний обсяг додатку становить 4...5 аркушів.

«Додаток В Патенти, які використані в патентному дослідженні»

Вкладаються копії першої та другої сторінки патентів, використаних під час обґрунтування конструкції апарата (машини) та при патентному дослідженні.

Обсяг додатку залежить від кількості патентів та їх розміру.

«Додаток Г Публікації автора»

Вноситься список праць студента, виконаних під час виконання дипломного проекту та період навчання. Приклад оформлення списку праць наведено в додатку Л. Також вкладаються ксерокопії зазначених публікацій.

Обсяг додатку залежить від кількості публікацій.

5 Рекомендації до виконання пояснювальної записки

5.1 Структура пояснювальної записки

Пояснювальна записка виконується згідно вимог ГОСТ 2.105-95 та [1].

Структура пояснювальної записки:

- титульний лист до дипломного проекту (Додаток В);
- завдання на проектування (додаток А);
- календарний план-графік виконання проекту (додаток Ж);
- реферат українською, російською, іноземною мовою (останній має бути перевіреном викладачем-консультантом) (додаток К);
- титульний лист до пояснювальної записки (Додаток Д);
- зміст (додаток Б);
- текст пояснювальної записки, згідно змісту.

До додатків вносять таблиці ідентифікаторів, алгоритмічні схеми (блок-схеми), програми, результат, регламент патентного пошуку, фотокопії титульних аркушів використаних патентів, фотокопії публікацій дипломанта (статті, тез доповідей та патентів), після записки вкладаються специфікації. На внутрішню поверхню титульної сторінки папки приклеюється Відомість дипломного проекту (Додаток Р).

5.2 Вимоги до форматування пояснювальної записки

Записка оформляється текстом шрифтом «*Times New Roman*» розміром 14 кегль з 1,5-им міжрядковим інтервалом. Відступи по тексту зліва, справа, зверху та знизу – відсутні.

Вирівнювання тексту **по ширині**.

Нумерація сторінок повинна бути **наскрізна** для всієї записки, включаючи додатки.

Відступ першого рядка (абзац) 1,5см.

Використовувати підкреслення **недопустимо**.

Напівжирне форматування тексту допускається лише в назвах розділів, підрозділів, пунктів та підпунктів.

Поля сторінки – 15мм зверху, 30мм знизу, 25мм зліва та 10мм справа, що відповідає відстані від рамки сторінки – 10мм зверху, 10мм знизу, 5мм зліва та 5мм справа.

Кожна сторінка має рамку 15мм, за виключенням титульних листів (додатки А та Д), завдання (додаток А), календарного плану-графіку (додаток Ж), рефератів (додаток К), які виконуються на листах без рамки та першої сторінки змісту, що є першим листом пояснювальної записки з рамкою та має рамку 40мм (додаток Б). Зміст, розташування і розміри граф основних написів рамок має відповідати нормам встановленим ГОСТ 2.104-68.

Текст пояснювальної записки розділяють на розділи і підрозділи, відповідно до змісту та при необхідності на пункти та підпункти. До змісту вносять лише розділи та підрозділи, а пункти, підпункти **НЕ ВНОСЯТЬСЯ** (додаток Б).

Розділи повинні мати порядкові номери в межах усього документа (частини), позначені арабськими цифрами. Підрозділи повинні мати подвійну нумерацію – перша цифра відповідає номеру розділу в якому вони знаходяться, а друга – порядковому номеру підрозділу в межах розділу. Аналогічна нумерація пунктів – потрібна, та підпунктів, де може бути вже чотири цифри. Кожна цифра відділяється крапкою, а після останньої цифри перед найменуванням крапка **НЕ СТАВИТЬСЯ**. Наприкінці номера розділу, підрозділу, пункту чи підпункту крапка **НЕ СТАВИТЬСЯ**.

В середині пунктів, підпунктів можуть знаходитись перерахування, правила оформлення яких наводяться в ГОСТ 2.105-95 в п. 4.1.7.

Найменування розділів повинні бути короткими (наведені в змісті, додаток Б). Найменування розділів і підрозділів записують у вигляді заголовків з абзацу прописними літерами (окрім першої великої літери) **напівжирним** форматом літер. Вирівнювання тексту при цьому «**по ширині**». Використання курсивного форматування, підкреслення та переноси слів у найменуваннях **НЕ ДОПУСКАЄТЬСЯ**. Крапка наприкінці **НЕ СТАВИТЬСЯ**. Якщо найменування складається з двох речень, то їх розділяють крапкою.

Розташовувати назву розділу, підрозділу та тексту на різних сторінках **ЗАБОРОНЯЄТЬСЯ**.

Між назвою розділу або підрозділу та текстом має бути вільний рядок. Якщо після назви розділу відразу іде назва підрозділу, то між ними так само має бути вільний рядок.

Приклад оформлення найменування розділу та підрозділу наведений в прикладі 5.1.

Приклад 5.1

1 Призначення та область використання установки

1.1 Опис технологічного процесу

Технологічна схема установки зображена

Кожен розділ пояснювальної записки починають з нового листа (сторінки). Підрозділи ідуть один за одним в межах розділу на відстані в один вільний рядок.

5.3 Виклад тексту пояснювальної записки

Текст викладається у відповідності до форматування та структури наведених раніше. Повне найменування виробу на титульному листі, в основному написі і при першому згадуванні в тексті документа повинне бути однаковим з найменуванням його в основному конструкторському документі – специфікації складального креслення апарата. Найменування, що наводяться в тексті пояснювальної записки і на ілюстраціях, повинні бути однаковими.

Цифри, літери кирилиці, грецькі літери пишуться **БЕЗ курсиву**. Латинські літери пишуться курсивом, у тому числі назви критеріїв [характеристичні числа] – *Re*, *Pr*, *Nu* (ДСТУ 3651.2-97) та інше, винятком є назви усталених математичних функцій та позначень (наприклад: *cos*, *sin*, *max*, *min*, *log*). Ці вимоги стосуються як самого позначення так і верхніх та нижніх

індексів (при використанні наприклад в якості позначення латинської літери – вона пишеться курсивом, а індекс написаний кирилицею – без курсиву: [$Q_{роб}$]).

При необхідності внесення виправлень в текст пояснювальної записки, допускається виправляти білою замазкою (коректором) та написання поверх неї правильні написи чорним чорнилом.

ЗАБОРОНЕНО в тексті (окрім формул та таблиць) писати «-» – замітини словом «мінус»; «Ø» – замітини словом «діаметр»; писати без цифр символи «>», «<», «=», «±», «≠», «≡», «≈», «№», «%».

Перелік допустимих скорочень наведено в ГОСТ 2.316.

Стандартизована система одиниць наведена в ГОСТ 8.417, що відповідає системі одиниць СІ.

ДОПУСКАЄТЬСЯ разом із написаними в системі одиниць СІ параметрами, вказувати їх значення в одиницях, що раніше використовувались.

ЗАБОРОНЕНО розривати числа з розмірностями.

5.3.1 Оформлення розрахунків

Всі розрахунки ведуться в стандартизованій системі вимірювань ГОСТ 8.417, виключеннями можуть бути окремі емпіричні формули виведені та одержані для іншої системи вимірювань, при цьому відповідь одержану не в стандартизованій системі необхідно перевести.

При виконанні розрахунків, числа округляються до четвертої значущої цифри, що в повній мірі достатньо для точного розрахунку (наприклад: 0,5512; або 159,6).

В кожному підрозділі розрахунок складається за такою схемою (Приклад 5.2):

1. Мета розрахунку з вказівкою, які параметри та величини мають бути визначені в кінці розрахунку.

2. Розрахункова схема або ескіз (у довільному масштабі) з позначенням вхідних параметрів та величин, що мають розраховуватись.

3. Вхідні данні, частина з яких може бути результатами попередніх розрахунків, при цьому однакові позначення тих самих величин не обов'язкові, але бажані.

4. Посилання на методику розрахунку – джерело звідки взята методика розрахунку.

5. Безпосередньо сам розрахунок.

6. Висновки, відповідно до мети.

Приклад 5.2.

5.3 Розрахунок гідравлічного опору конденсатора

Метою розрахунку є визначення гідравлічного опору трубного простору конденсатора та потужності насосу, оскільки гідравлічний опір при конденсуванні майже відсутній та долається існуючим компресійним обладнанням установки.

Розрахункова схема гідравлічного розрахунку наведена на рисунку 5.3.

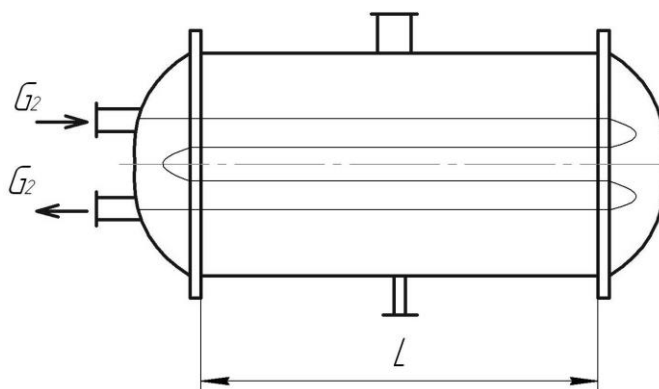


Рисунок 5.3 – Схема гідравлічного розрахунку конденсатора

Вхідні дані:

масова витрата води G_2 , кг/с	2,42
швидкість води в трубках W , м/с	0,2145;
швидкість води в штуцерах $W_{шт}$, м/с	0,201;
густина води ρ , кг/м ³	981;
критерій Рейнольдса Re	10001;

кількість ходів z	4;
довжина трубок L , м	2,9;
внутрішній діаметр трубки d , м	0,021.
Розрахунок здійснюємо за методикою, викладеною в [7, ст. 86-94].	

Коефіцієнт гідравлічного опору для шорстких труб при відношенні еквівалентного діаметра до середньої висоти виступів:

$$\varepsilon = \frac{d}{e} = \frac{0,021}{0,2} = 0,105,$$

тоді

$$\lambda = \left(\frac{1}{-2 \lg \left[\frac{\varepsilon}{3,7} + \left(\frac{6,81}{\text{Re}} \right)^{0,9} \right]} \right)^2 = \left(\frac{1}{-2 \lg \left[\frac{0,105}{3,7} + \left(\frac{6,81}{10001} \right)^{0,9} \right]} \right)^2 = 0,1104.$$

<приводиться сам розрахунок з визначенням всіх необхідних величин>

Висновок: в результаті проведення гідравлічного розрахунку встановлено гідравлічний опір, що виникає в трубному просторі – 480Па, та потужність, яку необхідно витратити для його подолання – 960Вт.

Приклад оформлення програмного розрахунку наведено в додатку П.

5.3.2 Оформлення рисунків

Рисунки з'являються в тексті **лише після** посилання на них. Якщо рисунок не вміщається на тій самій сторінці, що і посилання, то його переносять на наступну сторінку.

Рисунок підписується після самої ілюстрації на тій самій сторінці (розривати **НЕ ДОПУСКАЄТЬСЯ**). Підпис складається із слова «Рисунок», нумерації та назви.

Рисунок має подвійну нумерацію, перша цифра якої відповідає номеру розділу в якому розміщено рисунок, а друга – порядковому номеру рисунка в межах розділу. Після першої цифри ставиться крапка, після другої ставиться знак «—», потім з великої літери лаконічна назва рисунку. Після назви точка **НЕ**

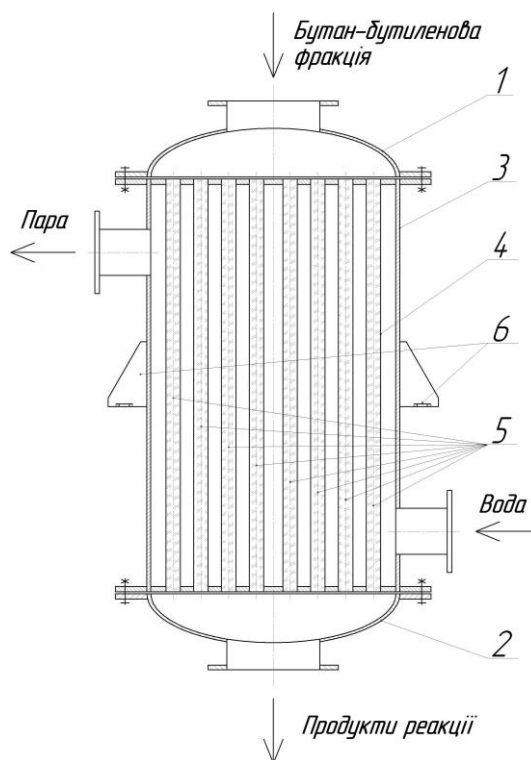
СТАВИТЬСЯ. Якщо на рисунку проставлені позиції чи позначення потоків, то після ілюстрації до підпису рисунку обов'язково має бути розшифрування позицій та потоків.

Ілюстрація та текст вирівнюється «по центру».

Приклад оформлення рисунку (Приклад 5.3).

Приклад 5.3.

У вертикальному кожухотрубному каталітичному полімеризаторі (рисунок 1.2) ББФ потрапляє через штуцер верхньої кришки 1 в труби 4, в яких знаходиться каталізатор (фосфорна кислота нанесена на кізельгур), полімеризується та вже продукти реакції виходять через штуцер нижньої кришки 2.



1 – верхня кришка; 2 – нижня кришка; 3 – корпус; 4 – трубки;
5 – каталізатор; 6 – опори

Рисунок 1.2 – Реактор полімеризації

Текст...

5.3.3 Оформлення посилань на джерело літератури

При використанні інформації з різноманітних друкованих джерел, чи веб-ресурсів має з'являтися посилання на джерело в тексті та в «Переліку посилань». Після тексту, де згадується використана інформація, в квадратних дужках вказується порядковий номер цього джерела в «Переліку посилань» та через кому номери сторінок, номер таблиці чи рисунку в цьому джерелі де знаходиться використана інформація.

Приклад оформлення переліку посилань (Приклад 5.4).

Приклад 5.4.

<p>Текст... При цьому об'ємна продуктивність визначається з графіка [7, табл. 3.28]. Текст...</p> <p>...</p> <p>Перелік посилань</p> <p>...</p> <p>7. К.Ф. Павлов, П.Г. Романков, А.А. Носков. Примеры и задачи по курсу процессов химической технологии. Учебное пособие для вузов/Под ред. Чл.-корр. АН СССР П.Г. Романкова. – 10-е изд., перераб. и доп. – Л.: Химия, 1987. – 576 с., ил.</p> <p>...</p>
--

В прикладі 5.4 проілюстровано посилання на таблицю 3.28 джерела 7. Якщо ж є потреба послатись в цілому на джерело (якщо це є веб-ресурс без розбиття на сторінки, таблиці, рисунки; чи наприклад при визначенні різних теплофізичних властивостей речовин доцільніше послатись повністю на джерело, а не окремо на кожен сторінку, таблицю, рисунок), то в квадратних дужках вказують лише порядковий номер джерела літератури.

Нумерація джерел літератури в «Переліку посилань» з'являється у **хронологічному порядку** відповідно до появи посилання на джерело в тексті пояснювальної записки. Джерела, що використовувались, але на які не можливо

зробити конкретні посилання в тексті (наприклад посилання на методичні вказівки по оформленню дипломного проекту та інше) вказуються вкінці «Переліку посилань».

5.3.4 Оформлення таблиць

Таблиці як і рисунки з'являються в тексті **лише після** посилання на них. Таблиця підписується зверху. Підпис складається із слова «Таблиця», нумерації та назви. Таблиці мають подвійну нумерацію, перша цифра якої відповідає номеру розділу в якому розміщено таблицю, а друга – порядковому номеру таблиці в межах розділу. Після першої цифри ставиться крапка, після другої ставиться «—», потім з великої літери лаконічна назва таблиці. Після назви точка **НЕ СТАВИТЬСЯ**.

Якщо таблиця повністю не вміщається на тій самій сторінці, що і посилання, то її розбивають на дві частини, перша на тій самій сторінці з повною назвою, друга частина на початку наступної сторінки з назвою, що складається із слів «Продовження таблиці» та номеру таблиці після них.

Текст в назві таблиці вирівнюється по ширині з абзацом як і в тексті.

Графу «номер по порядку» в таблицях створювати **НЕ ДОПУСКАЄТЬСЯ**.

Оформлення таблиці з розривом представлено у Прикладі 5.5.

Приклад 5.5.

Текст... Перерахунок зведемо до таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – До визначення щільності теплового потоку

$\theta_2 = \Delta T_{cp} - \theta_1, K$	$q_1 = 1581 \cdot \theta_1^{0.75}, \hat{A} \hat{\Delta} \hat{t}^2$	$q_2 = \frac{\theta_2}{10^{-3}(0,3878 + 2,327\theta_2^{0.1})}, \hat{A} \hat{\Delta} \hat{t}^2$	похибка
1	2	3	4
3,97	1581	1644	3,98%

<кінець сторінки>

...

<нова сторінка>

Продовження таблиці 5.2

1	2	3	4
3,92	1640	1622	1,11

Текст...

5.3.5 Оформлення формул

В тексті дипломного проекту перед позначенням параметру **ОБОВ'ЯЗКОВ** подається його роз'яснення (на приклад: об'ємна витрата першого теплоносія V_1 розраховується з матеріального балансу теплообмінника).

При виконанні розрахунків у дипломному проекті можливі декілька варіантів використання формул, що відрізняються при оформленні.

1. Коли формула записується **без підстановки та без подальшого посилання** на неї.

При цьому після тексту ставиться кома, потім розмірність основної величини, що розраховується за цією формулою (при її наявності), потім двокрапка та з нового рядку використовуючи вирівнювання по середині записується формула.

Після формули ставиться кома, якщо після неї з нового рядка іде інша формула (Приклад 5.6а). Після формули ставиться кома, якщо з нового рядка розписуються величини, що входять до формули та вперше з'являються в тексті пояснювальної записки (Приклад 5.6б); в цьому випадку після формули з нового рядка з абзацу пишеться «де» та роз'яснюється перша величина, кожна наступна величина пишеться з нового рядка з абзацу. Після формули ставиться крапка, якщо після неї з нового рядка іде продовження тексту (Приклад 5.6в).

Треба зауважити, що **всі величини**, які входять до складу формул, мають роз'яснюватись – має вказуватись їх фізичний зміст, розмірність, посилання на джерело звідки взяте значення параметру (Приклад 5.6б).

Приклад 5.6.

а)	Текст... Об'ємна продуктивність розраховується за виразами, м ³ /с:
	$V = G / \rho ,$
	$V = W \frac{\pi D^2}{4} .$
	Текст...
б)	Текст... Об'ємна продуктивність розраховується за формулою, м ³ /с:
	$V = G / \rho ,$
	де $G = 1,25\text{кг/с}$ – масова продуктивність;
	ρ – густина середовища при температурі 278К [7], кг/м ³ .
в)	Текст... При цьому умова міцності матиме наступний вигляд:
	$P \leq [P].$
	Виконання цієї умови забезпечить надійність роботи обладнання.
	Текст...

2. Коли формула записується **без підстановки**, але з **подальшим посиланням** на неї.

При цьому після тексту ставиться кома, потім розмірність основної величини, що розраховується за цією формулою (при її наявності), потім двокрапка та з нового рядка, використовуючи вирівнювання по середині, записується формула. На тому самому рядку що і формула, але з правого боку в дужках вказується номер формули (Приклад 5.7). Після формули знаки оклику ставляться аналогічно до попереднього варіанту.

Даний спосіб запису формул можливий, коли розписується методика багатоітераційного розрахунку з необхідністю посилань на формули, при складанні програми до розрахунку з подальшим описом її роботи.

Номер формул складається з двох цифр, розділених між собою крапкою. Перша цифра відповідає номеру розділу в якому знаходиться формула, друга – порядковому номеру формули в розділі.

Приклад 5.7.

Текст... Об'ємна продуктивність розраховується за формулою, м³/с:

$$V = G / \rho , \quad (5.15)$$

де $G = 1,25 \text{ кг/с}$ – масова продуктивність;

$\rho = 998 \text{ кг/м}^3$ – густина середовища при температурі 278К [7].

3. Коли формула записується з **підстановкою**.

При цьому після тексту ставиться двокрапка та з нового рядка, використовуючи вирівнювання по середині, записується формула з підстановкою та розмірністю біля результату розрахунку (Приклад 5.8). Розмірність та числове значення розрахованого параметру **НЕ ВІДОКРЕМЛЮЄТЬСЯ** жодними знаками оклику. Після формули знаки оклику ставляться аналогічно до попереднього варіанту.

Приклад 5.8.

Текст... Об'ємна продуктивність розраховується за формулою:

$$V = G / \rho = 1,25 / 1000 = 0,00125 \text{ м}^3/\text{с},$$

де $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$ – густина середовища при температурі 278К [7].

5.3.6 Оформлення додатків

Додатки їх виконують на аркушах формату А4. Додаток нумерують українськими літерами на першому аркуші додатку, за винятком літер Є, З, І, Ї, Й, О, Ч, Ь. Кожний додаток розпочинається зі сторінки, де зверху по середині вказується слово «Додаток» з вказівкою номера додатку, а на наступному рядку розташовується заголовок додатку з вирівнюванням по середині.

Текст кожного додатку при необхідності розділяють на розділи, підрозділи, які нумеруються окремо по кожному додатку. Додаток може мати свій зміст та перелік посилань. Правила оформлення рисунків та таблиць в додатках ті самі що і в розділах. Нумери рисунків та таблиць складається з двох символів – літери, що відповідає номеру додатку, та порядкового номера даного елемента в межах додатку.

Для всієї роботи повинна бути **наскрізна** нумерація аркушів як основного тексту, так і тексту у додатках.

6 Рекомендації до виконання графічної частини дипломного проекту

Під час виконання дипломного проекту необхідно виконати щонайменше чотири креслення формату А1 (або їх еквівалент у форматах А2, А3 чи А4): технологічну схему установки, складальне креслення апарата (машини), складальні креслення основних складальних одиниць чи креслення деталей.

Графічна частина виконується згідно до вимог ГОСТ 2.317-69. „ЕСКД. Общие правила выполнения чертежей”.

Загальні правила виконання креслень наведені в [1, ст. 85 – 91].

Правила виконання складальних креслень наведені в [1, ст. 132 – 136].

Правила складання специфікацій наведені в [1, ст. 77 – 81].

Правила нанесення розмірів на кресленні наведені [1, ст. 92 – 96].

Типи та правила нанесення на кресленні зварних з'єднань наведені в [1, ст. 112 – 129].

Правила оформлення таблиць та технічних вимог на кресленні наведені в [1, ст. 131 – 132] або ГОСТ 2.316-2008.

Приклад оформлення складального креслення апарата наведено в додатку М.

Приклад оформлення першого та наступного листів специфікації до складального креслення наведено в додатку Н.

На окремому аркуші надається рисунок, що пояснює модернізацію апарата (формат аркуша узгоджується з керівником дипломного проекту), на яку отримано патент України, або подано заявку на корисну модель (Приклад 6.1).

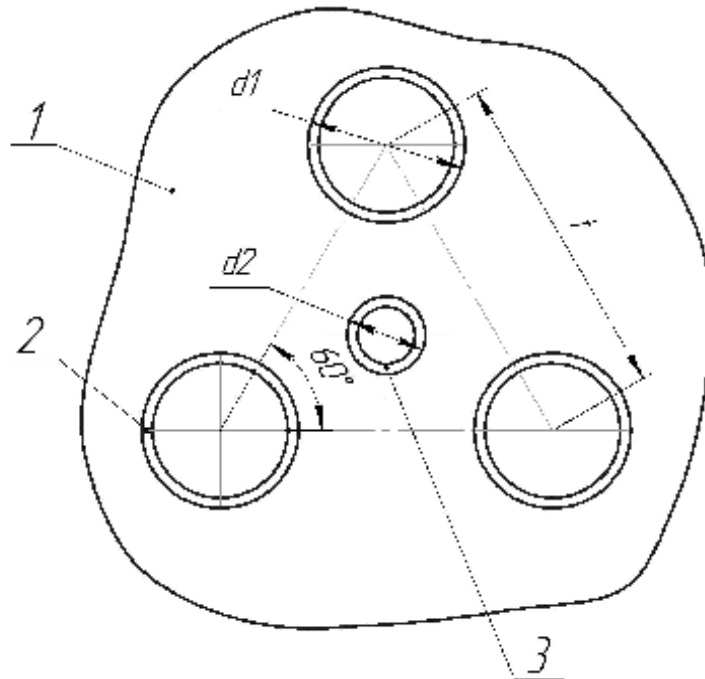
Особливу увагу необхідно звернути на наступне:

– на технологічній схемі установки **ОБОВ'ЯЗКОВО** мають бути позначені потоки відповідно до ГОСТ 3464-63, та апарати (машини чи механізми), що входять до складу установки;

- на складальному кресленні апарата необхідно розмістити технічні вимоги до апарата (машини), технічну характеристику апарата (машини) та таблицю штуцерів;
- на складальному кресленні апарата необхідно вказати габаритні, приєднувальні, установочні розміри та виконавчі.

Приклад 6.1 – Рисунок, що пояснює модернізацію апарата

Деклараційний патент України
на корисну модель «Елемент теплообмінника»
UA № 65132 Бюл. № 22 від 15.04.2019 р.
МПК (2006.01) F 28D 7/06



1 – трубна плита, 2– труба більшого діаметра,
3– труба меншого діаметра

Дипломний проект ОКР «Бакалавр»

Тема “Модернізація установки виробництва стиролу з розробкою теплообмінника”

Виконав здобувач гр. ЛН – 61. Ілля СМІЛЯН

Керівник доц. к.т.н., Андрій СТЕПАНЮК

На кресленнях дипломант повинен виділити розміри виконавчі (ті розміри, які утворюється під час складальних операцій, та величини яких може бути проконтролюватись – виліт штуцерів при приварюванні їх до корпусу на даному етапі, розташування опор при приварюванні їх до обичайки на даному етапі та інше) та довідкові розміри (до них відносяться всі інші розміри. в тому числі розміри, що перейшли з попередніх креслень).

Дублювати розміри на кресленні **ЗАБОРОНЕНО**.

Розміри вказуються в тому місці, де **найбільш повно** розкривається форма елемента.

При вказуванні розмірів необхідно використовувати **МІНІМАЛЬНУ** кількість баз для зменшення відхилення під час монтування.

Аналогічні розміри (наприклад горизонтальні вильоти штуцерів) рекомендується вказувати від однієї бази.

Розміри вказуються до тієї бази, відносно якої можливо провести вимірювання його значення на місці монтування, а не зручності розташування на кресленні.

За специфікацією апарат (машина чи складальна одиниця) **ОБОВ'ЯЗКОВО** має збиратись, тобто мають бути позначені всі конструктивні елементи, що входять на цьому етапі у виріб та при необхідності всі кріпильні елементи, за допомогою яких виріб має однозначно зібратись.

Під час виконання специфікацій в середовищі **KOMPAS_3D** застосовується автоматичне створення листа специфікації та її розділів, що має російськомовне позначення назв граф та найменувань. **ДОПУСКАЄТЬСЯ** не змінювати в налаштуваннях ці назви, використовуючи автоматичні шаблони.

6.1 Правила оформлення специфікацій до складального креслення

Специфікація є **основним** конструкторським документом для складальних одиниць, комплексів та комплектів.

Форма і порядок заповнення регламентує: ГОСТ 2.108-68.

У прикладі 6.2 наведено приклад заповнення основного напису специфікації, відповідає нормам встановленим ГОСТ 2.104-68.

Приклад 6.2

Подл. и д.	14		Заглушка фланцева Ду 200-16 СТП-51-В-83		2
	ЛНЗ1.065121.001				
Инв. № подл.	Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
	Разраб.	Клиндухов			
	Пров.	Гатілов			
	И.контр.	Донець			
Утв.					
Конденсатор			Лит.	Лист	Листов
				1	2
			НТУУ "КПІ", ІХФ, МАХНВ		
Копировал			Формат А4		

6.1.1 Розділи специфікації

Наявність розділу мотивується складом виробу та організацією виробництва. Найменування розділу записується в графі «Найменування» та підкреслюється (приклад 6.3)

Розділи: «Документація», «Комплекси», «Складальні одиниці», «Деталі»,
«Стандартні вироби», «Інші вироби», «Матеріали» та «Комплекти».

Приклад 6.3

Гр. примен.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						<u>Документация</u>	

«Документація»

Вносять документи, які входять до основного комплекту документації виробу (*складальне креслення, габаритне креслення, функціональну схему, технічні умови, програми і методику випробувань*).

«Комплекси», «Складальні одиниці», «Деталі»

Вносять комплекси, складальні одиниці, деталі, які безпосередньо входять до виробу на цій стадії виготовлення.

Порядок внесення: **за абеткою** згідно з позначенням чи **за зростанням цифр**, що входять в позначення (приклад 6.4).

«Стандартні вироби»

Вносять елементи виробу, що виготовляються за державними стандартами, галузевими стандартами, стандартами підприємств.

Порядок внесення (приклад 6.5):

1) по категоріям стандартів (від більш вагомійших до менш вагомійших – **ДСТУ (ГОСТ), ГСТ (ОСТ), СТП**);

2) по групам за функціональним призначенням (підшипники, кріпильні елементи, електротехнічні вироби і таке інше);

3) в межах кожної групи – в алфавітному зростанні назв виробів;

4) в межах кожної назви – по зростанню позначення стандарту;

5) в межах кожного позначення стандарту – в почерговому зростанню основних параметрів чи розмірів.

Приклад 6.4

Справ. №				Сборочные единицы	
А4	1	<u>ЛМЗ1.602512.001</u>	Карпус	1	
А4	2	<u>ЛНЗ1.602512.001</u>	Карпус	1	
А4	3	<u>ЛНЗ1.714.165.001</u>	Кришка	1	
А4	4	<u>ЛНЗ1.714.165.002</u>	Кришка	1	

Приклад 6.5

Справ. №	Лев. примеч.			Стандартные изделия	
		1	<u>Прокладка 1-400-0,3 ГОСТ 28759.6-90</u>	4	
		2	<u>Фланец 1-400-1-20 ГОСТ 28759.3-90</u>	2	
		3	<u>Шпилька 2 М16х120 ГОСТ 22034-76</u>	8	
		4	<u>Болт ОСТ-26-2037-96</u>		
		5	<u>М12х50</u>	4	
		6	<u>М12х120</u>	2	
		7	<u>Гайка М12 ОСТ 26-2038-96</u>	2	
			<u>Гайка М12 ОСТ 26-2041-96</u>	4	

«Інші вироби»

Вносять вироби, які застосовуються не за основними конструкторськими документами (до них можуть відноситись прилади, обладнання, що купляється на інших підприємствах як то двигуни, редуктори та інше).

Порядок внесення:

- 1) за однорідністю груп;
- 2) в межах групи в алфавітній черговості назв;
- 3) в межах найменування за зростанням параметрів чи розмірів виробу.

«Матеріали»

Вносять всі матеріали, що входять в виріб (складові частини виробу, на які дозволено **НЕ** виконувати креслення).

До специфікації **НЕ ВНОСЯТЬСЯ** матеріали, маса яких не може бути визначена конструктором!!! Прикладом може бути маса дроту (наплавленого металу) при зварюванні, маса якого має визначатись технологом по зварюванню, в цьому випадку її можна зазначити в технічних вимогах на полі складального креслення.

Порядок внесення:

- 1) по видам (чорні, феромагнітні, кольорові, благородні та рідкісні, дроти шнури, пластмаси та пресматеріали, паперові та текстильні, мінеральні, керамічні, скляні, лаки, фарби);
- 2) в межах виду в алфавітній черговості назв;
- 3) в межах найменування за зростанням параметрів чи розмірів виробу.

«Комплекти»

Вносять відомість експлуатаційних документів, відомість документів для ремонту і застосування згідно з конструкторськими документами, комплекти, що входять в виріб та упаковку для виробу.

Послідовність внесення:

- 1) відомість експлуатаційних документів, відомість документів для ремонту;
- 2) комплект змінних частин;
- 3) комплект запасних частин;
- 4) комплект інструменту;
- 5) комплект укладальних засобів;
- 6) інші комплекти (згідно з наданим найменуванням).

6.1.2 Правила заповнення граф специфікації

Графа «Формат»

Вказується формат документів (згідно до ГОСТ 3.301), що мають записане позначення в графі «Позначення».

Якщо документація виконана на декількох форматах, то вказують «(*)», а в графі «Примітки» перелічують всі формати (приклад 6.6).

Для деталей, які не мають креслення вказують «БК» (можливо лише коли проста форма, а конфігурація деталі повністю розкривається в графі «Найменування» чи «Примітках»)

Для розділів «Стандартні вироби», «Інші вироби», «Матеріали» **НЕ ЗАПОВНЮЄТЬСЯ**.

Приклад 6.6

Перв. примеч.	Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
						Документация	
	A1			ЛНЗ1.065135.001 СБ	Складальне креслення		
	*)			ЛНЗ1.065135.001 А2	Схема функціональна		*) А0, А3

Графа «Зона»

Вказується позначення зони, в якій знаходить номер позиції записаної складової частини (ЛИШЕ ПРИ розбиванні поля креслення на зони згідно ГОСТ 2.104-68 – приклад 6.7). У прикладі 6.8 представлено правила заповнення графи.

Приклад 6.7

	2D	2C	2B	2A
	1D	1C	1B	1A

Приклад 6.8

Строч. №			Стандартные изделия	
	2D	1	Прокладка 1-400-0,3 ГОСТ 28759.6-90	4
1C	2	Фланец 1-400-1-20 ГОСТ 28759.3-90	2	

Графа «Поз.»

Вказується порядковий номер складової частини виробу, що безпосередньо входять у виріб.

Для розділів «Документація», «Комплекти» **НЕ ЗАПОВНЮЮТЬ**.

Номери позиції мають іти **ПО ЗРОСТАННЮ**.

Допускається «резервувати» декілька позицій після розділу (приклад 6.9).

Приклад 6.9

Дата	Взам. инв. №	Инв. № дробл.	Подп. и дата						
									<i>Детали</i>
					8	ЛНЗ1.065121.204		Прокладка ϕ 200	2
					9	ЛНЗ1.065121.205		Прокладка ϕ 600	1
									<i>Стандартные изделия</i>
					12			Заглушка фланцева Ду 200-16 СТП-51-13-83	2
					13			Фланець ГОСТ 12821-80	
					14			Ду 20-16	1

Графа «Позначення»

Для розділу «Документація» – позначення документів, що внесено до специфікації.

Для розділів «Комплекси», «Складальні одиниці», «Деталі», «Комплекти» – позначення основного конструкторського документа на ці вироби.

Для розділів «Стандартні вироби», «Інші вироби», «Матеріали» – **НЕ ЗАПОВНЮЄТЬСЯ.**

При виконанні документації на стандартний виріб, **може** вказуватись позначення цієї документації (приклад 6.10). Це можливо, коли на самому виробництві виготовляють даний стандартний виріб, для чого потрібна робоча документація.

Приклад 6.10

Сплав. №									<i>Стандартные изделия</i>
					6	NY4 9.751316.001		Гайка M12 OCT 26-2038-96	2
					7			Гайка M12 OCT 26-2041-96	4

Графа «Найменування»

Для розділу «Документація» – назву документів, які входять в основний комплект документації виробу (*Складальне креслення, Габаритне креслення, Схема електрична, Пояснювальна записка*).

Для розділів «Комплекси», «Складальні одиниці», «Деталі», «Комплекти» – найменування виробу, аналогічне до найменування з основного конструкторського документа на цей виріб.

Для деталей, на які не розробляються креслення, вказуються найменування, матеріал та розміри, необхідні для виготовлення.

Для розділу «Стандартні вироби» – найменування та умовне позначення згідно з стандартом на виріб.

Для розділу «Інші вироби» – найменування та умовне позначення виробів згідно з документами на їх поставку.

Для розділу «Матеріали» – позначення матеріалів, встановлене в стандартах або технічних умовах.

У прикладі 6.11 наведені правила заповнення графи.

Графа «Кіль.»

Для розділу «Документація» – **НЕ ЗАПОВНЮЄТЬСЯ.**

Для розділу «Матеріали» – загальна кількість матеріалів на один виріб, що специфікується. Допускається запис одиниць вносити в графу «Примітки» (приклад 6.11).

Для інших розділів – кількість складових частин на один виріб.

Графа «Примітки»

Вносяться додаткові відомості для планування та організації виробництва (приклад 6.11).

Приклад 6.11

Перв. пиш.				<i>Детали</i>		
	БК	1	<u>ЛНЗ1.754.121.001</u>	<u>Труба 1200x25x2 X18Н10Т ГОСТ 16523-89</u>	10	<u>1,47кз</u>
Справ. №				<i>Прочие изделия</i>		
		4		<u>Двигатель 4ААМЭС04-УЗ 220 В, 50 Гц, М1081 ТУ 16-510769-81</u>	1	
мг				<i>Материалы</i>		
		7		<u>Уголок В-63 x 40 x 4 ГОСТ 8510-86 Ст2сп ГОСТ 535-88</u>	12	<u>М</u>

6.2 Правила заповнення штампу креслення

Підрозділ викладено згідно авторів [12].

У прикладі 6.12 наведено вимоги до заповнення основного напису кресленника.

Для складальних одиниць на полі «Назва виробу» (Приклад 6.13) пишеться у першій строчці назва виробу, наприклад «Трубчатка», у другій «Складальний кресленик», при цьому на полі «Позначення виробів і їх конструкторських документів» після позначення виробу пишуться літери СБ.

Для деталей на полі «Назва виробу» (Приклад 6.14) пишеться у першій строчці **ЛИШЕ** назва деталі, наприклад «Коліно», при цьому на полі «Позначення виробів і їх конструкторських документів» після позначення

виробу пишуться лише позначення. Для деталей **ОБОВ'ЯЗКОВО** вказується матеріал, з якого треба виготовляти виріб.

Приклад 6.11

Позначення виробів і їх конструкторських документів

Лист					Назва виробу			Лист	Маса	Масштаб
	Изм./Лист	№ док-м.	Подп.	Дата						
Инв. № подл.	Разраб.				Назва організації-розробника			Лист	Листов	
	Проб.									
	Т.контр.									
	Н.контр.									
	Утв.									

Прізвища, БЕЗ ІНЦІАЛІВ
Для деталей вказується матеріал, з якого виконується виріб

Приклад 6.12

Лист					ЛН91.065111.001 СБ			Лист	Маса	Масштаб
	Изм./Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Трубочатка				180	1:10
Инв. № подл.	Разраб.	Іванов			Складальний кресленик			Лист	Листов	
	Проб.	Петров								
	Т.контр.									
	Н.контр.									
	Утв.									

Копіравал
Формат А4

Приклад 6.13

Лист					ЛН91.065111.121			Лист	Маса	Масштаб
	Изм./Лист	№ док-м.	Подп.	Дата	Коліно				180	1:10
Инв. № подл.	Разраб.	Іванов			Уголок 36x36x3 ГОСТ 19771-93 315-12ГС ГОСТ 19281-89			Лист	Листов	
	Проб.	Петров								
	Т.контр.									
	Н.контр.									
	Утв.									

Копіравал
Формат А4

Позначення виробів і їх конструкторських документів

Підрозділ викладено згідно авторів [1]. Позначення виробів і їх конструкторських документів повинно відповідати вимогам ГОСТ 2.201-80 та Класифікатора ЄСКТ (Додаток Я).

Загальна структура позначення згідно ГОСТ 2.201-80:

XXXX.XXXXXX.XXX

Перша група символів – чорирьохзначний літерний код організації розробника. Для означення роботи в якості такого розробника виступає студентська група, яка виконує проект, і має код, встановлений деканатом, наприклад ЛН91. Тоді позначення виробу набуде вигляду:

ЛН91.XXXXXX.XXX

Друга група шестиступінчастий код класифікаційної характеристики виробу, береться з класифікатора, наприклад для теплообмінників з нерухомими трубними ґратками без компенсатора цей код набуває значення (Додаток Я):

ЛН91.065111.XXX

Третя група символів – порядковий реєстраційний номер від 001 до 999. Реєстраційний порядковий номер 000 – не присвоюється. Реєстрацію розпочинають з номера 001. Тоді повне позначення основного документу – специфікації набуває вигляду:

ЛН91.065111.001

Позначення інших конструкторських документів:

- складальний кресленник: ЛН91.065111.001 СБ
- кресленник деталі: ЛН91.065111.151
- пояснювальна записка: ЛН91.065111.001 ПЗ
- опис документів проекту: ЛН91.065111.001 ОП

7.1 Порядок допуску до захисту дипломного проекту

Процедура та порядок затвердження дипломного проекту, допуску до захисту відбувається за наступною схемою:

- перевірка відповідності зазначеної теми дипломного проекту, темі вказаній у наказі, про що свідчить підпис відповідального по кафедрі на титульному листі пояснювальної записки;
- перевірка керівником дипломного проекту всіх розділів та креслень, про що свідчать підписи керівника та здобувача у штампах пояснювальної записки, креслень, специфікацій;
- перевірка відповідних розділів консультантами з охорони праці та з економіки, про що свідчить підписи на титульному листі пояснювальної записки;
- перевірка коректності перекладу реферату та висновків викладачами іноземної мови, про свідчить підпис викладача на листах з перекладом;
- перевірка відповідності проекту діючим нормам, про що свідчить підпис перевіряючого з нормоконтролю у відповідній графі календарного плану-графіку та у штампах пояснювальної записки, кресленні, специфікацій (на нормоконтроль представляється **повністю завершений проект** з повним оформленням графічної та текстової частини);
- проходження попереднього захисту у представників комісії спеціалізації;
- одержання відгуку та рецензії від керівника дипломного проекту та від рецензента відповідно (цей етап виконується керівником дипломного проекту);
- затвердження дипломного проекту завідувачем кафедри, про що свідчить підпис завідувача кафедри (замісника завідувача кафедри) на титульному листі.

7.2 Захисту дипломного проекту на Державній атестаційній комісії

За умови повного затвердження дипломного проекту, здобувач допускається до захисту його перед ДАК.

Під час захисту здобувач стисло (до 7-ми хвилин) розповідає про актуальність даної технології, важливість одержуваного продукту та необхідності проектування обладнання, мету та задачі які ставились під час проектування та засоби їх досягнення. Описуються принцип роботи установки, та розроблюваного апарата. Зазначається повний перелік робіт, виконаних для досягнення поставлених задач на проектування, та результати їх виконання (основні розрахункові величини, підтвердження умов міцності, стійкості, одержаний економічний ефект та інше). Також стисло формулюється ідея по модернізації обладнання та висновки.

Після доповіді члени ДЕК задають питання по дипломному проекту, що можуть стосуватись як текстової частини (методики розрахунків, вибір матеріалів і таке інше), графічної частини (оформлення специфікацій, креслень і таке інше), так і взагалі технології чи модернізації, для підтвердження розуміння здобувачем процесу та засад дипломування.

Якість захисту комісія оцінює за чотирьохбальною системою (відмінно, добре, задовільно, незадовільно) і оцінкою ECTS (A, B, C, D, E, F). Оцінка «незадовільно» (F) виставляється за використання (плагіат) матеріалів інших здобувачів або при повній нездатності здобувача захистити основні положення проекту. Результати оголошуються після захисту всіх проектів на цьому засіданні.

Зброшурована пояснювальна записка (в кінці записки після додатків підшиваються специфікації до складальних креслень) та креслення вкладаються до папки на титульну сторінку якої наклеюється титульний лист (Додаток В).

На внутрішній стороні папки розміщують «Опис вкладень», приклад оформлення якого наведено в [1, стор. 141-143].

Дипломний проект здається в архів кафедри махнв на зберігання, електронна версія проекту здається відповідальному представникові кафедри.

8 Список рекомендованої літератури

1. Марчевський В.М. Конструкторська документація курсових і дипломних проєктів: Навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. – К.: Норіта-плюс, 2006. – 280 с.: іл. ISBN 966-2975-04-7.
2. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Лашинский А. А. Толчинский А. Р., – Л., «Машиностроение», 1970., - 752 стр
3. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков В.Н. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1987. – 576 с.
4. Иоффе И.Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии. – Л.: Химия, 1991. – 352 с.
5. Кузнецов А.А., Кагерманов С.М., Судаков Е.М. “Расчеты процессов и аппаратов нефтеперерабатывающей промышленности”. Изд. 2-е , пер. и доп. Л., ”Химия”, 1974 г., 374 с.
6. Конструювання та розрахунок фланцевих з'єднань: Навч. посібник / В. Г. Доброногов, І. О. Мікульонок. – К.: НМК ВО, 1992. 104с.
7. Розрахунок і конструювання машин і апаратів хімічних підприємств / Укл.: Міхальов М.Ф. - М: Машиностроение, - 1984р. – 301ст.
8. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3-х т. Т.2.–5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980.–559с., ил.
9. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. – М.: Химия, 1973. – 752 с.
10. Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию / Под ред. Ю.И. Дытнерского. – М.: Химия, 1982. – 772 с.

Додаток А. Зразок завдання на дипломний проект

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ

імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО ”

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Напрямок підготовки: 13 Машинобудування

Спеціальність: 133 - Галузеве машинобудування

Освітньо-професійна програма: Обладнання хімічних, нафтопереробних та целюлозно-паперових виробництв

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. завідувача кафедри

_____ Андрій СТЕПАНЮК

“ ___ ” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Кліндухову Валентину Костянтиновичу

1. Тема проекту: Модернізація кожухотрубного теплообмінника для охолодження етанолу

керівник проекту Андрій СТЕПАНЮК кандидат технічних наук, доцент

затверджена наказом по університету від “ ___ ” _____ 20__ р. № _____

2. Термін подання студентом проекту: 31 травня 2013 р.

3. Вихідні дані до проекту: Продуктивність за етанолом 2,3 кг/с; температури етанолу: на вході в теплообмінник – 343 К, на виході – 303 К; температури охолоджуючої води: на вході в теплообмінник 293 К, на виході – 313 К; робочий тиск в міжтрубному просторі – 0,2 МПа, в трубному просторі – 0,6 МПа.

4. Зміст пояснювальної записки:

а) основна частина: розглянути існуючі конструкції теплообмінників, обґрунтувати вибір конструкції апарата; проаналізувати обрану конструкцію в порівнянні з кращими вітчизняними та світовими аналогами; здійснити розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції: параметричний, конструктивний та гідравлічний, розрахунки на міцність і надійність елементів конструкції апарату; виконати складальне креслення теплообмінника та його основних складальних одиниць і деталей; розробити рекомендації щодо монтажу та експлуатації теплообмінника; здійснити оцінку рівня стандартизації та уніфікації розробки.

б) економічна частина: обґрунтувати модернізацію установки та оцінити її ефективність;

в) охорона праці: провести аналіз відповідності апарата до вимог охорони праці, викласти основні вимоги безпечної експлуатації апарата

г) рекомендації щодо монтажу та експлуатації: надати рекомендації щодо монтажу та експлуатації теплообмінника.

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових креслеників, плакатів, презентацій тощо): принципова схема установки – А1, складальні креслення: теплообмінник – А1, решітка трубна – А1, кришка – А2, кришка – А2, ілюстрація до технічної ідеї патенту – А3.

6. Консультанти розділів проекту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Іван Ковтун		
Очікувані техніко-економічні показники застосування установки	Костянтин УВАРОВ		

6. Дата видачі завдання 19 березня 2022 р.

Додаток Б. Зразок змісту дипломного проекту

Зміст

Вступ.....	11
1 Призначення та область використання установки очищення газових викидів.....	12
1.1 Опис технологічного процесу	13
1.2 Вибір типу теплообмінника та його місце в технологічній схемі	14
2 Технічна характеристика.....	15
3 Опис та обґрунтування вибраної конструкції теплообмінника	16
3.1 Опис конструкції, основних складальних одиниць та деталей апарата.....	16
3.2 Вибір матеріалів	18
3.3 Порівняння основних показників розробленої конструкції з аналогами.....	17
3.4 Патентне дослідження	18
4 Охорона праці.....	23
5 Розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкцій ...	26
5.1 Параметричний розрахунок теплообмінника	26
5.2 Розрахунок гідравлічного опору теплообмінника	33
5.3 Розрахунок фланцевого з'єднання обичайки теплообмінника	37
5.4 Розрахунок товщини стінки циліндричної обичайки під дією внутрішнього надлишкового тиску.....	44
5.5 Розрахунок стійкості циліндричної обичайки під дією опорних навантажень	45
5.6 Розрахунок еліптичної кришки під дією внутрішнього надлишкового тиску	47

					ЛНЗ1.066614.001 ПЗ	
Зм.	Лист	№докум.	Підпис	Дата	Модернізація кожухотрубного теплообмінника для охолодження етанолу	КПІ ім. ІГОРЯ СКОРСЬОРСЬКО, ІХФ, МАХНВ КПІ ІМЕНІ ІГОРЯ
Розроб.		Кліндухов				
Перев.		Степанюк				
Н.Контр.		Гатілов				
Затв.						

5.7 Розрахунок укріплення отворів обичайки	46
6 Рекомендації щодо монтажу та експлуатації апарату	76
7 Рівень стандартизації та уніфікації	78
8 Техніко-економічне обґрунтування модернізації	79
Висновки	88
Выводы	89
Conclusion	90
Перелік посилань	91
Додаток А Документація до патентного дослідження	114
Додаток Б Комп'ютерний розрахунок елементів теплообмінника	114
Додаток В Патенти, які використані в патентному дослідженні	119
Додаток Г Публікації автора	136

					ЛНЗ1.066614.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№докум.	Підпис	Дата		10

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”**

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

«До захисту допущено»

В.о. завідувача кафедри

_____ Андрій СТЕПАНЮК

(підпис)

“ ____ ” _____ 20__ р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

на здобуття ступеня бакалавра

Напрямок підготовки: 13 Машинобудування

Спеціальність: 133 - Галузеве машинобудування

Освітньо-професійна програма: Обладнання хімічних, нафтопереробних та целюлозно-паперових виробництв

на тему: Модернізація кожухотрубного теплообмінника

для охолодження етанолу

Виконав студент IV курсу, групи ЛМ-61

Заїка Дмитро Олексійович _____

Керівник проекту канд. техн. наук, доцент Андрій СТЕПАНЮК _____

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

(підпис)

Консультанти:

з охорони праці канд. техн. наук, доцент Іван КОВТУН _____

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

(підпис)

з економіки канд. екон. наук, доцент Костянтин УВАРОВ _____

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

(підпис)

Рецензент _____

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

(підпис)

Засвідчую, що у цьому дипломному проекті немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент _____ Дмитро ЗАЇКА

Київ – 2022

Додаток Г. Зразок «Вступу» до дипломного проекту

Вступ

Сучасні виробництва не можливі без сучасних палив та розчинників, які в свою чергу, потребують якісної сировини. Особливої популярності набув як високооктанова добавка у паливо етанол. Його виробляють шляхом збродження органічної сировини. При великому різноманітті технологій нажалі не багато виробників може забезпечити необхідну якість цього продукту. Тому процес виробництва потребує поліпшення та удосконалення. Тому робота є актуальною.

Метою роботи є проектування та модернізація кожухотрубного теплообмінника, який в даній технологічній схемі служить для охолодження етанолу. Це дає змогу уникнути забруднення доквілля. Пара поступає в міжтрубний простір, а вода, що використовується для конденсації, в трубний.

В роботі необхідно описати конструкцію теплообмінника та його основних складальних одиниць та деталей, вибрати матеріали для його виготовлення, порівняти основні показники розробленої конструкції з аналогами, провести патентні дослідження та навести заходи по охороні праці; провести параметричний розрахунок теплообмінника та розрахунки на міцність основних деталей та вузлів конструкції; надати рекомендації, щодо монтажу та експлуатації та визначити рівень стандартизації та уніфікації теплообмінника; виконати техніко-економічне обґрунтування модернізації апарату; розробити креслення технологічної схеми, складального креслення теплообмінника, трубчатки, кришки, трубної плити, фланця.

Завдання на дипломний проект одержано березні 2012 року під час проходження переддипломної практики в ІТТФ НАН України.

					ЛНЗ1.066614.001 ПЗ	Адк.
Змн.	Адк.	№докум.	Пі дпис	Дата		11

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“ КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО ”
Інженерно-хімічний факультет
Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв**

**ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ**

на здобуття ступеня бакалавра

Напрямок підготовки: 13 Машинобудування

Спеціальність: 133 - Галузеве машинобудування

Освітньо-професійна програма: Обладнання хімічних, нафтопереробних та целюлозно-паперових виробництв

**на тему: Модернізація кожухотрубного теплообмінника
для охолодження етанолу**

Київ – 2022

Висновки

У дипломному проекті освітньо-кваліфікаційного рівня «бакалавр» на тему «Модернізація кожухотрубного теплообмінника для охолодження етанолу» модернізовано горизонтальний кожухотрубний теплообмінник затопленого типу для охолодження етанолу. Модернізація спрямована на підвищення ефективності теплообміну, і вирішується шляхом встановлення додаткового ребрення в середині теплообмінних труб, де коефіцієнт теплообміну менший.

У результаті виконання дипломного проекту було зроблено опис технологічного процесу, вибрано тип теплообмінника, обґрунтовано вибір конструкції апарата, порівняно основні показники розробленої конструкції з аналогами, проведено патентне дослідження, розроблено рекомендації з охорони праці, проведено розрахунки, що підтверджують працездатність та надійність конструкції: параметричний, діаметра штуцерів, циліндричної обичайки, еліптичної кришки, трубної решітки, теплової ізоляції та гідравлічний, розроблено рекомендації щодо монтажу та експлуатації, визначено рівень стандартизації та уніфікації, здійснено техніко-економічне обґрунтування модернізації. Частина розрахунків виконано у мові програмування Basic.

Графічна частина проекту виконана у середовищі КОМПАС 3DV-10 і включає в себе принципову схему установки – А1, складальні креслення: теплообмінник кожухотрубний – А1, корпус – А1, кришка ліва – А2, кришка права – А2, колектор – А2, ілюстрація до патенту – А3. До складальних креслень виконано специфікації.

За період виконання дипломного проекту отримано деклараційний патент на корисну модель.

					ЛН31.066614.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	Числокм.	Пі підпис	Дата		115

Выводы

В дипломном проекте образовательно-квалификационного уровня «бакалавр» на тему «Модернизация кожухотрубного теплообменника для охлаждения этанола» модернизировано горизонтальный кожухотрубный теплообменник для охлаждения этанола. Модернизация направлена на повышение эффективности теплообмена, и решается путем установки дополнительных ребер в середине теплообменных труб, где коэффициент теплообмена меньше.

В результате выполнения дипломного проекта было сделано описание технологического процесса, выбран тип испарителя, обоснован выбор конструкции аппарата, осуществлено сравнение показателей разработанной конструкции и аналогов, осуществлено патентный поиск, разработаны рекомендации по охране труда, сделаны расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции: параметрический, диаметра штуцеров, цилиндрической обечайки, эллиптической крышки, трубной решетки, тепловой изоляции и гидравлический, разработаны рекомендации по монтажу и эксплуатации, определен уровень стандартизации и унификации, осуществлено технико-экономическое обоснование модернизации. Часть расчетов сделана на языке программирования Basic.

Графическая часть выполнена в среде КОМПАС – 3DV10 и состоит из принципиальной схемы установки – А1, сборочных чертежей: испаритель кожухотрубчатый – А1, корпус – А1, крышка левая – А2, крышка правая – А2, коллектор – А2, иллюстрация к патенту – А3. К сборочным чертежам составлены спецификации.

За период выполнения дипломного проекта получен декларационный патент на полезную модель.

						ЛН31.066614.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№докум.	Пі дпис	Дата			116

Conclusion

In a diploma project educationally qualifying level "bachelor" on a theme "Modernisation of shell-and-tube heat-exchanger for cooling of ethanol" a horizontal shell-and-tube heat-exchanger is worked out for cooling of ethanol. Modernization is sent to the increase of efficiency of heat exchange, and decides by establishment of additional ribs in a middle heat-exchange pipes, where the coefficient of heat exchange is less.

As a result of the graduation project was made a description of the process, select the type of evaporator, a choice justified by the design staff, carried out comparing the performance of the developed design and unique, patent search done, developed recommendations for the protection of labor, made calculations, confirming the efficiency and reliability of the design: parametric, diameter nozzle, a cylindrical shell, elliptical cap, tube sheet, thermal insulation and hydraulic recommendations for installation and operation, defined level of standardization and unification done a feasibility study of modernization. Part of the calculations made in the programming language Basic.

The graphical part is made in the COMPASS environment - 3DV10 and consists of a set of concept - A1, assembly drawings: evaporator shell tube - A1 body - A1, cover the left - A2, the cover right - A2 collector - A2, illustration to the patent - A3. For assembly drawings made specification.

For period of implementation a declarative patent is got on an useful model.

					ЛН31.066614.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№докум.	Пі дпис	Дата		117

Додаток Ж. Зразок календарний план-графік на дипломний проект

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів виконання дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	2	3	4
1	Узгодження теми, вихідних даних, визначення джерел інформації. Обґрунтування актуальності проекту.	16.04.22	
2	Патентне дослідження. Формування змісту модернізації (на основі зміни технологічної схеми, конструкції апарату, його елементів, речовин).	18.04.22	
3	Опис установки. Схема установки. Вибір і опис конструкції теплообмінника. Технічна характеристика установки, апарату. Добір матеріалів.	19.04.22	
4	Параметричний розрахунок: визначення основних розмірів апарату. Розрахунок гідравлічного опору апарату	22.04.22	
5	Розробка складальних креслень апарату і його складальних одиниць. Добір конструктивних параметрів конструктивних елементів апарату	24.04.22	
6	Розрахунки на міцність. Розробка алгоритмів та програм розрахунку.	26.04.22	
7	Уточнення графічної частини проекту та специфікацій	15.05.22	
8	Обґрунтування економічної доцільності модернізації	20.05.22	
9	Розробка вимог до апарату з питань охорони праці	22.05.22	

1	2	3	4
10	Оформлення пояснювальної записки. Перевірка відповідності проекту діючим нормам за змістом і оформленням. Підготовка до захисту. Складення плану викладення доповіді, окремих питань.	30.06.22	
11	Попередній захист проекту	01.06.22	
12	Корегування проекту за результатами попереднього захисту. Отримання рецензії, відзиву. Підготовка до захисту	10.05.22	

Здобувач

_____ Дмитро ЗАЇКА
(підпис)

Керівник дипломного проекту

_____ Андрій СТЕПАНЮК
(підпис)

Додаток 3. Зразок рефератів до дипломного проекту

Реферат

УДК 66.045

Модернізація теплообмінника кожухотрубного для нагрівання етанолу в технологічній схемі отримання етанолу: Дипломний проект освітньо-кваліфікаційного рівня «Бакалавр»/ КПІ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО; Керівник Андрій СТЕПАНЮК. – К., 2019. – 86 с.: іл. Викон. – Віктор КОРЛІНДУХОВ – Бібліогр.: 85 с.

Пояснювальна записка складається із вступу, 8 розділів, висновків, переліку посилань із 10 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 86 с. основного тексту, 18 рисунків, 7 таблиць і 4 додатків.

Метою проекту є проектування і розробка конструкції теплообмінника призначеного для нагрівання етанолу продуктивністю 7 кг/с.

Поставлена задача досягається шляхом аналітичного визначення поверхні теплообміну, виконанням параметричного, гідравлічного розрахунків та розрахунків на міцність основних вузлів та деталей конструкції. Для перевірконого розрахунку фланцевого з'єднання наведені алгоритмічна схема, таблиця ідентифікаторів, та програма, виконана на алгоритмічній мові QBASIC. Виконано аналіз результатів та зроблено висновки. Наведено список використаної літератури.

Розрахунково-пояснювальна записка містить схему і опис технологічної схеми отримання етанолу та опис конструкції кожухотрубного теплообмінника для нагрівання етанолу (далі теплообмінник). Графічна частина проекту включає чотири креслення формату А1, що містять: технологічну схему отримання етанолу, складальне креслення теплообмінника та креслення складальних одиниць та деталей.

ЕТАНОЛ, ТЕПЛООБМІННИК, ПОВЕРХНЯ ТЕПЛООБМІНУ, ОБИЧАЙКА, ЕЛІПТИЧНЕ ДНИЩЕ, ТРУБНА РЕШІТКА.

Реферат

УДК 66.045

Модернизация кожухотрубного теплообменника для охлаждения этанола: Дипломный проект образовательно-квалификационного уровня «Бакалавр»/ КПИ им. ГОРЯ СІКОРСЬКОГО»; Руководитель Андрей СТЕПАНЮК. – К., 2012 – 86 с.: ил. Исполнитель. – Виктор КЛИНДУХОВ. – Библиогр.: 85 с.

Пояснительная записка состоит из введения, 8 разделов, выводов, списка ссылок из 10 наименований. Общий объем работы составляет 86 с. Основного текста, 18 рисунков, 7 таблиц и 4 приложений.

Целью проекта является проектирование и разработка конструкции теплообменника предназначенного для охлаждения этанола производительностью 7 кг/с.

Поставленная цель достигается путем аналитического определения поверхности теплообмена, выполнением гидравлического расчетов, а также проведением расчетов на прочность основных узлов и деталей конструкции. Для проверочного расчета фланцевого соединения приведены алгоритмическая схема, таблица идентификаторов и программа, выполненная на алгоритмическом языке QBASIC. Выполнен анализ результатов и сделаны выводы. Приведен список использованной литературы.

Расчетно-пояснительная записка содержит описание технологической схемы получения этанола и описание конструкции кожухотрубного теплообменника для охлаждения этанола. Графическая часть проекта включает четыре чертежа формата А1, содержаще технологическую схему, сборочный чертеж теплообменника и чертежи сборочных единиц и деталей.

ЭТАНОЛ, ТЕПЛООБМЕННИК, ПОВЕРХНОСТЬ ТЕПЛООБМЕНА, ОБЕЧАЙКА, ЭЛЛИПТИЧЕСКОЕ ДНИЩЕ, ТРУБНАЯ РЕШЕТКА.

The abstract

UDC 66.045

Modernization shell and tube heat exchanger for cooling the ethanol: degree project for educational and qualification "Bachelor" level/ IGOR SIKORSKY KPI; Leader Andpiy STEPANYK – 2012. – 86 p.: silt. The performer. – Vektor KLINDUHOV. – bibliogr.: 85 p.

Explanatory note consists of introduction, 8 chapters, a conclusion, a reference list of 10 items. The total volume of work 86p., 18 figures, 7 tables and 4 appendices.

The project aims to design and development of the design heat exchanger designed to cool the ethanol capacity of 7 kg / s.

The assigned aim is attained by analytical definition of a heat exchange surface, by performance of hydraulic calculations, and also by carrying out of calculations on durability of the reference nodes and details of a design. Algorithmic schemes, table of identifiers and program are resulted for checking calculation of flange connections. The program is executed on algorithmic language QBASIC. The analysis of given is resulted and conclusions are designed. There is list of the bibliography.

Cash-poyasnietlnaya note contains a description of the technological scheme for ethanol and a description of the design tubular heat exchanger for cooling the ethanol. The graphical part of the project includes four drawings A1, containing process flow diagram, assembly drawing of the heat exchanger and drawings of assembly units and parts.

ETHANOL, HEAT EXCHANGER, HEAT-EXCHANGER SURFACE, SIDEWALL, ELLIPTIC BOTTOM, TUBE PLATE.

Додаток К. Приклад оформлення списку праць

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

асистента кафедри машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

ГАТІЛОВА КОСТЯНТИНА ОЛЕКСАНДРОВИЧА

1. Корнієнко Я.М. Температурне поле в дисперсних системах з інтенсивними процесами переносу / Корнієнко Я.М., Магазій П.М., Цюпяшук А.М., Гатілов К.О. // Міжнародний науково-виробничий журнал «Кераміка наука та життя». – 2010р. – №4 (6) 2009р., №1 (7) 2010р., - С. 7-13.
2. Пат. № 47275 Україна МПК (2009) B02C 19/00. Гранулятор / Корнієнко Я.М., Гатілов К.О.; заявник національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». - № u 2009 07683; заявл. 21.07.2009; опубл. 25.01.2010, Бюл. № 2.
3. Корнієнко Я.М. Умови стійкої кінетики процесу одержання багатошарових твердих композитів з заданими властивостями / Корнієнко Я.М., Гатілов К.О., Науменко Д.О. // «Обладнання хімічних виробництв і підприємств будівельних матеріалів»: VI всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів і молодих вчених, (Київ, 31 березня 2010р.) : зб. тез доп. –К.: НТУУ«КПІ», 2010р. - Частина 1. – С. 4 – 5.
4. Заявка 201002742 Україна МПК (2009) F28D 1/06 Випарник / Степанюк Ю.М., Гатілов К.О. - № u 201002742; заявл. 11.03.2010.

Додаток М. Зразок специфікації до складального креслення

Формат	Зона	Поз.	Обозначение	Наименование	Кол.	Приме-чание	Перв. примен.			
							Изм.	Дата		
				<i>Документация</i>						
A0			ЛНЗ1.065121.001СБ	Складальне креслення	1					
				<i>Сборочные единицы</i>						
A4	1		ЛНЗ1.065121.101	Корпус	1					
A4	2		ЛНЗ1.065121.102	Кришка	1					
A4	3		ЛНЗ1.065121.103	Кришка	1					
A4	4		ЛНЗ1.065121.104	Колектор	1					
				<i>Детали</i>						
A4	7		ЛНЗ1.065121.201	Прокладка $\phi 20$	2					
A4	8		ЛНЗ1.065121.202	Прокладка $\phi 100$	5					
A4	9		ЛНЗ1.065121.203	Прокладка $\phi 125$	2					
A4	10		ЛНЗ1.065121.204	Прокладка $\phi 200$	2					
A4	11		ЛНЗ1.065121.205	Прокладка $\phi 600$	2					
				<i>Стандартные изделия</i>						
	14			Заглушка фланцевого Ду 200-16 СТП-51-13-83	2					
ЛНЗ1.065121.001										
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Конденсатор модульної теплонасосної установки			Лист	Лист	Листов
Разрад.		Клиндучов В.К.							1	2
Проб.		Степанюк А.Р.								
Нконтр.		Гатілов К.О.						КП ім. ГОРЯ СІКОРСЬОРСЬКО, ІХФ, МАХНВ		
Утв.								Формат A4		

Копировал

Додаток Н. Зразок оформлення програмного розрахунку

5.4 Розрахунок товщини стінки циліндричної обичайки під дією внутрішнього надлишкового тиску

Метою розрахунку є визначення товщини стінки обичайки, що знаходиться під дією внутрішнього тиску, із урахуванням додатків на корозію і зручності транспортування та монтажу.

Розрахункова схема обичайки наведена на рисунку 5.5.

Вихідні дані для розрахунку:

Тиск в середині апарата P , МПа	1,26;
Розрахунковий тиск P_R , МПа	1,6;
Діаметр апарата D , м	0,6;
Допустиме напруження матеріалу $[\sigma]$, МПа	540;
Довжина труб L , м	2,9;
Матеріал	сталь Х18Н10Т.

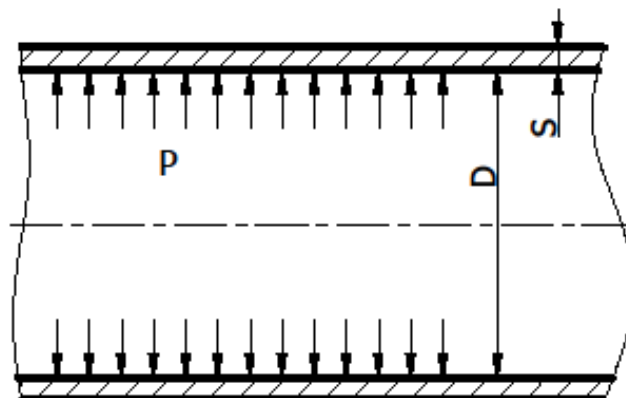


Рисунок 5.5 – Розрахункова схема циліндричної обичайки

Авторами [16] запропонована методика розрахунку товщини стінки обичайки.

Розрахунковий тиск обрано у відповідності до правил безпеки та надійності роботи всієї установки.

					ЛН31.066723.001 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Обчислюється товщина стінки, мм:

$$S_R = \frac{P_R D}{2[\sigma]\varphi - P_R}, \quad (5.14)$$

де $\varphi=0,9$ – коефіцієнт міцності зварного шва.

Товщина обичайки з урахуванням прибавок, мм:

$$S = S_R + C_1 + C_2 + C_3, \quad (5.15)$$

де $C_1=1$ мм – прибавка на компенсацію корозії, мм:

$$C_1 = v\tau, \quad (5.16)$$

де $v = 0,05$ мм/рік – швидкість корозії;

$\tau=20$ років – строк служби.

$C_2=0,12$ мм – прибавка на компенсацію мінусового допуску до товщини листа, залежить від товщини листа;

$C_3=0$ мм – технологічна прибавка, яка визначається заводом і пов'язана зі зміною листа при формуванні деталі.

Приймається товщина стінки S , рекомендована стандартним рядом з метою забезпечення міцності обичайки.

Допустимий внутрішній надлишковий тиск, МПа:

$$[P] = \frac{2[\sigma]\varphi(S - C_1 - C_2 - C_3)}{D + S - C_1 - C_2 - C_3}. \quad (5.17)$$

Перевіряється умова міцності $P_R \leq P$.

Якщо умова не виконується, то необхідно вибрати іншу товщину стінки або вибрати інший матеріал циліндричної обичайки з більшим допустимим напруженням.

Висновки: до методики розрахунку створено програму розрахунку автоматизованого розрахунку товщини стінки циліндричної обичайки під дією зовнішнього надлишкового тиску, складено блок-схему, програму розрахунку на мові програмування Basic, таблицю ідентифікаторів, зазначені результати програмного розрахунку (Додаток Б). Товщина стінки обичайки обирається 4 мм, при якій виконується умова міцності.

									ЛН31.066723.001 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Додаток Б

Програмний розрахунок товщини стінки циліндричної обичайки

На рисунку Б.1 зображено блок-схему до розрахунку.

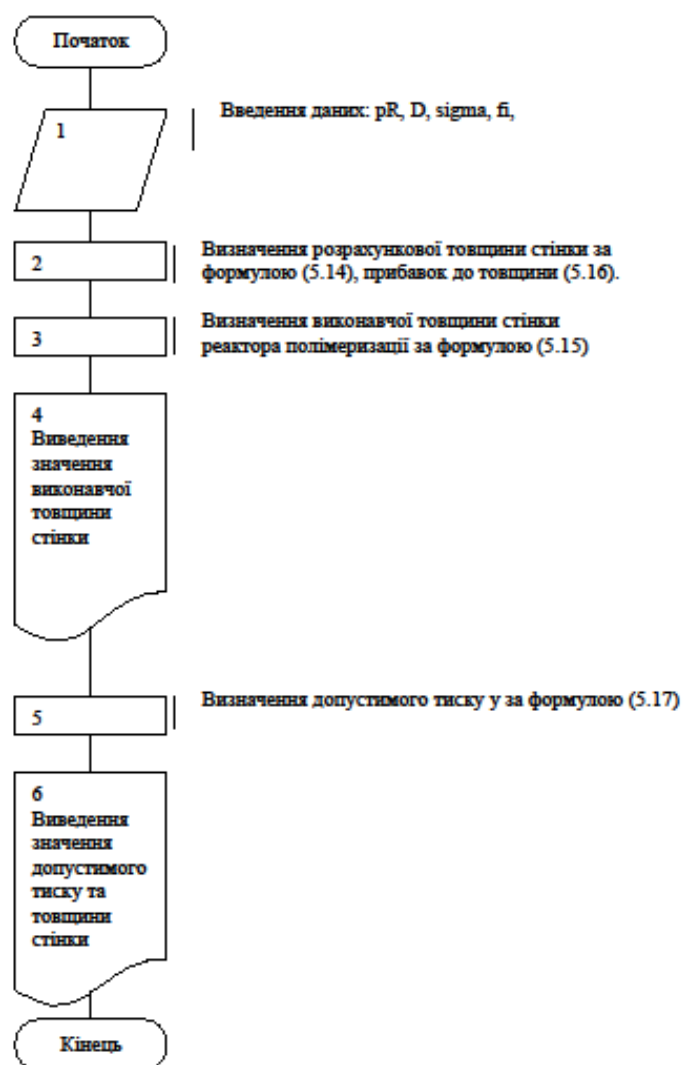


Рисунок Б.1 – Блок-схема розрахунку товщини стінки циліндричної обичайки

						ЛН31.066723.001 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Програма розрахунку товщини стінки циліндричної обичайки:

```
CLS
pR = 1600000
D = 1200
sigma = 540000000
fi = .9
sr = (p * D) / (2 * sigma * fi - p)
PRINT "sr="; sr; "mm"
c1 = 1
c2 = .12
s = sr + c1 + c2
PRINT "s="; s; "mm"
INPUT "Vvudit vukonavchu tovwnu obuchayku", s
pd = (2 * sigma * fi * (s - c1 - c23)) / (D + (s - c1 - c23))
PRINT "pd="; pd; "Pa"
END
```

Ідентифікатори роз'яснені в таблиці Б.1.

Таблиця Б.1– Перелік ідентифікаторів

Найменування величини	Позначення	Ідентифікатор	Розмірність
Допустимий тиск у міжтрубному просторі	P_R	pR	Па
Діаметр	D	D	мм
Допустиме напруження матеріалу стінки	$[\sigma]$	sigma	Па
Коефіцієнт міцності зварного шва	φ	fi	
Розрахункова товщина стінки	S_R	sr	мм
Прибавка на компенсацію корозії	C_1	c1	мм
Прибавка на компенсацію мінусового допуску до товщини листа	C_2	c2	мм
Виконавча товщина стінки	s	s	мм
Допустимий тиск у міжтрубному просторі	$[p]$	pd	Па

						ЛН31.066723.001 ПЗ	Арк.
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Результати розрахунку за програмою товщини стінки циліндричної обичайки приведені в таблиці Б.2.

Таблиця Б.2 – Результати розрахунку

Найменування величини	Позначення	Числове значення	Розмірність
Розрахункова товщина стінки	s_R	1,978566	мм
Виконавча товщина стінки	s	3,098565	мм
Допустимий тиск в апараті	$[p]$	2327214,7	Па

Приймається виконавча товщина стінки $S = 4$ мм.

					ЛН31.066723.001 ПЗ	Арк.
Змін.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Додаток О. Відомість дипломного проекту

№ з/п	Формат	Позначення	Найменування	Кількість листів	Примітка
1	A4		Завдання на дипломний проект	2	
2	A4	ЛМ61.066639.001 ПЗ	Пояснювальна записка	115	
3	A4	ЛМ61.066639.100	Теплообмінник	1	
4	A1	ЛМ61.066639.100 СБ	Теплообмінник	1	
5	A4	ЛМ61.066639.200	Реактор	1	
6	A1	ЛМ61.066639.200 СБ	Реактор	1	
7	A3	ЛМ61.066639.201	Кришка	1	
			ЛМ61.066639.000		
		ПБ	Підп.	Дата	
Розробн.					
Керівн.					
Консульт.					
Н/контр.					
Зав.каф.					
				Лист	Листів
				1	1
			Відомість дипломного проекту	КПІ ім. ІГОРЯ СІКОРСЬОРСЬКО, ІХФ, МАХНВ	

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
“ КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ**

імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО ”

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

на здобуття ступеня бакалавра

Напрямок підготовки: 13 Машинобудування

Спеціальність: 133 - Галузеве машинобудування

Освітньо- професійна програма: Обладнання хімічних, нафтопереробних та целюлозно-паперових виробництв

**на тему: Модернізація кожухотрубного теплообмінника
для охолодження етанолу**

Здобувач

Дмитро ЗАЇКА

Керівник дипломного проекту

Андрій СТЕПАНЮК

Київ – 2022

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ
на здобуття ступеня бакалавра

**на тему: Модернізація кожухотрубного
теплообмінника для охолодження
етанолу**

Здобувач

Дмитро ЗАЇКА

Керівник дипломного проекту

Андрій СТЕПАНЮК

Додаток С. Класифікатор ЄСКД
(редагована версія для використання в навчальному процесі)

КЛАС 06

ОБЛАДНАННЯ ТЕПЛОВИХ ПРОЦЕСІВ

ОБЛАДНАННЯ ГІДРОМЕХАНІЧНИХ, ТЕПЛОВИХ, МАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ
1.79.100

КЛАС 060000	Обладнання гідромеханічних, теплових, масообмінних процесів				
ПІДКЛАС 065000	Обладнання теплових, процесів				
ГРУПА 065100	Апарати та пристрої теплообмінні для нагріву, охолодження, випарювання, конденсації поверхневого типу				
ПІДГРУПА		ВИД			
065110 Теплообмінники та холодильники кожухотрубні	065111	Тепло- обмінники	з нерухомими трубними ґратками		
			2	з температурним компенсатором на кожусі	
			3	з плаваючою головкою	без компенсатора
			4	з компенсатором	
			5	з U-подібними трубами	
		6	Холодильн ики	з нерухомими трубними ґратками	
		7		з температурним компенсатором на кожусі	
		8		з плаваючою головкою	
		9	Інші		
065120 Конденсатори кожухотрубні, кожухозмійовикові	065121	Кожухотрубні	з нерухомими трубними ґратками		
			2	з температурним компенсатором на кожусі	
			3	з плаваючою головкою	
		4	Кожухозмійовикові		
		5			
		6			
		7			
		8			
		9	Інші		
065130 Випаровувачі кожухотрубні, кожухозмійовикові	065131	З гладкими трубами	з нерухомими трубними ґратками		
			2	з температурним компенсатором на кожусі	
			3	з паровим простором	з U-подібними трубами
			4	з плаваючою головкою	
			5	З оребреними	з внутрішніми оребренням
		6	трубами	з зовнішнім оребренням	
		7	Кожухозмійовикові		
		8			
		9	Інші		

065140 Теплообмінники, конденсатори, випаровувачі пластинчасті, панельні	065141	Пластинчас	нерозбірні	блочні	
		2 ті	розбірні	цільнозварні	
		3		на консольні рамі	
		4		на двохопорні рамі	
		5		на трьохпорні раме	
		6		на двохопорні рамі з промешною плитою	
		7	Напівзбіжні		
		8	Панельні		
		9	Інші		
065150 Теплообмінники сотові, "труба в трубі", "посудина в посудині", зміювикові, кожухозміювикові	065151	Сотові			
		2 "Труба в трубі"	Одно поточні		
		3	двох- та більш поточні		
		4 "Посудина в посудині "			
		5 Зміювикові	Погружні		
		6	Зрошувальні		
		7 Кожухозміювикові	з неоребренними поверхнями теплообміну		
		8	з оребренними поверхнями теплообміну		
		9	Інші		
065160 Теплообмінники графітові блочні, спіральні, оребрені, з оболоню на стінці апаратів	065161		з циліндричними блоками		
		2	з прямокутними блоками		
		3	Кожухоблочні		
		4 Спіральные	з глухими кромками каналу		
		5	з тупіковими кромками каналу		
			з наскрізними кромками каналу		
		6	Оребрені		
		7	З оболоню на стінці апаратів		
		8			
9	Інші				
065170 Конденсатори (окрім кожухотрубних та зміювикових), повітряохолоджувачі	065171	Конденсатори	трубчато-ребристи		
		2	гладкотрубчаті		
		3	пластинчасто-ребристі		
		4	Повітряохолоджувачі	трубчато-ребристі	
		5	гладкотрубчаті		
		6	пластинчасто-ребристі, пластинчасті та панельні		
		7			
		8			
		9	Інші		
065180 Повітрянагрівачі з оребренними поверхнями	065181	Пластинчасті	Одноходові		
		2	Багатоходові		
		3	Спірально-наливними	Одноходові	
		4	Багатоходові		
		5	Спірально-накатними	Одноходові	
		6	Багатоходові		
		7			
		8			
		9			
065190	065191	Підігрівачі	прямого підігріву		

Підігрівачі та випаровувачі вогневі з пальниками та їх блоки	2	з проміжним теплоносієм
	3	з жаровими трубами
	4	Випаровувачі
	5	Блоки підігрівачів та випаровувачів
	6	
	7	
	8	
	9	

КЛАС 060000	ОБЛАДНАННЯ гідромеханічних, теплових, масообмінних процесів		
ПІДКЛАС 065000	ОБЛАДНАННЯ теплових процесів		
ГРУПА 065200	Апарати повітряного охолодження		
ПІДГРУПА		ВИД	
065210 Горизонтальні	065211	З роз'ємними камерами	одновентиляторні
	2	секцій	двохвентиляторні
	3		трьохвентиляторні
	4	З нероз'ємними	одновентиляторні
	5	камерами секцій	двохвентиляторні
	6		трьохвентиляторні
	7		
	8		
	9	Інші	
065220 Горизонтальні з рециркуляцією повітря	065221	З роз'ємними камерами	одновентиляторні
	2	секцій	двохвентиляторні
	3		трьохвентиляторні
	4	З нероз'ємними	одновентиляторні
	5	камерами секцій	двохвентиляторні
	6		трьохвентиляторні
	7		
	8		
	9	Інші	
065230 Горизонтальні з внутрешнім змеевиком для вязких та высоковязких продуктов	065231	Одновентиляторні	
	2	Двохвентиляторні	
	3	Трьохвентиляторні	
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9	Інші	
065240 Горизонтальні колекторні	065241	одновентиляторні	
	2	двохвентиляторні	
	3	трьохвентиляторні	
	4	Четырех- та более вентиляторные	
	5		

	6		
	7		
	8		
	9		
065250 Зигзагоподібні	065251	З роз'ємними камерами	одновентиляторні
	2	секцій	двохвентиляторні
	3		трьохвентиляторні
	4	З нероз'ємними камерами	одновентиляторні
	5	секцій	двохвентиляторні
	6		трьохвентиляторні
	7		
	8		
	9	Інші	
065260 Шатрові	065261	З розташуванням	одновентиляторні
	2	секцій по сторонах	двохвентиляторні
	3	шатра	трьохвентиляторні
	4	З зигзагообразным	одновентиляторні
	5	расположением секцій	двохвентиляторні
	6	по сторонам шатра	трьохвентиляторні
	7		
	8		
	9	Інші	
065270 Колонні	065271	одновентиляторні	
	2	двохвентиляторні	
	3	трьох- та більше вентиляторні	
	4		
	5		
	6		
	7		
	8		
	9	Інші	
065280 Вертикальні	065281	З роз'ємними	одновентиляторні
	2	камерами	двохвентиляторні
	3	секцій	трьох- та більше вентиляторні
	4	З нероз'ємними	одновентиляторні
	5	камерами	двохвентиляторні
	6	секцій	трьох- та більше вентиляторні
	7		
	8		
	9	Інші	

КЛАС 060000	ОБЛАДНАННЯ гідромеханічних, теплових, масообмінних процесів		
ПІДКЛАС 066000	ОБЛАДНАННЯ масообмінних та хімічних процесів		
ГРУПА 066200	ОБЛАДНАННЯ ректифікаційне, абсорбційне, екстракційне		
ПІДГРУПА		ВИД	
066210 Колони з тарілками (крім клапанних)	066211	Ковпачковими	
	2	Ситчатими	без відбійних елементів
	3		з відбійними елементами

	4 Решітчатими 5 S -подібними 6 Центробіжними 7 8 9 Інші	
066220 Колони з клапанними тарілками	066221 Перехресноточними 2 Прямоточними 3 Баластними 4 Трапецієвидними 5 Жалюзійними 6 S -подібними 7 Ситчато-клапанними 8 9 Інші	
066230 Колони з нерухомою насадкою	066231 Насипною 2 Сотовою 3 Плоскопаралельною 4 Блочною 5 Хордовою 6 Пакетною 7 8 9 Інші	
066240 Колони з нерухомою насадкою	066241 Що обертаються 2 3 4 Вібруючою 5 6 7 8 9 Інші	дисковою лопатевою комбінованою (секціонованою)
066250 Колони порожнисті	066251 Зі зрошувальними пристроями (струменеві) 2 Полочні 3 Ультразвукові 4 З пристроями для створення киплячого шару 5 6 7 8 9 Інші	

066260 Установки та апарати для перегонки та дистиляції (крім колон, установок та апаратів опріснення)	066261 2 3 4 5 6 7 8 9	Простої перегонки Азеотропної ректифікації Екстрактивної ректифікації Молекулярної дистиляції Інші		
066270 Абсорбери (окрім колон) та їх блоки	066271 2 3 4 5 6 7 8 9	Поверхневі Пластинчасті Трубчасті Насадочні Інші		
066280 Установки екстракційні та екстрактори (окрім колонних)	066281 2 3 4 5 6 7 8 9	Установки екстракційні Екстрактори рідині гравітаційні диференціально-контактні ступінчаті Екстрактори рідині центробіжні диференціально-контактні ступенчаті Екстрактори твердофазні зрошувальні затоплення Інші		