

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

ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО”

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри МАХНВ

_____ Я. М. Корнієнко

(підпис)

“__” _____ 20__ р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

на здобуття ступеня бакалавра

за напрямом підготовки: 13 – Машинобудування

спеціальність: 133 – Галузеве машинобудування

спеціалізація: Інжиніринг, обладнання та технології хімічних та нафтопереробних виробництв

на тему: Модернізація ковпачкової ректифікаційної колони установки виробництва диметилкетону

Виконав студент IV курсу, групи ЛН-61-1

Бобровіцький Денис Дмитрович

Керівник проекту канд. техн. наук, ст. викл. Сачок Р.В.

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

_____ (підпис)

Консультанти:

з охорони праці

канд. техн. наук, доцент І. М. Ковтун

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

_____ (підпис)

з економіки

канд. техн. наук, доцент Степанюк А.Р.

(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 _____ Д. Д. Бобровіцький

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

Інженерно-хімічний факультет

Кафедра машин та апаратів хімічних і нафтопереробних виробництв

Освітній ступінь: бакалавр

Напрямок підготовки: 13 – Машинобудування

Спеціальність: 133 – Галузеве машинобудування

Спеціалізація: Інжиніринг, обладнання та технології хімічних та нафтопереробних виробництв

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Я. М. Корнієнко
“__” _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ

на дипломний проект студенту

Бобровіцькому Денису Дмитровичу

1. Тема проекту: Модернізація ректифікаційної колони виробництва диметилкетону.

Керівник проекту кандидат технічних наук, ст. викл. Сачок Р.В.

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

2. Термін подання студентом проекту: 12 червня 2020р.

3. Вихідні дані до проекту: суміш диметилкетон – вода, концентрація початкової суміші диметилкетону в суміші 35%; продуктивність – 1,8 кг/с; температура суміші на вході в колону – 108°C; для підігрівання суміші використовувати водяну пару, концентрація кінцевої суміші диметилкетону по об’єму 78%.

4. Зміст пояснювальної записки: а) основна частина: розглянути існуючі конструкції ректифікаційних колон, 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 ректифікаційної колони та основних складальних одиниць і деталей; розробити рекомендації щодо монтажу та експлуатації ректифікаційної колони; здійснити оцінку рівня стандартизації та уніфікації розробки;

б) охорона праці: провести аналіз відповідності апарату до вимог охорони праці, викласти основні вимоги безпечної експлуатації апарату;

в) рекомендації щодо монтажу та експлуатації: надати рекомендації щодо монтажу та експлуатації ректифікаційної колони ;

5. Перелік графічного матеріалу (із зазначенням обов'язкових

креслеників, плакатів, презентацій тощо): принципова схема установки – А1, кресленик складальний: ректифікаційної колони – А1, царга –А2 , опора – А3, кришка корпусу – А3, ковпачок - А3 ілюстрація до технічної ідеї патенту – А3.

6. Консультанти розділів проекту:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Ковтун І. М.		
Економіка	Степанюк А.Р.		

6. Дата видачі завдання: 15 квітня 2020.

Керівник

_____ Сачок Р.В.

(підпис)

Студент

_____ Бобровіцький Д. Д.

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи та питань, які мають бути розроблені відповідно до завдання	Терміни виконання	Позначки керівника про виконання завдань
1	2	3	4
1	Узгодження теми, вихідних даних, визначення джерел інформації. Обґрунтування актуальності проекту.	18.09.19	
2	Патентне дослідження. Формування змісту модернізації (на основі зміни технологічної схеми, конструкції апарату, його елементів).	01.11.19	
3	Оформлення та подання заявки на корисну модель	16.11.19	
4	Опис установки. Схема установки. Вибір і опис конструкції ректифікаційної колони. Технічна характеристика установки, апарату. Добір матеріалів.	12.12.19	
5	Параметричний розрахунок: визначення основних розмірів апарату. Розрахунок гідравлічного опору ректифікаційної колони	13.03.20	
6	Розробка складальних креслень апарату і його складальних одиниць. Добір конструктивних параметрів конструктивних елементів апарату	20.03.20	
7	Розрахунки на міцність. Розробка алгоритмів та програм розрахунку.	15.04.20	
8	Уточнення графічної частини проекту та специфікацій	5.04.20	
9	Обґрунтування економічної доцільності модернізації	3.05.20	

1	2	3	4
10	Розробка вимог до апарата з питань охорони праці	19.05.20	
11	Оформлення пояснювальної записки. Перевірка відповідності проекту діючим нормам за змістом і оформленням. Підготовка до захисту. Складення плану викладення доповіді, окремих питань	25.05.20	
12	Попередній захист проекту	01.05.20	
13	Корегування проекту за результатами попереднього захисту. Отримання рецензії, відзиву. Підготовка до захисту	10.06.20	

Студент _____ Д. Д. Бобровіцький

(підпис)

Керівник дипломного проекту _____ Р. В. Сачок

(підпис)

РЕФЕРАТ

УДК 66.045

Дипломний проект освітньо-кваліфікаційного рівня “бакалавр” на тему: «Модернізація ректифікаційної колони установки виробництва диметилкетону».

Пояснювальна записка складається зі вступу, восьми розділів, висновків і списку посилань. Загальний обсяг записки становить 80 сторінок основного тексту, 23 рисунків, 7 таблиць.

Мета проекту - проектування ректифікаційної колони для поділу суміші диметилкетон-вода. Спроектована ректифікаційна колона дозволить виробляти 78% диметилкетону.

Записка містить опис технологічного процесу, вибір типу ректифікаційної колони, і її місце в технологічній схемі, технічну характеристику апарата, порівняння основних показників розробленої конструкції з аналогами, патентне дослідження конструкції, наведено заходи, щодо охорони праці, проведено розрахунки, що підтверджують працездатність і надійність конструкції.

Наведено рекомендації з монтажу та експлуатації. Проведено модернізацію установки та визначено очікувані техніко-економічні показники.

РЕКТИФІКАЦІЙНА КОЛОНА, ДИМЕТИЛКЕТОН, ПРОЦЕС МАСООБМІНУ.

РЕФЕРАТ

УДК 66.045

Дипломный проект образовательно-квалификационного уровня "бакалавр" на тему: «Модернизация ректификационной колонны установки производства Диметилкетон».

Пояснительная записка состоит из введения, восьми глав, заключения и списка ссылок. Общий объем записки составляет 80 страниц основного текста, 23 рисунков, 7 таблиц.

Цель проекта - проектирование ректификационной колонны для разделения смеси диметилкетон-вода. Спроектированная ректификационная колонна позволит производить 78% Диметилкетон.

Записка содержит описание технологического процесса, выбор типа ректификационной колонны, и ее место в технологической схеме, техническую характеристику аппарата, сравнение основных показателей разработанной конструкции с аналогами, патентное исследование конструкции, приведены мероприятия по охране труда, проведены расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции .

Приведены рекомендации по монтажу и эксплуатации. Проведена модернизация установки и определены ожидаемые технико-экономические показатели.

РЕКТИФИКАЦИОННЫЕ КОЛОННЫ, ДИМЕТИЛКЕТОН, ПРОЦЕСС
МАССООБМЕНА

ABSTRACT

UDC 66.045

Diploma project of educational and qualification level "bachelor" on the topic: "Modernization of the distillation column of the dimethyl ketone production plant".

The explanatory note consists of an introduction, eight sections, conclusions and a list of references. The total volume of the note is 80 pages of the main text, 23 figures and 7 tables.

The purpose of the project is to design a distillation column for the separation of the dimethyl ketone-water mixture. The designed distillation column will allow to produce 78% of dimethyl ketone.

The note contains a description of the technological process, the choice of the type of distillation column, and its place in the technological scheme, technical characteristics of the device, comparison of the main indicators of the developed structure with analogues, patent study of the structure, measures on labor protection . Recommendations for installation and operation are given. The installation was modernized and the expected technical and economic indicators were determined.

RECTIFICATION COLUMN, DIMETHYLKETONE, MASS EXCHANGE PROCESS.

ВСТУП.....	14
1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ АПАРАТА	15
1.1 Опис технологічного процесу	15
1.2 Вибір типу ректифікаційної колони та його місце в технологійній схемі	17
2 Технічні характеристики апарата	18
3 Опис та обґрунтування вибраної конструкції апарату	19
3.1 Опис конструкції і принцип дії основних складальних одиниць та деталей апарату	19
3.2 Вибір матеріалів елементів конструкцій апарата	20
3.3 Порівняння основних показників розробленої конструкції апарату з аналогами.....	21
3.4 Патентний огляд конструкції апараті.....	23
4 Охорона праці.....	28
4.1 Електробезпека	28
4.2 Параметри повітря робочої зони	29
4.3 Виробничий шум	30
4.5 Промислове освітлення	31
4.6 Пожежна безпека	32
5 Розрахунки що підтверджують працездатність та надійність конструкції апарата	33
5.1 Параметричний розрахунок ректифікаційної колони	33

					ЛН-61-1.066211.001ПЗ			
	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				
Розробив	Бобровіцький				Модернізація ковпачкової ректифікаційної колони	Літ.	Арку	Аркушів
Перевірів	Степанюк						8	138
Затв.						КПІ імені Ігоря Сікорського ІХФ, МАХНВ		

5.2 Розрахунок штуцерів	44
5.3 Розрахунок фланцевого з'єднання.....	46
5.4 Теплова ізоляція ректифікаційної колони.....	47
5.5 Визначення товщини стінки ректифікаційної колони.....	48
5.6 Розрахунок товщини стінок днища	50
5.7 Розрахунок маси колони	52
5.8 Розрахунок апарату на стійкість	54
5.9 Розрахунок тарілки на міцність	58
5.10 Розрахунок тарілки на прогин	60
5.11 Визначення необхідності укріплення отворів.....	61
5.12 Розрахунок опори	62
6 Рекомендації щодо монтажу та експлуатації апарата	68
7 Рівень стандартизації та уніфікації	75
8 Техніко-економічне обґрунтування модернізації.....	76
8.1 Техніко-економічне обґрунтування доцільності вдосконалення.....	76
8.2 Розрахунки витрат на проведення проектно-конструкторських робіт по вдосконаленню ректифікаційної колони.....	76
Висновки.....	80
Перелік посилань.....	83
Додаток А Документація до патентного дослідження	85
Додаток Б Програмний розрахунок товщини еліптичного днища під дією внутрішнього тиску	93
Додаток В Патенти, які використані в патентному дослідженні.....	97
Додаток Г Публікації автора.....	110

ВСТУП

Безбарвна летка рідина з характерним запахом. Необмежено змішується з водою та полярними органічними розчинниками, також в обмежених пропорціях змішується з неполярними розчинниками. Ацетон є важливим промисловим розчинником і завдяки невеликій токсичності отримав широке застосування у виробництві вибухових речовин, лаків, лікарських засобів. Він є вихідною сировиною в численних хімічних синтезах. В лабораторній практиці його застосовують як полярний апротонний розчинник, для приготування охолоджувальних сумішей разом із сухим льодом і аміаком, ацетон є дуже корисним для миття хімічного посуду. Ацетон є одним з продуктів метаболізму у живих організмах, зокрема, у людини [1].

Метою даної бакалаврської роботи є модернізація ректифікаційної колони установки виробництва диметилкетону. З цією метою виконанні ,нижче представленні, розрахунки ковпачкової ректифікаційної колони для виробництва диметилкетону.

Основним елементом технологічної схеми є ректифікаційна колона, яка була вдосконалена, встановленням решітки під кутом по периметру ковпачка у місці закінчення прорізів ковпачка, що в свою чергу дозволяє підвищити інтенсивність процесу масообміну. Збільшення інтенсивності дає змогу підвищити ККД тарілки без зменшення продуктивності колони.

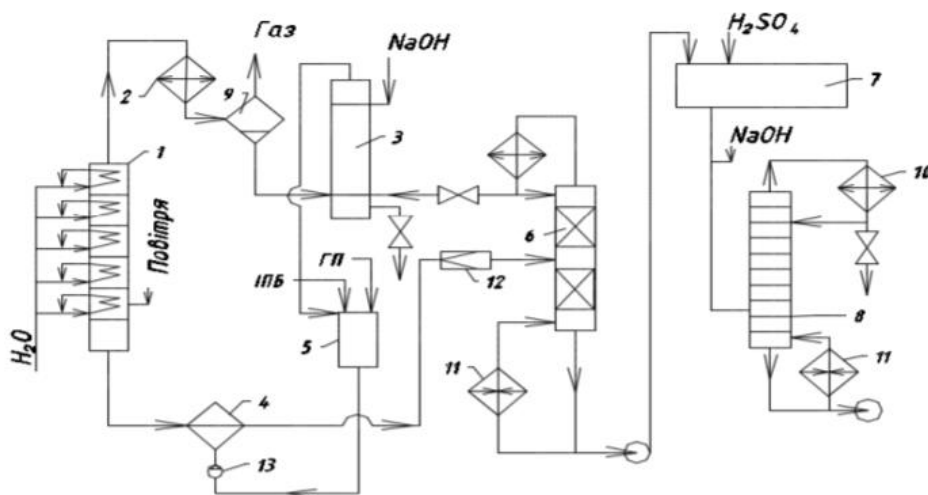
Дипломний проект включає аналіз технологічного процесу з описом та обґрунтуванням конструкції ректифікаційної колони, визначення їх місця в технологічній схемі виробництва, конструкцію і принцип дії апарата. Завдання на дипломний проект отримано під час проходження переддипломної практики 15 квітня 2020 року.

									Арк.
									14
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ЛН-61.066211.001ПЗ				

1 ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ АПАРАТА

1.1 Опис технологічного процесу

Технологічна схема виробництва диметилектенону зображена на рисунку 1.1



1 – ректифікаційна колона; 2 – холодильник; 3 – промивний-сепаратор; 4 – теплообмінник; 5 – збірник; 6,8 – ректифікаційні колони; 7 – вузол повітряного розкладу;; 9 – сепаратор; 10 – дефлегматор; 11- кипятильник; 12-дросельний вентиль; 13-насос.

Рисунок 1.1 – Технологічна схема методу отримання диметилектенону

Для виробництва диметилектенону найчастіше використовують ректифікаційні колони. Процес окиснення здійснюється в тарілчастій ректифікаційній колоні, температура в якій підтримується в районі 105-120 °С, за рахунок роботи холодильників, рисунок 1.1. Підігріте повітря, очищене від забруднених та механічних домішок, доставляється в нижню частину колони 1 під тиском більше 0.4 МПа.

Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

ЛН-61.066211.001ПЗ

Арк.

15

Свіжий та оборотний ізопропілбензол, до якого додано гідропероксид, починає стадію окиснення в збірнику 5 та переходить в теплообмінник 4, звідти на верхню тарілку реактора. Рух повітря направлений проти течії рідини, яка барботує досягнувши тарілки колони, при цьому забирає з собою пари ізопропілбензолу та летючих залишкових продуктів, що в подальшому конденсуються в холодильнику 2. Залишкове повітря відводиться до атмосфери, а отриманий конденсат проходить очищення в промивному сепараторі 3. Шар вуглеводню стікає у збірник 5, водяний шар рециркулюється в промивку, й збігає в каналізацію. Оксид з нижньої частини колони 7 тримає в собі до 30% гідропероксиду. Він передає тепло ізопропілбензолу до теплообміннику 4, внаслідок чого дросілює до залишкового тиску більше 4 кПа та потрапляє на вакуум-ректифікацію для подальшої концентрації гідропероксиду. Відгін ізопропілбензолу вводиться в ректифікаційну колону 6 безперервної дії шляхом постачання компенсатора-дефлектора. Використання вакууму оправдане термічною нестабільністю гідропероксиду.

Частина конденсованого ізопропілбензолу направляється з конденсатора-дефлектора до ректифікаційну колону 6, а залишок виводиться до сепаратора 3, після процесу промивання лугом повторно направляється на окислення. Кубова рідина з колони 6 містить в собі 70-75% гідропероксиду та продукти залишкового окиснення, залишки ізопропілбензолу. Шляхом допоміжної вакуумної ректифікації при залишковім тиску більше 665 Па підвищує концентрацію гідропероксиду до 88-92% .

Даний апарат призначений для розділення суміші диметилкетон-вода, яка подається з кожухотрубного нагрівача.

						ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
							16
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			

1.2 Вибір типу ректифікаційної колони та його місце в технологійній схемі

Розроблюваний апарат призначений для розділення суміші диметилкетон-вода, з подальшим виділенням диметилкетону (ацетону) з суміші.

У промисловості використовують насадкові та тарільчасті колонні апарати.

Основними перевагами насадкової колони є: порівняно проста будова конструкції, невисокий гідравлічний опір шару насадки та достатня ефективність. Недоліками насадкової колони є низька швидкості газового потоку, нерівне зрошення шару насадки та проблема з її забивання при надходженні забруднених газів.

Тарільчасті колони призначена для розділення рідких сумішей, складові яких мають різну температуру кипіння. Основними перевагами тарільчастої колони з ковпачковими тарілками є достатньо високий ККД у широкому діапазоні навантажень щодо газової фази, можливість роботи із забрудненими рідинами. Основними недоліками колон з ковпачковими тарілками є її висока металозатратність у виробництві, великі трудовитрати при обслуговуванні та монтажі, високий гідравлічний опір.

В даній роботі вибраною є тарільчаста ковпачкова ректифікаційна колона, що найкраще підходить для розділення суміші диметилкетону та води.

2 Технічні характеристики апарата

Ковпачкова ректифікаційна колона:

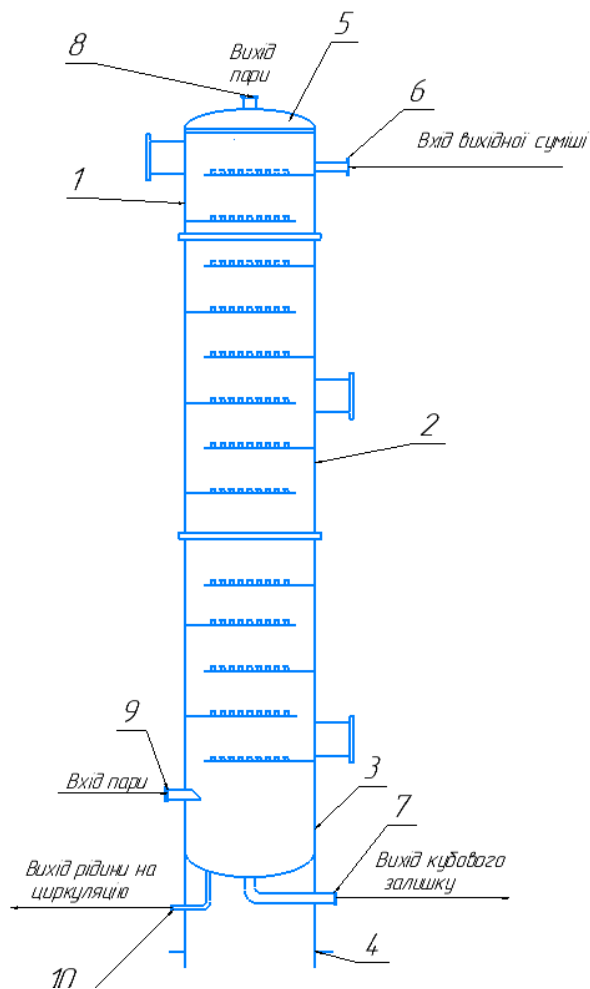
Склад суміші	диметилкетон, вода
Масова продуктивність колони за вихідною сумішшю, кг/с	1,8;
Вміст диметилкетону у суміші, %	35;
Вміст води у суміші, %	65;
Вміст диметилкетону у дистилляті, %	78;
Кубовий залишок, %	1;
Робочий тиск у колоні, МПа	0,1;
Діаметр колони, м	1,6;
Тип ректифікаційної колони	ковпачкова;
Тип масо обмінної тарілки	багатоковпачкова
Загальна кількість тарілок, шт.	30;
Висота колони, м	15,6;
Температура початкової суміші, К	357;
Маса колони, кг	5387,36.

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						18
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

3 Опис та обґрунтування вибраної конструкції апарату

3.1 Опис конструкції і принцип дії основних складальних одиниць та деталей апарату

Ковпачкова ректифікаційна колона, схема якої наведена на рисунку 3.1 призначена для розділення бінарної суміші диметилкетон-вода.



1 – секція верхня; 2 – секція основна; 3 – секція нижня; 4 – секція опорна; 5 – кришка; 6 – штуцер вводу сировини; 7 – штуцер виходу продукту з кубу; 8 – вихід парів; 9 – вхід продукту з кип'ятильника; 10 – вихід продукту у кип'ятильник.

Рисунок 3.1 - Конструктивна схема ректифікаційної колони

						ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
							19
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			

Колона складається з верхньої секції 1, основної секції 2, нижньої секції 3, опорної секції 4, кришки 5, штуцерів для вводу сировини 6 та виходу продукту з кубу 7, виходу парів 8, входу продукту з кип'ятильника 9 та виходу продукту 10.

Суміш диметилкетону та води, подається до тарілки живлення ректифікаційної колони через штуцер для вводу сировини. Суміш стікає по тарілках назустріч якій іде пара згенерована в кип'ятильнику і через штуцер переодить до колони. Під час взаємодії випаровується диметилкетон, що виходять з колони через штуцер виходу пари. Кубовий залишок, що по суті являється 4-ьох відсотковим розчином диметилкетону у воді, виводиться з куба через штуцер, а також подається у кип'ятильник для обігріву колони.

Данна колона несе в собі різного за призначення технологічні штуцера. Для технічного обслуговування апарату персоналом використовують додаткові лази та люки.

3.2 Вибір матеріалів елементів конструкцій апарата

У машинобудуванні марка 12X18H10T ГОСТ 1133-71 є однією з найпоширених. Сталь 12X18H10T ГОСТ 1133-71 високий опір до утворення корозії обумовлений відношенням сталі до аустенітового класу.

Так як початково не визначено подальше використання диметикетону, то для забезпечення можливого використання у медичних та харчових цілях використовуємо сталь 12X18H10T ГОСТ 1133-71.

Всі складальні одиниці та деталі (днище, опора, обичайка корпусу, масообмінні тарілки, переливні пристрої, штуцери.) виготовляються із

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						20
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

сталі марки 12X18H10T ГОСТ 1133-71. Прокладки виготовляються за ГОСТ 15180-86. Болти і гайки 12X18H10T ГОСТ 5632-72

3.3 Порівняння основних показників розробленої конструкції апарату з аналогами

Мета: порівняти обрану конструкції апарату з існуючими установками-аналогами, а також обґрунтувати чи доцільно використання обраної тарілчастої ректифікаційної колони.

За конструкцією запропонована в даному проекті ректифікаційна колона суттєво не відрізняється від насадкової та сітчастої ректифікаційної колони.

Основними перевагами насадкової ректифікаційної колони є: простота в конструкції, що дає змогу облегшити виготовлення даного апарату, низький гідравлічний опір апарату зарахунок якого втрати напору є незначними.

Натомість недоліками апарату є його нерівномірність зрошення, можливість забивання, що в свою чергу підвищує складність його експлуатації.

Так як сітчаста колона максимально близька до будови та принципу роботи проектованої їх переваги та недоліки схожі.

Перевагами сітчастої ректифікаційної колони є: порівняно високий ККД у широкому діапазоні навантажень щодо газової фази, можливість роботи із забрудненими рідинами

Недоліками даної колони є : висока металоємність, що є більш трюовитратним при виробництві монтажу та ремонту тарілок, та відносно високий гідравлічний опір завдяки якому контролювати та стабілізувати процес дуже важко .

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						21
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Основні показники з аналогами описані в таблицях 3.1.

Таблицях 3.1- Порівняльна характеристика тарілок

Основні технологічні показники	Насадкова ректифікаційна колона	Сітчаста ректифікаційна колона	Колона що проектується
Продуктивність кг/с., бали (1 – 4)	1,8 (3)	1,8 (3)	1,8 (3)
Гідравлічний опір, бали (1 – 4)	2 138 (4)	4 257 (3)	13746 (2)
Складність виготовлення, бали (1 – 4)	4	3	3
Складність експлуатації, бали (4 – 1)	2	3	4
Діапазон сталості роботи, Бали(1 – 4)	1	4	3
Коефіцієнт корисної дії, Бали(1 – 4)	0,1-0,3 (2)	0,3-0,4 (3)	0,5-0,6 (5)
Сума балів	12	19	20

Висновок: Порівняння вибраної ректифікаційної колони, з аналогами показало, що вибрана конструкція колони, в повній мірі відповідає заданим умовам та має вищу характеристичну оцінку .

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						22
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

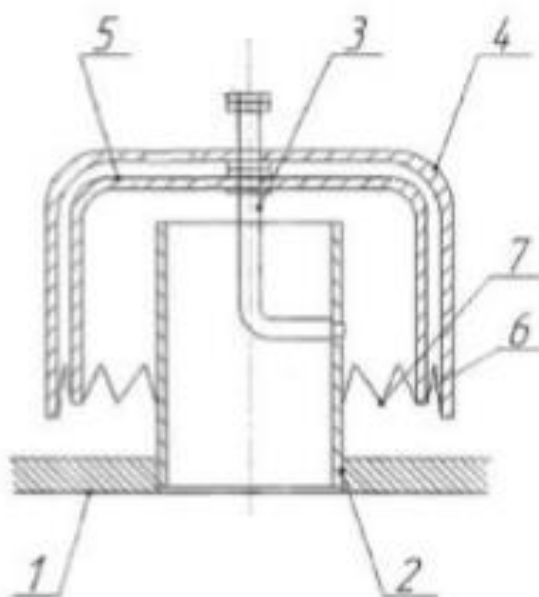
3.4 Патентний огляд конструкції апараті

Мета: виконати патентний пошук апаратів, що схожі за принципом роботи з розроблюваним апаратом.

Для знаходження об'єктів порівняння та перевірки чистоти патентної конструкції було проведено патентний пошук. Результати якого дали можливість підібрати для більш детальнішого розгляду деякі конструкції, описи яких наведено нижче. Результати виконаного пошуку наведені у додатку В.

У проєктованому апараті не використовуються конструктивні рішення, захищені діючими патентами, апарат є патентно чистим.

В патенті [2] представлена ректифікаційна колона, яка несе в собі модернізацію у вигляді подвійного ковпачка, встановленого таким чином, що внутрішній ковпачок закріплений нерухомо, а зовнішній може вільно переміщуватись вздовж лінії осі. Така конструкція дає можливість забезпечити рівномірність розподілу рідини по об'єму масо обмінної тарілки та зменшити гідравлічний опір колони (рисунок 3.2).



Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

ЛН-61.066211.001ПЗ

Арк.

23

1 – поперечний переріз, 2 – патрубки, 3 – вісь кріплення, 4 – зовнішній ковпачок, 5 – внутрішній ковпачок, 6,7 – прорізи.

Рисунок 3.2 – ковпачок ректифікаційної колони

Переваги:

- рівномірність розподілу рідини по об'єму масо обмінної тарілки;
- зменшений гідравлічний опір

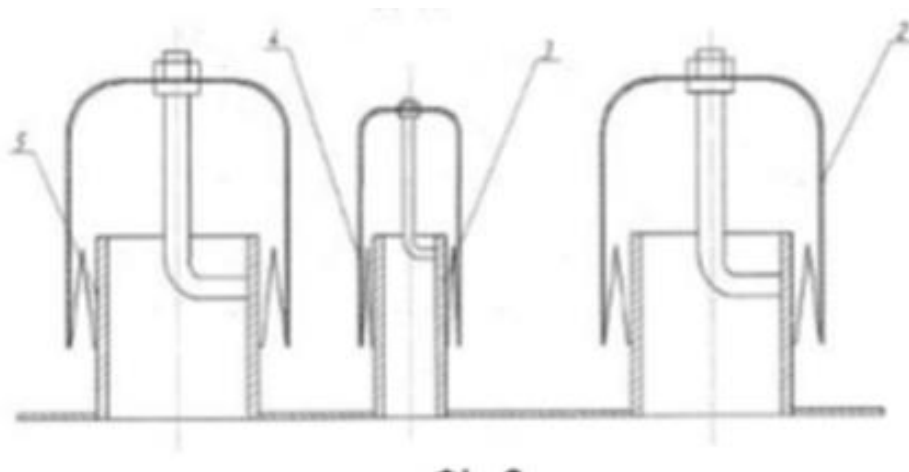
Недоліки:

- Складність конструкції та в обслуговуванні.

У патенті [3] представлена ректифікаційна колона що несе в собі модернізацію у вигляді встановлення на масообмінній тарілці між ковпачками більшого розміру ковпачків меншого розміру.

Вдосконалення працює таким чином: під час подачі парового живлення колони пара проходить через патрубки 3 та 5 і далі потрапляє під ковпачки більшого 2 та меншого 4 розмірів (рисунок 3.3).

Така конструкція пристроїв масообмінних тарілок забезпечить івномірність розподілу рідини по об'єму масо обмінної тарілки та збільшить ККД тарілки.



1 - Масообмінна тарілка, 2 – ковпачки більшого розміру, 3,5 –

						ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк. 24
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			

патрубки, 4 – ковпачки меншого розміру.

Рисунок 3.3 – ковпачки ректифікаційної колони

Переваги:

- рівномірність розподілу рідини по об'єму масо обмінної тарілки;
- збільшення ККД тарілки без зменшення продуктивності

Недоліки:

- Висока затратність на виробництво;
- Складність конструкції.

У патенті [4] представлена ректифікаційна колона модернізація якої полягає в збільшенні ефективності роботи ректифікаційної колони.

Це досягається за рахунок установки регулятора потоку парової фази у вигляді заслонки закріпленої з можливістю горизонтального переміщення (рисунок 3.4).

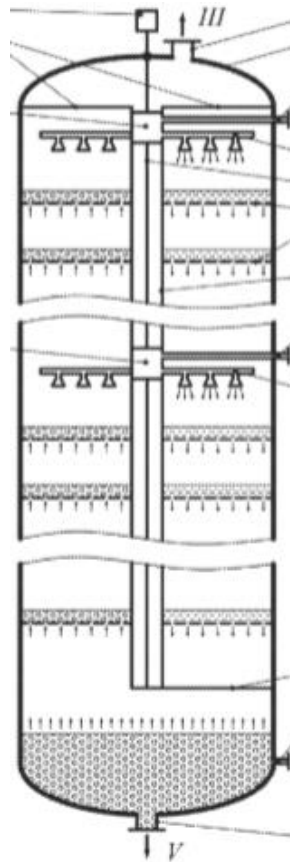


Рисунок 3.4 – ректифікаційна колона

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						25
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Переваги:

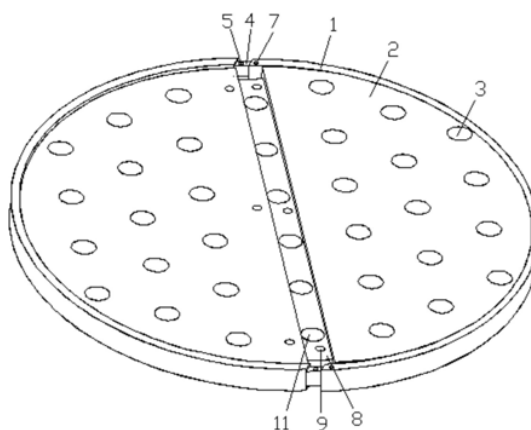
– Більша ефективність ректифікаційної колони

Недоліки:

– Необхідність вручну переміщати горизонтальну заслонку

– Вузька область використання ректифікаційної колони

У патенті [5] представлена тарілка ректифікаційної колони (Рисунок 3.5).



1- ободок, 2- корпус пластини, 3- перший наскрізний отвір, 4- перший виступ, 5 - другий наскрізний отвір, 6 - перший паз, 7 - позиціонування отвір, 8 - другий виступ, 9- отвір гвинта, 10- позиціонування отвору гвинта, 11 – третій наскрізний отвір.

Рисунок 3.5 – Ректифікаційна колона

Переваги:

– збільшення уніфікації виробництва .

Недоліки:

– складність у виробництві.

Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

ЛН-61.066211.001ПЗ

Арк.

26

Запропонована конфігурація для масообмінної колони [6], що зображений на рисунках 3.6, 3 забезпечить велику питому поверхню, високі технікоекономічні показники технології виготовлення та високий коефіцієнт масопередачі.

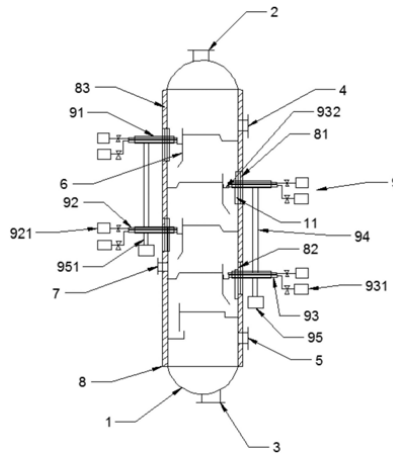


Рисунок 3.6 – креслення колони

Переваги апарата:

- велика питома поверхня;
- інтенсивний процес масопередачі;
- стійке протікання процесу

Недоліки апарата:

- складність виготовлення;
- високий гідравлічний опір

Висновок: Після виконання пошуку аналогічних патентів було виявлено що, серед розглянутих конструкцій аналогічних немає, а також доведено патентну чистоту розроблюваного апарата. Регламент патентного пошуку представлено у Додатку В.

4 Охорона праці

Охорона праці розглядає питання безпеки праці, запобігання професійних захворювань, усунення травматизму на виробництві, правові питання та аварійні ситуації

Тема проекту: Модернізація ковпачкової ректифікаційної колони установки виробництва диметилкетону.

Даний вид обладнання обслуговується оператором. Для виконання робочих обов'язків робітнику виділяють окреме приміщення, площею $S = 30 \text{ м}^2$ та об'ємом $V = 90 \text{ м}^3$.

Диметилкетон - це вибухо- та вожежонебезпечна речовина. При роботі з диметилкетонем важливим є стежити за вмістом його в повітрі та у разі потреби використовувати витяжку, бо повітряні суміші диметилкетону є вибухонебезпечними.

При роботі установки виникатимуть наступні шкідливі і небезпечні виробничі фактори:

- електронебезпека;
- параметри повітря;
- виробничий шум;
- вплив деталей, що рухаються та обертаються;
- промислове освітлення;
- пожежна безпека.

Заходи щодо усунення шкідливих та небезпечних виробничих факторів наведено далі.

4.1 Електронебезпека

Устаткування лінії виробництва диметилкетону, що розробляється у проекті знаходиться в сухому приміщенні з

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						28
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

нормальним значенням температури та вологості повітря. Підлога приміщення виконана з залізобетонну. Згідно ПУЕ-2017 воно відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою. На пульті управління машиніста напруга $U = 220\text{В}$, частота $f = 50$ Гц. Тип електромережі змінний із глухо заземленою нейтраллю.

Основними причинами виникнення ситуацій ураження персоналу струмом можуть бути:

- Короткі замикання
- Випадкове включення установки
- Втрата ізоляційних властивостей через старіння
- Дотики до установки частина якої може бути під напругою

За для запобігання виробничої травми рекомендовані наступні міри безпеки:

- недоступність струмовідних частин
- застосування малих напруг
- компенсація ємнісних струмів замикання на землю
- ізоляція струмовідних частин

Заземлення установки виконано згідно з ДСТУ Б В.2.5-82:2016.

Основним є нанесення незмивного червоного знака «земля» біля затискачів заземлення за ДСТУ Б В.2.5-82:2016.

Устаткування, що несе в собі небезпеку ураження струмом та високими температурами було покрито шаром ізоляції з мінеральної вати ДСТУ Б В.2.7-318:2016.

4.2 Параметри повітря робочої зони

Основною проблемою є викид парів диметилкетону в приміщення під час виробництва. За ГДК шкідливих речовин у повітрі вміст ацетону не повинен перевищувати 200 мг/м., тому за для

									Арк.
									29
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ЛН-61.066211.001ПЗ				

видалення токсичних парів встановлено систему вентиляції яка базується на встановленні декількох витяжок що дадуть змогу у разі перевищення норми шкідливих речовин урегулювати їх кількість в повітрі.

Робота операторів даного виробництва відноситься до легкої фізичної роботи категорії І б. Енерговитрати за таких робіт відповідно складають 138...174 Дж/с

В залежності від пори року та категорії робіт показники мікроклімату коливаються в таких межах:

- Температура повітря – в холодну пору року – 16 – 24 °С; в теплу пору року – 18 – 25 °С;
- Відносна вологість – 40-60% незалежно від пори року та категорії робіт.

Для забезпечення комфортних умов роботи повинні забезпечуватись такі значення параметрів повітря робочої зони:

- в холодну пору року підігрів приміщення обігрівачами , що підтримує постійну температуру в приміщенні не нижче 15°С;
- в теплу пору року – вентиляцією.

Забезпечення параметрів здійснюється в зимовий час за допомогою водяного опалення з температурою теплоносія 70-90 0 С, а в теплий час року вентиляцією.

4.3 Виробничий шум

Приміщення, в якому розміщена лінія - закритого типу. Основним джерелом шуму при роботі є ректифікаційна колона, насос та холодильник в яких шум досягає 90 дБА.

За для зменшення виробничого шуму передбачено наступні заходи:

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						30
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

- застосуванням огорожень для звукоізоляції устаткування;
- здійснення ізоляції установки від фундаменту;
- застосування негучних матеріалів;
- своєчасне технічне обслуговування обладнання;
- Застосування покриття поверхні, яка випромінює звук, матеріалами з великим внутрішнім тертям;
- створення “антизвуку” – рівного за величиною і протилежного за фазою звуку;
- застосування глушників шуму для захисту від аеродинамічного шуму.

Якщо методами колективного захисту неможливо зменшити рівень шуму до допустимого значення вдаються до застосування засобів індивідуального захисту

- протишумові навушники;
- протишумові вставки;
- шоломи і каски, які закривають всю голову;
- протишумові костюми.

При виконанні даних заходів можливе зменшення виробничого шуму до 70дБА згідно ДСН 3.37.037–99.

4.5 Промислове освітлення

В операторській передбачається освітлення штучними засобами, використовуємо люмінесцентні лампи ЛБ-80 в кількості трьох штук, що забезпечить освітленням в $E_f = 260$ лк.

Дане освітлення задовольняє норми ДБН В.2.5-28:2018.

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						31
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

4.6 Пожежна безпека

За ДБН В.1.1-7:2016 стійкість будинку відповідає II ступені вогнестійкості.

У виробничому цеху, де працює лінія може горіти: електропроводка, електрообладнання та продукт лінії виробництва. На основі цього приміщення відноситься до категорії Б і класу зони П-Іа.

Причинами пожежі можуть бути:

- порушення технологічного режиму;
- куріння в невстановлених місцях;
- загоряння ізоляції електропроводки;
- несправність електрообладнання і електропроводки;
- короткі замикання.

В цілях протипожежної безпеки в цеху систематично видаляється пил, матеріали для змащування зберігаються в спеціальних металевих ящиках у відведених місцях. Основними першочерговими засобами пожежогасіння є: вогнегасники, ємності з водою, пожежні ємності, ящики з піском, протипожежні ковдри. Вогнегасники та інші допоміжні засоби пофарбовані в червоний колір, а ємності із водою та ємності із піском мають позначення білим кольором. Пожежні інструменти фарбуються чорним кольором.

Для своєчасного виявлення та гасіння пожеж використовують такі засоби: пожежна сигналізація, укомплектована термооповіщувачами ПК4Г, та автоматичними вогнегасниками порошкового типу «Сам 9»(2 шт.) ; вогнегасники ОУ-8, щити і ящики з піском.

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						32
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

5 Розрахунки що підтверджують працездатність та надійність конструкції апарата

5.1 Параметричний розрахунок ректифікаційної колони

Метою розрахунку є визначення кількості тарілок та основних геометричних розмірів ректифікаційної колони.

Фізичні дані і алгоритм розрахунку беремо з [7].

Розрахункова схема зображена на рисунку рисунок 5.1

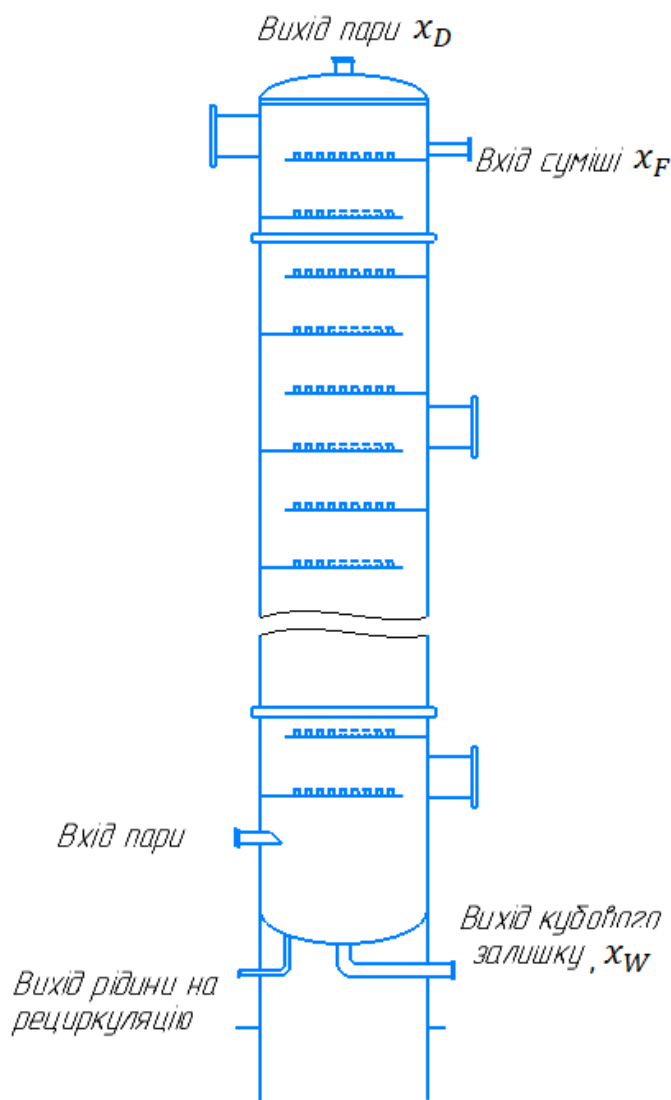


Рисунок 5.1 Розрахункова схема ректифікаційної схеми

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк. 33
Змін.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Вихідні дані:

Продуктивність по вихідній суміші, кг/с, G	1,8;
Вміст диметилкетону в суміші, x_F %	35;
Вміст води в суміші, %	65;
Вміст диметилкетону в дистилляті, x_D %	78;
Кубовий залишок, x_W %	1.

Розглянемо рівняння матеріального балансу:

$$\begin{aligned}G_D \cdot 0,78 + G_W \cdot 0,01 &= 1,8 \cdot 0,35; \\(1,8 - G_W) \cdot 0,78 + G_W \cdot 0,01 &= 1,8 \cdot 0,35; \\1,8 \cdot 0,78 - 0,78 \cdot G_W + G_W \cdot 0,01 &= 1,8 \cdot 0,35;\end{aligned}$$

Отримаємо витрати кубового залишку:

$$G_W = \frac{1,8 \cdot 0,78 - 0,35 \cdot 1,8}{0,77} = 1 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Витрати дистилляту:

$$G_D = 1,8 - 1 = 0,8 \frac{\text{кг}}{\text{с}}$$

Молярні маси компонентів суміші:

$$M_{(\text{H}_2\text{O})} = 18 \text{ г/моль}$$

$$M_{(\text{CH}_3\text{-C(O)-CH}_3)} = 58 \text{ г/моль}$$

Виразимо склад живлення, дистилляту й кубового залишку в молярних частках:

Живлення:

$$x_F = \frac{\frac{\bar{x}}{M_B}}{\frac{\bar{x}}{M_B} + \frac{100 - \bar{x}}{M_{\text{ДК}}}} = \frac{\frac{78}{18}}{\frac{78}{18} + \frac{100 - 78}{58}} = 0,92 \frac{\text{кмоль}}{\text{кмоль}}$$

Дистиллята:

$$x_D = \frac{\frac{\bar{x}}{M_B}}{\frac{\bar{x}}{M_B} + \frac{100 - \bar{x}}{M_{\text{ДК}}}} = \frac{\frac{35}{18}}{\frac{35}{18} + \frac{100 - 35}{58}} = 0,64 \frac{\text{кмоль}}{\text{кмоль}}$$

									ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
										34
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

Кубового залишку

$$x_W = \frac{\frac{\bar{x}}{M_B}}{\frac{\bar{x}_W}{M_B} + \frac{100 - \bar{x}_W}{M_{\text{ДК}}}} = \frac{1/18}{\frac{1}{18} + \frac{100 - 1}{58}} = 0.032 \frac{\text{кмоль}}{\text{кмоль}}$$

Відносні молярні витрати живлення:

$$F = \frac{x_D - x_W}{x_F - x_W} = \frac{0,64 - 0,032}{0,92 - 0,032} = 0.69.$$

Визначаємо рівноважні концентрації, знаходимо мінімальне число флегми:

$$R_{\text{мін}} = \frac{x_D - y_F^*}{y_F^* - x_F} = \frac{0,64 - 0,845}{0,785 - 0,92} = 1,507.$$

Робоче:

$$R = 1,3 \cdot R_{\text{мін}} + 0,3 = 2,25.$$

Запишемо рівняння робочих ліній;

а) верхньої (укріплюючої) частини колони

$$y = \frac{R}{R+1} \cdot x + \frac{x_D}{R+1} = \frac{2,25}{2,25+1} \cdot x + \frac{0,64}{2,25+1} = 0,69 \cdot x + 0,196.$$
$$y = 0,69 \cdot x + 0,196$$

б) нижньої (вичерпної) частини колони

$$y = \frac{R+F}{R+1} \cdot x + \frac{F-1}{R+1} \cdot x_W = \frac{2,25+0,69}{2,25+1} \cdot x + \frac{0,69-1}{2,25+1} \cdot 0,032$$
$$y = 0,9x - 0,003.$$

Середній склад рідини:

а) в верхній частині колони

$$x'_{\text{ср}} = \frac{x_F + x_D}{2} = \frac{0,92 + 0,64}{2} = 0,78;$$

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						35
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

б) в нижній частині колони

$$x''_{\text{cp}} = \frac{x_F + x_W}{2} = \frac{0,92 + 0,032}{2} = 0,476;$$

Середній склад пари знаходиться за рівняннями робочих ліній:

а) в верхній частині колони

$$y'_{\text{cp}} = 0,69 \cdot x'_{\text{cp}} + 0,196 = 0,69 \cdot 0,78 + 0,196 = 0,734.$$

б) в нижній частині колони

$$y''_{\text{cp}} = 0,9 \cdot x''_{\text{cp}} - 0,003 = 0,9 \cdot 0,476 - 0,003 = 0,42.$$

За діаграмою $t - x$, у визначаємо середні температури пари :

а) при $y'_{\text{cp}} = 0,734$ $t'_{\text{cp}} = 88^\circ\text{C};$

б) при $y''_{\text{cp}} = 0,42$ $t''_{\text{cp}} = 101^\circ\text{C};$

Середні молярні маси і густини пари:

а) $M'_{\text{cp}} = y'_{\text{cp}} \cdot M_{\text{в}} + (1 - y'_{\text{cp}}) \cdot M_{\text{дк}} = 0,734 \cdot 18 + (1 - 0,734) \cdot 58 =$

$$= 28,63 \frac{\text{кг}}{\text{кмоль}};$$

$$\rho'_{\text{cp}} = \frac{M'_{\text{cp}} \cdot T_0}{22,4 \cdot T'_0} = \frac{28,63 \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + 91)} = 0,95 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3};$$

б) $M''_{\text{cp}} = y''_{\text{cp}} \cdot M_{\text{в}} + (1 - y''_{\text{cp}}) \cdot M_{\text{дк}} = 0,42 \cdot 18 + (1 - 0,3) \cdot 58 =$

$$= 48,16 \frac{\text{кг}}{\text{кмоль}};$$

$$\rho''_{\text{cp}} = \frac{M''_{\text{cp}} \cdot T_0}{22,4 \cdot T''_0} = \frac{48,16 \cdot 273}{22,4 \cdot (273 + 105)} = 1,55 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Середню густину пари в колоні:

$$\rho_{\text{п}} = \frac{(\rho'_{\text{cp}} + \rho''_{\text{cp}})}{2} = \frac{(0,95 + 1,55)}{2} = 1,25 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}.$$

Температура вгорі колони при $x_D = 0,64$ дорівнює 86°C , а в кубі-випарнику при $x_W = 0,032$ становить 109°C .

						ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
							36
Змі.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			

Густина води при 86°C , $\rho_{\text{в}} = 997 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$, а густина диметилкетону при 109°C $\rho_{\text{дк}} = 689 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$.

Визначаємо середню густину рідини:

$$\rho_{\text{р}} = \frac{(\rho_{\text{в}} + \rho_{\text{дк}})}{2} = \frac{(997 + 689)}{2} \approx 840 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

За даними каталога-довідника приймаємо відстань між тарілками.

$$h = 300 \text{ мм.}$$

Для сітчастих тарілок за графіком знаходимо $C = 0,032$.

Кількість пари, яка підіймається вгору колони за 1 секунду:

$$G_{\text{у}} = G_{\text{D}} \cdot (R + 1) = 0,8 \cdot (2,25 + 1) = 2,6 \text{ кг}$$

Розраховуємо швидкість пари в колоні:

$$\omega = C \sqrt{\rho_{\text{р}} - \rho_{\text{п}}} = 0,032 \sqrt{840 - 1,25} = 1,03 \frac{\text{м}}{\text{с}}$$

Знаходимо об'ємні витрати газу, що проходить через колону при середній температурі в колоні:

$$t_{\text{ср}} = \frac{(t'_{\text{ср}} + t''_{\text{ср}})}{2} = \frac{(86 + 109)}{2} = 97,5^{\circ}\text{C}$$

$$V = \frac{G_{\text{D}} \cdot (R + 1) \cdot 22,4 \cdot T_{\text{ср}} p_0}{M_{\text{D}} T_0 \cdot 3600 p} =$$

$$= \frac{0,8 \cdot (1,8 + 1) \cdot 22,4 \cdot (273 + 98) \cdot 1,033}{32,4 \cdot 273 \cdot 3600 \cdot 1} = 1,84 \frac{\text{м}^3}{\text{с}}$$

де M_{D} - молярна маса дистиллята, яка рівна:

$$M_{\text{D}} = x_{\text{D}} \cdot M_{\text{в}} + (1 - x_{\text{D}}) \cdot M_{\text{дк}} = 0,64 \cdot 18 + (1 - 0,64) \cdot 58$$

$$= 32,4 \frac{\text{кг}}{\text{кмоль}}$$

Визначаємо діаметр колони:

$$D = \sqrt{\frac{V}{(0,785 \cdot \omega)}} = \sqrt{\frac{1,84}{(0,785 \cdot 1,03)}} = 1,5 \text{ м.}$$

Обираємо стандартний діаметр колони $D = 1600 \text{ мм} = 1,6 \text{ м}$.

									ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
										37
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

Уточнюємо швидкість пари в колоні обраного діаметра.

$$\omega = \frac{V}{(0,785 \cdot D^2)} = \frac{1,84}{(0,785 \cdot 1,6^2)} = 0,91 \text{ м/с}$$

Приймаємо наступні розміри тарілки:

Діаметр отворів $d_0=4\text{мм}$

Висота зливної перегородки $h_{\text{п}}=40\text{мм}$

Розраховуємо гідравлічний опір тарілки в верхній та нижній частині колони:

$$\Delta p = \Delta p_{\text{сух}} + \Delta p_{\sigma} + \Delta p_{\text{пр}}$$

а) Верхня частина колони

Гідравлічний опір сухої тарілки :

$$\Delta p_{\text{сух}} = \xi \cdot \omega_0^2 \cdot \rho_{\text{п}} / 2 = 1,82 \cdot 6,5^2 \cdot \frac{2,71}{2} = 104 \text{ Па}$$

де $\xi=1,82$ -коефіцієнт опору тарілок $\omega=6,5\text{м/с}$ - швидкість пари в отворах тарілки.

Опір зумовлений силами поверхневого натягу:

$$\Delta p_{\sigma} = \frac{4\sigma}{d_0} = 4 \cdot 20,5 \cdot 10^{-3} / 0,004 = 20,5 \text{ Па}$$

Де $\sigma = 20,5 \cdot 10^{-3}\text{Н/м}$ – поверхневий натяг.

Опір паро-рідинного шару в тарілці:

$$\Delta p_{\text{пр}} = 1,3 \cdot h_{\text{пр}} \cdot \rho_{\text{пр}} \cdot g \cdot k$$

Висота паро-рідинного шару:

$$h_{\text{пр}} = h_{\text{п}} + \Delta h$$

Висота шару над зливною перегородкою:

$$\Delta h = \left(\frac{V_{\text{р}}}{1,85 \Pi k} \right)^{2/3}$$

Об'ємні витрати рідини:

$$V_{\text{р}} = \frac{G_{\text{D}} R M_{\text{ср}}}{M_{\text{D}} \rho_{\text{р}}} = \frac{0,8 \cdot 1,5 \cdot 81,4}{32,4 \cdot 840} = 0,00636 \text{ м}^3/\text{с}$$

									ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк. 38
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

Параметр зливної перегородки П:

$$\left(\frac{\Pi}{2}\right)^2 + (R - b)^2 = R^2$$

$$0.1\pi R^2 = 2/3\Pi b$$

Де $R = 0.9\text{м}$ – радіус тарілки ; $2/3\Pi b$ – наближене значення площі сегменту.

Рішення дає: $\Pi = 1,32\text{ м}$; $b = 0.289\text{м}$.

Знаходимо Δh :

$$\Delta h = \left(\frac{0,00636}{1.85 \cdot 1,32 \cdot 0,5}\right)^{2/3} = 0,03\text{м}$$

$$h_{\text{пр}} = 0,04 + 0,03 = 0,07\text{м}$$

$$\Delta p_{\text{пр}} = 1,3 \cdot 0,07 \cdot 840 \cdot 9,81 \cdot 0,5 = 375\text{Па}$$

Загальний гідравлічний опір тарілки в верхній частині колони:

$$\Delta p' = \Delta p_{\text{сух}} + \Delta p_{\sigma} + \Delta p_{\text{пр}} = 104 + 20,5 + 375 = 500\text{ Па}$$

в нижній частині колони:

$$\Delta p_{\text{сух}} = \frac{1,82 \cdot 6,5^2 \cdot 2,82}{2} = 108\text{ Па}; \Delta p_{\sigma} = \frac{4 \cdot 18,8 \cdot 10^{-3}}{2} = 18,8\text{ Па};$$

($18,8 \cdot 10^{-3}\text{ Н/м}$ – поверхневий натяг рідини при $t_{\text{ср}} = 94^{\circ}\text{C}$)

$$V_p = \left(\frac{G_D \cdot R}{M_D} + \frac{G_F}{M_F}\right) \cdot \frac{M_{\text{ср}}}{p_p} = \left(\frac{0,8 \cdot 2,25}{32,4} + \frac{1,8}{84,4}\right) \cdot \frac{88}{840} = 0,00344\text{ кг/моль}$$

$$\Delta h = \left(\frac{0,00334}{1.85 \cdot 1,32 \cdot 0,5}\right)^{2/3} = 0,019\text{м}$$

$$h_{\text{пр}} = 0,04 + 0,019 = 0,059\text{м}$$

$$\Delta p_{\text{пр}} = 1,3 \cdot 0,059 \cdot 840 \cdot 9,81 \cdot 0,5 = 316\text{Па}$$

Загальний гідравлічний опір тарілки в нижній частині колони:

$$\Delta p'' = 108 + 18,8 + 316 = 443\text{ Па}$$

									ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
										39
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

Перевіряємо дотримання відстані між тарілками

$$h > 1.8 \frac{\Delta p}{\rho_p \cdot g}$$

$$1.8 \frac{\Delta p''}{\rho_p \cdot g} = 1.8 \frac{443}{840 \cdot 9.81} = 0.1 \text{ м}$$

Отже умова виконана

Перевіряємо рівномірність роботи тарілки- розраховуємо мінімальну швидкість пара в отворі ω_0 :

$$\omega_0 = 0,67 \sqrt{\frac{g \cdot \rho_p \cdot h_{\text{пр}}}{\xi \cdot \rho_{\text{п}}}} = 0,67 \sqrt{\frac{9,81 \cdot 840 \cdot 0,059}{1,82 \cdot 2,82}} = 6,5 \text{ м/с}$$

Розрахована швидкість $\omega_0 = 6,5 \text{ м/с}$; отже тарілки будуть працювати з вибраними отворами.

а) Наносимо на діаграму у-х робочі лінії верхньої та нижньої частини колони рисунок 5.2 та знаходимо число ступенів зміни концентрації n_T ; В верхній частині $n'_T \approx 4$, в нижній частині $n''_T \approx 11$, всього 15 ступенів.

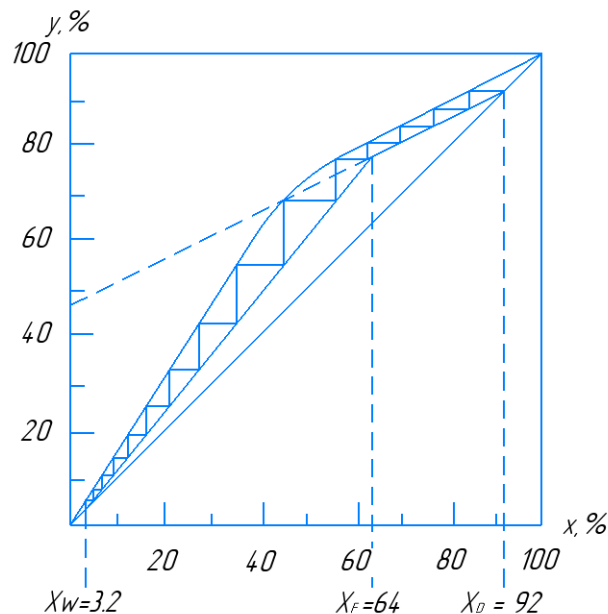


Рисунок-5.2 - Графічне визначення числа ступенів зміни концентрацій

									ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
										40
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

Число тарілок знаходимо за рівнянням:

$$n = n_T / \eta$$

Для виявлення середнього коефіцієнта відносної летучості $\alpha = P_6 / P_T$ та динамічний коефіцієнт в'язкості суміші μ при середній температурі в колоні 96°C .

$$P_6 = 1204 \text{ мм рт. ст. } P_T = 492,5 \text{ мм рт. ст. звідки } \alpha = \frac{1204}{492,5} = 2,45$$

Динамічний коефіцієнт в'язкості для диметилкетону приймаємо $0,3 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$

$$\alpha \mu = 2,45 \cdot 0,3 = 0,735$$

За графіком (рисунок 5.3) знаходимо $\eta = 0,5$.

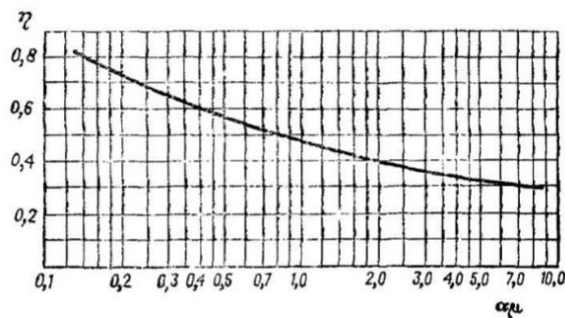


Рисунок 5.3 - Діаграма для наближеного визначення К.К.Д.

Довжина шляху рідини по тарілці:

$$l = D - 2b = 1,6 - 2 \cdot 0,289 = 1,022 \text{ м}$$

По графіку (рисунок 5.4) знаходимо значення поправки на довжину шляху $\Delta = 0,05$.

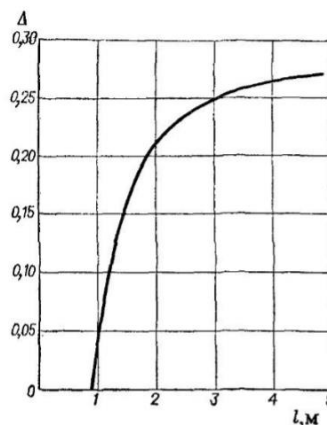


Рисунок 5.4 - Залежність поправки Δ від довжини тарілки 1

									ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк. 41
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

Середній К.К.Д. тарілки :

$$\eta_{\zeta} = \eta(1 + \Delta) = 0,5(1 + 0,05) = 0,525$$

Для порівняння знайдемо середній К.К.Д. тарілки η_0 по критеріальній формулі:

$$\eta_0 = 0,068 \cdot K_1^{0,1} \cdot K_2^{0,115}$$

$$K_1 = \frac{Re_{\pi} Pr'_p \mu_{\pi}}{S_c \mu_p \rho_p D_p} = \frac{\omega h_{\pi} \rho_{\pi} \mu_p \mu_{\pi}}{S_c \mu_p \rho_p D_p} = \frac{\omega h_{\pi} \rho_{\pi}}{S_c \rho_p D_p}$$

$$K_2 = \frac{Re_{\pi} Pr'_p \nu_{\pi}}{We \nu_p} = \frac{\omega h_{\pi} \sigma \nu_p \nu_{\pi}}{\nu_{\pi} \rho_p \omega^2 h_{\pi} D_p \nu_p} = \frac{\sigma}{\omega \rho_p D_p}$$

Розрахунок коефіцієнта дифузії:

$$D_p = 7,4 \cdot 10^{-12} \frac{(\beta\mu)^{0,5} T}{\mu_p \nu^{0,6}} = \frac{7,4 \cdot 10^{-12} \cdot (1 \cdot 84,4)^{0,5} \cdot 367}{0,28 \cdot 78,6^{0,6}} \\ = 8,8 \cdot 10^{-9} \text{ м/с}$$

В даному випадку: $\beta = 1$; $\mu_p = 0,28$; динамічна вязність розчинника - $\mu = 84,4$; $T = 94 + 273 = 369\text{К}$;

Молярний об'єм дифундуючої речовини - $\nu = 3 \cdot 14,8 + 12 + 6 \cdot 3,7 = 78,6$

$$K_1 = \frac{\omega h_{\pi} \rho_{\pi}}{S_c \rho_p D_p} = \frac{0,6 \cdot 0,4 \cdot 2,77}{0,08 \cdot 840 \cdot 8,8 \cdot 10^{-9}} = 1,57 \cdot 10^5$$

$$K_2 = \frac{\sigma}{\omega \rho_p D_p} = \frac{19,7 \cdot 10^{-3}}{0,6 \cdot 840 \cdot 8,8 \cdot 10^{-9}} = 0,68 \cdot 10^4$$

Середній К.К.Д тарілки:

$$\eta_0 = 0,068 \cdot K_1^{0,1} \cdot K_2^{0,115} = 0,068((1,57 \cdot 10^5)^{0,1} \cdot (0,68 \cdot 10^4)^{0,115}) \\ = 0,62$$

Значення є близьким до знайденого η_{ζ} .

Число тарілок :

В верхній частині колони

$$n' = \frac{n'_T}{\eta_{\zeta}} = \frac{4}{0,52} \approx 8$$

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						42
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

В нижній частині колони

$$n'' = \frac{n''_T}{\eta_\zeta} = \frac{11}{0.52} \approx 21$$

Загальне число тарілок $n=29$, з запасом $n=30$, з них в верхній частині колони 8 та в нижній частині 22 тарілки.

Загальний гідравлічний опір тарілок :

$$\Delta\rho = \Delta p' n_B + \Delta p'' n_H = 500 \cdot 8 + 443 \cdot 22 = 13746 \text{Па} \approx \frac{0,14 \text{кг}}{\text{см}^2}$$

Визначення висоти колони

Висота колони, що зайнята розміщенням тарілок:

$$h_0 = (N_T + 1)h_T = (30 - 1) \cdot 0,4 = 11,6 \text{ м}$$

де N_T – теоретична кількість тарілок; $h_T = 0,4 \text{ м}$ – висота міжтарілочного простору.

Приймаємо висоту нижньої камери колони: $h_R = 2,5 \text{ м}$

висоту верхньої камери колони: $h_D = 1,5 \text{ м}$

Визначаємо робочу висоту колони:

$$H_P = h_D + h_0 + h_R = 1,5 + 11,6 + 2,5 = 15,6 \text{ м}$$

Приймаємо діаметр люка для монтажу: $D_L = 600 \text{ мм}$, тоді

висота люка:

$$H_L = D_L + 2 \cdot 200 = 600 + 2 \cdot 200 = 1000 \text{ мм}$$

Днище і кришку приймаємо еліптичними:

$$H_{\text{дн}} = H_{\text{кр}} = 0,25 \cdot D + h_{\text{отб}} = 0,25 \cdot 1,6 + 0,05 = 0,45 \text{ м},$$

де $h_{\text{отб}} = 50 \text{ мм}$ – висота відбортовки для еліптичних днищ і кришок

Приймаємо висоту верхнього штуцера: $H_{\text{шт}} = 0,2 \text{ м}$

У залежності від діаметра колони вибираємо висоту опори

$$H_{\text{оп}} = 2 \text{ м}$$

									Арк.
									43
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					

ЛН-61.066211.001ПЗ

Тоді загальна висота колони становить:

$$H = H_{\text{оп}} + H_{\text{р}} + H_{\text{кр}} + H_{\text{шт}} = 2 + 15,6 + 0,45 + 0,2 = 18,25\text{м.}$$

Висновок: отже приймаємо загальну висоту колони 18,25 м, кількість тарілок – 30 та діаметр колони – 1600мм.

5.2 Розрахунок штуцерів

Мета: обрати стандартні штуцери для входу та виходу сировини за тиском та умовним діаметром.

Алгоритм розрахунку наведений у [8].

Схема до розрахунку діаметра штуцерів представлена на рисунку 5,6.

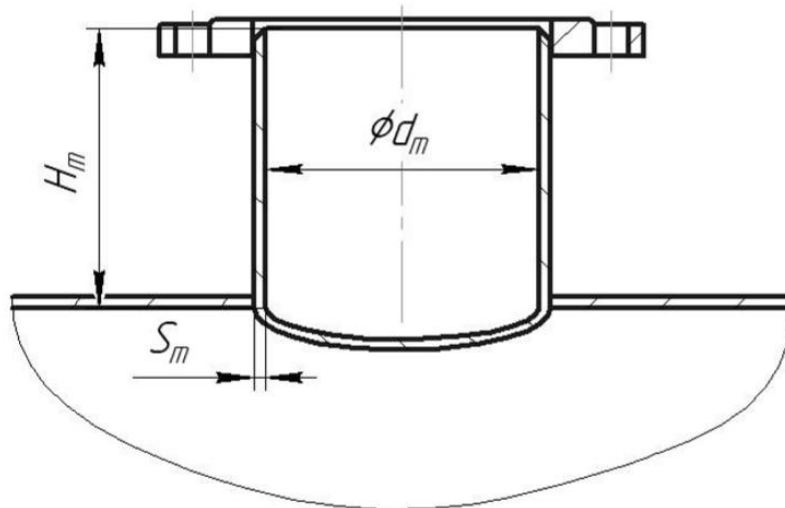


Рисунок 5.6 – Розрахункова схема штуцера

Вихідні дані до розрахунку:

Витрати суміші G_c , кг/с	1,8.
Середня густина суміші ρ_c , кг/м ³	890.
Середня густина рідини ρ_p , кг/м ³	840.
Витрати пари G_y , кг/с	2,6.
Середня густина пари $\rho_{п}$, кг/м ³	1,25
Витрати рідини G_x , кг/с	2

Формула для визначення діаметрів штуцерів:

$$d = \sqrt{\frac{4G}{\pi\rho\omega}}$$

Визначення діаметра штуцера для входу вихідної суміші:

Прийmemo швидкість рідини в штуцерах 2 м/с, швидкість пари в штуцерах 35 м/с.

$$d_1 = \sqrt{\frac{4 \cdot G_1}{\pi \cdot \rho_1 \cdot \omega_1}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 1,8}{3,14 \cdot 890 \cdot 2}} = 0,035 \text{ м}$$

Приймаємо стандартний штуцер АТК 24.218.06-90: $d_1 = 40\text{мм}$

$H = 155 \text{ мм}$, $S = 3,5 \text{ мм}$ і уточнюємо швидкість руху рідини в штуцері:

$$\omega_1 = \frac{4 \cdot G_1}{\pi \cdot d_1^2 \cdot \rho_1} = \frac{4 \cdot 1,8}{3,14 \cdot 0,04^2 \cdot 890} = 1,68 \text{ м/с}$$

Визначення діаметра штуцера для виходу парів дистилляту:

$$d_2 = \sqrt{\frac{4 \cdot G_2}{\pi \cdot \rho_2 \cdot \omega_2}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,6}{3,14 \cdot 1,25 \cdot 35}} = 0,275 \text{ м}$$

Приймаємо стандартний штуцер АТК 24.218.06-90: $d_2 = 300\text{мм}$; $H = 190 \text{ мм}$, $S = 10 \text{ мм}$ і перераховуємо швидкість пари в штуцері:

$$\omega_2 = \frac{4 \cdot G_2}{\pi \cdot d_2^2 \cdot \rho_2} = \frac{4 \cdot 2,6}{3,14 \cdot 0,3^2 \cdot 1,25} = 29,78 \text{ м/с}$$

Визначення діаметра штуцера для подачі зрошення:

$$d_3 = \sqrt{\frac{4 \cdot G_3}{\pi \cdot \rho_3 \cdot \omega_3}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2}{3,14 \cdot 840 \cdot 2}} = 0,038 \text{ м}$$

Приймаємо стандартний штуцер АТК 24.218.06-90: $d_3 = 40\text{мм}$

$H = 155 \text{ мм}$, $S = 3,5 \text{ мм}$ і перераховуємо швидкість пари в штуцері:

$$\omega_3 = \frac{4 \cdot G_3}{\pi \cdot d_3^2 \cdot \rho_3} = \frac{4 \cdot 2}{3,14 \cdot 0,04^2 \cdot 840} = 1,89 \text{ м/с}$$

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк. 45
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Визначення діаметра штуцера для виходу кубової рідини
приймаємо

$$\omega_4 = 0,5 \text{ м/с:}$$

$$d_4 = \sqrt{\frac{4 \cdot G_4}{\pi \cdot \rho_4 \cdot \omega_4}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2}{3,14 \cdot 840 \cdot 0,5}} = 0,077 \text{ м}$$

Приймаємо штуцер за АТК 24.218.06-90, де $d_4 = 80 \text{ мм}$, $H = 155 \text{ мм}$, $S = 5 \text{ мм}$ і перераховуємо швидкість пари в штуцері:

$$\omega_4 = \frac{4 \cdot G_4}{\pi \cdot d_4^2 \cdot \rho_4} = \frac{4 \cdot 2}{3,14 \cdot 0,08^2 \cdot 840} = 0,47 \text{ м/с}$$

Визначення діаметра штуцера для повернення парів кубової рідини (приймаємо $\omega_5 = 35 \text{ м/с}$):

$$d_5 = \sqrt{\frac{4 \cdot G_5}{\pi \cdot \rho_5 \cdot \omega_5}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 2,6}{3,14 \cdot 1,25 \cdot 35}} = 0,275 \text{ м.}$$

Приймаємо штуцер за АТК 24.218.06-90, де $d_5 = 300 \text{ мм}$, $H = 190 \text{ мм}$, $S = 10 \text{ мм}$ і перераховуємо швидкість пари в штуцері:

$$\omega_5 = \frac{4 \cdot G_5}{\pi \cdot d_5^2 \cdot \rho_5} = \frac{4 \cdot 2,6}{3,14 \cdot 0,3^2 \cdot 1,25} = 29,44 \text{ м/с}$$

Висновок: за розрахунками було обрано штуцери, які забезпечать необхідні швидкості руху теплоносіїв.

5.3 Розрахунок фланцевого з'єднання

За характеристиками колони приймаємо фланці, що мають такі характеристики:

Діаметр D_ϕ , мм	300
Матеріал	12X18Н10Т
Мінімальна товщина S_{min} , мм	10
Діаметр болтів d_6	M20

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						46
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Кількість болтів, шт.	12
Висота h, мм	6,4
Маса m,	10,54

5.4 Теплова ізоляція ректифікаційної колони

Метою даного розрахунку є підібрати оптимальну товщину ізоляції.

Розрахункова схема наведена на рисунку 5.7

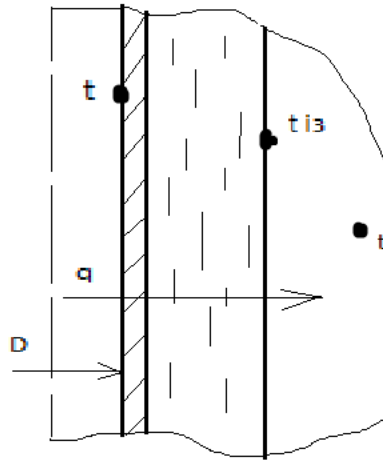


Рисунок 5.7 – Розрахункова схема ізоляції

Для ізоляції колони виберемо матеріал: мінеральна вата з такими характеристиками:

теплопровідність $\lambda = 0,04 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{°C}};$

густину $\rho = 200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3};$

Тепловіддача для ізоляції буде дорівнювати:

$$\alpha = 9,74 + 0,07 \cdot \Delta t \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$$

Так як $\Delta t = t_{\text{из}} - t_{\text{пов}} = 40 - 20 = 20 \text{ °C}$, то

$$\alpha = 9,74 + 0,07 \cdot 20 = 11,14 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{°C}}$$

Площа поверхні контакту, що виділяє теплоту:

$$F = \pi D H + 2 \cdot f_{\text{дн}} = 3,14 \cdot 1,6 \cdot 15,6 + 2 \cdot 2,98 = 72,77 \text{ м}^2$$

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						47
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Теплота, що віддається з поверхні ізоляції:

$$q = \alpha F \Delta t = 11,14 \cdot 72,77 \cdot 20 = 16213 \text{ Вт}$$

Теплота, що передається ізоляцією:

$$q = \frac{\lambda}{S_{i3}} F (t_k - t_{i3})$$

Виразити товщину ізоляції:

$$S_{i3} = \frac{\lambda F (t_k - t_{i3})}{q} = \frac{0,04 \cdot 72,77 \cdot (110 - 40)}{16213} = 0,0125 \text{ м}$$

Отже, приймаємо товщину ізоляції $S_{i3} = 13 \text{ мм}$

Висновок: Виконавши розрахунки було прийнято, що оптимальна товщина ізоляції $S_{i3} = 13 \text{ мм}$.

5.5 Визначення товщини стінки ректифікаційної колони

Метою розрахунку є визначення товщини стінок корпуса за характеристиками колони.

Алгоритм розрахунку наведено у [9]

Схема для розрахунків представлена на рисунку 5.8

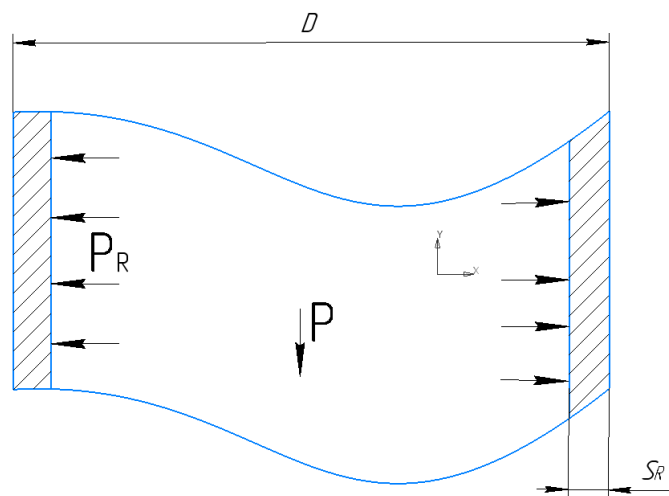


Рисунок 5.8 – Розрахункова схема товщини стінки

Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

Вхідні дані:

Гідростатичний тиск P , Па	$0,1 \cdot 10^6$
Висота днища $H_{\text{дн}}$, м	0,45
Висота кришки $H_{\text{кр}}$, м	0,45
Висота рідини $H_{\text{р}}$, м	15,6

Для визначаємо товщини стінки. Перевіримо вплив гідростатичного тиску:

$$\text{Так як } \frac{\rho g (H_{\text{дн}} + H_{\text{р}} + H_{\text{кр}})}{P} = \frac{843 \cdot 9,81 \cdot (0,45 + 15,6 + 0,45)}{0,1 \cdot 10^6} = 1,17 > [0,05],$$

тоді потрібно в розрахунковий тиск врахувати гідростатичний тиск.

Де $\rho = 843 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$ - густина суміші води і диметилкетону .

Розрахунковий тиск:

$$\begin{aligned} P_R &= P + \rho g (H_{\text{дн}} + H_{\text{р}} + H_{\text{кр}}) \\ &= 0,1 + 843 \cdot 9,81 \cdot (0,45 + 15,6 + 0,45) = 117431,6 \text{ Па} \\ &= 0,1174 \text{ МПа}, \end{aligned}$$

Розрахункова товщина стінки:

$$S_R = \frac{P_R D}{2 [\sigma] \varphi - P} = \frac{0,1174 \cdot 1,6}{2 \cdot 224,4 \cdot 0,9 - 0,1} = 0,00046 \text{ м},$$

де $[\sigma] = 224,4 \text{ МПа}$ – границя плинності для матеріалу вибраного матеріалу; $\varphi = 0,9$ – коефіцієнт дії зварного шва.

Прибавки до товщини стінки:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = 2 + 0,8 + 0 = 2,8 \text{ мм},$$

де $C_1 = 2 \text{ мм}$ – прибавка на компенсацію корозії; $C_2 = 0,8 \text{ мм}$ – прибавка на компенсацію мінусового відхилення по товщині листа; $C_3 = 0$ – технологічна прибавка.

Товщина стінки:

$$S_k \geq S_R + C = 0,46 + 2,8 = 3,26 \text{ мм}$$

Отже, приймаємо $S_k = 8 \text{ мм}$

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						49
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Перевірка на міцність:

Допустимий тиск:

$$[P]_k = \frac{2 [\sigma] \varphi (S_k - C)}{D + (S_k - C)} = \frac{2 \cdot 224.4 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot (8 - 2,8) \cdot 10^{-3}}{1,6 + (8 - 2,8) \cdot 10^{-3}}$$
$$= 1308487 \text{ Па} = 1,3 \text{ МПа}$$

$$P \leq [P]_k \quad 0,1 \text{ МПа} \leq [1,3 \text{ МПа}]$$

Отже, умова міцності виконується.

Висновок: умова міцності виконується отже приймаємо товщини стінки колони - $S_k = 8$ мм,

5.6 Розрахунок товщини стінок днища

Метою розрахунку є визначення товщини днища колони.

Алгоритм розрахунку наведено у [9].

Схема розрахунку товщини днища представлена на рисунку 5.9

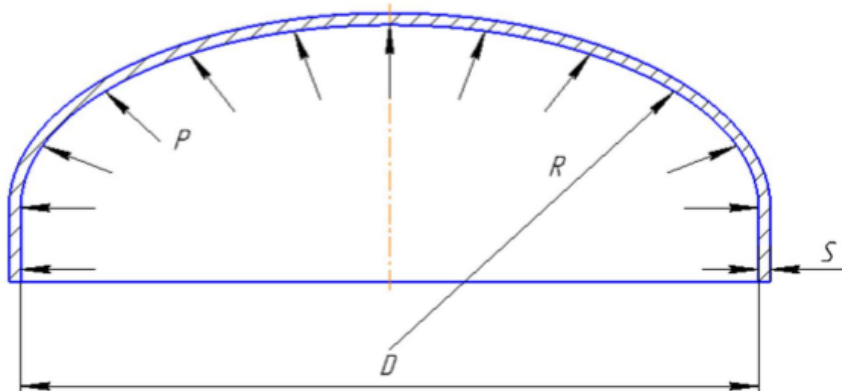


Рисунок 5.9 - Схема до розрахунку днища

Вхідні дані:

Розрахунковий тиск P_R , Па

$0,1174 \cdot 10^6$

Діаметр колони D , м

1,6

Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

ЛН-61.066211.001ПЗ

Арк.

50

Так як використовуємо еліптичне днище, то $R = D$.

Розрахункова товщина днища:

$$S_R = \frac{P_R R}{2 [\sigma] \varphi - 0,5 P} = \frac{0,1174 \cdot 1,6}{2 \cdot 224,4 \cdot 0,9 - 0,5 \cdot 0,1} = 0,00046 \text{ м}$$

де $[\sigma] = 224,4$ МПа – границя плинності для матеріалу 12Х18Н10Т; $\varphi = 0,9$ – коефіцієнт зварного шва.

Прибавки до товщини стінки:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 = 2 + 0,8 + 0 = 2,8 \text{ мм,}$$

де $C_1 = 2$ мм – прибавка на компенсацію корозії; $C_2 = 0,8$ мм – прибавка на компенсацію мінусового відхилення по товщині листа; $C_3 = 0$ – технологічна прибавка.

Товщина стінки:

$$S_{\text{дн}} \geq S_R + C = 0,46 + 2,8 = 3,26 \text{ мм}$$

Отже, приймаємо $S_{\text{дн}} = 8$ мм

Перевірка на міцність:

Допустимий тиск:

$$[P]_{\text{дн}} = \frac{2 [\sigma] \varphi (S_{\text{дн}} - C)}{R + 0,5(S_{\text{дн}} - C)} = \frac{2 \cdot 224,4 \cdot 10^6 \cdot 0,9 \cdot (8 - 2,8) \cdot 10^{-3}}{1,6 + 0,5(8 - 2,8) \cdot 10^{-3}} \\ = 1310610 \text{ Па} = 1,31 \text{ МПа}$$

умова міцності виконується.

$$P \leq [P]_{\text{дн}} \quad 0,1 \text{ МПа} \leq [1,31 \text{ МПа}]$$

Підберемо днище: Днище 1600-8 12 ГОСТ 6533-78

$$D_{\text{дн}} = 1600 \text{ мм, } S_{\text{дн}} = 8 \text{ мм, } h_{\text{в}} = 400 \text{ мм, } h_{\text{отб}} = 40 \text{ мм, } f_{\text{дн}} = 2,98 \text{ м}^2,$$

$$V_{\text{дн}} = 6,14,1 \text{ м}^3, m_{\text{дн}} = 189,1 \text{ кг}$$

Висновок: Умова міцності виконується приймаємо товщину днище 8 мм.

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк. 51
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Розрахунок напруження в еліптичному днищі

Метою даного розрахунку є визначення еквівалентного напруження за найбільшої потенціальної енергії.

$$\sigma_x = \frac{P_R (D + S)}{4 (S - C)} = \frac{0,1174 \cdot (1,6 + 0,008)}{4 \cdot (0,008 - 0,0028)} = 9,07 \text{ МПа}$$

$$\sigma_y = \frac{P_R (D + S)}{2 (S - C)} = \frac{0,1174 \cdot (1,6 + 0,008)}{2 \cdot (0,008 - 0,0028)} = 18,15 \text{ МПа}$$

Визначимо еквівалентне напруження за критерієм найбільшої потенційної енергії:

$$\sigma_{\text{екв}} = \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y} = \sqrt{9,07^2 + 18,15^2 - 9,07 \cdot 18,15} = 15,72 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{\text{екв}} < [\sigma] \varphi \quad 15,72 \text{ МПа} < [214,2 \text{ МПа}]$$

Висновок: умова міцності за напруженнями виконується, еквівалентне напруження за найбільшої потенціальної енергії - $\sigma_{\text{екв}} = 15,72 \text{ МПа}$.

5.7 Розрахунок маси колони

Метою даного розрахунку є визначення маси елементів колони

Схема розрахунку представлена на рисунку 5.10

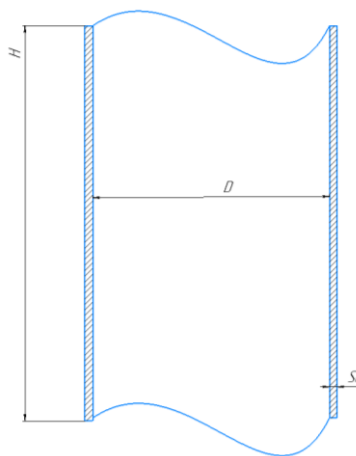


Рисунок 5.10 - Схема до розрахунку маси колони

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						52
Змін.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Вихідні данні

Діаметр колони D , м	1,6
Висота колони H_p м	15,6
Товщина стінок колони S_k мм	8

Густина матеріалу колони (12X18H10T): $\rho = 7920 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Розрахуємо об'єм металу, що використаний на циліндричну обичайку:

$$V_k = \pi D S_k H_p = 3,14 \cdot 1,6 \cdot 0,008 \cdot 15,6 = 0,53 \text{ м}^3$$

Маса циліндричної обичайки: $m_{\text{ц}} = \rho V_k = 7920 \cdot 0,53 = 4197,6 \text{ кг}$

Маса днища і кришки: $m_{\text{дн}} = m_{\text{кр}} = 350 \text{ кг}$

Також розрахуємо масу неврахованих вузлів: (10%)

$$m_{\text{нв}} = 0,1(m_{\text{ц}} + 2 m_{\text{дн}}) = 0,1(4197,6 + 2 \cdot 350) = 489,76 \text{ кг}$$

Тоді загальна маса колони становить:

$$m_{\text{к}} = m_{\text{ц}} + 2 m_{\text{дн}} + m_{\text{нв}} = 4197,6 + 2 \cdot 350 + 489,76 = 5387,36 \text{ кг}$$

Визначення маси ізоляції:

Густина матеріалу ізоляції (мінеральна вата): $\rho = 200 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$;

Тоді маса ізоляції становить:

$$m_{\text{із}} = V_{\text{із}} \rho = F S_{\text{із}} \rho = 72,77 \cdot 0,013 \cdot 200 = 189,202 \text{ кг}$$

Визначення маси блоків тарілок:

Знаючи, що маса однієї тарілки становить: $m_{\text{т}} = 191 \text{ кг}$ і кількість тарілок $N_{\text{т}} = 30$, тоді маса блоку тарілок:

$$m_{\text{бт}} = m_{\text{т}} N_{\text{т}} = 191 \cdot 30 = 5730 \text{ кг}$$

Визначення маси рідини в робочих умовах:

Густина суміші води і диметилкетону: $\rho = 843 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						53
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Визначимо масу рідини на 1 тарілці:

$$m_p = V_p \rho = N_p \frac{\pi D_T^2}{4} \rho = 0,04 \frac{3,14 \cdot 1,595^2}{4} 843 = 67,3 \text{ кг}$$

Тоді маса всієї рідини становить:

$$m_{бр} = m_p N_T = 67,3 \cdot 30 = 2020 \text{ кг}$$

Визначається маса рідини в умовах випробування:

Розрахуємо об'єм циліндричної частини:

$$V_k = \frac{\pi D^2}{4} H_p = \frac{3,14 \cdot 1,6^2}{4} 15,6 = 26,72 \text{ м}^3$$

Маса рідини під час випробування:

$$m_{вип} = (V_k + 2 V_p) \rho = (26,72 + 2 \cdot 79,8 \cdot 10^{-3}) 843 = 22659,5 \text{ кг}$$

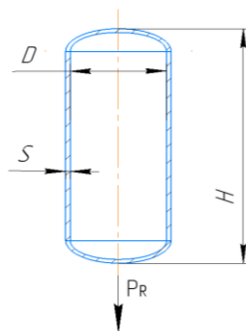
Висновок: Виконавши данні розрахунки ми визначили маси окремих елементів колони: маса циліндричної обичайки - $m_{ц} = 4197,6$ кг, загальна маса колони - $m_{к} = 5387,36$ кг, маса ізоляції - $m_{із} = 189,202$ кг, маса блоку тарілок - $m_{бр} = 5730$ кг.

5.8 Розрахунок апарату на стійкість

Метою розрахунку є знаходження загальної допустимої стискаючої сили та перевірка виконання умови стійкості в робочих умовах і умовах випробування.

Алгоритм розрахунку наведено у ГОСТ 14249-89.

Схема розрахунку наведена на рисунку 5.11.



Рисунку 5.11 – схема розрахунку апарату на стійкість

									Арк.
									54
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ЛН-61.066211.001ПЗ				

Маса колони m_k , кг	5387,36
Маса ізоляції $m_{із}$, кг	189,202
Маса блоку тарілок $m_{бт}$, кг	7640
Маса рідини на тарілках $m_{бр}$, кг	2020
Маса рідини під час випробування $m_{вип}$, кг	22659,5
Діаметр колони D , м	1,6
Висота колони H , м	15,6
Розрахунковий тиск P_R , МПа	0,1174
Товщина стінки S , мм	8
Прибавка до товщини стінки C , мм	2,8

В робочих умовах

В робочих умовах маса колони становить:

$$m = m_k + m_{із} + m_{бт} + m_{бр} = 5387,36 + 189,202 + 7640 + 2020 = 15236,5 \text{ кг}$$

Власне навантаження спричиняє стискаючу силу:

$$F = mg = 15236,5 \cdot 9,81 = 149470 \text{ Па} = 0,15 \text{ МПа}$$

Так як колона працює під внутрішнім тиском, то тиск в колоні не враховуємо.

Для матеріалу 12Х18Н10Т при температурі $t = 110^\circ\text{C}$: модуль Юнга

$$E = 1,94 \cdot 10^5 \text{ МПа}; \text{ границя плинності } [\sigma] = 238 \text{ МПа.}$$

Допустима стискаюча сила з умов втрати місцевої стійкості:

$$[F]_{E_1} = \frac{310 \cdot 10^{-6} E}{n_y} D^2 \left[\frac{100(S - C)}{D} \right]^{2,5} =$$

$$= \frac{310 \cdot 10^{-6} \cdot 1,94 \cdot 10^5 \cdot 10^6}{2,2} 1,6^2 \left[\frac{100(8 - 2,8) \cdot 10^{-3}}{1,6} \right]^{2,5}$$

$$= 2,6 \text{ МН}$$

Допустима стискаюча сила з умов втрати загальної стійкості:

									ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
										55
Змін.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

$$\lambda = \frac{2,83 H_0}{D+(S-C)} = \frac{2,83 \cdot 15,6}{1,6+(8-2,8) \cdot 10^{-3}} = 23,44$$

$$[F]_{E_2} = \frac{\pi (D + S - C)(S - C)E \left(\frac{\pi}{\lambda}\right)^2}{n_y} =$$

$$= \frac{3,14 (1,6 + (8 - 2,8) \cdot 10^{-3})(8 - 2,8) \cdot 10^{-3} \cdot 1,94 \cdot 10^5 \cdot 10^6 \left(\frac{3,14}{23,44}\right)^2}{2,2}$$

$$= 41,47 \text{ МН}$$

Визначаємо допустиму стискаючу силу:

$$[F]_E = \min\{[F]_{E_1}, [F]_{E_2}\} = \min\{2,6; 41,47\} = 2,6 \text{ МН}$$

Допустима стискаюча сила з умов міцності:

$$[F]_M = \pi (D + S - C)(S - C)[\sigma]\varphi =$$

$$= 3,14 \cdot (1,6 + (8 - 2,8) \cdot 10^{-3})(8 - 2,8) \cdot 10^{-3} \cdot 238 \cdot 10^6 \cdot 0,9 = 5,61 \text{ МН}$$

Загальна допустима стискаюча сила:

$$[F] = \frac{[F]_M}{\sqrt{1 + \left(\frac{[F]_M}{[F]_E}\right)^2}} = \frac{5,61}{\sqrt{1 + \left(\frac{5,61}{2,6}\right)^2}} = 2,36 \text{ МН}$$

Перевірка:

$$\frac{F}{[F]} = \frac{0,15}{2,36} = 0,063 < [1]$$

Висновок: умова стійкості при робочих умовах виконується.

В умовах випробування

маса колони становить:

$$m = m_k + m_{iz} + m_{ot} + m_{vип} = 5387,36 + 189,202 + 7640 + 22659,5$$

$$= 35876,06 \text{ кг}$$

Власне навантаження спричиняє стискаючу силу:

$$F = mg = 35876,06 \cdot 9,81 = 351944 \text{ Па} = 0,35 \text{ МН}$$

Так як колона працює під внутрішнім тиском, то тиск в колоні не враховуємо.

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						56
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Для матеріалу 12X18H10T при температурі $t = 110^{\circ}\text{C}$:
 модуль Юнга $E = 1.94 \cdot 10^5$ МПа; границя плинності $[\sigma] = 238$ МПа

Допустима стискаюча сила з умов втрати місцевої стійкості:

$$\begin{aligned}
 [F]_{E_1} &= \frac{310 \cdot 10^{-6} E}{n_y} D^2 \left[\frac{100(S - C)}{D} \right]^{2,5} = \\
 &= \frac{310 \cdot 10^{-6} \cdot 1.94 \cdot 10^5 \cdot 10^6}{2,2} 1,6^2 \left[\frac{100(8 - 2,8) \cdot 10^{-3}}{1,6} \right]^{2,5} \\
 &== 2,6 \text{ МН}
 \end{aligned}$$

Допустима стискаюча сила з умов втрати загальної стійкості:

$$\begin{aligned}
 \lambda &= \frac{2,83 H_0}{D + (S - C)} = \frac{2,83 \cdot 19,6}{1,6 + (8 - 2,8) \cdot 10^{-3}} = 23,44 \\
 [F]_{E_2} &= \frac{\pi (D + S - C)(S - C)E}{n_y} \left(\frac{\pi}{\lambda} \right)^2 = \\
 &= \frac{3,14 (16 + (8 - 2,8) \cdot 10^{-3})(8 - 2,8) \cdot 10^{-3} \cdot 1.94 \cdot 10^5 \cdot 10^6}{2,2} \left(\frac{3,14}{23,44} \right)^2 \\
 &== 41,47 \text{ МН}
 \end{aligned}$$

Визначаємо допустиму стискаючу силу:

$$[F]_E = \min\{[F]_{E_1}, [F]_{E_2}\} = \min\{2,6; 41,74\} = 2,6 \text{ МН}$$

Допустима стискаюча сила з умов міцності:

$$\begin{aligned}
 [F]_M &= \pi (D + S - C)(S - C)[\sigma]\varphi = \\
 &= 3,14 \cdot (1,6 + (8 - 2,8) \cdot 10^{-3})(8 - 2,8) \cdot 10^{-3} \cdot 238 \cdot 10^6 \\
 &\cdot 0,9 == 5,61 \text{ МН}
 \end{aligned}$$

Загальна допустима стискаюча сила:

$$[F] = \frac{[F]_M}{\sqrt{1 + \left(\frac{[F]_M}{[F]_E}\right)^2}} = \frac{5,61}{\sqrt{1 + \left(\frac{5,61}{2,6}\right)^2}} = 2,36 \text{ МН}$$

Перевірка:

$$\frac{F}{[F]} = \frac{0,35}{2,36} = 0,148 < [1]$$

Висновок: умова міцності виконується.

									Арк.
									57
Змін.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата					

Перевірка на міцність через напруження

Метою даного розрахунку є перевірка установки на міцність через напруження.

Напруження в плоскому напруженому стані:

$$\sigma_t = \frac{P_R D}{2 S} = \frac{0,1174 \cdot 1,6}{2 \cdot 0,008} = 11,74 \text{ МПа}$$

$$\sigma_n = \frac{P_R D}{4 S} = \frac{0,1174 \cdot 1,6}{4 \cdot 0,008} = 5,87 \text{ МПа}$$

$$\sigma_r = -P_R = -0,1174 \text{ МПа}$$

Визначимо еквівалентне напруження за дотичними напруженнями (третя теорія):

$$\sigma_{\text{екв}} = \sigma_t - \sigma_r = 11,74 - (-0,1174) = 11,85 \text{ МПа}$$

Перевірка:

$$\sigma_{\text{екв}} < [\sigma] \varphi \quad 11,85 \text{ МПа} < [214,2 \text{ МПа}]$$

Висновок: умова міцності за напруженнями виконується, еквівалентне напруження - $\sigma_{\text{екв}} = 11,85 \text{ МПа}$.

5.9 Розрахунок тарілки на міцність

Мета даного розрахунку є визначення напруження на тарілку та перевірка на міцність тарілки.

Алгоритм розрахунку наведено у [9]

Розрахункова схема наведена на рисунку 5.12

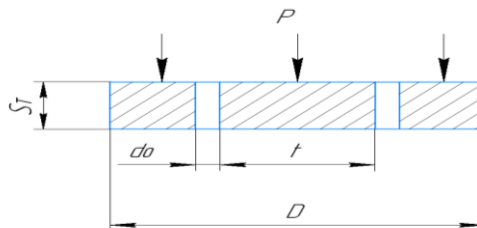


Рисунок 5.12 – Розрахункова схема тарілки ректифікаційної

КОЛОНИ

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						58
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

За характеристиками колони приймаємо блоки з тарілками типу ТСК-Р, що мають такі характеристики:

Матеріал	12X18H10T ГОСТ 1133-71
Товщина	$S_T = 6$ мм
Діаметр	$D_T = 1595$ мм
Маса тарілки	$m_T = 191$ кг
Кількість ковпачків	$z = 66$
Висота ковпачка	$H_K = 20$ мм
Діаметр отворів під штуцера	$d_0 = 70$ мм
Крок	$t = 140$ мм
Висота рідини на тарілці	$H_P = 0,04$ м

Маса рідини на 1 тарілці: $m_p = 67,3$ кг

$$\text{Площа тарілки: } f_T = \frac{\pi D_T^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 1,595^2}{4} = 1,99 \text{ м}^2$$

Тиск, що діє на тарілку в робочих умовах:

$$P_T = \frac{m_T g}{f_T} + \frac{m_p g}{f_T} = \frac{(m_T + m_p) g}{f_T} = \frac{(191 + 67,3) \cdot 9,81}{1,99} = 1273,3 \text{ Па}$$

Діаметр отвору під патрубков $d_0 = 70$ мм, крок $t = 140$ мм.

Коефіцієнт, що враховує отвори:

$$\varphi_0 = \frac{t - d_0}{t} = \frac{140 - 70}{140} = 0,5$$

Напруження, що діє на тарілку:

$$\sigma_T = \frac{0,45^2 D_T^2 P_T}{\varphi_0 S_T^2} = \frac{0,45^2 \cdot 1,595^2 \cdot 1273,3}{0,5 \cdot 0,006^2} = 36442204 \text{ Па}$$

$$= 36,44 \text{ МПа}$$

$$\sigma_T < [\sigma] \quad 36,44 \text{ МПа} < [238 \text{ МПа}]$$

Висновок: Умова міцності виконується, напруження, що діє на тарілку – $\sigma_T = 36,44$ МПа

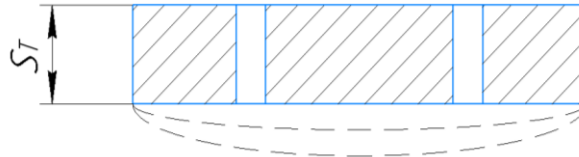
									Арк.
									59
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ЛН-61.066211.001ПЗ				

5.10 Розрахунок тарілки на прогин

Метою даного розрахунку перевірка на прогин тарілки.

Алгоритм розрахунку наведено у [9]

Розрахункова схема наведена на рисунку 5.13



Рисунку 5.13 – Схема розрахунку тарілки на прогин

Тарілки закріплено жорстко. Тоді коефіцієнт $K_T = 0,0106$, менша сторона секції тарілки $b = \frac{B}{2} = \frac{1462}{2} = 731$.

Абсолютний прогин тарілки:

$$y_T = K_T \frac{P_T b^4}{E(S_T - C)^3} = 0,0106 \frac{1273,3 \cdot 0,731^4}{1,94 \cdot 10^5 \cdot 10^6 (0,006 - 0,0028)^3} \\ = 6 \cdot 10^{-4} \text{ м}$$

Відносний прогин тарілки:

$$y = \frac{y_T}{D_T} = \frac{6 \cdot 10^{-4}}{1595} = 3,7 \cdot 10^{-7}$$

Порівняємо отриманий відносний прогин з допустимим:

$$[y] = \left[\frac{1}{500} \right]$$

$$3,7 \cdot 10^{-7} < 0,002$$

Отже, умова жорсткості виконується.

Висновок: Даний розрахунок дав змогу визначити напруження, що діє на тарілку - $\sigma_T = 36,44$ МПа, абсолютний прогин - $y_T = 6 \cdot 10^{-4}$ м, відносний прогин - $y = 3,7 \cdot 10^{-7}$.

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						60
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

5.11 Визначення необхідності укріплення отворів

Метою розрахунку є визначення необхідності укріплення отворі
обичайки ректифікаційної колони.

Алгоритм розрахунку наведено у [ГОСТ 24755-89].

Розрахункова схема зображена на рисунку 5.14.

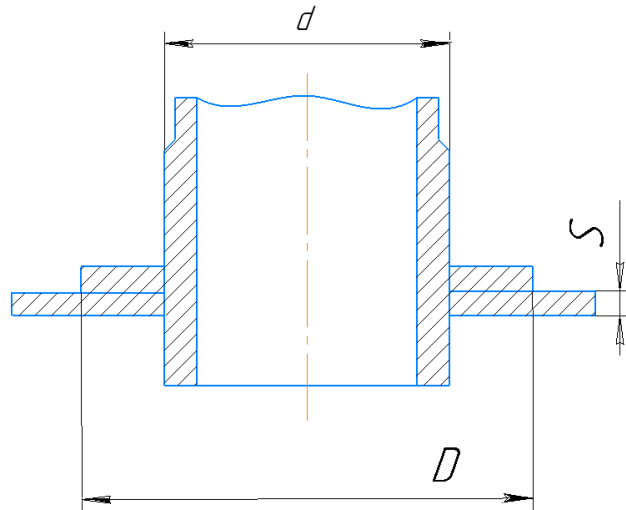


Рисунок 5.14 — Розрахункова схема укріплення отворів

Вихідні дані:

Розрахунковий діаметр D_p , мм	1600
Виконавча товщина стінки s , мм	8
Розрахункова товщина стінки, s_p ,	0,46
Сума прибавок до розрахункової товщини c , мм	2.8
Діаметри отворів:	
Люка для монтажу d_{p1} , мм	600
Для подачі суміші d_{p2} , мм	40
Для виходу парів дистилляту d_{p3} , мм	300
Для подачі зрошення d_{p4} , мм	40
Для виходу кубової рідини d_{p5} , мм	80
Для повернення парів кубової рідини d_{p6} , мм	300

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						61
Змін.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Отвір вважаються одиночним якщо найближчий до нього отвір не впливає на нього, що можливо за умови, коли відстань між зовнішніми поверхнями відповідних штуцерів задовольняє мову:

$$b \geq \sqrt{D'_p \cdot (s - c)} + \sqrt{D''_p \cdot (s - c)}$$

Так як розрахунковий діаметр однаковий для всієї довжини обичайки, то умова набуває вигляду:

$$b \geq \sqrt{D_p \cdot (s - c)} + \sqrt{D_p \cdot (s - c)} = 2 \cdot \sqrt{1600 \cdot (8 - 2.8)} = 182 \text{ мм.}$$

Отже, приймаємо всі отвори як одиночні і обчислюємо розрахунковий діаметр одиночного отвору, що не потребує укріплення:

$$\begin{aligned} d_0 &= 2 \cdot \left(\frac{s - c}{s_p} - 0,8 \right) \sqrt{D_p \cdot (s - c)} \\ &= 2 \cdot \left(\frac{8 - 2.8}{0,46} - 0,8 \right) \sqrt{1600 \cdot (8 - 2.8)} = 1916 \text{ мм.} \end{aligned}$$

В укріпленні не має потреби якщо розрахунковий діаметр отвору задовольняє умову:

$$d_p \leq d_0.$$

Необхідність укріплення отворів перевіряємо за найбільшим діаметром отвору — діаметром люка для монтажу d_{p1} :

$$d_{p1} = 600 \text{ мм} \leq d_0 = 1916 \text{ мм.}$$

Висновок: отже, жоден з отворів не потребує укріплення.

5.12 Розрахунок опори

Метою даного розрахунку є вибір опори, перевірка опори на міцність та стійкість.

Алгоритм розрахунку наведено у [ГОСТ 14249-89]

Розрахункова схема наведена на рисунку 5.15

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						62
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

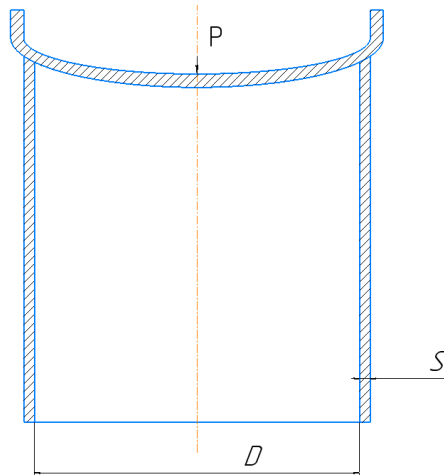


Рис. 5.15 – Розрахункова схема опори

Вхідні дані:

Діаметр колони D , м	1,6
Висота колони H , м	15,6
Розрахунковий тиск P_R , МПа	0,1174
Товщина стінки S , мм	8
Прибавка до товщини стінки C , мм	2.8

Виконана циліндрична опора:

Опора 3 – 1600 – 160 – 80 ОСТ 26-467-78.

Матеріал: 12X18Н10Т

Товщина стінки: $S_{оп} = 8$ мм;

Границя плинності: $[\sigma] = 238$ МПа

Модуль Юнга: $E = 1.94 \cdot 10^5$ МПа

Густина матеріалу: $\rho = 7920 \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$

Діаметр опори: $D=1600$ мм

Висота опори: $H_{оп} = 2$ м

Навантаження: $Q_{max} = F_{max} = 0,63$ МПа

$Q_{min} = F_{min} = 0,32$ МПа

Тиск: 0,1 МПа

Параметри лазу:

Висота: $h = 0,7$ м

Ширина: $b = 0,5$ м

Параметри опорного кільця:

Зовнішній діаметр: $D_{\text{зов}} = 1880$ мм

Внутрішній діаметр $D_{\text{вн}} = 1500$ мм

Товщина $s_2 = 25$ мм

Діаметр під розміщення болтів $D_6 = 1760$ мм

Кількість болтів: $z = 6$ типу М30

Перевірка на міцність опори в робочих умовах

Метою даного розрахунку є визначення міцності за напруженнями та стійкості при робочих умовах

Перевірка на міцність:

$$\begin{aligned}\sigma_x &= \frac{P_R (D + S)}{2 (S - C)} - \frac{F}{\pi D (S - C)} = \\ &= \frac{0,1174 \cdot (1,6 + 0,008)}{2 \cdot (0,008 - 0,0028)} - \frac{0,35}{3,14 \cdot 1,6(0,008 - 0,0028)} \\ &= 6,5 \text{ МПа} \\ \sigma_y &= \frac{P_R (D + S)}{2 (S - C)} = \frac{0,1174 \cdot (1,6 + 0,008)}{2 \cdot (0,008 - 0,0028)} = 18,15 \text{ МПа}\end{aligned}$$

Визначимо еквівалентне напруження за критерієм найбільшої потенційної енергії:

$$\begin{aligned}\sigma_{\text{екв}} &= \sqrt{\sigma_x^2 + \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y} = \sqrt{6,5^2 + 18,15^2 - 6,5 \cdot 18,15} = 15,92 \text{ МПа} \\ \sigma_{\text{екв}} &< [\sigma] \varphi \quad 15,92 \text{ МПа} < [214,2 \text{ МПа}]\end{aligned}$$

Отже, умова міцності за напруженнями в робочих умовах виконується

									ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
										64
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

Перевірка на стійкість:

$$\begin{aligned}
 [F]_{E_1} &= \frac{310 \cdot 10^{-6} E}{n_y} D^2 \left[\frac{100(S - C)}{D} \right]^{2,5} = \\
 &= \frac{310 \cdot 10^{-6} \cdot 1.94 \cdot 10^5 \cdot 10^6}{2,2} 1,6^2 \left[\frac{100(8 - 2,8) \cdot 10^{-3}}{1,6} \right]^{2,5} \\
 &== 3,6 \text{ МН}
 \end{aligned}$$

Допустима стискаюча сила з умов втрати загальної стійкості:

$$\begin{aligned}
 \lambda &= \frac{2,83 H_0}{D + (S - C)} = \frac{2,83 \cdot 2}{1,6 + (8 - 2,8) \cdot 10^{-3}} = 3,52 \\
 [F]_{E_2} &= \frac{\pi (D + S - C)(S - C)E}{n_y} \left(\frac{\pi}{\lambda} \right)^2 = \\
 &= \frac{3,14 (1,6 + (8 - 2,8) \cdot 10^{-3}) ((8 - 2,8) \cdot 10^{-3}) \cdot 1.94 \cdot 10^5 \cdot 10^6}{2,2} \left(\frac{3,14}{3,52} \right)^2 \\
 &= 7,76 \text{ МН}
 \end{aligned}$$

Визначаємо допустиму стискаючу силу:

$$[F]_E = \min\{[F]_{E_1}, [F]_{E_2}\} = \min\{3,29; 7,76\} = 3,6 \text{ МН}$$

Допустима стискаюча сила з умов міцності:

$$\begin{aligned}
 [F]_M &= \pi (D + S - C)(S - C)[\sigma]\varphi = \\
 &= 3,14 \cdot (1,6 + (8 - 2,8) \cdot 10^{-3})(8 - 2,8) \cdot 10^{-3} \cdot 238 \cdot 10^6 \\
 &\cdot 0,9 == 5,6 \text{ МН}
 \end{aligned}$$

Загальна допустима стискаюча сила:

$$[F] = \frac{[F]_M}{\sqrt{1 + \left(\frac{[F]_M}{[F]_E}\right)^2}} = \frac{5,6}{\sqrt{1 + \left(\frac{5,6}{3,6}\right)^2}} = 3,02 \text{ МН}$$

Перевірка:

$$\frac{F}{[F]} = \frac{0,35}{3,02} = 0,115 < [1]$$

Висновок: умова стійкості при робочих умовах виконується
 $[F] = 3,02 \text{ МН}$, умова міцності за напруженнями в робочих умовах
 виконується - $\sigma_{\text{екв}} = 15,92 \text{ МПа}$.

						ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
							65
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			

Перевірка на міцність зварного шва в перерізі А-А

Метою даного розрахунку є перевірка на міцність зварного шва в перерізі А-А.

Умова міцності має вигляд:

$$\frac{1}{\pi D a} F \leq 0,8 [\sigma],$$

де $a=0,004$ м – катет зварного шва

$$\frac{1}{3,14 \cdot 1,6 \cdot 0,004} 0,35 = 17 \text{ МПа} < 0,8 \cdot 238 = 190,4 \text{ МПа}$$

Висновок: Умова міцності зварного шва при робочих умовах виконується.

Перевірка опори на стійкість

Метою даного розрахунку є перевірка на стійкість в перерізі Б-Б та В-В.

Перевірка стійкості в зоні отвору в перерізі Б-Б

Визначимо площу послабленого поперечного перерізу:

$$A = \pi D S - b S = 3,14 \cdot 1,6 \cdot 0,008 - 0,5 \cdot 0,008 = 0,036 \text{ м}^2$$

Коефіцієнт, що враховує послаблений переріз:

$$\varphi_1 = \frac{A}{\pi D (S - C)} = \frac{0,036}{3,14 \cdot 1,6 \cdot (0,008 - 0,0028)} = 1,37$$

Умова стійкості в перерізі:

$$\frac{F}{\varphi_1 [F]} \leq 1$$
$$\frac{0,35}{1,37 [3,02]} = 0,084 \leq 1$$

Отже, умова стійкості в послабленому перерізі виконується.

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						66
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Перевірка на стійкість опори в перерізі В-В

Маса опорної колони:

$$m_{on} = (\pi D S H_{on} - h b S) \rho$$
$$= (3,14 \cdot 1,6 \cdot 0,008 \cdot 2 - 0,7 \cdot 0,5 \cdot 0,008) \cdot 7920 = 614,4 \text{ кг}$$

Площа опорного кільця:

$$S = 0,785(D_{зоб}^2 - D_{вн}^2) = 0,785(1,88^2 - 1,5^2) = 1,008 \text{ м}^2$$

Питоме навантаження опори на фундамент:

$$\sigma = \frac{G}{S} = \frac{m_{on} + m}{S} = \frac{614,4 + 15236,5}{1,008} = 624,4 \text{ Па}$$

Обираємо фундамент: бетон 300, тоді допустиме навантаження:

$$[\sigma] = 23 \text{ МПа}$$

Умова стійкості: $\sigma \leq [\sigma]$

$$0,000624 \text{ МПа} < [23 \text{ МПа}]$$

Отже, умова стійкості виконується.

Висновок: Даний розрахунок дав змогу отримати данні про стійкість в різних елементах установки. Умови стійкості виконуються: питоме навантаження опори на фундамент - $\sigma = 624,4 \text{ Па}$,

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						67
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

6 Рекомендації щодо монтажу та експлуатації апарата

Рекомендації з монтажу і експлуатації розроблено згідно з матеріалами що викладені в [7].

Даний пункт визначає основні умови здійснення монтажу і експлуатації апарата та включає: спосіб проведення монтажу, вимоги щодо розміщення апарата та його самостійних деталей, умови проведення випробувань, та варіанти для забезпечення нормальної експлуатації .

Проектування окремих деталей та цілих посудин (включаючи частини для заміни), та інструкція щодо транспортування та виконання монтажних робіт виконується конструктором або проектною організацією, що має відповідний дозвіл Держнаглядохоронпраці України для проведення відповідних роботи. При внесенні змін в проекти та нормативні документи необхідним є узгодження результатів змін з розробниками проектів та нормативних документів.

Конструкція повинна бути запроектована і виготовлена таким чином, щоб забезпесити: довговічність, безпечну в експлуатацію та працездатність протягом усього періоду експлуатації, та належні умови завчасно виявляти та попередити можливі виходи з ладу. В технічній документації виробу вказують розрахунковий, максимально можливий незламний строк служби апарата.

Колонні апарати поставляються на монтажний майданчик у максимально готовому вигляді. Якщо перевезення повністю зібраного апарата є неможливою, він поставляється максимально великими блоками або окремими деталями. У всіх випадках завод-виготовлювач до відправки на монтажну дільницю повинен зробити контрольну збірку апарату, нанести на все сполучення складальні осі і контрольні ризики. Якщо апарат можна підняти на фундамент повністю в

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						68
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

зібраному вигляді, то після монтажу в горизонтальному положенні до нього приварюють всі обслуговуючі металоконструкції (майданчики, сходи, сходові клітини), встановлюють запірну арматуру і трубопровідну обв'язку і наносять теплоізоляцію. Потім після опресування і спуску з нього обпресувальна рідина, піднімають на фундамент. При підйомі окремих блоків апарату в залежності від обраного способу монтажу розробляють конкретну технологію виробництва монтажних робіт, що передбачає максимальне зниження обсягу робіт, що проводяться на високих відмітках. Монтаж апарата складається з двох основних етапів: переведення його з горизонтального положення у вертикальне та встановлення апарата на фундамент.

Існують такі способи монтажу колонних апаратів.

Монтаж способом нарощування. Монтаж ведуть з нижньої частини апарату, послідовно нарощуючи окремі царги. Монтаж ведуть баштовим і гусеничним кранами. Спосіб нарощування застосовують при монтажі колонних апаратів укрупненими блоками. Укрупнену збірку окремих царг в блоки виконують гусеничним краном. Блоки, збирають в зоні максимальної вантажопідйомності баштового крана по кілька царг в блоці. Перед установкою в кожному блоці верхньої царги приварюють кронштейни для містків, з яких з'єднують блоки між собою. Недоліком способу нарощування є те, що під час монтажу доводиться вести роботи на різній висоті, що ускладнює складання, збільшує термін і вартість монтажу.

Монтаж способом підрощування. Монтаж ведуть на одній висоті, при ньому не потрібна установка лісів, але необхідні механізми, вантажопідйомність яких не менше маси апарату. Монтаж ведуть порталом. Портал може бути нерухомим (якщо монтаж ведуть окремими царгами) або хитним (якщо монтаж ведуть укрупненими

									Арк.
									69
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ЛН-61.066211.001ПЗ				

блоками). При роботі з нерухомим порталом монтаж ведуть починаючи з верхньої частини апарату, яку зтягають на фундамент трактором або лебідкою, потім піднімають на висоту, достатню для установки під нею наступній частині, стикуються і з'єднують їх, піднімають на необхідну висоту і тощо. До закінчення збірки всього апарату. При роботі з хитним порталом царги попередньо збирають гусеничним краном в блоки. Блоки мають бути розміщені так: нижній - на фундаменті; середній - зліва від фундаменту; верхній - праворуч від фундаменту. Потім портал нахиляють вправо; стропят його верхній блок, піднімають і, нахиливши портал вліво, переносять і встановлюють його на середній блок, з'єднують і вже обидва блоки переносять і стикуються з нижнім блоком. При зміні положення порталу необхідно стежити за натягом всіх вант, не допускаючи зайвої слабину, особливо при переході порталу через нейтральне положення, інакше можливий ривок, який може викликати аварію.

Монтаж способом повороту навколо осі шарніра. Монтаж ведуть за допомогою щогли, порталу, стрілового крана та іншого обладнання. Потрібна вантажопідйомність механізмів може бути менше маси апарату, особливо якщо центр ваги апарата розташований близько до основи. На фундаменті кріплять анкерними болтами спеціальний шарнір, на який укладають і приварюють нижню частину апарату, зібраного в горизонтальному положенні. Потім встановлюють щоглу на такій відстані від проектною осі апарату, щоб блоки поліспастів не зійшлися в момент установки апарату у вертикальному положенні мінімум на 1,5 - 2 м. При переході центру ваги апарату через вісь шарніра апарат починає мимоволі опускатися під дією сили тяжіння. Щоб запобігти цьому, встановлюють підтримуючу лебідку. При установці апарату на фундамент цим способом не слід заливати анкерні

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						70
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

болти до його установки, так як потрапити на них отворами лап майже неможливо.

Монтаж підйомом за верх з подтасківанію нижній частині. Монтаж виконують нерухомим порталом і гусеничним трактором або лебідкою. Апарат збирають в горизонтальному положенні. Верхня частина його знаходиться на фундаменті, а нижня укріплена на санях, але так, щоб апарат при підйомі міг повертатися навколо вузла кріплення. Апарат стропят за верхню частину і починають піднімати, одночасно підтягаючи сани. При цьому стежать, щоб поліспаст знаходився у вертикальному положенні. Коли сани наблизяться до фундаменту, їх відв'язують, піднімають апарат над фундаментом, поєднують отвори в лапах з анкерними болтами і встановлюють на фундамент.

Монтаж способом підйому в горизонтальній площині з наступним поворотом. Монтаж ведуть щоглою, висота якої може бути на 10 - 15% менше висоти апарату. Колону збирають в горизонтальному положенні безпосередньо на фундаменті, стропят її за помилкові штуцера, приварені на 40 - 50 см вище центру ваги, а з боку верхньої частини кріплять трос врівноважує лебідки. При підйомі урівноважує лебідка утримує колону в горизонтальному положенні. Колону піднімають на висоту, більшу на 1,5 - 2 м, ніж відстань від місця стропування дощенту, переводять її в вертикальне положення і опускають на фундамент.

Монтаж способом вичавлювання. Монтаж ведуть спеціальним підйомником, винайденим інженерами М. І. Васильєвим і Е. В. Грузинова. На фундаменті кріплять анкерними болтами спеціальний шарнір, на який укладають і приварюють нижню частину колони, зібраної в горизонтальному положенні. Приблизно до середини колони кріплять один кінець зведеною опори підйомника, другий кінець

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						71
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

з'єднаний з візками, встановленими на рейках. Візки з допомогою канатів з'єднані з лебідками. При натягу канатів візка рухаються, підтягуючи дальній кінець опори. При цьому опора підйомника йде вгору, вичавлюючи апарат до установки його у вертикальне положення. Спочатку працює одна візок з короткою штангою, вона стоїть до горизонту крутіше і підтягувати її легше. Після того як вона встане вертикально, починає працювати більш довга опора, яка в цей момент вже значно піднялася. Розподіл сил в трикутнику «апарат - рамна опора - канати» таке, що на канати доводиться навантаження всього 0,75 маси колони, що дозволяє застосовувати стандартні канати при великій масі колони. Найбільше напруга канати відчують в початковий момент, коли піднімається апарат лежить на землі, потім навантаження поступово знижується до нуля. Цей спосіб забезпечує безпеку, дозволяє виконувати роботи в природних умовах. Збірку підйомного пристрою можна виконати за кілька годин, а підйомник легко виготовити на монтажному майданчику.

Найбільше розповсюдження отримали два методи підйому апаратів колонного типу: метод скользіння з послідуочим відривом апарата від землі і метод повороту навколо шарниру. При методі скользіння апарат переводять із горизонтального положення у вертикальне положення одночасним прикладанням до апарату двох зусиль: строго вертикального та горизонтального, що прикладається до опорної частини апарата. Вертикальне зусилля створюють одним або двома кранами, а горизонтальне – допоміжною лебідкою або трактором – тягачем. За рахунок прикладання цих двох зусиль забезпечується поворот горизонтального положення апарата і його переведення у вертикальне положення. При цьому спочатку опорна частина апарата скользить а потім відривається від поверхні землі.

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						72
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Для виконання монтажу апарату рекомендовано застосовувати методику підйому, по причині великої габаритності та маси.

Маса фундаменту повинна бути більшою за масу ректифікаційної колони в 1,5 – 2 рази. Основним матеріалом фундаменту є бетон. В момент встановлення апарату відбуваються перевірку на відхилення від заданих горизонтальних та вертикальних міток на пряму та відхилення осей від осей в проектній документації.

Після завершення встановлення апарата кінцеві відхилення головних осей не мають перевищувати 20 мм. Габаритний розмір встановленого апарата по висоті не може перевищувати розроблений більш ніж на 10 мм. По осі вертикалі апарат може відхилитись на 3 мм на кожен метр висоти, та не більше ніж на 35 мм на всю висоту апарата. В процесі монтажу окремих частин апарата важливо звертати увагу на відхилення в розташуванні фланцевих з'єднань. При монтажі комплектних деталей важливим є досягти співісності всіх роз'ємних з'єднань, а також необхідно досягти співісності трубопроводів, що монтуватимуть для підключення насосів та іншого обладнання.

Апарат проходить випробування після закінчення всіх монтажних а також збиральних робіт. До випробування проводяться підготовчі роботи а також оглядають апарат і всі вузли сполучення. Особливо ретельно виконують огляд: кришки, приладу, арматури, прокладки, болтів, заглушок та інших деталей, які в найбільшій мірі впливають на герметичність апарата. До виконаних випробувань входять: гідравлічні та пневматичні випробування апарата разом з під'єднаними трубопроводами на випробувальний тиск, вказаний в проектних розрахунках. В ході випробування повторно перевіряють герметичність місць де встановлені крани, клапани, вентилі та інші прилади. Також перевіряють щільність роз'ємних з'єднань. Всі дефекти

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						73
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

та недоліки конкретного апарата, які були виявлені під час монтажу та випробувань заносять в акт випробувань .

Апарат можна вважати прийнятим в експлуатацію відразу після підписання акту прийому робіт монтажною компанією. За рахунок впровадження обліку робіт та його ведення досягається правильна та безпечна експлуатація апарата.

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						74
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

7 Рівень стандартизації та уніфікації

Використання в апаратах стандартних та уніфікованих деталей сприяє скороченню витрат, спрощує ремонт обладнання та зменшує час необхідний для обслуговування.

Стандартні деталі є взаємозамінними, та не потребують спеціального обладнання для монтажу.

Рівень стандартизації та уніфікації визначає насичення виробу стандартизованими та уніфікованими деталями, та оцінюється відповідними.

коефіцієнтами.

Розрахунок ведеться за [11].

Коефіцієнт стандартизації:

$$K_c = \frac{n_c}{n_{\text{заг}}} = \frac{302}{395} = 0,76$$

Де n_c - кількість стандартних деталей, $n_c = 302$;

$n_{\text{заг}}$ - загальна кількість деталей, $n_{\text{заг}} = 395$.

Коефіцієнт уніфікації визначаємо із залежності :

$$K_y = \frac{302 + 30}{395} = 0,84$$

де: $n_{\text{ун}}$ – кількість уніфікованих деталей, $n_{\text{ун}} = 30$.

Висновок: Розраховано коефіцієнти стандартизації та уніфікації, які становлять: $K_c = 0,8$; $K_y = 0,97$. Дана ректифікаційна колона відповідає сучасним умовам стандартизації та уніфікації.

									ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
										75
Змін.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

8 Техніко-економічне обґрунтування модернізації

8.1 Техніко-економічне обґрунтування доцільності вдосконалення

Масообмінні апарати широко використовуються у багатьох галузях промисловості. Вибрана ректифікаційна колона є апаратом для розділення суміші диметилкетон-вода.

На основі даної ректифікаційної колони, яка включає в себе: дві кришки, штуцери, а також масообмінні тарілки із ковпачками на них, було запропоновано наступне покращення.

Вдосконалення полягає у, встановленні решітки під кутом по периметру ковпачка, у місці закінчення прорізів ковпачка. Таке вдосконалення дає змогу збільшити площу контакту фаз.

Отже запропонована модель дозволить підвищити інтенсивність процесу масообміну.

Алгоритм техніко-економічних показників базового та модернізованого апаратів представлено в[12].

8.2 Розрахунки витрат на проведення проектно-конструкторських робіт по вдосконаленню ректифікаційної колони

Вдосконалення розраховуємо відповідно до ступеня складності та обсягу проектно-конструкторської документації.

Економічно вигідно виконувати модернізацію в період проведення капітального ремонту установки. Зазвичай вдосконалення устаткування забезпечує збільшення продукції на 10-15%, а витрати не перевищують половину вартості нових знарядь виробництва аналогічного призначення.

Розрахунок ефективності модернізації устаткування полягають у

									ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
										76
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

визначенні коефіцієнта ефективних витрат:

$$n_{pi} = 1 - \frac{M_i + S_{ej}}{K_{Hj} + \alpha\beta + S_{\alpha j}}$$

де M_j – сукупні поточних витрати на проведення модернізації устаткування, грн.; S_{ej} – перевищення експлуатаційних витрат модернізованого устаткування порівняно з новим аналогічним устаткуванням, грн.; K_{Hj} – оптова ціна придбання нового аналогічного устаткування, грн. α – коефіцієнт співвідношення продуктивності модернізованого устаткування та аналогічного нового устаткування; β – коефіцієнт співвідношення тривалості ремонтного циклу модернізованого устаткування та аналогічного нового устаткування; $S_{\alpha j}$ – втрати від недоамортизації устаткування, яке підлягає модернізації.

Величина сукупних витрат на модернізацію:

$$M_j = \Phi_{i_{перв}}^{MOD} \cdot K_i = 500000 \cdot 0,06 = 30000 \text{ грн}$$

де $\Phi_{i_{перв}}^{MOD}$ – первісна (відновлена) вартість устаткування, яке підлягає модернізації, згідно даних підприємств, де експлуатується аналогічне обладнання, первісна вартість ректиф. колони $\Phi_{i_{перв}}^{MOD} = 500$ тис.грн.; K_i – коефіцієнт витрат, величина якого залежить від виду і типу устаткування, яке підлягає модернізації, в даному випадку $K_i = 0,06$ для теплообмінних апаратів.

Модернізоване устаткування у процесі подальшої експлуатації, як правило, вимагає більш високих експлуатаційних (поточних) витрат у порівнянні з аналогічним новим устаткуванням.

Експлуатаційні (поточні) витрати при роботі устаткування складаються з таких витрат:

витрати паливно-мастильних матеріалів;

витрати на придбання та виготовлення необхідних запасних частин;

витрати на оплату праці ремонтного персоналу;

										ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
											77
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата							

інші поточні експлуатаційні витрати.

З достатнім для розрахунків ступенем точності, який базується на практичних даних підприємств хімічного машинобудування, величина перевищення експлуатаційних (поточних) витрат по модернізованому устаткуванню порівняно з новим аналогічним устаткуванням S_{ej} може бути розрузовано:

$$S_{ej} = q_{bi} \cdot \Phi_{i_{перв}}^{мод} - q_{bn} \cdot \Phi_{перв}^{нов} = 0,12 \cdot 500000 - 0,1 \cdot 550000 \\ = 5000 \text{грн}$$

де q_{bi} – коефіцієнт експлуатаційних (поточних) витрат устаткування, яке підлягає модернізації, в даному випадку $q_{bi} = 0,12$ – для ректифікаційних колон; q_{bn} – коефіцієнт експлуатаційних (поточних) витрат аналогічного нового устаткування, в даному випадку $q_{bn} = 0,1$ для ректифікаційних колон; $\Phi_{перв}^{нов} = 550000$ грн – первісна вартість нового (аналогічного) устаткування.

Коефіцієнт співвідношення продуктивності модернізованого устаткування та аналогічного нового устаткування α розраховується по формулі[6]

$$\alpha = \frac{P_i}{P_{нов}} = \frac{1,8}{1,8} = 1$$

де P_i – продуктивність або інший один з найбільш важливих показників, який характеризує роботу устаткування, яке підлягає модернізації;

$P_{нов}$ – продуктивність або інший один з найбільш важливих показників, який характеризує роботу аналогічного нового устаткування.

Коефіцієнт співвідношення тривалості ремонтного циклу модернізованого устаткування та аналогічного нового:

$$\beta = \frac{T_{мод}}{T_{нов}} = 0.95$$

									Арк.
									78
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ЛН-61.066211.001ПЗ				

Висновки

В дипломному проекті бакалавра на тему: «Модернізація ректифікаційної колони установки виробництва диметилкетону» проведена модернізація тарілчастої ректифікаційної колони для отримання диметилкетону.

Модернізація досягається за рахунок конструктивного вдосконалення ковпачків тарілки, а саме встановлення решітки біля ковпачка колони, решітка повинна бути встановлена під кутом по периметру ковпачка у місці закінчення прорізів ковпачка. Дане конструктивне рішення дає змогу збільшити поверхню контакту фаз за рахунок чого коефіцієнт корисної дії тарілки збільшується.

В результаті дипломного проекту бакалавра було зроблено опис процесу; розраховані діаметр, висоту робочої поверхні та загальну висоту колони; підтверджено вибір конструкторської машини; основні показники порівнювалися з аналогами конструкції; було проведено патентне дослідження; розроблено рекомендації з охорони праці; доведено економічну обґрунтованість модернізації.

Виконані розрахунки, що підтверджують ефективність і надійність вибраних конструкцій пристрою, такі як параметричні, гідравлічні, розрахунки на міцність і базові вузли апарата та ізоляційний шар. Виконані рекомендації з монтажу та експлуатації, визначено рівень стандартизації та уніфікації, зроблено техніко-економічне обґрунтування модернізації. Результати розрахунку наведені в додатках та пояснювальній записці. Більша частина розрахунків виконана в програмному середовищі Mathcad 15.

Графічна частина проекту виконана у “COMPAS 3D environment V18.1” і включає технологічну схему (A1), складальне креслення (A1), корпус (A1), царга (A2) і технічна ілюстрація ідеї патенту (A3). Специфікації були зроблені для складальних креслень. За період виконання проекту було отримано декларативний патент на корисну модель №u201910182, та були опубліковані дві тези доповідей на Всеукраїнських конференціях

									Арк.
									80
Змі.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ЛН-61.066211.001ПЗ				

Выводы

В дипломном проекте бакалавра на тему: «Модернизация ректификационной колонны установки производства Диметилкетон» проведена модернизация тарельчатой ректификационной колонны для получения Диметилкетон.

Модернизация достигается за счет конструктивного совершенствования колпачков тарелки, а именно установление решетки у колпачка колонны, решетка должна быть установлена под углом по периметру колпачка в месте окончания проемов колпачка. Данное конструктивное решение позволяет увеличить поверхность контакта фаз за счет чего коэффициент полезного действия тарелки увеличивается.

В результате дипломного проекта бакалавра было сделано описание процесса; рассчитаны диаметр, высоту рабочей поверхности и общую высоту колонны; подтверждено выбор конструкторской машины; основные показатели сравнивались с аналогами конструкции; было проведено патентное исследование; разработаны рекомендации по охране труда; доказано экономическую обоснованность модернизации.

Выполнены расчеты, подтверждающие эффективность и надежность выбранных конструкций устройства, такие как параметрические, гидравлические, прочностные и базовые узлы аппарата и изоляционный слой. Выполнены рекомендации по монтажу и эксплуатации, определен уровень стандартизации и унификации, сделано технико-экономическое обоснование модернизации. Результаты расчета приведены в приложениях и пояснительной записке. Большая часть расчетов выполнена в программной среде Mathcad 15.

Графическая часть проекта выполнена в "COMPAS 3D environment V18.1" и включает технологическую схему (A1), сборочный чертеж (A1), корпус (A1), цапга (A2) и техническая иллюстрация идеи патента (A3). Спецификации были сделаны для сборочных чертежей. За период реализации проекта было получено декларативный патент на полезную модель №u201910182, и были опубликованы два тезиса докладов на Всеукраинских конференциях.

									Арк.
									81
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ЛН-61.066211.001ПЗ				

Conclusions

In the bachelor diploma project on a theme: "Modernization of a distillation column of installation of production of Dimethylketone" modernization of a plate distillation column for receiving Dimethylketone is carried out.

Modernization is achieved due to the design improvement of the plate caps, namely the installation of the lattice at the column cap, the lattice must be installed at an angle around the perimeter of the cap at the end of the openings of the cap. This design solution allows to increase the contact surface of the phases due to which the efficiency of the plate increases.

As a result of the bachelor's thesis project, a description of the process was made; the diameter, height of the working surface and the total height of the column are calculated; the choice of the design car is confirmed; the main indicators were compared with analogs of a design; the patent study was conducted; developed recommendations on labor protection; the economic justification of modernization is proved.

Calculations have been performed to confirm the efficiency and reliability of the selected device structures, such as parametric, hydraulic, strength and base units of the apparatus and the insulating layer. Recommendations for installation and operation have been implemented, the level of standardization and unification has been determined, and a feasibility study for modernization has been made. The results of the calculation are given in the additions and the explanatory note. Most of the calculations are performed by Mathcad 15 software environment.

The graphic part of the project was made in "COMPAS 3D environment V18.1" and includes the technological scheme (A1), assembly drawing (A1), case (A1), tsarga (A2) and technical illustration of the idea of the patent (A3). Specifications were made for assembly drawings. During the project implementation period, the declarative patent for the utility model №u201910182 was obtained, and two abstracts were published at All-Ukrainian conferences.

									Арк.
									82
Змін.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ЛН-61.066211.001ПЗ				

Перелік посилань

1. Березов Т. Т., Коровкин Б. Ф., Биологическая химия: Учебник / Под ред. акад. АМН СССР С. С. Дебова.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Медицина,— 1990.— 528 с.
2. Патент №135945 (UA), МПК (2008.01) B01D 3/14.Ректифікаційна колона / Пінчук Андрій Євгенович (UA), Степанюк Андрій Романович (UA) Заявка № u201901647, 19.02.2019; Опубл. 25.07.2019, Бюл. № 14
3. Патент №136396 (UA), МПК (2006.01) B01D 3/22. Ректифікаційна колона / Волошин Іван Леонідович (UA), Степанюк Андрій Романович (UA) Заявка № u201903165, 01.04.2019; Опубл. 12.08.2019, Бюл. № 15
4. Патент №2680064 C1 (RU), B01D 3/16(2018.08) Ректифікаційна колонна/ Кривошеев Володимир Петрович(RU), Ануфрієв Олександр Вячеславович(RU) Заявка № 2018112606, 10.04.2018; Опубл.14.02.2019, Бюл.№ 5
5. Patent № 208799792 (CN), B01D 3/32,B01D 3/14. Rectifying column / 李清平徐志丹, (CN). Filing №201821402357.2, 29.08.2018; Publication 30.04.2019
6. Patent № 28660397 (CN), B01D 3/14,B01D 3/32. Rectifying column / 李清平徐志丹, (CN). Filing №201820780188X, 24.05.2018; Publication 30.01.2019.
7. Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов 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.
8. В.Г. Доброногов, І.О. Мікульонок . «Конструювання опорних вузлів хімічних апаратів і перевірка несучої спроможності обичайок на дію опорних навантажень»: Навч. посібник /. – К.НМК ВО, 1995 – 182 с.
9. Зыков Д. Д., Деревицкая В. А. Общая химическая технология

						ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
							83
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			

- органических веществ.– 2-е изд., перераб. – М.: Химия, 1966. – 608 с.
- 10.А. А. ЛАЦИНСКИЙ, А. Р. ТОЛЧИНСКИЙ ОСНОВЫ
 КОНСТРУИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА ХИМИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ/
 Под редакцией инж. Н. Н. Логинова/ Издание 2-е, переработанное и
 дополненное. - ИЗДАТЕЛЬСТВО «МАШИНОСТРОЕНИЕ»
 ЛЕНИНГРАД 1970.- 608с
11. Мікульонок І.О. Виготовлення монтаж та експлуатація обладнання
 хімічних виробництв– Київ НТУУ «КПІ», 2012 – 442с
- 12.А. М. Задольський. Методичні вказівки до виконання економічної
 частини дипломних проектів бакалаврів (для студентів інженерно –
 хімічного факультету). Київ, 2010
- 13.Обеспечение и методы оптимизации надежности химических и
 нефтеперерабатывающих производств/ В. В. Кафаров, В. П. Мешалкин,
 Г. Грун, В. Ной-манн. — М.; Химия, 1987. 272 с.

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						84
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Додаток А Документація до патентного дослідження

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						85
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

РЕГЛАМЕНТ ПОШУКУ № ЛН61.066211.001 ПЗ

Найменування теми *Ректифікаційна колона* шифр теми *ЛН51.066211.001* Етап *Проектування ректифікаційної колони та її складових частин* Номер, дата завдання на проведення патентних досліджень

ЛН61.15.05.2020, 05.06.2020

Обґрунтування регламенту пошуку:

Предмет пошуку:

1) ректифікаційна колона (Об'єктом пошуку є винаходи та набуття права інтелектуальної власності на винаходи).

Мета пошуку інформації:

- *визначення патентної ситуації щодо масообмінних апаратів*
- *визначення патентоздатності проєктованого апарата*
- *визначення спрямованості з питань розвитку даного напрямку в техніці.*

Визначення держав пошуку: *використовуємо для пошуку такі держави, як Україна, Російська Федерація, США, Німеччина, Франція, Японія.*

Ретроспективність. *Згідно Закону України «Про охорону права на винаходи і корисні моделі» №3769-ХІІ від 23.12.93р. зі змінами, строк дії патенту на винаходи становить 20 років від дати подання заявки, проте регламент пошуку встановлюємо 2019–2020 р.р.*

Класифікаційні індекси: *Міжнародна патентна класифікація (МПК, англ. International Patent Classification - IPC) — ієрархічна система патентної класифікації, що була створена відповідно до норм Страсбурзької угоди про міжнародну патентну класифікацію 1971 р. МПК є засобом для однакового в міжнародному масштабі класифікуванні патентних документів. До даного проектування*

						ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
							86
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата			

належить така класифікація: B01D 47/12, 47/14; 33/03, 53/18, 53/14, 47/06.

Уніфікована десяткова класифікація (УДК) – це міжнародна багатомовна класифікаційна система. В даному випадку код УДК 66.048.3

Джерела інформації:

- 1) Бібліотека фонду патентної документації громадського користування;
- 2) Український інститут промислової власності (Держпатент України);
- 3) Федеральная служба интеллектуальной собственности (Роспатент);
- 4) Всесвітня організація інтелектуальної власності;
- 5) науково-технічні підручники, навчальні посібники з курсу процесів та апаратів хімічного та нафтопереробного виробництва, монографії Корнієнко Я.М.

«Процеси та обладнання хімічної технології» Корнієнко Я.М.;

- 6) інтернет ресурси: <http://ep.espacenet.com/>, <http://www.uipv.org>, <http://uapatents.com>, <http://www.freepatent.ru>, <http://www1.fips.ru/>, <http://www.librory.ukrpatent.org>, <http://borovic.ru>

Пошук розпочато: 15.05.2020р.

Пошук закінчено: 04.06.2020р.

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						87
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Предмет пошук (ОГД, його складів част.)	Держава пошуку	Класифікаційні індекси	Інформаційна база, використана під час пошуку	Бібліографічні данні першого та останнього за хронологією джерела інформації	
				Патентна інформація	Інша науково-технічна інформація
Ректифікаційна колона	Україна, Російська Федерація, США, Німеччина, Франція, Японія.	МПК (2006.01)F28F, 7/00, F28D 1/00, УДК 66.04 5.3	Фонд НТУУ "КПІ" Державний та зарубіжний патентний фонд бази даних об'єктів промислової власності, до яких безоплатний доступ в Інтернеті http://ep.espace http://www.uipv.org , http://uapatents.com , www.freepatent.org	Описи винаходів патентів України № u201903165 Описи корисних моделей патентів України № u201901647 Описи винаходів патентів РФ № 2018110338 № 2018112606	И.А. Александров. Ректификационные и абсорбционные аппараты. Методы расчета и конструированыя. - М: "Химия", 1971. RU 2250126 МПК В01D 3/22 опубл. 20.04.05 Бюл. № 11. А.Г. Касаткин Основные процессы и аппараты химической

									Арк.
									89
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата	ЛН-61.066211.001ПЗ				

	№201821402357.2, 29.08.2018; Publication 30.04.2019.	
Ректифікаційна колона	Патент №2680064 С1 (RU), B01D 3/16(2018.08) Ректифікаційна колонна/ Кривошеев Володимир Петрович(RU), Ануфрієв Олександр В'ячеславович(RU) Заявка № 2018112606, 10.04.2018; Опубл.14.02.2019, Бюл.№ 5	Діє
Ректифікаційна колона	Patent № 28660397 (CN), B01D 3/14,B01D 3/32. Rectifying column / 李清平徐志丹, (CN). Filing №201820780188X, 24.05.2018; Publication 29.03.2019.	Діє

Таблиця А.4

Інша науково-технічна документація, відібрана для подальшого аналізу.

ОГД, його складові частини	Джерела інформації	Бібліографічні дані
Ректифікаційна колона	Корнієнко Я.М. Процеси та обладнання хімічної технології [Текст]: підруч./ Я. М. Корнієнко	К.: НТУУ «КПІ», 2011. – Ч.2. – 416 с.
Ректифікаційна колона	Дытнерский Ю.И. Основные процессы и аппараты химической технологии.	М.: Химия, 1991. - 496с.

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						91
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Висновок:

У результаті проведення патентних досліджень встановлено:

Процес ректифікації здійснюється в ректифікаційних установках, основним апаратом якої є ректифікаційна колона. Пара рідини, що переганяється, піднімається знизу, а назустріч парам стікає рідина, що подається у вигляді флегми у верхній частині апарата. Ступінь поділу суміші рідин на складові компоненти і чистота одержуваного дистиляту і кубового залишку залежать від того, наскільки розвинена поверхня контакту фаз, від кількості поданої на зрошення флегми і контактних пристроїв ректифікаційної колони. Найпоширенішими у використанні є тарілкові колони з ковпачковими, рідше з ситчастими контактними пристроями. Роботу тарілок можна оцінити за пропускною здатністю пари та рідини, чистотою розділення вихідної суміші на окремі компоненти, гідравлічним опором, діапазоном сталої роботи. Пропонований апарат і його складові частини відповідають умовам патентної чистоти винаходу (корисної моделі) через те що усі суттєві ознаки найближчих аналогів не використано в проектних апаратах.

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						92
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

**Додаток Б Програмний розрахунок товщини еліптичного днища
під дією внутрішнього тиску**

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						93
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Додаток Б. Програма розрахунку товщини стінки ректифікаційної колони під дією внутрішнього надлишкового тиску.

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

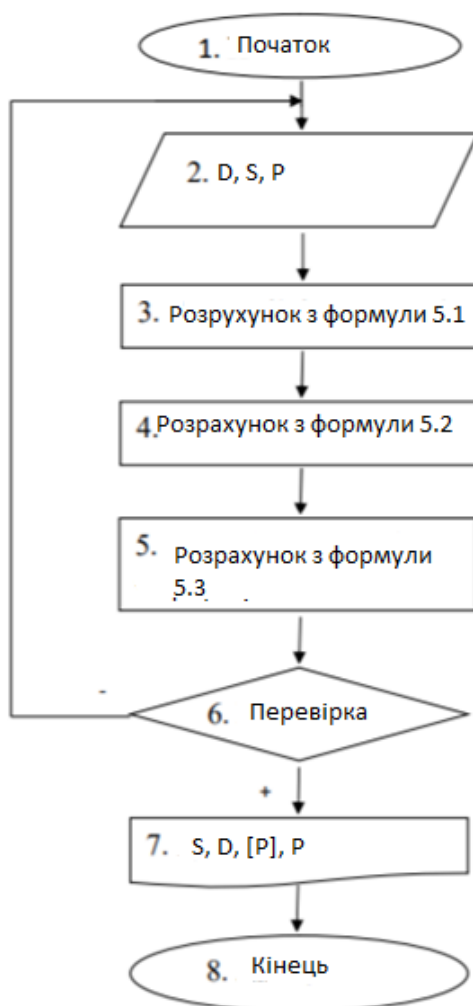


Рисунок Б.1 – Блок – схема розрахунку товщини стінки ректифікаційної колони під дією внутрішнього надлишкового тиску

Програма розрахунку товщини стінки

$$D:=1.6 \quad P:=0.1174 \quad [\sigma]:=224.4 \quad \varphi:=0.9$$

$$S_R := \frac{P R}{2 [\sigma] \varphi - 0,5 P} = 0,00046$$

$$C_1 = 2 \quad C_2 := 0.8 \quad C_3 = 0$$

$$C := C_1 + C_2 + C_3 = 2.8$$

$$S := S_r + C_1 + C_2 + C_3 = 3.26$$

$$H := 0.25 \cdot D = 0.4$$

$$R := \frac{D^2}{4 \cdot H} = 1$$

$$P_{dop} := \frac{2 \cdot (S - C) \sigma_{dop} \cdot \varphi}{R + 1(S - C)} = 1.31 \quad 0.1 \leq 1.31$$

Ідентифікатори роз'яснені в таблиці Б.1

Таблиця Б.1 перелік ідентифікаторів

Найменування величини	Позначення	Ідентифікатор	Розмірність
1	2	3	4
Діаметр апарата	D	D	m
Зовнішній тиск	P	P	MPa
Допустиме напруження	$[\sigma]$	σ_{dop}	MPa
Коефіцієнт зварного шва	φ	φ	
Розрахункова товщина стінки	S_R	S_R	m
Сумарна прибавка на компенсацію корозії, допуску	C	C	m

Виконавча товщина стінки	S	S	m
Висота еліптичної частини днища	H	H	m
Радіус еліптичної частини днища	R	R	m
Допустимий тиск з умови міцності	$[P]$	P_{dop}	MPa

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

Таблиця Б.2 – результати розрахунку

Найменування величини	Позначення	Числове значення	Розмірність
1	2	3	4
Розрахункова товщина стінки	S_R	0,00046	m
Виконавча товщина стінки	S	0,008	m
Висота еліптичної частини днища	H	0,45	m
Радіус еліптичної частини днища	R	1,6	m
Допустимий зовнішній тиск	$[P]$	0,1	MPa

Додаток В Патенти, які використані в патентному дослідженні

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						97
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **135945** (13) **U**
(51) МПК
B01D 3/14 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2019 01647	(72) Винахідник(и): Пінчук Андрій Євгенович (UA), Степанюк Андрій Романович (UA)
(22) Дата подання заявки: 18.02.2019	(73) Власник(и): Пінчук Андрій Євгенович, просп. Гагаріна, 9, кв. 18, м. Київ-105, 02105 (UA), Степанюк Андрій Романович, пр. В. Маяковського, 66-а, кв. 132, м. Київ- 232, 02232 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.07.2019	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.07.2019, Бюл.№ 14	

(54) РЕКТИФІКАЦІЙНА КОЛОНА

(57) Реферат:

Ректифікаційна колона містить масообмінні тарілки, з подвійними ковпачками і переливними пристроями. На масообмінній тарілці встановлюються подвійні ковпачки таким чином, що внутрішній ковпачок закріплено нерухомо, а зовнішній ковпачок може вільно переміщуватись вздовж осі їх кріплення, а отвори у верхній частині ковпачків виконано неспіввісно.

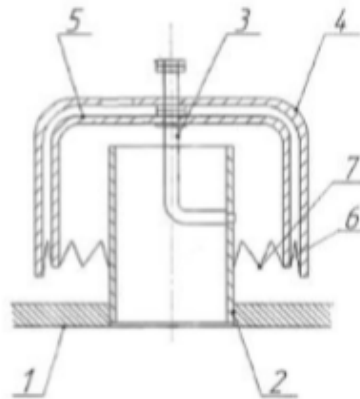


Fig. 1

UA 135945 U

Корисна модель належить до масообмінних апаратів для проведення процесів ректифікації і може бути використана в спиртовій, хімічній, фармацевтичній та інших галузях промисловості. Конструкція ректифікаційної колони, що пропонується, призначена для рівномірного розподілу рідини по об'єму масообмінної тарілки та зменшення пристінного ефекту рідиною, що забезпечує підвищення інтенсифікації процесу масообміну.

Відома ректифікаційна колона, яка містить масообмінні ковпачкові тарілки, з ковпачками і переливними пристроями [Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии. Учебник для вузов 7-е изд. - М.: Госхимиздат, 1961. - 831 с].

Найближчим за технічною суттю до пропонованої корисної моделі є ректифікаційна колона [UA 124245 МПК В01D 3/00 опубл. 26.03.2018 Бюл. № 6], що містить масообмінні тарілки, кожна із яких має плиту із установленими на ній подвійними ковпачками і направляючими перегородками, зливні і приймальні пристрої. Недоліком даної ректифікаційної колони є неефективне розподілення газової фази, що знижує інтенсифікацію процесу масообміну.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення інтенсифікації процесу масообміну, шляхом встановлення подвійних ковпачків, для рівномірного розподілу рідини по об'єму масообмінної тарілки, запобігання утворенню пристінного ефекту рідиною, та можливість регулювання поверхні контакту фаз, тобто ККД тарілки, без зменшення продуктивності колони.

Поставлена задача вирішується тим, що у ректифікаційній колоні на масообмінній тарілці встановлюються подвійні ковпачки, причому внутрішній ковпачок закріплено нерухомо, а зовнішній ковпачок може вільно переміщуватись вздовж осі їх кріплення, а отвори у верхній частині ковпачків виконано неспіввісно.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями, де на фіг. 1 зображено поперечний переріз масообмінної тарілки з встановленими ковпачками.

Ректифікаційна колона містить масообмінні тарілки 1. На масообмінній тарілці 1 встановлено патрубки 2 для проходження газової фази, до неї прикріплюється вісь 3 кріплення ковпачків. Внутрішній ковпачок 5 закріплено нерухомо, а зовнішній ковпачок 4 може вільно переміщуватись вздовж осі їх кріплення, а отвори 8 та 9 (фіг. 2) у верхній частині ковпачків, відповідно, виконано неспіввісно. У внутрішніх 5 та зовнішніх 4 ковпачках виконано прорізи 6 та 7.

Вдосконалена масообмінна тарілка працює наступним чином.

При подачі парового живлення колони парова фаза проходить через патрубки 2 та потрапляє під внутрішні ковпачки 5, проходить через прорізи 7 внутрішніх ковпачків 5 та прорізи 7 зовнішніх ковпачків 4 потрапляє у рідку фазу та барботує шар рідини. При збільшенні продуктивності парової фази зовнішній ковпачок 4 піднімається, і, далі, парова фаза через отвори 9 у верхній частині внутрішніх ковпачків 5 потрапляє у міжковпачковий простір. Після чого частина парової фази надходить через прорізи 7 та потрапляє у рідку фазу та барботує шар рідини, а частина надходить через отвори 8 зовнішніх ковпачків 4 і також барботує шар рідини.

Така конструкція контактних пристроїв масообмінної тарілки дозволить забезпечити рівномірність розподілу рідини по об'єму масообмінної тарілки, зменшити гідравлічний опір колони, тобто збільшення ККД тарілки.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

45 Ректифікаційна колона, яка містить масообмінні тарілки, з подвійними ковпачками і переливними пристроями, яка відрізняється тим, що на масообмінній тарілці встановлюються подвійні ковпачки таким чином, що внутрішній ковпачок закріплено нерухомо, а зовнішній ковпачок може вільно переміщуватись вздовж осі їх кріплення, а отвори у верхній частині ковпачків виконано неспіввісно.



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **136396** (13) **U**
(51) МПК
B01D 3/22 (2006.01)

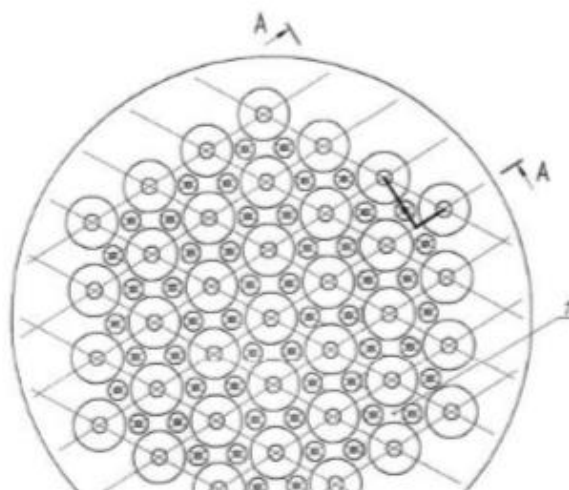
(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: u 2019 03165	(72) Винахідник(и): Волошин Іван Леонідович (UA), Степанюк Андрій Романович (UA)
(22) Дата подання заявки: 01.04.2019	(73) Власник(и): Волошин Іван Леонідович, вул. Менталістів, 8, к. 3-21, м. Київ, 03056 (UA), Степанюк Андрій Романович, просп. В. Маяковського, 66-а, кв. 132, м. Київ-232, 02232 (UA)
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 12.08.2019	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 12.08.2019, Бюл.№ 15	

(54) РЕКТИФІКАЦІЙНА КОЛОНА

(57) Реферат:

Ректифікаційна колона містить масообмінні тарілки, з ковпачками і переливними пристроями. На масообмінній тарілці встановлені між ковпачками більшого розміру ковпачки меншого розміру.



Фиг. 1

UA 136396 U

Корисна модель належить до масообмінних апаратів для проведення процесів ректифікації і може бути використана в спиртовій, хімічній, фармацевтичній та інших галузях промисловості. Конструкція ректифікаційної колони, що пропонується, призначена для рівномірного розподілу рідини по об'єму масообміном тарілки та зменшення пристінного ефекту рідиною, що

5 забезпечує підвищення інтенсифікації процесу масообміну.

Відома масообмінна ковпачкова тарілка, що включає плиту з ковпачками і переливними

пристроями, виконаними у вигляді циліндричних або призматичних стаканів [1].

Найближчим за технічною суттю до пропонованої корисної моделі є ректифікаційна колона

10 [2], що містить масообмінні тарілки, кожна із яких має плиту із установленими на ній ковпачками і направляючими перегородками, зливні і приймальні пристрої. Недоліком даної ректифікаційної

колони є недостатньо ефективне конструктивне рішення по розподіленню рідної фази, що

знижує інтенсифікацію процесу масообміну.

В основу корисної моделі поставлено задачу підвищення інтенсифікації процесу

масообміну, шляхом встановлення між ковпачками більшого розміру ковпачків меншого розміру,

15 для рівномірності розподілу рідини по об'єму масообмінної тарілки, запобігання утворенню

пристінного ефекту рідиною, тобто збільшення ККД тарілки, без зменшення продуктивності

колони.

Поставлена задача вирішується тим, що у ректифікаційній колоні встановлюються додаткові

20 ковпачки меншого розміру між ковпачками більшого розміру.

Суть корисної моделі пояснюється кресленнями (Фіг. 1 та Фіг. 2), на яких зображено вигляд

зверху на масообмінну тарілку (Фіг. 1) та її поперечний переріз (Фіг. 2) з додатковими

ковпачками меншого розміру, які встановлені між ковпачками більшого розміру.

Ректифікаційна колона містить масообмінні тарілки 1. На масообмінній тарілці 1

25 встановлено патрубкі більшого розміру 5 з ковпачками більшого розміру 2, між якими

розміщено додаткові ковпачки меншого розміру 3, які прикріплено до патрубків меншого розміру

4.

Вдосконалена ковпачкова тарілка працює наступним чином. При подачі парового живлення

колони пара проходить через патрубкі 3 та 5, відповідно, і далі потрапляє під ковпачки

30 більшого розміру 2, та під ковпачки меншого розміру 4.

Така конструкція контактних пристроїв забезпечує рівномірність розподілу рідини по об'єму

масообмінної тарілки, збільшує ККД тарілки, без зменшення продуктивності колони.

Джерела інформації:

1. И.А. Александров. Ректификационные и абсорбционные аппараты. Методы расчета и

35 конструирования. - М: "Химия", 1971.

2. RU 2250128 МПК В01Д 3/22 опубл. 20.04.05 Бюл. № 11.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Ректифікаційна колона, яка містить масообмінні тарілки, з ковпачками і переливними

40 пристроями, яка відрізняється тим, що на масообмінній тарілці встановлені між ковпачками

більшого розміру ковпачки меншого розміру.

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(52) СПК
B01D 3/16 (2018.08)

(21)(22) Заявка: 2018112606, 10.04.2018

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
10.04.2018Дата регистрации:
14.02.2019

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 10.04.2018

(45) Опубликовано: 14.02.2019 Бюл. № 5

Адрес для переписки:

690950, Приморский кр., г. Владивосток, ул.
Суханова, 8, отдел интеллектуальной
собственности ДВФУ

(72) Автор(ы):

Кривошеев Владимир Петрович (RU),
Ануфриев Александр Вячеславович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
образования "Дальневосточный федеральный
университет" (ДВФУ) (RU)(56) Список документов, цитированных в отчете
о поиске: RU 2234356 C2, 20.08.2004, SU
292339 A1, 05.01.1977, RU 126265 U1,
27.03.2013, EP 706810 A1, 17.04.1996.

(54) Ректификационная колонна

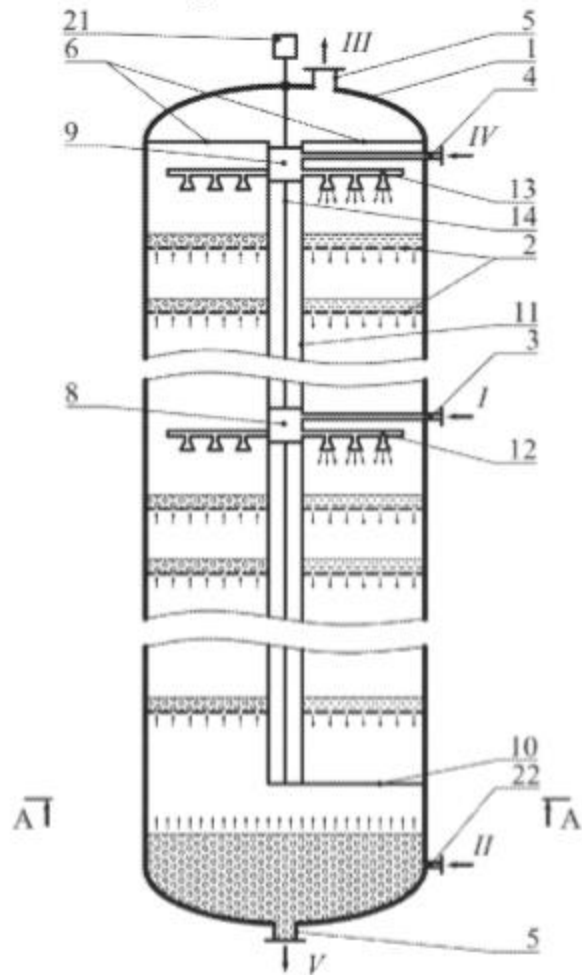
(57) Реферат:

Изобретение относится к области разделения жидких смесей и может быть использовано в нефтехимической, химической и пищевой промышленности, а также различных областях деятельности человека для разделения многокомпонентных жидких смесей. Ректификационная колонна содержит вертикальный корпус с контактными массообменными тарелками, нагреватель, дефлегматор, холодильник, патрубок подачи исходной смеси, патрубок подачи флегмы и патрубки вывода полученных компонентов смеси, продольную вертикальную перегородку, пересекающую контактные массообменные тарелки и разделяющую корпус колонны на вертикальные секции, кроме того, под перегородкой установлен регулятор потоков паровой фазы в виде заслонки, закрепленной с возможностью горизонтального перемещения. В корпусе колонны установлена коаксиальная обечайка, ограниченная регулятором потоков паровой фазы, снабженная патрубками подачи исходной смеси и флегмы в секции и сообщенная

с патрубками подачи исходной смеси и флегмы. Колонна снабжена дополнительными вертикальными перегородками, причем все перегородки пересекают все контактные массообменные тарелки и разделяют корпус колонны на равные вертикальные секции. Вдоль центральной оси колонны установлен вал, на котором жестко закреплен регулятор потоков паровой фазы, размер которого не меньше размеров одной секции. Колонна содержит два распределительных устройства для исходной смеси и флегмы, каждое из которых выполнено с возможностью последовательной подачи исходной смеси и флегмы в секции, размещено в полости обечайки и состоит из стакана и крышки, размещенных на расстоянии друг от друга и жестко закрепленных на валу. Каждый из стаканов снабжен сквозным отверстием, выполненным на его боковой поверхности, и закреплен на валу таким образом, чтобы его сквозное отверстие было направлено в сторону регулятора потоков паровой фазы. Стаканы распределительных устройств для исходной смеси

и флегмы открыты со стороны патрубков подачи исходной смеси и флегмы соответственно, а их сквозные отверстия выполнены с возможностью сообщения с патрубками подачи исходной смеси в секции и с патрубками подачи флегмы в секции. Крышки распределительных устройств для исходной смеси и флегмы размещены со стороны патрубков подачи исходной смеси и флегмы, а

пространство между стаканом и крышкой распределительных устройств для исходной смеси и флегмы сообщено с патрубками подачи исходной смеси и флегмы. Технический результат: повышение эффективности, оптимизация процесса ректификации, расширение функциональных возможностей устройства. 3 ил.



Фиг. 1



(21)申请号 201821402357.2

(22)申请日 2018.08.29

(73)专利权人 湖北佰智昂生物化工有限公司

地址 432505 湖北省孝感市云梦县盐化工产业园

(72)发明人 李清平 徐志丹

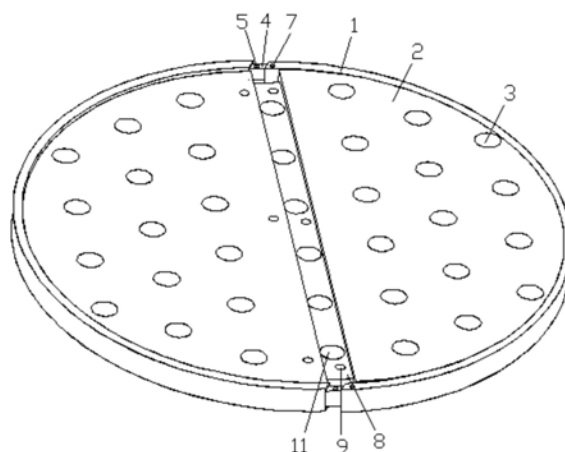
(74)专利代理机构 北京轻创知识产权代理有限公司

公司 11212

代理人 杨立 陈振玉

(51)Int.Cl.

B01D
3/32(
2006.01
) B01D
3/14(
2006.01
)



权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54)实用新型名称

一种用于精馏塔的塔板

(57)摘要

本实用新型涉及一种用于精馏塔的塔板，包括固定环和塔板主体，固定环套设在塔板外，塔板主体与固定环的内侧通过固定件可拆卸连接，固定环由两个形状相同的半环体组成，其中一半环体的两端分别设有第一滑动件，另一半环体的两端分别设有与第一滑动件分别对应的第二滑动件，第一滑动件与对应的第二滑动件滑动连接，并通过第一定位件连接固定，塔板主体由两块半圆形的板体拼接而成的圆形板，板体上均间隔开设有若干第一通孔，其中一板体的直边侧设有第三滑动件，另一板体的直边侧设有第四滑动件，第三滑动件与第四滑动件滑动连接，并通过第二定位件进

定位。本实用新型的有益效果是可调节塔板的周长以便适用于几种不同规格的精馏板，适用性较强

1. 一种用于精馏塔的塔板，其特征在于：包括固定环和塔板主体，所述固定环套设在所述塔板主体外，所述塔板主体与所述固定环的内侧通过固定件可拆卸连接，所述固定环由两个形状相同的半环体(1)组成，其中一所述半环体(1)的两端分别设有第一滑动件，另一所述半环体(1)的两端分别设有与所述第一滑动件分别对应的第二滑动件，所述第一滑动件与对应的所述第二滑动件滑动连接，以使两个所述半环体(1)的两端相互靠近或远离，从而调节所述固定环的周长，并通过第一定位件连接固定，所述塔板主体为两块半圆形的板体(2)拼接而成的圆形板，所述板体(2)上均间隔开设有若干第一通孔(3)，其中一所述板体(2)的直边侧设有第三滑动件，另一所述板体(2)的直边侧设有第四滑动件，所述第三滑动件与所述第四滑动件滑动连接，以使两块所述板体(2)的直边侧相互靠近或远离，从而调节两块所述板体(2)的直边侧之间的距离，并通过第二定位件进行定位。

2. 根据权利要求1所述的一种用于精馏塔的塔板，其特征在于：所述第一滑动件包括两个弧状的第一凸起(4)，每个所述第一凸起(4)的一端与对应的所述半环体(1)的一端固定连接，所述第一凸起(4)上沿其滑动方向均开设有多个第二通孔(5)，所述第二滑动件包括设置在另一所述半环体(1)两端的端面上且与所述第一凸起(4)一一对应的第一凹槽(6)，所述第一凹槽(6)的侧壁上均开设有一与所述第二通孔(5)配合且的定位通孔(7)，所述定位通孔(7)与所述第一凹槽(6)连通；所述第一定位件为插销，所述第一凸起(4)在所述第一凹槽(6)内滑动，所述插销插入所述定位通孔(7)及对应的所述第二通孔(5)进行定位。

3. 根据权利要求1所述的一种用于精馏塔的塔板，其特征在于：所述第三滑动件包括设置在其中一所述板体(2)直边侧的第二凸起(8)，所述第二凸起(8)上沿对应所述板体(2)的径向均匀间隔设有多个螺孔(9)，每组所述螺孔(9)包括沿滑动方向间隔设置的多个所述螺孔(9)，所述第四滑动件包括设置在另一所述板体(2)直边侧上且与所述第二凸起(8)配合的第二凹槽，对应所述板体(2)的上端面沿其径向间隔开设有一个与所述螺孔(9)配合的定位螺孔(10)，所述定位螺孔(10)与所述第二凹槽连通；所述第二定位件为螺钉，所述第二凸起(8)在所述第二凹槽内滑动，所述螺钉穿过所述定位螺孔(10)及对应所述螺孔(9)进行定位。

4. 根据权利要求3所述的一种用于精馏塔的塔板，其特征在于：所述第二凸起(8)两端的边缘呈弧状。

5. 根据权利要求3所述的一种用于精馏塔的塔板，其特征在于：所述

(19) Державне управління інтелектуальної власності КНР



(12) Патент на корисну модель



(10) Номер оголошення
про авторизацію CN
208660397 U

(21) Заявка № 201820780188 X

(22) Дата подання заявки 2018 .05 .24

(73) Патентоване підприємство Jiangsu Andy Chemical Pharmaceutical Co., TOB

Адреса 224000 Хімічний Парк, зона економічного розви-
Цзянсу

(72) Винахідник Ду Хуан Ван Гончун

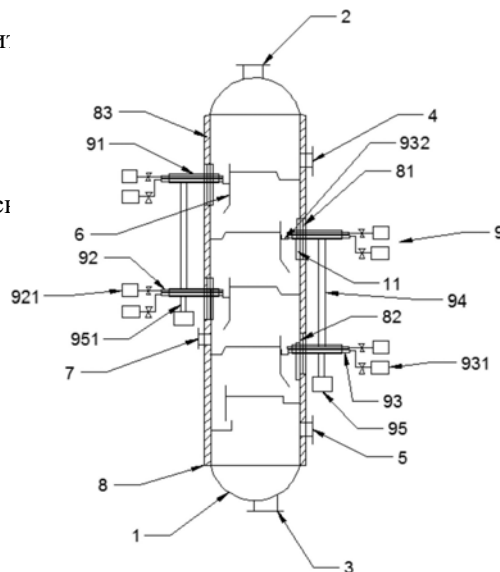
(74) Патентне агентство Агентства інтелектуальної влас-

Компанія з обмеженою відповідальністю

Агент Джин Ді

(51) Int .Cl.

B01D 3/14 (2006 .01) B01D 3/32 (2006 .01)



ція

权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) Назва корисної моделі

Дистиляційна вежа для відділення суміші тербінафіну хлориду

(57) Підсумок

Корисна модель належить до технічної галузі хімічного обладнання, і особливо стосується ректифікаційної вежі для відділення хлорованих сумішей тербінафіну, яка включає корпус випрямної башти та очисний пристрій. Верх і нижня частина корпусу ректифікаційної башти забезпечені відповідно входом для пари та відводом для рідини. Сторона корпусу ректифікаційної башти забезпечена входом із зворотним холодильником, паром для подачі пари та каналом подачі. Корпус башти випрямлення забезпечений низкою лотків в порядку зверху донизу. Сторона корпусу башти ректифікації забезпечена смужкою, що відповідає лотку У форми отвору очисний пристрій включає нерухомий рукав, який встановлений в корпусі випрямної вежі одним кінцем через отвір у формі смуги, а нерухомий рукав забезпечений розпилювальним патрубком на одному кінці в корпусі дистиляційної вежі, а інший кінець розпилювальної труби з'єднаний Існує пістолет для розпилення води високого тиску, а ущільнювальна прокладка, ковзаюче з'єднана з бічною стінкою корпусу випрямної башти, передбачена наскрізним отвором у формі смуги, а на ущільнювальній прокладці передбачений з'єднувальний наскрізний отвір із закріпленою втулкою. Корисна модель забезпечує випрямну башту для відділення антиблокуючої хлорованої суміші тербінафіну з хорошим антиблокуючим ефектом, економією праці, економією праці та простою експлуатацією.

1. Ректифікаційна вежа для відділення хлорованих сумішей тербінафіну, що відрізняється тим, що вона містить корпус випрямної башти та пристрій для очищення, а вхід пари та випуск рідини передбачені відповідно у верхній та нижній частині корпусу ректифікаційної башти. Сторона корпусу ректифікаційної башти забезпечена входом із зворотним холодильником, паром для подачі пари та підводом для подачі патрубку. Корпус башти випрямлення забезпечений низкою лотків в порядку зверху донизу. Сторона корпусу випрямної башти має положення та Стрічковий наскрізний отвір, відповідний лотку, очисний пристрій включає нерухомий рукав, розміщений на одному кінці через смугоподібний наскрізний отвір у корпусі випрямної вежі, а один кінець, розташований у ректифікаційній колоні, передбачений у нерухомому рукаві Розпилювальна труба в корпусі вежі, інший кінець розпилювальної труби з'єднаний з пістолетом для розпилення води високого тиску, а ущільнювальна прокладка, ковзаюче з'єднана з бічною стінкою корпусу випрямної башти, передбачена наскрізним отвором у формі смуги; Ущільнювальна прокладка забезпечена з'єднувальним наскрізним отвором, який прокладений фіксованою втулкою.

Колонка випрямлення для розділення суміші хлориду тербінафіну по п.1, що відрізняється тим, що поперечний переріз з'єднувального наскрізного отвору такий же, як переріз нерухомої втулки, Довжина не менше 3 разів перевищує довжину смугоподібного отвору.

Випрямна башта для розділення хлорованої суміші тербінафіном по п.1, що відрізняється тим, що два нерухомих втулки є групою, а шатун з'єднаний між ними, додатково містить циліндр, Циліндр включає привідний вал, з'єднаний з одним із нерухомих гільз.

4. Ректифікаційна башта для розділення хлорованої суміші тербінафіном по п.1, що додатково передбачена труба для збору рідини у нерухомому рукаві, а один кінець труби для збору рідини проходить через смугу Наскрізний отвір розміщений під розпилювальним патрубком і з'єднаний з резервуаром для збору рідини з висхідним отвором. Між резервуаром для збору рідини та лотком є зазор, а ширина резервуара для збору рідини менша, ніж ширина лотка. Машина негативного тиску підключена до іншого кінця трубки для збору рідини.

5. Ректифікаційна колона для поділу хлорованої суміші тербінафіном по п.1, що зовнішня сторона корпусу ректифікаційної колони покрита нерухомим стінкою, з'єднаним кінцем до кінця в напрямку окружності, нерухомою стінкою Між випрямним корпусом вежі утворена нерухома затискача порожнина, а на верхній і нижній сторонах смугоподібного отвору у нерухомій затискній порожнині розташовані нерухомі шари заповнення.

(19) Державне управління інтелектуальної власності КНР



(12) Патент на корисну модель



(10) Номер оголошення
про авторизацію CN
208799792 U

(45) Дата оголошення
авторизації 2019. 04. 30

(21) Заявка № 201821402357 .2

(22) Дата звернення 2018.08.29

(73) Патентоотримувач Hubei Baizhiang Biochemical Co., Ltd.

Адреса 432505 Парк хімічної промисловості солей, округ Юньменг, місто Сяоган, провінція Хубей

(72) Винахідник Лі Цінпін Сюй Жидан

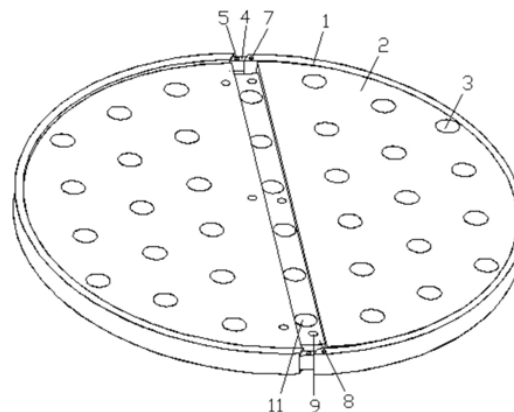
(74) Патентне агентство Beijing Light Innovation Агентство з інтелектуальної власності Лтд

Компанія 11212

Агент Ян Лі Чен Чженю

(51) Int .Cl.

B01D 3/32 (2006 .01) B01D 3/14 (2006 .01)



(54) Назва корисної моделі

Лоток для випрямлення вежі

(57) Підсумок Корисна модель відноситься до лотка для випрямної вежі, який містить закріплювальне кільце і корпус лотка. Фіксуюче кільце укладається на зовнішній стороні піддону. Він складається з двох півкільців однакової форми, з яких половина корпусу кільця забезпечена першими ковзаючими елементами на обох кінцях, а інша половина корпусу кільця забезпечена другими розсувними елементами, відповідними першим ковзаючим елементам відповідно. Розсувний елемент ковзаюче з'єднаний з відповідним другим розсувним елементом і з'єднаний та закріплений першим позиціонуючим елементом. Основним корпусом лотка є кругла пластина, утворена сплайсуванням двох напівкруглих пластин. Наскрізний отвір, в якому на прямій стороні корпусу пластини передбачений третій повзунок, а четвертий повзунок передбачений на прямій стороні корпусу другої пластини, а третій повзун ковзає з четвертим повзунком і проходить через другий. Розташування деталей для позиціонування. Корисний ефект корисної моделі полягає в тому, що окружність лотка може бути відрегульована таким чином, щоб вона підходила для декількох різних специфікацій випрямних плит, а придатність сильна.

1. Лоток для випрямної колони, який відрізняється тим, що він містить закріплювальне кільце і основний корпус лотка, фіксуюче кільце втульковане поза основним корпусом лотка, основним корпусом лотка і фіксуючим кільцем Внутрішня сторона відокремлено з'єднувальним елементом. Фіксуюче кільце складається з двох півкільцевих тіл (1) однакової форми. Один кінець кожного півкільця (1) забезпечений першим ковзаючим

елементом, а інший Два кінці напівкільцевого корпусу (1) відповідно забезпечені другими ковзаючими елементами, що відповідають першим ковзаючим елементам, а перший ковзаючий елемент ковзаюче з'єднаний з відповідним другим розсувним елементом, щоб зробити два Два кінця корпусу (1) півкільця розташовані близько або один від одного, щоб регулювати окружність фіксуючого кільця і з'єднуються та фіксуються першим позиціонуючим елементом. Тіло лотка - це дві напівкруглі пластини (2) З'єднана кругла пластина, корпус пластини (2) забезпечений безліччю перших наскрізних отворів (3) з інтервалом, а одне з тіл пластини (2) забезпечене третім ковзним елементом на прямій стороні, Інша пряма сторона корпусу пластини (2) забезпечена четвертим ковзаючим елементом, третій ковзаючий елемент ковзаюче з'єднаний з четвертим ковзним елементом, так що два шматки корпусу пластини (2) є прямими Сторони знаходяться близько або віддаляються одна від одної, щоб регулювати відстань між прямими сторонами двох пластин (2), а позиціонування виконується другим позиціонуючим елементом. Лоток для стовпчика випрямлення по п.1, в якому перший ковзаючий елемент включає два. Перше виступ (4) у формі дуги, один кінець кожного першого виступу (4) нерухомо з'єднані з одним кінцем відповідного напівкільця (1) і першим виступом (4) Вздовж його напрямку ковзання передбачено безліч других наскрізних отворів (5), а другий ковзаючий елемент включає кінцеві поверхні, передбачені на обох кінцях іншого півкільця (1) і контактують з першим виступом (4)) Один на один, відповідний першим канавкам (6), бічні стінки перших канавок (6) забезпечені позиціонуванням наскрізного отвору (7), що взаємодіє з другим наскрізним отвором (5), так Позиціонування через отвір (7) зв'язується з першим канавкою (6); перший позиціонуючий елемент - це засувка, а перший виступ (4) ковзає в першому канавку (6), Пробка вставляється у отвір (7) для позиціонування та відповідний другий наскрізний отвір (5) для позиціонування.

Лоток для ректифікаційної колони по п.1, що відрізняється тим, що третій ковзаючий елемент містить другий виступ (8), другі виступи (8) забезпечені безліччю наборів отворів для гвинтів (9) з рівними інтервалами вздовж радіального напрямку, відповідного корпусу пластини (2), і кожен набір отворів для гвинтів (9) включає напрям ковзання Кілька отворів (9) для гвинтів, розташованих з інтервалом, четвертий повзун включає другий, розташований на прямій стороні іншого корпусу пластини (2) і взаємодіє з другим виступом (8) Паз, відповідний верхній торцевій поверхні корпусу пластини (2), розташований уздовж його радіального напрямку з отвором (10) позиціонування, що взаємодіє з отвором для гвинта (9), отвором (10) для позиціонування Друга канавка повідомляється; другий позиціонуючий елемент - це гвинт, другий виступ (8) ковзає у другій канавці, гвинт проходить через отвір (10) для гвинта позиціонування та відповідне положення Знайдіть отвір для гвинта (9).4. Лоток для ректифікаційної колони за п. 3, який відрізняється тим, що краї обох кінців другого виступу (8) мають дугоподібну форму.4. Лоток для ректифікаційної колони по п.3, де другий виступ (8) забезпечений безліччю третіх наскрізних отворів (11).Піднос для випрямної вежі за п. 1, який відрізняється тим, що кріпильним елементом є болт, а болт проходить через різьбу через отвір кріпильного кільця та внутрішню стінку випрямної вежі. Зафіксуйте відповідну канавку нитки зверху.

Додаток Г Публікації автора

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						110
<i>Змн.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

Бобровицький Денис Дмитрович

1. Виробництво диметилкетону із застосування ковпачкової ректифікаційної колони//Бобровицький Д.Д., к.т.н., ст.. викл. Сачок Р.В.//Збірник тез доповідей XXV Всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених «Обладнання хімічних виробництві підприємств будівельних матеріалів» (м. Київ, 25-26 листопада 2019 р.). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – С. 6–7.
2. Позитивне рішення про видачу патенту України на корисну модель. Ректифікаційна колона // Хоменко М. В., Полякова В. І., Бобровицький Д.Д., Степанюк А. Р. Заявка у 2019 10182 від 04.09.2019 р.
3. Збірник тез-доповідей XXVI всеукраїнської науково-практичної конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Обладнання хімічних виробництв підприємств будівельних матеріалів» (21-22 травня 2020 р. м. Київ) / Укладач Я.М. Корнієнко. — К.: «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2019 .с 25-27

					ЛН-61.066211.001ПЗ	Арк.
						111
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

УДК 628.5.66.002.08

ВИРОБНИЦТВО ДИМЕТИЛКЕТОНУ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ КОВПАЧКОВОЇ РЕКТИФІКАЦІЙНОЇ КОЛОНИ

студент Бобровицький Д.Д., к.т.н., ст. викл. Сачок Р.В.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Диметилкетон (ацетон) – це безбарвна летка рідина з характерним запахом, що змішується з водою та органічними розчинниками [1].

Для виробництва диметилкетону зазвичай використовують ректифікаційні колони. Окиснення проводиться в тарілчастій ректифікаційній колоні, оснащених холодильниками, за допомогою яких підтримують температуру рідини верхньої тарілки від 120 °С до 105 °С, рисунок 1.

Підігріте повітря, попередньо очищене від забруднених та механічних домішок, подається в нижню частину колони 1 під тиском більше 0.4 МПа, рисунок 1. Свіжий та оборотний ізопропілбензол, до якого додано гідропероксид, ініціює початкову стадію окиснення в збірнику 5 та потрапляє в теплообмінник 4, звідти на верхню тарілку реактора. Повітря рухається проти течії рідини, барботує через неї на тарілки колони, при цьому захоплює з собою пари ізопропілбензолу та летючих залишкових продуктів, які конденсуються в холодильнику 2. Залишкове повітря виводиться в атмосферу, конденсат очищається в промивному сепараторі 3. Шар вуглеводню зливається в збірник 5, водяний шар рециркулюється в промивку, й зливається в каналізацію. Оксид з нижньої частини колони 7 містить до 30% гідропероксиду. Він віддає своє тепло ізопропілбензолу в теплообмінник 4, дрослює до залишкового тиску більше 4 кПа та поступає на вакуум-ректифікацію для концентрації гідропероксиду.

Відгін ізопропілбензолу вводиться в насадково-ректифікаційну колону 6 безперервної дії шляхом постачання компенсатора-дефлектора. Використання вакуума обумовлене термічною нестабільністю гідропероксиду. [2]

Частина конденсованого ізопропілбензолу повертається з конденсатора-дефлектора на ректифікаційну колону 6, а залишок відводиться до сепаратора 3,

промивається лугом і знову направляється на окислення. Кубова рідина з колони 6 містить 70-75% гідропероксиду, а також залишкові продукти окиснення та залишки ізопропілбензолу. Шляхом додаткової вакуумної ректифікації при залишковім тиску більше 665 Па збільшується концентрація гідропероксиду до 88-92% [2].

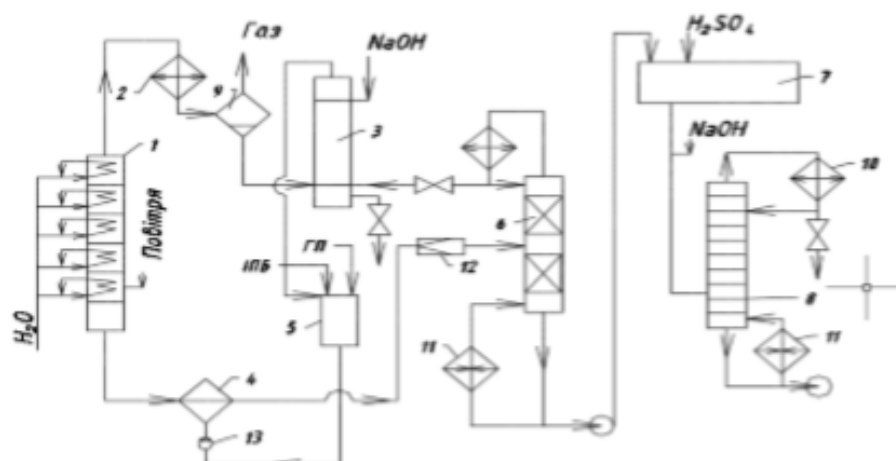


Рисунок 1 – Технологічна схема методу отримання диметилкетону

Недоліком даної ректифікаційної колони є недостатньо ефективне конструктивне рішення за розділенням фаз, що знижує інтенсифікацію процесу масообміну, тому необхідно вирішити задачу підвищення інтенсифікації процесу масообміну. Ця проблема може бути вирішена через збільшення поверхні контакту фаз, тобто підвищення коефіцієнту корисної дії тарілки без зменшення продуктивності колони.

Перелік посилань:

1. wikipedia.org [Електронний ресурс] : [Інтернет-портал] - Режим доступу: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%86%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%BD> (дата звернення 20.10.2019 р.)
2. Теддер Дж., Нехватал А., Джубб А., Промышленная органическая химия, пер. с англ., М., 1977.(стр.157-160)

UDK 661.24

**PRODUCTION OF DIMETHYL KETONE WITH THE USE OF A CAP
RECTIFICATION COLUMN**

student Bobrovitsky D.D., senior lecturer Ph.D. Sachok R.V.

National Technical University of Ukraine

"Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"

Анотація: Розглянуто модернізацію установки диметилкетону при застосуванні ковпачкової ректифікаційної колони через збільшення контакту поверхні фаз.

Ключові слова: Диметилкетон, ректифікаційна колона, конденсатор.

Abstract: The modernization of the dimethyl ketone plant using a cap distillation column due to the increase of the phase surface contact is considered.

Key words: Dimethyl ketone, distillation column, condenser.

Distillation columns are commonly used to produce dimethylectenone. Production is carried out in a plate distillation column equipped with refrigerators, which maintain the temperature of the liquid of the upper plate from 120 °C to 105 °C, Figure 1.

Heated air, pre-cleaned of contaminated and mechanical impurities, is fed to the lower part of the column 1 at a pressure of more than 0.4 MPa, Figure 1. Fresh and reversible isopropylbenzene, to which hydroperoxide is added, initiates the initial oxidation stage in the collector 5 and enters the heat exchanger 4. on the upper plate of the reactor. The air moves against the flow of liquid, bubbles through it on the plates of the column, while capturing the vapors of isopropylbenzene and volatile residual products, which condense in the refrigerator 2. Residual air is discharged into the atmosphere, condensate is purified in the washing separator 3. The hydrocarbon layer is poured into , the water layer is recirculated into the flush and drained into the sewer. The oxide from the bottom of the column 7 contains up to 30% hydroperoxide. It gives its heat to isopropylbenzene in heat exchanger 4, throttles to a residual pressure of more than 4 kPa and enters the vacuum rectification

to concentrate the hydroperoxide. Distillation of isopropylbenzene is introduced into the nozzle-distillation column 6 of continuous action by supplying a compensator-deflector. The use of vacuum is due to the thermal instability of the hydroperoxide. [1]

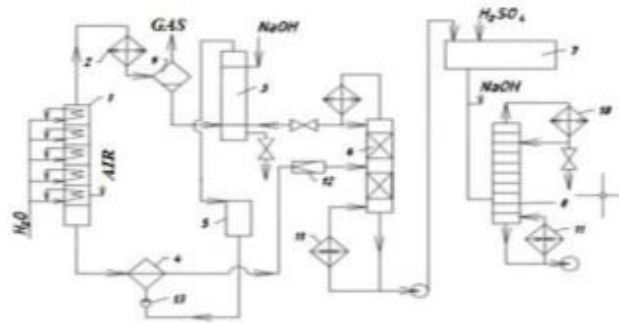
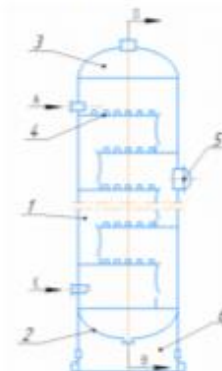


Figure 1 – Technological scheme of the method of obtaining dimethylectenone

The disadvantage of this distillation column is the insufficiently effective design solution for phase separation, which reduces the intensification of the mass transfer process, so it is necessary to solve the problem of increasing the intensification of the mass transfer process. This problem can be solved by increasing the contact surface of the phases, ie increasing the efficiency of the plate without reducing the performance of the column. [2]



Flows: A - feed of the absorbent; B - removal of the absorbent; C - supply of gas mixture; D - gas outlet; 1 - column body; 2 - bottom; 3 - cover; 4 - valve plate; 5 hatch - manhole; 6 - support.

Figure 2 - Distillation column

For this column, an improvement is possible, which involves increasing the intensification of the mass transfer process by installing a grid near the cap of the distillation column, which increases the contact surface of the phases, ie the efficiency of the plate, without reducing the productivity of the column. [2]

The grille is installed at an angle around the perimeter of the cap, at the end of the slots of the cap.

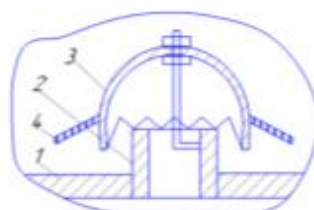


Figure 3- Improving the cap plate

The advanced cap plate consists of a plate body 1 on which nozzles 2 with caps 3 are mounted. Lattices 4 are connected to the plate caps 3 at an angle relative to the cap.

The advanced cap plate works as follows. When supplying steam to the column, the steam passes through the pipe 2, falls under the cap 3, then it passes through the grid 4, thereby increasing the contact area of the phases.

The proposed model will increase the intensity of the mass transfer process.

References:

1. Zbirnyk tez dopovidej XXV Vseukrayins'koyi naukovo-prakty'chnoyi konferenciyi studentiv, aspirantiv i molody'x vcheny'x «Obladnannya ximichny'x vy'robny'cztvi pidpry'yemstv budivel'ny'x materialiv» (m. Ky'yiv, 25-26 ly'stopada 2019 r.). – Ky'yiv : KPI im. Igorya Sikors'kogo, 2019. – S. 6–7.

2. Zayavka na deklaracijny'j patent Ukrayiny' na kory'snu model' # u 2019 10182 Reky'fikacijna kolona vid 04.10.2019.

МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ ТА СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА
УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ"
(УКРПАТЕНТ)

вул. Гоголюва, 1, м. Київ-42, 01601, Україна Тел.: (044) 494-05-05 Факс: (044) 494-05-06 E-mail: office@ukrpatent.org

01.04.2020 № 6428/ЗУ/20

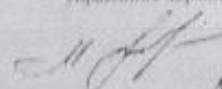
Висновок, затверджений Міністерством розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України, набув статусу **рішення про видачу деклараційного патенту на корисну модель.**

Адреса для листування
Степанюк Андрій Романович, пр. В.
Маяковського, 66-а, кв. 132, м. Київ-232,
02232.

Стосується заявки № 2019 10182
при листуванні просять посилається на цей №

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Інститут директор департаменту
інтелектуальної власності - національні
ураження державних реєстрацій



01 квітня 2020
А.А. Малин

Висновок про видачу деклараційного патенту на корисну модель за результатами формальної експертизи

(21) Реєстраційний номер заявки **2019 10182**

(22) Дата подання **04.10.2019**

(71) Заявник(и)

**ХОМЕНКО МАРИНА ВАСИЛІВНА, ПОЛЯКОВА ВІОЛЕТТА ІГОРІВНА,
БОБРОВИЦЬКИЙ ДЕНИС ДМИТРОВИЧ, СТЕПАНЮК АНДРІЙ РОМАНОВИЧ**

(72) Посіб(ів) винахідника(ів)

Хоменко Марина Василівна, Полякова Віолетта Ігорівна, Бобровицький Денис Дмитрович, Степанюк Андрій Романович

(73) Власник(и) патенту

**Хоменко Марина Василівна,
вул. Райдужна, 41, кв. 6, м. Київ-218, 02218, UA,
Полякова Віолетта Ігорівна,
вул. Клавдієвська, 32/4, кв. 14, м. Київ-164, 03164, UA,
Бобровицький Денис Дмитрович,
вул. Академіка Корольова, 2-а, кв. 65, м. Київ-148, 03148, UA,
Степанюк Андрій Романович,
пр. В. Маяковського, 66-а, кв. 132, м. Київ-232, 02232, UA**

Цей паперовий документ ідентичний за документарною інформацією та реквізитами електронному документу з електронним підписом уповноваженої особи Міністерства розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України. Для доступу до електронного промірного цього документа з ідентифікатором 2260310120 необхідно:

1. Перейти за посиланнями <http://isr.ukrpatent.org>
2. Обрати пункт меню "Сервіси - Отримати оригінал документа"
3. Вказати ідентифікатор документа та виконати виписку "Завантажити"