

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет науки і технологій

Навчально-науковий інститут
«Український державний хіміко-технологічний університет»
(назва навчально-наукового інституту)

Харчових та хімічних технологій

(повна назва факультету)

Технологій палив, полімерних та поліграфічних матеріалів

(повна назва кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

бакалавр

(освітній рівень)

на тему: «Проект блоку вакуумної перегонки мазуту по паливному варіанту
потужністю 4,3 млн. т/рік»

Виконав: студент 4 курсу, групи 4-ХТ-6 (ХТП)
спеціальності

161 Хімічні технології та інженерія
(код і назва спеціальності)

Головко Назар

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Керівник: Калініченко О.О.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

(підпис)

Дніпро – 2026 року

Український державний університет науки і технологій

(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут

«Український державний хіміко-технологічний університет»

(назва навчально-наукового інституту)

Факультет, відділення: Харчових та хімічних технологій

Кафедра: Технологій палив, полімерних та поліграфічних матеріалів

Освітній рівень: Бакалавр

Спеціальність: 161 Хімічні технології та інженерія

(код і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____

" ____ " _____ 2026 р.

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ СТУДЕНТУ

Головко Назар Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проект блоку вакуумної перегонки мазуту по паливному варіанту потужністю 4,3 млн. т/рік

керівник проекту: Калініченко О.О, канд. техн. наук, доцент.

затверджена наказом по університету від " ____ " _____ 2026 р. № ____

2. Строк подання студентом роботи _____

3. Вихідні дані до роботи продуктивність установки 4.3 млн. т/рік.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): аналітичний огляд літератури; фізико-хімічні основи процесу; характеристика сировини, реагентів, каталізаторів та готової продукції; вибір, обґрунтування та опис технологічної схеми; матеріальний баланс процесу; технологічний розрахунок основного устаткування;

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): технологічна схема – 1 аркуш; схема колони – 1 аркуш; інформаційні таблиці (за завданням керівника) – 2 аркуша.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
<i>Технологічна частина, спеціальна частина</i>	Калініченко О.О.		
<i>Автоматизація систем контролю технологічного процесу</i>	Калініченко О.О.		
<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях</i>	Калініченко О.О.		
<i>Організаційно-економічна частина</i>	Калініченко О.О.		

7. Дата видачі завдання _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Вступ; аналітичний огляд літератури; фізико-хімічні основи процесу</i>		
2	<i>Характеристика сировини, реагентів, каталізаторів та готової продукції.</i>		
3	<i>Вибір, обґрунтування та опис технологічної схеми.</i>		
4	<i>Матеріальний баланс процесу; технологічний розрахунок апарату; конструктивний розрахунок основного апарату.</i>		
5	<i>Охорона навколишнього середовища і раціональне використання природних ресурсів.</i>		
6	<i>Автоматизація систем контролю технологічного процесу.</i>		
7	<i>Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях; організаційно-економічна частина; висновок; список літератури.</i>		
8	<i>Оформлення пояснювальної записки.</i>		
9	<i>Виконання креслень</i>		

Студент

_____ (підпис) _____ (ініціали, прізвище)

Керівник проекту (роботи)

_____ (підпис) _____ (ініціали, прізвище)

ВІДОМІСТЬ ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ						
№ п/п	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. аркушів	№ ЕКЗ-РУ	Примітка
			<u>ДОКУМЕНТАЦІЯ</u>			
			<u>ЗАГАЛЬНА</u>			
			ЗАНОВО РОЗРОБЛЕНА			
	A4	ТВМС-97.026.161.001.ДП.ПЗ	ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА			
	A1	ТВМС-97.026.161.002.ДП.ТС	СХЕМА ТЕХНОЛОГІЧНА	1		
	A1		МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС	1		
	A1		ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ ТА ПРОДУКЦІЇ	1		
			<u>ДОКУМЕНТАЦІЯ ПО</u>			
			<u>ЗБІРНИХ ОДИНИЦЯХ</u>			
			ЗАНОВО РОЗРОБЛЕНА			
	A1	ТВМС-97.026.161.003.ДП.ЗВ	ВАКУУМНА КОЛОНА	1		
			ЗАГАЛЬНИЙ ВИД			

					ТВМС-97.026.161.001.ДП.ПЗ			
Змн.	Арк.	№ Докум	Підпис.	Дата	Проект блоку вакуумної перегонки мазуту по паливному варіанту потужністю 4,3 млн. т/рік	Літер	Аркуш	Аркушів
Розроб.		Головко Н.О.					4	57
Перевір.		Калініченко О.О.				УДУНТ ННІ “УДХТУ”, каф. ТПП та ПМ		
Рецензент								
Н. Контр.								
Затверд.								

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проекту: с. ____, рис. ____, табл. ____,
____ літературних джерел.

НАФТА, МАЗУТ, ПЕРЕГОНКА, ВАКУУМНА КОЛОНА, ПІЧ, МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС, КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗРАХУНОК

Метою дослідження є вивчення технології вакуумної перегонки мазуту з отриманням палива, розробка технологічної схеми, проведення матеріальних, теплових та конструктивних розрахунків, передбачаючи продуктивність установки 4,3 млн. т/год.

У технологічній частині дипломного проекту розглянуті загальні положення та схеми вакуумної перегонки мазуту, контактні пристроїфактори, що впливають на режим даного процесу, розроблена і описана технологічна схема процесу.

В спеціальній частині проекту наведено розрахунок матеріального балансу установки вакуумної перегонки мазуту, виконані всі необхідні технологічні, теплові, механічні розрахунки. Також наведені розділи з контролю та керування технологічним процесом, охорони праці та техніки безпеки, та техніко-економічні розрахунки.

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ЗМІСТ

ВСТУП.....	Ошибка! Закладка не определена.
1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА	Ошибка! Закладка не определена.
1.1. Аналітичний огляд.....	5
1.1.1 Блок вакуумної перегонки мазуту установки ЕЛЗУ – АВТ	Ошибка! Закладка не определена.
1.1.2 Варіанти вакуумної перегонки мазуту.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.1.3 Доцільність та обґрунтування процесу.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.1.4 Контактні пристрої ректифікаційних колон.....	Ошибка! Закладка не определена.
1.2 Фізико-хімічні основи виробництва....	Ошибка! Закладка не определена.
1.3 Характеристика сировини, напівпродуктів і готової продукції, реагентів.....	27
1.4 Вибір, обґрунтування й опис технологічної схеми.....	30
2. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.1 Матеріальний баланс установки.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.2 Технологічні розрахунки основного обладнання.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.3 Контроль та керування технологічним процесом.....	Ошибка! Закладка не определена.
2.4 Охорона праці та техніка безпеки	Ошибка! Закладка не определена.
2.5 Техніко-економічні розрахунки.....	Ошибка! Закладка не определена.
ВИСНОВОК.....	Ошибка! Закладка не определена.
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	54

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Нафтопереробна промисловість є однією з найважливіших складових паливно-енергетичного комплексу, оскільки забезпечує виробництво моторних палив, мастильних матеріалів, бітумів та сировини для нафтохімічної галузі. В сучасних умовах розвитку промисловості особливого значення набуває підвищення ефективності використання нафтової сировини, збільшення глибини її переробки та одержання максимальної кількості цінних нафтопродуктів. Зростання потреби в енергоресурсах, посилення екологічних вимог до виробництва та необхідність раціонального використання природних ресурсів вимагають постійного вдосконалення технологічних процесів нафтопереробки.

Первинна переробка нафти здійснюється на атмосферно-вакуумних установках, які забезпечують поділ нафти на окремі фракції залежно від температури їх кипіння. Після атмосферної перегонки одним із головних залишкових продуктів є мазут, який містить значну кількість високомолекулярних вуглеводнів і може слугувати цінною сировиною для подальшої переробки. Ефективне використання мазуту дозволяє суттєво підвищити економічну ефективність роботи нафтопереробного заводу та збільшити вихід товарної продукції.

Подальша переробка мазуту здійснюється методом вакуумної перегонки. Проведення процесу під зниженим тиском дозволяє зменшити температуру кипіння важких фракцій і уникнути їх термічного розкладання. У результаті вакуумної перегонки отримують вакуумні дистиляти та гудрон, які використовуються як компоненти палив, сировина для каталітичного крекінгу, гідрокрекінгу, коксування, виробництва бітумів, мастильних олив та інших цінних продуктів нафтохімії.

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На сучасних нафтопереробних підприємствах широко застосовуються два основні варіанти вакуумної перегонки мазуту — паливний та оливний. Паливний варіант орієнтований переважно на одержання вакуумного газойлю, який є цінною сировиною для процесів вторинної переробки нафти, насамперед каталітичного крекінгу та гідрокрекінгу. Застосування паливного варіанта дає можливість значно збільшити вихід світлих нафтопродуктів, зокрема автомобільних бензинів, дизельного палива та компонентів реактивних палив.

Важливою умовою ефективної роботи вакуумного блоку є правильний вибір технологічної схеми, режимних параметрів та конструктивного оформлення обладнання. Від цих факторів залежать глибина відбору дистилятних фракцій, якість отриманих продуктів, енерговитрати процесу та загальна економічна ефективність виробництва. Особливого значення набуває забезпечення стабільного вакууму в колоні, оптимальної температури нагріву сировини та ефективного теплообміну між технологічними потоками.

Актуальність теми дипломного проєкту обумовлена необхідністю модернізації та вдосконалення технологічних процесів переробки важких нафтових залишків, підвищенням вимог до якості паливних продуктів, а також потребою у зниженні енергетичних витрат та негативного впливу виробництва на навколишнє середовище. Проєктування сучасних установок вакуумної перегонки дозволяє підвищити рівень використання нафтової сировини, забезпечити конкурентоспроможність продукції та покращити техніко-економічні показники роботи підприємств.

Метою даного дипломного проєкту є розробка блоку вакуумної перегонки мазуту по паливному варіанту потужністю 4,3 млн т/рік із вибором оптимальної технологічної схеми, виконанням технологічних розрахунків та підбором основного технологічного обладнання.

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1. Аналітичний огляд

Сучасна нафтопереробна промисловість орієнтована на максимально повне використання нафтової сировини та збільшення виходу світлих нафтопродуктів. Зростання вимог до якості моторних палив і скорочення запасів легких нафт зумовлюють необхідність залучення до переробки важких нафтових залишків. Одним із найважливіших процесів у цьому напрямку є вакуумна перегонка мазуту.

Мазут є залишковим продуктом атмосферної перегонки нафти та містить значну кількість високомолекулярних вуглеводнів, смолисто-асфальтенових речовин і металовмісних сполук. Безпосередня перегонка таких компонентів при атмосферному тиску неможлива через небезпеку термічного розкладання. Саме тому процес здійснюють під вакуумом, що дозволяє знизити температури кипіння важких фракцій і забезпечити їх відбір без утворення значної кількості продуктів деструкції.

Отримані під час вакуумної перегонки дистиляти використовуються як цінна сировина для каталітичного крекінгу, гідрокрекінгу та інших процесів вторинної переробки нафти. Вакуумний залишок може бути використаний для виробництва бітумів, нафтового коксу або як компонент важких палив.

Розвиток технологій вакуумної перегонки спрямований на підвищення глибини відбору вакуумного газойлю, зниження енерговитрат, удосконалення масообмінних пристроїв та підвищення екологічної безпеки виробництва. Використання сучасних насадок, ефективних вакуумстворювальних систем та автоматизованих систем керування дозволяє значно покращити техніко-економічні показники установок.

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.1.1 Роль вакуумної перегонки в сучасній нафтопереробці

Вакуумна перегонка є завершальним етапом первинної переробки нафти та одним із ключових процесів сучасного нафтопереробного виробництва. Її головним завданням є вилучення з мазуту максимальної кількості дистилятних фракцій, придатних для подальшої переробки.

У результаті атмосферної перегонки від нафти відбирають бензинові, гасові та дизельні фракції, після чого залишається мазут. Вихід мазуту може досягати 40–60 % від маси вихідної нафти, тому його ефективна переробка суттєво впливає на загальну глибину переробки підприємства.

Особливістю вакуумної перегонки є проведення процесу при залишковому тиску 3–10 кПа. За таких умов температура кипіння компонентів істотно знижується, що дозволяє проводити випаровування важких фракцій без їх помітного термічного руйнування.

Основними продуктами вакуумної перегонки є легкий вакуумний газойль, важкий вакуумний газойль та гудрон. Найбільшу цінність має вакуумний газойль, який є основною сировиною установок каталітичного крекінгу та гідрокрекінгу. Саме тому на більшості сучасних НПЗ використовують паливний варіант вакуумної перегонки.

1.1.2 Особливості переробки мазуту як важкого нафтового залишку

Мазут є одним із найважливіших проміжних продуктів нафтопереробного виробництва та являє собою залишок атмосферної перегонки нафти після вилучення світлих дистилятних фракцій. Його склад визначається характеристиками вихідної нафти та режимом роботи атмосферної колони. У мазуті концентрується значна кількість високомолекулярних вуглеводнів, смол, асфальтенів, сірковмісних і металовмісних сполук.

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

На відміну від легких дистилатів, мазут характеризується високою густиною, підвищеною в'язкістю та значною температурою кипіння окремих компонентів. Саме тому його подальша переробка потребує спеціальних технологічних умов.

Під час нагрівання важких нафтових залишків до температур понад 420–430°C починаються процеси термічної деструкції вуглеводнів. У результаті утворюються газоподібні продукти, коксові відкладення та смолисті речовини, які негативно впливають на роботу обладнання та знижують вихід цільових продуктів. Для запобігання таким явищам перегонку мазуту проводять під вакуумом.

Зниження тиску в ректифікаційній колоні дозволяє зменшити температуру кипіння важких компонентів на 100–150°C порівняно з атмосферним тиском. Завдяки цьому створюються умови для відбору вакуумних дистилатів без суттєвого термічного руйнування сировини.

Особливої уваги під час вакуумної перегонки потребує проблема винесення дрібнодисперсних частинок гудрону в концентраційну частину колони. Такі частинки можуть містити значну кількість смолисто-асфальтенових речовин і металів, насамперед ванадію та нікелю. Потрапляння цих домішок у вакуумний газойль негативно впливає на каталізатори процесів каталітичного крекінгу та гідрокрекінгу.

Для запобігання винесенню важких компонентів у вакуумних колонах застосовують промивні секції, відбійники крапель, спеціальні насадки та антипінні присадки. Такі заходи забезпечують стабільність технологічного режиму та підвищують якість одержуваних продуктів.

Ефективність вакуумної перегонки значною мірою залежить від властивостей вихідної сировини. При переробці високосірчистих і важких нафт зростає навантаження на вакуумну систему, збільшується ймовірність коксоутворення та ускладнюється процес теплообміну. У зв'язку з цим під час

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

проектування установок необхідно враховувати фізико-хімічні характеристики конкретної сировини.

Таким чином, мазут є складною багатокомпонентною системою, переробка якої потребує застосування спеціальних технологічних рішень, спрямованих на максимальне вилучення цінних дистилятних фракцій та мінімізацію процесів термічного розкладання.

1.1.3 Технологічні схеми вакуумної перегонки мазуту паливного профілю

Вакуумна перегонка мазуту може здійснюватися за різними технологічними схемами залежно від цільового призначення продуктів. Найбільшого поширення набули паливний та оливний варіанти процесу.

Для сучасних нафтопереробних підприємств найбільший інтерес становить паливний варіант вакуумної перегонки, який дозволяє отримувати максимальну кількість вакуумного газойлю. Одержаний продукт використовується як сировина процесів каталітичного крекінгу, гідрокрекінгу та глибокої переробки нафтових залишків.

Типова технологічна схема установки включає систему теплообмінників, трубчасту піч, вакуумну колону, вакуумстворюючу систему, холодильники, конденсатори та насосне обладнання.

Мазут після атмосферної перегонки надходить до системи рекуперативних теплообмінників, де нагрівається за рахунок тепла продуктів процесу. Після цього сировина спрямовується до трубчастої печі, де нагрівається до температури 390–420°C.

З печі нагрітий мазут надходить до вакуумної колони. У зоні введення сировини відбувається одноразове випаровування частини потоку з подальшим розділенням компонентів у колоні.

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

У верхній частині колони підтримується низький тиск, що забезпечує необхідні умови для випаровування важких фракцій. Для підвищення ефективності ректифікації використовуються системи циркуляційного зрошення.

У процесі роботи установки відбираються такі продукти:

- легкі гази та водяна пара;
- легкий вакуумний газойль;
- важкий вакуумний газойль;
- гудрон.

Однією з основних переваг паливного варіанта є можливість досягнення високої глибини відбору дистилятів при відносно простій технологічній схемі. Це дозволяє підвищити вихід моторних палив та покращити економічні показники підприємства.

Сучасні установки вакуумної перегонки оснащуються автоматизованими системами контролю, які забезпечують безперервне регулювання температури, тиску та витрат технологічних потоків. Це сприяє підвищенню стабільності роботи обладнання та зменшенню енерговитрат.

1.1.4 Сучасні контактні пристрої вакуумних колон

Ефективність процесу вакуумної перегонки значною мірою залежить від конструкції контактних пристроїв ректифікаційної колони. Саме вони забезпечують необхідний тепло- та масообмін між паровою і рідкою фазами.

У нафтопереробній промисловості традиційно використовувалися тарілчасті колони. Проте розвиток вакуумних технологій показав, що за умов глибокого вакууму тарілчасті пристрої не завжди забезпечують необхідну ефективність через значний гідравлічний опір.

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тому в сучасних вакуумних колонах дедалі ширше застосовуються регулярні та структуровані насадки. Їх використання дозволяє істотно знизити втрати тиску по висоті колони та підвищити якість розділення компонентів.

Найбільшого поширення набули насадки типу Sulzer, Mellapak та Glitsch. Вони складаються з гофрованих металевих листів, розташованих під певним кутом один до одного. Така конструкція забезпечує рівномірний розподіл рідини по поверхні насадки та інтенсивний контакт із висхідним потоком пари.

Основними перевагами структурованих насадок є:

- низький гідравлічний опір;
- висока питома поверхня контакту фаз;
- рівномірний розподіл рідини;
- підвищення продуктивності колони;
- зменшення енерговитрат.

Поряд із регулярними насадками застосовуються також клапанні, ситчасті та ковпачкові тарілки. Вибір конкретного типу контактної пристрою визначається продуктивністю установки, складом сировини та вимогами до якості кінцевих продуктів.

Для вакуумних колон великої продуктивності найдоцільнішим є використання структурованих насадок, оскільки вони дозволяють забезпечити необхідний рівень масообміну при мінімальному перепаді тиску.

Сучасні дослідження спрямовані на створення комбінованих контактних пристроїв, які поєднують переваги насадок і тарілок. Такі конструкції забезпечують високу ефективність розділення та стійку роботу навіть за значних коливань навантаження.

Отже, удосконалення контактних пристроїв є одним із найважливіших напрямів підвищення ефективності вакуумної перегонки мазуту та

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

забезпечення високої якості вакуумних дистилятів.

1.1.5 Перспективи модернізації блоків вакуумної перегонки мазуту

У сучасних умовах розвитку нафтопереробної промисловості особлива увага приділяється підвищенню ефективності використання нафтової сировини та зменшенню питомих витрат енергетичних ресурсів. Враховуючи постійне зростання вартості енергоносіїв та посилення екологічних вимог, модернізація установок вакуумної перегонки мазуту є одним із пріоритетних напрямів розвитку нафтопереробних підприємств.

Однією з головних тенденцій удосконалення вакуумних блоків є збільшення глибини відбору вакуумних дистилятів. Це дозволяє отримати більшу кількість цінної сировини для процесів каталітичного крекінгу та гідрокрекінгу, що, своєю чергою, забезпечує збільшення виходу світлих нафтопродуктів. Досягнення високої глибини відбору можливе завдяки вдосконаленню конструкції ректифікаційних колон, оптимізації режимів роботи та використанню сучасних контактних пристроїв.

Важливим напрямом модернізації є вдосконалення систем створення вакууму. Традиційні багатоступеневі пароежекторні установки характеризуються значним споживанням водяної пари та охолоджувальної води. У сучасних технологічних схемах дедалі частіше використовуються механічні вакуумні насоси та комбіновані вакуумні системи, які забезпечують більш стабільний режим роботи та дозволяють знизити експлуатаційні витрати.

Особливе значення має впровадження енергозберігаючих технологій. На сучасних установках широко застосовуються багатоступеневі теплообмінні системи, які забезпечують максимальне використання теплоти гарячих продуктів процесу. Завдяки цьому зменшується витрата палива в трубчастих печах та підвищується загальний коефіцієнт корисної дії установки.

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Перспективним напрямом є використання сучасних цифрових систем автоматичного керування технологічними процесами. Автоматизовані системи контролю дозволяють у реальному часі відстежувати параметри роботи обладнання, контролювати температуру, тиск, витрати потоків та своєчасно реагувати на відхилення від заданого режиму. Це сприяє підвищенню надійності роботи обладнання та зменшенню ризику виникнення аварійних ситуацій.

Значна увага приділяється також питанням екологічної безпеки. Модернізація вакуумних блоків передбачає впровадження обладнання для зменшення викидів вуглеводневих парів, удосконалення систем очищення стічних вод та підвищення герметичності технологічного обладнання. Такі заходи дозволяють мінімізувати негативний вплив виробництва на навколишнє середовище та забезпечити відповідність сучасним екологічним стандартам.

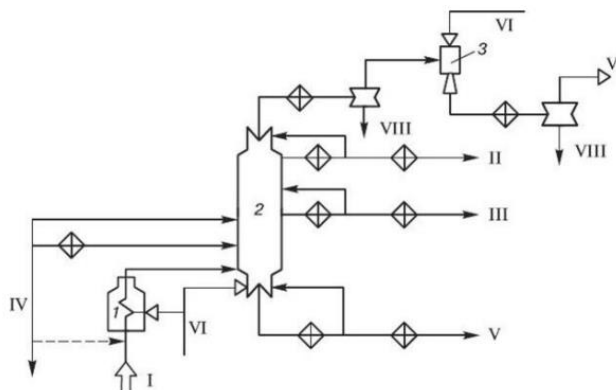
Окремим напрямом розвитку є застосування математичного моделювання та цифрових двійників технологічних установок. Використання комп'ютерних моделей дозволяє прогнозувати роботу обладнання за різних режимів експлуатації, оптимізувати технологічні параметри та знижувати витрати на проведення експериментальних досліджень.

Перспективним є також впровадження нових конструкцій трубчастих печей із підвищеним коефіцієнтом тепловіддачі та зменшеним ризиком утворення коксових відкладень. Це сприяє збільшенню міжремонтного пробігу обладнання та зниженню витрат на технічне обслуговування.

Таким чином, модернізація блоків вакуумної перегонки мазуту спрямована на вирішення комплексу технічних, економічних та екологічних завдань. Використання сучасних технологій дозволяє підвищити ефективність переробки нафтової сировини, збільшити вихід цінних продуктів та забезпечити конкурентоспроможність нафтопереробних підприємств в умовах

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

сучасного ринку.



I - мазут з АТ; II – легкий вакуумний газ; III – вакуумний газойль; IV – затемнена фракція; V - гудрон; VI – водяний парк; VII- газетирозкладання; VIII –конденсат (вода та нафтопродукт)

Рисунок 1.1 – Принципова схема блоку вакуумної перегонки мазуту

1.2 Фізико-хімічні основи виробництва

В основу методу прямої перегонки нафти і мазуту на трубчастих установках безперервної дії покладений принцип одноразового випаровування нафти (або мазуту), нагрітий до температури 350-500°C з подальшою дробовою ректифікацією суміші парів, їх конденсації і охолодження. Метою ректифікації взагалі є чітке розділення рідких сумішей на окремі чисті компоненти.

Ректифікація - тепломасообмінний процес, який здійснюється в противоточних колонних апаратах з контактними елементами (насадка, тарілки). В процесі ректифікації відбувається безперервний обмін між рідкою і паровою фазою. Рідка фаза збагачується більш висококиплячим компонентом, а парова фаза - більш низькокиплячим. Процес тепломасообміну відбувається по всій висоті колони між стікаючим вниз дистиллятом, що утворюється нагорі колони (флегмою), і піднімається вгору паром. Щоб інтенсифікувати процес тепломасообміну застосовують контактні елементи, які збільшують поверхню взаємодії фаз. У разі застосування насадки, флегма стікає тонкою плівкою з її

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

розвиненої поверхні. У разі застосування тарілок, пар у вигляді безлічі бульбашок, що утворюють розвинену поверхню контакту, проходить через шар рідини на тарілці.

В ректифікаційних колонах контактування потоків пари і рідини може проводитися безперервно (в насадочних колонах) або східчасто (в тарілчастих ректифікаційних колонах) [10].

В результаті кожного контакту компоненти перерозподіляються між фазами: пар збагачується низькокиплячим, а рідина – висококиплячим компонентом. При тривалому контакті і високій ефективності контактного пристрою пара і рідина, що йдуть з тарілки або шару насадки, можуть досягти стану рівноваги, тобто температури потоків стануть однаковими. У цьому випадку склад компонентів буде пов'язаний рівняннями рівноваги (при цьому досягається фазова рівновага) такий контакт у стані фазової рівноваги прийнято називати рівноважним ступенем або теоретичною тарілкою. Місце введення в ректифікаційну колону нагрітої сировини називають живильною секцією (зоною), де здійснюється одноразове випаровування. Частина колони, що розташована вище живильної секції, служить для ректифікації парового потоку і називається концентраційною (зміцнювальною), а інша - нижня частина, в якій здійснюється ректифікація рідкого потоку – відгонною, або вичерпної секцією. Розрізняють прості і складні колони. Прості колони - поділ вихідної суміші (сировини) на два продукти. Ректифікат (дистилат) - виводиться з верху колони в пароподібному стані, і залишок - нижній рідкий продукт ректифікації. Складні колони поділяють вихідну суміш більше ніж на два продукти: 1-ша - ректифікаційна колона з відбором додаткової фракції безпосередньо з колони у вигляді бічних погонів; 2-га - ректифікаційна колона, у якій додаткові продукти відбираються із спеціальних відпарних колон (стриппінгів). Для розділення багатокомпонентних сумішей на більш ніж два компоненти (фракції) може використовуватися одна складна колона або система простих і складних колон, з'єднаних між собою у певній послідовності

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

прямими або зворотними паровими або рідкими потоками. Вихідна суміш, нагріта до температури надходить у колону в якості живлення. Зону, в яку подається живлення, називають евапараційна, так як там відбувається процес евапорації - одноразового відділення пари від рідини. Пари піднімаються у верхню частину колони, охолоджуються, конденсуються в холодильнику-конденсаторі і подаються назад на верхню тарілку колони в якості зрошення. Таким чином у верхній частині колони (зміцнювальної) протитечією рухаються пари (знизу вгору) і стікає рідина (зверху вниз).

Стікаючи вниз по тарілках, рідина збагачується висококиплячими компонентами, а пари, чим вище піднімаються у верх колони, тим більше збагачуються легкокиплячими компонентами. Таким чином, відводиться з верху колони продукт збагачений легкокиплячим компонентом. Продукт, що виділяється з верху колони, називають дистилятом. Частина дистиляту, сконденсованого в холодильнику і поверненого назад в колону, називають зрошенням або флегмою. Відношення кількості повернутої флегми в колону і кількості відведеного дистиляту називається флегмовим числом. Таким чином, в кубі колони створюється 2 потоки: 1 потік - рідина, що стікає з верху (з зони живлення + зрошення), 2 потік - пари, що піднімаються з дна колони. В випадку, якщо розганяється продукт з двох компонентів, кінцевим продуктом є дистилят, що виходить з верхньої частини колони. Температура сировини на вході в колону залежить від природи сировини, заданої глибини відбору, тиску і відносної витрати водяної пари. Чим легше по фракційному складу сировина і чим менше глибина відбору дистилятів, тим більш низька, за інших рівних умов, може бути температура сировини на вході в колону.

Температура верху колон і місця відборів бічних погонів в складних ректифікаційних колонах регулюються за рахунок зміни кількостей гострого і циркуляційних зрошень.

Збільшення температури низу колони або відповідної секції складної колони призводить до зменшення вмісту легкокиплячих компонентів в залишку

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

і збільшення відбору фракції від сировини або в цій секції. Підвищення температури верху колони або відповідної секції колони дозволяє робити відбір ректифікату або бічного продукту із заданою температурою кінця кипіння і підвищити температуру початку кипіння фракції, що відбирається в наступній секції колони. Крім того, збільшення кількості циркуляційних зрошувачів дає можливість розвантажити верхню частину колони по парах, зменшити подачу гострого зрошувача і підвищити температуру попереднього нагріву сировини, тим самим, збільшивши глибину відбору.

Тиск в колоні ректифікації залежить від ряду чинників. Для забезпечення максимального відбору дистилятів від сировини тиск має бути якнайнижче і в той же час забезпечувати конденсацію пари дистиляту за допомогою найбільш дешевого і доступного холодоагенту, подолання опору при русі пари по тракту після виходу з колони.

Збільшення тиску в колоні викликає також підвищення температури кипіння вуглеводнів, а, отже, і підвищення температури процесу ректифікації, призводить до збільшення тепловтрат. У вакуумних колонах оптимальним є тиск, відповідний максимально допустимій температурі сировини, що вводить.

При введенні водяної пари в відгонну секцію парціальний тиск пари знижується і створюються умови, при яких рідина виявляється як би перегрітою, що викликає її випарювання, тобто дія водяної пари аналогічно вакууму. При цьому теплота, необхідна для випарювання пари, забирається від самої рідини, у зв'язку з чим вона охолоджується. Випарювання рідини, викликане водяною парою, припиняється, коли пружність пари рідини при пониженні температури знизиться настільки, що стане рівним парціальному тиску. Таким чином, на кожному теоретичному ступені контакту встановиться відповідна цим умовам рівновага фаз.

Водяна пара, що подається в низ колони, піднімається вгору разом з парами, що утворюються при випарюванні рідини (кубового залишку або

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

бічного погона), вступаючи на вищерозміщенній тарілці в контакт із стікаючою рідиною. В результаті тепло- і масообміну в рідині, що стікає з тарілки на тарілку, концентрація низькокиплячих компонентів зменшується в напрямі зверху вниз. У цьому ж напрямі зменшується і температура на тарілках внаслідок випарювання рідини. При перегонці з водяною парою температура кубового залишку зазвичай на 20-30°C нижче за температуру нагріву сировини, а фракцій, що йдуть з відпарних колон, на 10-15°C нижче за температуру, що поступає на відпарювання рідини. Причому, чим більше кількість пари, що подається, і нижче його параметри (температура і тиск), тим до максимально нижчої температури охолodиться кубова рідина. Таким чином, ефект ректифікації і випарна дія водяної пари знижуватимуться на кожній наступній тарілці. Отже, збільшувати число відпарних тарілок і витрату водяної пари доцільно до певних меж. Найбільший ефект випарного впливу перегрітої водяної пари проявляється при його витраті, рівній від 1,5% до 2,0% по масі від сировини, що переганяється.

Склад мазуту, що поступає на вакуумний блок з атмосферної колони, регламентується вмістом фракцій, що википають до 350°C. Традиційно вважають, що вміст світлих фракцій повинен складати не більше 5% (мас.), оскільки їх зростання призводить до збільшення діаметру вакуумної колони, затрудняє повну конденсацію пари на верху колони і збільшує завантаження вакуумстворюючої системи.

Вакуум в колоні створюють барометричними конденсаторами і вакуумними насосами (поршневими, ротаційними, ежекторними або струминними), котрі можна включати в різній послідовності.

Одночасно з поглибленням вакууму при зниженні температури на верху вакуумної колони очікувалося зниження температури застигання дизельного палива. Річ у тому, що на температуру застигання нафтових продуктів в значній мірі впливає не кінець кипіння фракції, а вміст легкокиплячих

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

компонентів. При цьому кількість дизельної пари, що відноситься з колони, була значною і складала 8-10 м³/год.

У процесах вакуумної перегонки, окрім проблеми віднесення рідини, увага приділяється забезпеченню сприятливих умов для максимального відбору цільового продукту без помітного його розкладання. Багатолітнім досвідом експлуатації промислових установок ВТ встановлено, що нагрів мазуту в печі вище 420-425°C викликає інтенсивне утворення газів розкладання, закоксованість і прогар труб печі, осмолення вакуумного газойля. При цьому, чим важче нафта, тим більш інтенсивно йде газоутворення і термодеструкція високомолекулярних з'єднань сировини. Внаслідок цього при нагріві мазуту до максимально допустимої температури зменшують час його перебування в печі, встановлюючи багато потокові змійовики (до чотирьох), застосовують печі двостороннього опромінення, в змійовик печі подають водяну пару і зменшують довжину трансферного трубопроводу (між піччю і вакуумною колоною). Для зниження температури низу колони організовують рецикл (квенчінг) частково охолодженого гудрону. З метою зниження тиску на ділянці випару печі кінцеві змійовики виконують з труб більшого діаметру і зменшують перепад висоти між введенням мазуту в колону і виходом його з печі. У вакуумній колоні застосовують обмежену кількість тарілок з низьким гідравлічним опором або насадку; використовують вакуумстворюючі системи, що забезпечують досить глибокий вакуум [3].

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

1.3 Характеристика сировини, напівпродуктів і готової продукції, реагентів

Таблиця 1.2. – Характеристика сировини процесу перегонки мазуту

Найменування вихідної сировини, матеріалів, виготовленої продукції	Міждержавний національний або галузевий стандарт, технічних умов або методика	Показники якості (найменування і одиниця виміру)	Норма нормативних документів	Область використання
1	2	3	4	5
Мазут	СТП 00152307.02.75	1. В'язкість умовна при 80°C, градуси ВУ, не більше 2. Теплота згоряння (нижча) в перерахунку на сухе паливо, кДж/кг, не менше 3. Температура спалаху, що визначається у відкритому тиглі, °C, не нижче 4. Масова частка сірки, %, не більше	16,0 39900 65 Не нормується	Паливо для технологічних печей, може використовуватися як компонент товарного мазуту
Вуглеводневий газ (гази розкладу)	СТП 00152307.02.85	1. Об'ємна частка компонентів, % не більше: - сума бутанів і бутиленів - сума вуглеводнів C ₅ і вище 2. Густина при 20°C, кг/м ³	25 4,0 Визначення обов'язкове	Паливо для технологічних печей
Фракція	СТП	1. Температура		Використовується

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

<350°C	00152307.02.60	спалаху у відкритому тиглі °C, не нижче 2. В'язкість кінематична при 20°C, мм ² /с, у межах 3. Температура застигання, °C 4. Густина 20°C, кг/м ³	40 3,0 – 6,0 17 Визначення обов'язкове	для приготування товарних дизельних палив, палива пічного і т.д. Може використовуватись як паливо для печей установок
Фракція 350-500°C	СТП 00152307.02.68	1 В'язкість кінематична при 50°C, мм ² /с, у межах 2. Фракційний склад: - 5 % википає при температурі, °C, не нижче - температура кінця кипіння, °C, не вище 3 Температура спалаху, що визначається відкритом тиглі, °C, не нижче 4. Колір, який визначається на колориметрі ЦНТ, од. ЦНТ, не більш	53,0-95,0 350 520 225 6,0	Продукт – вакуумний газойль, сировина установки каталітичного крекінгу.
Фракція вище 500°C	СТП 0152307.02.70	1. Густина при 20°C, кг/м ³ , в межах 2. В'язкість умовна на віскозиметрі з отвором 5 мм при 80°C, с, не менше 3. Температура спалаху, що визначається у відкритому тиглі, °C, не нижче 4. Фракційний склад: - температура	960-995 20 270	Може використовуватись в якості компонента мазуту або в якості сировини для виробництва бітумів

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

		початку кипіння, °С, не нижче	420	
--	--	----------------------------------	-----	--

1.4 Вибір, обґрунтування й опис технологічної схеми

При виборі технологічної схеми блоку вакуумної перегонки мазуту необхідно враховувати асортимент продукції, який ми хочемо отримати із заданої сировини, а також проведення процесу найбільш економічно вигідно. Вибрана схема повинна забезпечувати велику глибину відбору, чіткість фракціонування, гнучкість процесу, великий міжремонтний пробіг і високі техніко-економічні показники. При складанні схеми потрібно враховувати і застосовувати найбільш прогресивні рішення.

Перегонка мазуту ведеться у вакуумі, тому що це дозволяє при температурі не вище 360°C відганяти з мазуту фракції з температурою кінця кипіння не вище 500°C. Процес являє собою перегонку мазуту у вакуумі в присутності агенту, що випаровує. В якості такого агенту використовується перегріта водяна пара. Конструктивно процес виконаний за одноколонною схемою. Нагрітий мазут 1 з температурою 345-355 °С насосом Н-1 подається в піч П. Також в піч подається водяна пара 2. Тиск мазуту в загальному потоці на вході до печі П в межах 0,5-2,0 МПа. Температура мазута на виході з печі П дорівнює 360-400 °С. Пальники печі працюють на газовому паливі 3 і повітрі під тиском 4. Нагрітий і частково випаруваний мазут поступає трансферним трубопроводом до вакуумної колони ВК. Температура вакуумної колони підтримується в межах 70-100 °С, абсолютний тиск – не вище 45 мм.рт.ст., при даних параметрах роботи колони найбільш ефективно відбувається відбір обважченої дизельної фракції (ОДФ) 6 і вакуумного газойлю (ВГ) 11 з мазуту у кількісному і якісному співвідношенні. Вакуум в колоні створюється ежекторними вакуумними насосами Е-1,2, робочим агентом для яких служить водяна пара середнього тиску 7.

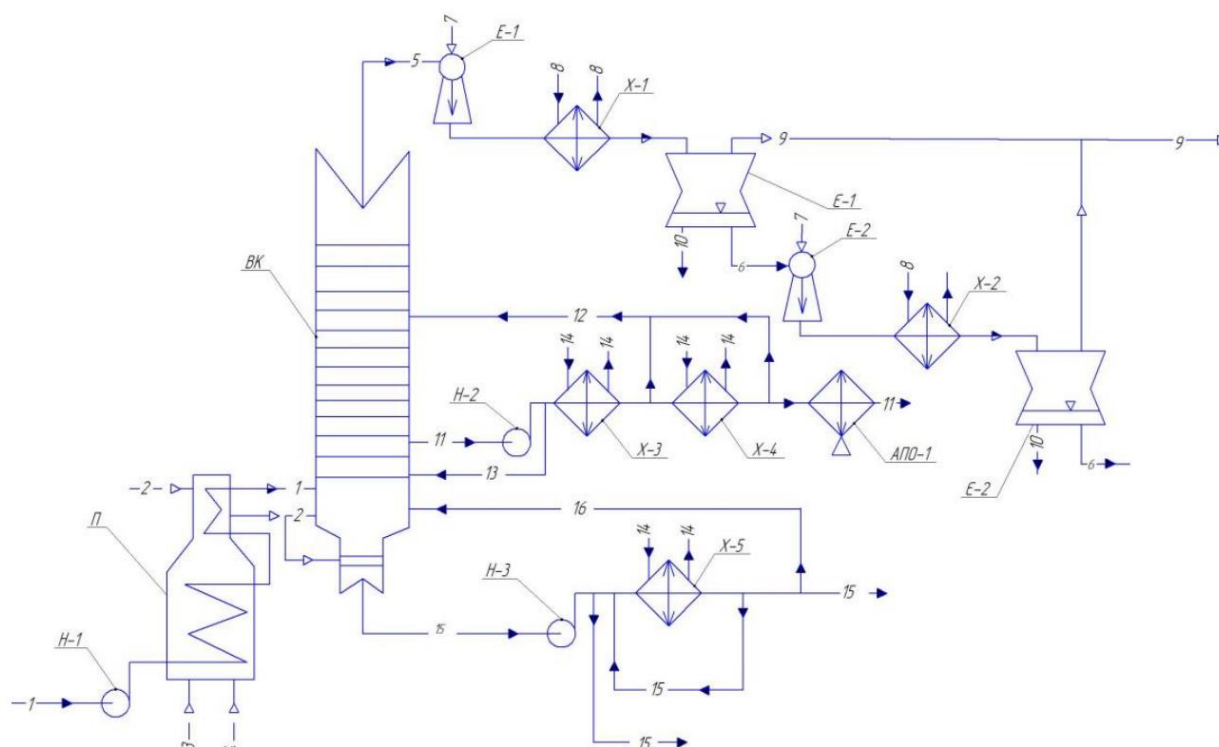
					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

З верху колони пари дизельної фракції, газу розкладу і водяна пара 5 поступають на прийом ежектора першої ступені Е-1. З ежектора суміш водяної пари і парів вуглеводнів поступає в водяний конденсатор-холодильник Х-1, охолоджується і частково конденсується і потік йде далі в розширювач Є-1 для розділення. З розширювача Є-1 неконденсовані газу 9 подаються на другу ступінь ежекції, що аналогічна до першої, а конденсат водяної пари і вуглеводнів поступає на розділення, де виділяються сульфід-стоки 10.

Вакуумний газойль (ВГ) з температурою не вище 295 °С відкачується насосом Н-2 і подається: - нижче рівнем до колони в якості промивної рідини 13; далі спрямовується в теплообмінники Х-3 і Х-4, де охолоджується потоками знесоленої 14 нафти. Після холодильників Х-3 і Х-4 балансова кількість охолодженого потоку, утворює потік циркуляційне зрошення 12 з температурою зрошення не вище 180°С. Балансова кількість вакуумного газойлю після Х-4 відбирається на повітряний холодильник АПО-1, охолоджується до температури не вище 80 °С і виводиться з установки. Процес промивання рідиною 13 необхідний для кращої ректифікації в колоні, а також для того, щоб знизити температуру виведення фракцій ОДФ і ВГ з карманів колони, регулювання потрібної в'язкості гудрону 15, що виводиться з колони.

Гудрон з температурою 355-380 °С відкачується насосом Н-3 і подається до теплообмінника Х-5, де охолоджується потоком знесоленої нафти 14 до температури не вище 150 °С. Потім частина охолодженого гудрону подається на змішування з гарячим потоком гудрону, що поступає з лінії до теплообмінника Х-5. Інша частина гудрону повертається в колону на нижню тарілку як квенч. Балансова ж кількість гудрону з температурою до 150°С виводиться з установки. Вихід мазуту становить близько 40% маси з розрахунку на початкову нафту.

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



КВ – колонна для розгонки мазуту; П – піч; Н-1-3 – насоси; Х-1-5 – теплообмінники; АПО – апарат повітряного охолодження; Є – ємність барометрична; Е-1-2 – ежекційний вакуумний насос; 1 – мазут з АТ; 2 – водяна пара; 3 – паливо пічне газове; 4 – повітря; 5 – гази розкладання і водяна пара; 6 – обважчена дизельна фракція; 7 – водяна пара середнього тиску; 8 – вода оборотна; 9 – гази розкладання; 10 – сульфідвміщуючі стоки; 11 – вакуумний газойль; 12 – циркуляційне зрошення; 13 – промивна вода; 14 – нафта знесолена; 15 – гудрон

Рисунок 1.2. Колонна для розгонки мазуту

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2. СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

2.1 Матеріальний баланс установки

Матеріальний баланс вакуумної трубчатки (ВТ) розраховують по кривим істинних температур кипіння (ІТК) з урахуванням вибраного асортименту продуктів і відбору від потенціалу (табл.2.1). відбір від потенціалу приймається на основі експериментальних та літературних даних.

Таблиця 2.1 — Розгін (ІТК) Качановської нафти в апараті АРН-2 та характеристика отриманих фракцій

№ фракції	Температура кипіння фракції при 760 мм.рт.ст., °C	Вихід (на нафту), %		ρ_4^{20}	n_D^{20}	М	$v_{20, cст}$	$v_{50, cст}$	Температура застигання, °C	Вміст сірки, %
		окремих фракцій	сумарний							
1	До 28 (газ до C ₄)	1,23	1,23	—	—	—	—	—	—	—
2	28-60	5,27	6,5	—	—	—	—	—	—	—
3	60-70	0,8	7,3	—	—	—	—	—	—	—
4	70-80	1,2	8,5	0,712	91	—	—	—	—	—
5	80-90	1,3	9,8	0,7211	96	—	—	—	—	—
6	90-105	2,5	12,3	—	—	—	—	—	—	—
7	105-110	2,4	14,7	0,7274	105	—	—	—	—	—
8	110-120	2,6	17,3	0,7365	109	—	—	—	—	—
9	120-130	1,7	19	0,7403	114	—	—	—	—	—
10	130-140	1,8	20,8	0,7452	118	0,81	—	—	—	0,012
11	140-150	1,6	22,4	0,7517	1,443	156	1,27	0,87	—	—68
12	150-160	1,7	24,1	0,771	128	—	—	—	—	—
13	160-170	2,2	26,3	0,7781	132	1,17	0,8	—	—52	0,036
14	170-180	2,8	29,1	0,7843	140	—	—	—	—	0,04
15	180-190	2	31,1	0,7895	148	1,44	1	0,71	—35	0,041
16	190-200	1,3	32,4	0,7947	153	—	—	—	—	—
17	200-210	1,5	33,9	0,8009	158	1,77	1,08	0,82	—32	0,047
18	210-220	1,4	35,3	0,8081	168	—	—	—	—	—
19	220-230	1,4	36,7	0,8147	175	2,52	1,21	0,87	—26	0,052
20	230-240	1,3	38	0,8205	185	—	—	—	—	—
21	240-250	1,3	39,3	—	—	—	—	—	—	—
22	250-260	1,7	41	0,8263	194	—	—	—	—20	0,08
23	260-270	1,4	42,4	0,8322	206	—	—	—	—	—
24	270-280	1,3	43,7	0,8384	215	4,9	1,89	1,25	-19	0,1

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 2.1

25	280-290	1,9	45,6	0,8436	225	—	—	—	—	—
26	290-300	2,7	48,3	0,8484	234	—	—	—	—19	—
27	300-310	2	50,3	0,8528	245	8,4	2,9	1,48	—15	0,15
28	310-320	1,6	51,9	0,8576	255	—	—	—	—10	—
29	320-330	2	53,9	0,868	267	—	—	—	—6	—
30	330-340	2,4	56,3	0,867	278	—	—	—	3	0,19
31	340-350	2	58,3	0,8721	286	—	—	—	—	—
32	350-360	1,5	59,8	0,8765	295	25	5,61	3,01	—	—
33	360-370	1,1	60,9	0,8803	308	—	—	—	—	—
34	370-380	1,1	62	0,8852	310	—	—	—	14	0,24
35	380-390	1,1	63,1	0,8894	320	—	—	—	—	—
36	390-400	1	64,1	0,8936	327	—	—	—	—	—
37	400-410	2,5	66,6	0,8978	334	—	—	—	—	—
38	410-420	1,4	68	0,9027	342	—	35,08	8,01	—	—
39	420-430	2	70	0,9079	346	—	—	—	33	—
40	430-440	1	71	—	—	—	73,12	14,05	—	0,46
41	440-450	1,8	72,8	—	—	—	—	—	—	—
42	450-460	8,4	81,2	—	—	—	—	—	—	—
43	460-500	5,2	86,4	—	—	—	—	—	—	—
44	500-530	5,0	91,4	—	—	—	—	—	—	—
45	Залишок	8,6	100	—	—	—	—	—	—	0,57

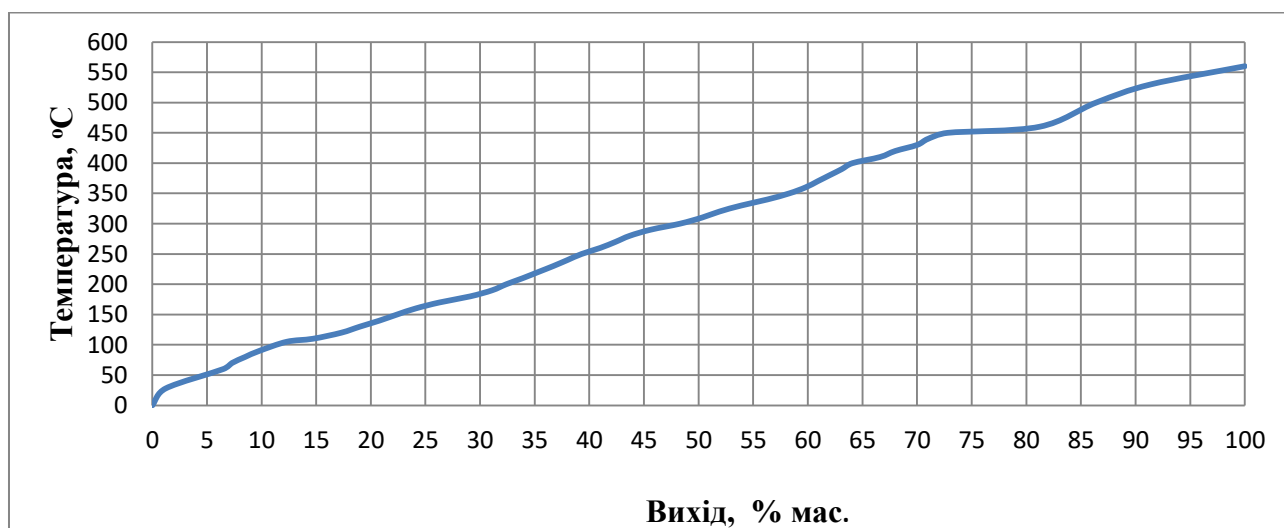


Рисунок 2.1- Графік розгону (ІТК) Качановської нафти в апараті АРН-2

Середнє число робочих днів установки на рік приймаємо виходячи з норм технічного проектування або на основі практичних даних для установки ВТ встановлено 340 робочих діб на рік.

Розрахуємо матеріальний баланс установки потужністю 4,5 млн. т в рік на мазут. Далі приймаємо на основі літературних даних долю відбору фракцій та знаходимо їх фактичний відбір. Весь недобір фракцій приплюсовуємо до

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

кубового залишку. Втрати приймаємо в розмірі 0,25% мас. Результати розрахунків приведені в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 — Матеріальний баланс

Сировина та продукти	Вихід на нафту по ІТК, %	Вихід на мазут, % теор.	Вихід на мазут, % практ.	Вихід, т/рік	Вихід, т/добу	Вихід, кг/годину
Взято:						
Мазут	42,14	100,00	100,00	4300000,00	12647,06	526960,78
Всього:	42,14	100,00	100,00	4300000,00	12647,06	526960,78
Отримано:						
280 – 350°C (3% по ІТК)	0,44	1,04	1,04	44720	137,53	5480,39
350 – 500°C	28,10	66,69	66,52	2860360	8412,82	350534,31
500 – к.к.	13,60	32,27	32,19	1384170	4071,09	169628,68
Втрати	—	—	0,25	10750	31,62	1317,40
Всього:	42,14	100,00	100,00	4300000,00	12647,06	526960,78

Так як розділення нафти на фракції протікає з невеликим накладенням, то в матеріальному балансі враховується частина фракції 280-350°C, в кількості 3% від загального виходу цієї фракції по ІТК.

При розрахунку матеріального балансу колони всі втрати по установці відносимо до високов'язкого дистиляту.

Вихід окремих фракцій в перерахунку на мазут знаходимо за формулою:

$$A' = \frac{A \cdot 100}{L_0}, \% \quad (2.1)$$

де А та А' - вихід фракцій відповідно на мазут та широку фракцію, % мас;
L₀ – вихід відповідних фракцій по ІТК

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.2 Розрахунки основного обладнання

2.2.1 Розрахунок колони вакуумної переробки мазуту

На підставі практичних та літературних джерел приймаю такі вихідні дані:

- тиск зверху колони $P_v=38,5$ кПа;
- температура сировини на вході в колону 350°C ;
- тиск в зоні подачі сировини $= 9,85$ кПа;
- тиск в низу колони $P_n=5,5$ кПа;
- кількість водяної пари, що подається в низ колони 5% мас, на сировину;
- число насадок: в відпарній частині колони 2, в концентраційної частини 3;
- перепад тиску на насадку $P=6,5$ кПа;
- температура низу приймається на 20°C вище температури сировини.

2.2.2 Розрахунок долі відгону сировини на вході в колону

Розрахунок долі відгону проводимо за методом А. М. Трегубова. Для цього шляхом послідовного наближення підбираємо таке значення мольної долі відгону сировини e' , при якому виконується тотожність:

$$\sum \frac{c_i'}{1 + e' \left(\frac{P_i}{P} - 1 \right)} = \sum x_i' = 1 \quad (2.1)$$

де e' - мольна доля відгону;

c_i' - масова доля окремих фракцій в сировині;

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

c'_i , x'_i , y'_i - мольні долі окремих фракцій в сировині; в рідкій та паровій фазах сировини;

M_i - молекулярна маса окремих фракцій;

Π - абсолютний тиск в зоні живлення, кПа;

P_i - тиск насичених парів окремих фракцій при температурі вводу сировини в колону, кПа. Розраховуємо за формулою Ашворта.

T - температура, при якій визначається тиск парів, К;

T_{cp} - середня температура кипіння фракції, К

k_i - константа фазового рівноваги i -того компонента при параметрах підбору

Розрахунок долі відгону проводимо при температурі входу сировини в колону $t_{bx} = 350^\circ\text{C}$ та тиску $\Pi = 9,85\text{кПа}$

Доля відгону e' при заданій температурі та тиску системи вважається вибраним правильно, якщо:

$$\sum_{i=1}^n x'_i = 1 \quad \text{і} \quad \sum_{i=1}^n y'_i = 1 \quad (2.2)$$

Використовуючи рівняння (2.1) ми можемо знайти долю відгону e .

Усі розрахунки зводимо до таблиці 2.1

Таблиця 2.1 — Розрахунок долі відгону сировини на вході в колону

Межі випікання, $^\circ\text{C}$	$t_{cp}, ^\circ\text{C}$	$G, \text{кг/час}$	M_i	c_i	$\frac{c_i}{M_i} \times 10^3$	c'_i	$P_i, \text{кПа}$	k_i	$\frac{P_i}{\pi_{bx}} - 1$	$e' \times \left(\frac{P_i}{\pi_{bx}} - 1 \right)$	$e' \times \left(\frac{P_i}{\pi_{bx}} - 1 \right)$	x'_i	y'_i
280-350	315	5717,89	253,73	0,01	0,04	0,02	196,04	19,90	18,90	17,01	18,01	0,001	0,018
350-360	355	19581,80	292,53	0,04	0,12	0,05	91,77	9,32	8,32	7,48	8,48	0,006	0,054
360-370	365	14359,99	302,73	0,03	0,09	0,03	75,23	7,64	6,64	5,97	6,97	0,005	0,038
370-380	375	14359,99	313,13	0,03	0,08	0,03	61,49	6,24	5,24	4,72	5,72	0,006	0,037
380-390	385	14359,99	323,73	0,03	0,08	0,03	50,11	5,09	4,09	3,68	4,68	0,007	0,036
390-400	395	13054,53	334,53	0,02	0,07	0,03	40,75	4,14	3,14	2,82	3,82	0,008	0,031
400-410	405	32636,33	345,53	0,06	0,17	0,07	33,09	3,36	2,36	2,12	3,12	0,022	0,075
410-420	415	18276,35	356,73	0,03	0,09	0,04	26,85	2,73	1,73	1,55	2,55	0,015	0,040
420-430	425	26109,07	368,13	0,05	0,13	0,05	21,80	2,21	1,21	1,09	2,09	0,025	0,055
430-440	435	13054,53	379,73	0,02	0,06	0,03	17,73	1,80	0,80	0,72	1,72	0,015	0,027
440-450	445	23498,16	391,53	0,04	0,11	0,04	14,48	1,47	0,47	0,42	1,42	0,031	0,046
450-460	455	109658,08	403,53	0,20	0,49	0,20	11,90	1,21	0,21	0,19	1,19	0,169	0,204
460-500	480	67883,57	434,40	0,12	0,28	0,12	7,59	0,77	-0,23	-0,21	0,79	0,145	0,112

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ				Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

500-530	515	65272,67	479,73	0,12	0,25	0,10	4,74	0,48	-0,52	-0,47	0,53	0,188	0,091
530-560	545	112268,98	520,53	0,20	0,39	0,16	3,76	0,38	-0,62	-0,56	0,44	0,358	0,137
Всього:		550091,91		1,00	2,47	1,00						1,000	1,000

Зробивши відповідні розрахунки ми визначили, що:

$$\sum \frac{c_i'}{1 + e^{\left(\frac{P_i}{\Pi} - 1\right)}} = \sum x_i' = 1,0000$$

Виходячи з отриманих даних ми можемо розрахувати долю відгону:

$$e' = 0,9$$

2.2.3 Визначення температури відбору фракцій з колони

Використовуючи формули (2.3), (2.4), (2.4) та (2.6) знаходимо значення температури викіпання фракції при заданому тиску.

$$k_i \cdot x_i = 1 \quad (2.3)$$

$$k_i = \frac{P_i}{\Pi} \quad (2.4)$$

$$\lg(P_i - 3158) = 7,6715 - 2,68(T)/f(T_{cp}), \text{Па} \quad (2.5)$$

$$f(T) = \frac{1250}{\sqrt{T^2 + 108000} - 307,6} - 1 \quad (2.6)$$

Посилаючись на формули (2.3), (2.4), (2.4) та (2.6) знаходимо значення температур, при тиску над насадкою 5, $P = 38500 \text{ Па}$, припускаємо значення температури відбору фракції $= 265^\circ \text{C}$.

Таблиця 2.2 — Фракція 280-350°C.

Границі викіпання, °C	t _{ср.} , °C	G, кг/час	M _i	n _i	x _i '	P _i	K _i	k*x
280 – 290	285	744,11	226,73	3,28	0,14	65663,78	1,71	0,25
290 – 300	295	1057,42	235,53	4,49	0,20	52660,06	1,37	0,27
300 – 310	305	783,27	244,53	3,20	0,14	42143,67	1,09	0,15
310 – 320	315	626,62	253,73	2,47	0,11	33686,03	0,87	0,10
320 – 330	325	783,27	263,13	2,98	0,13	26922,84	0,70	0,09

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

330 – 340	335	939,93	272,73	3,45	0,15	21546,21	0,56	0,09
340 – 350	345	783,27	282,53	2,77	0,12	17297,53	0,45	0,06
Всього:		5717,89		22,64	1,00			1,00

Знаходимо температуру відбору фракції, вона склала 265°C.

Посилаючись на формули (2.3), (2.4), (2.4) та (2.6) знаходимо значення температур, при тиску над насадкою 2, $P=10270\text{Па}$, припускаємо значення температури відбору фракції $=300^\circ\text{C}$.

Таблиця 2.3 — Фракція 350-500°C.

Границі випаровування, °C	$t_{\text{ср}}, ^\circ\text{C}$	G, кг/час	M_i	n_i	x'_i	P_i	K_i	$k \cdot x$
350 – 360	355	19581,80	292,53	66,94	0,07	31478,32	3,07	0,21
360 – 370	365	14359,99	302,73	47,44	0,05	25345,49	2,47	0,12
370 – 380	375	14359,99	313,13	45,86	0,05	20436,03	1,99	0,09
380 – 390	385	14359,99	323,73	44,36	0,05	16529,27	1,61	0,07
390 – 400	395	13054,53	334,53	39,02	0,04	13439,49	1,31	0,05
400 – 410	405	32636,33	345,53	94,45	0,10	11011,29	1,07	0,10
410 – 420	415	18276,35	356,73	51,23	0,05	9115,48	0,89	0,05
420 – 430	425	26109,07	368,13	70,92	0,07	7645,33	0,74	0,05
430 – 440	435	13054,53	379,73	34,38	0,03	6513,20	0,63	0,02
440 – 450	445	23498,16	391,53	60,02	0,06	5647,67	0,55	0,03
450 – 460	455	109658,08	403,53	271,75	0,28	4990,91	0,49	0,13
460 – 500	480	67883,57	434,40	156,27	0,16	3979,89	0,39	0,06
Всього:		366832,38		982,65	1,00			1,00

Знаходимо температуру відбору фракції, вона склала 300°C.

Посилаючись на формули (2.3), (2.4), (2.4) та (2.6) знаходимо значення температур, при тиску внизу колони $P=5500\text{Па}$, припускаємо значення температури відбору фракції $=370^\circ\text{C}$.

Таблиця 2.4 — Фракція 500-к.к

Границі випаровування, °C	$t_{\text{ср}}, ^\circ\text{C}$	G, кг/час	M_i	n_i	x'_i	P_i	K_i	$k \cdot x$
500 – 530	515	65272,67	479,73	136,06	0,38	6175,12	1,12	0,42
530 – 560	530	112268,98	499,90	224,58	0,62	5093,64	0,93	0,58
Всього:		177541,65		360,65	1,00			1,00

Знаходимо температуру відбору фракції, вона склала 370°C

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ			Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата				

2.2.4 Розрахунок теплового балансу колони для визначення витрат «гарячого струменю»

Прибуткові та видаткові статті теплового балансу без тепла, що знімається зрошеннями, наводяться нижче в таблиці 2.5. Втрати тепла в навколишнє середовище не внесені до теплового балансу колони, це дає деякий запас при визначенні тепла, що знімається зрошенням в колоні.

Ентальпію вуглеводневих парових $I^п$ та рідинних $I^р$ потоків розраховують за рівняннями Ітона (2.7) та Крега (2.8):

$$I^п = (129,58 + 0,134T + 0,00059T^2)(4 - \rho_{15}^{15}) - 334,25, \text{ кДж/кг} \quad (2.7)$$

де T - температура потоку, К

ρ_{15}^{15} - відносна густина потоку.

$$I^р = \frac{1}{\sqrt{\rho_{15}^{15}}}(0,0017T^2 + 0,762T - 334,25), \text{ кДж/кг} \quad (2.8)$$

Кількість теплоти розраховуємо за формулою 2.9

$$I \cdot G = Q, \text{ кДж} \quad (2.9)$$

Пари зрошення, покидаючи колону, мають ту саму температуру, що і пари дистилату, і після їх конденсації охолоджуюча рідина входить в колону з нижчою температурою.

Таблиця 2.5-Тепловий баланс ВК

Продукти	t, °C	G, кг/год	I, Дж/кг	Q, кВт	Q, Дж/год
Приход					
Парова фаза:					
280 – 350	350	5717,89	1072,15	1702,90	6130435
350 – 500	350	366832,38	1058,66	107874,73	388349018
Рідка фаза:					
500 – к.к	350	177541,65	836,95	41275,75	148592687
Водяний пар	400	27504,60	3276,50	25033,00	90118807
Всього:		577596,51	6244,25	175886,37	633190947
Розхід					

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Парова фаза:					
280 – 350	265	5717,89	854,70	1357,52	4887077
350 – 500	300	366832,38	928,82	94644,94	340721792
Рідка фаза:					
500 – к.к	370	177541,65	899,51	44361,34	159700830
Водяний пар	265	27504,60	2862,60	21870,74	78734655
Всього:		577596,51	5545,63	162234,54	584044353

Загальну кількість теплоти, яку необхідно зняти зрошенням розраховують за формулою:

$$Q_{зр} = Q_{прих} - Q_{розх} = 175886,37 - 162234,54 = 13651,83 \text{ кВт}$$

або

$$Q_{зр} = Q_{прих} - Q_{розх} = 633190946,85 - 584044353,41 = 49146593,44 \text{ Дж/год}$$

Цей надлишок тепла в колоні знімаємо гострим зрошенням вгорі колони і двома проміжними циркуляційними зрошеннями під тарілками відбору бічних погонів. Кількість тепла, що знімається окремими зрошеннями, рівна мінімальному теплу, необхідному для охолодження і конденсації продуктів у даній секції колони. Тепло циркуляційних зрошень зазвичай використовується для нагріву сирової нафти.

За формулами (2.10), (2.11) розраховуємо зрошення верху та низу колони

$$Q'_{цз} = Q_{цз}^{зр} - \Delta Q_R \quad (2.10)$$

$$G = \frac{Q}{I_B^ж - I_H^ж} \quad (2.11)$$

$$Q'_{цз}^1 = 1702,90 - 1357,52 = 345,38 \text{ кВт}$$

$$Q'_{цз}^2 = 107874,73 - 94644,94 = 13229,79 \text{ кВт}$$

або

$$G_1 = 49146593,44 / (1072,15 - 854,70) = 226012,54 \text{ кг/год}$$

$$G_2 = 49146593,44 / (1058,66 - 928,82) = 378534,78 \text{ кг/год}$$

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 6.6 -Тепловий баланс з врахуванням зрошення

Назва потоку	ρ_4^{20}	G, кг/год	t, °C		I, Дж/кг		Q, кВт
			вихід	вхід	вихід	вхід	
Гостре зрошення	0,3523	27504,60	265	400	2862,60	3276,50	48542046,12
II-ше	0,9027	13229,79	300	350	928,82	1058,66	378534,78
I-ше	0,8721	345,38	265	350	854,70	1072,15	226012,54
Всього:	—	—	—	—	—	—	49146593,44

2.2.5 Розрахунок геометричних розмірів колони

2.2.5.1 Визначення діаметру колони

Діаметр колони визначається по площі вільного перерізу, через який проходить максимальний об'єм парів. Для колони, працюючої з подачою холодного випаровуваного зрошення, такою площею буде переріз під верхньою тарілкою.

Для розрахунку діаметра колони використовуємо наступні формули:

2.12- об'ємна витрата парів, м³/с;

2.13- розрахунок допустимої лінійної швидкості, м/с;

2.14- діаметр колони, м

$$G_{\Pi}' = 22.4 \frac{T}{273} \cdot \frac{0.101}{P} \cdot \sum \frac{G_i}{M_i} \quad (2.12)$$

$$U = \frac{0.305}{3600} \cdot C \cdot \sqrt{\frac{\rho_p - \rho_{\Pi}}{\rho_{\Pi}}} \quad (2.13)$$

де C – коефіцієнт, що залежить від відстані між тарілками й умов ректифікації, C=1800;

ρ_p , ρ_{Π} – абсолютна густина відповідно рідини та пару, кг/м³

$$d = 1.128 \cdot \sqrt{\frac{G_{\Pi}'}{U}} \quad (2.14)$$

де G_{Π}' – об'єм парів м³/с;

T – температура системи, К;

P – загальний тиск в системі, МПа;

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

G_i – витрата компонентів, кг/год;

M_i – молярна маса компонента

U – допустима лінійна швидкість руху парів, м/с;

K – коефіцієнт, що залежить від відстані між тарілками та умов ректифікації;

P_p – абсолютна густина рідини, кг/м³;

P_n – абсолютна густина парів, кг/м³

D – діаметр колони, м

$$G_n' = 22.4 \frac{623}{273} \cdot \frac{0.101}{0.005} \cdot \left(\frac{1.588}{254} + \frac{101.898}{328} + \frac{7.640}{18} \right) = 765,13 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$U = \frac{0.305}{3600} \cdot 1800 \cdot \sqrt{\frac{908-3.52}{3.52}} = 2,44 \text{ м/с};$$

$$D = 1.128 \cdot \sqrt{\frac{765,13}{2,44}} = 19,96 \text{ м}$$

При розрахунку діаметра ми отримали стандартне значення, отже $D=20\text{м}$.

2.2.5.2 Визначення висоти колони

Висота колони залежить від кількості і типу насадок в колоні, а також від відстані між ними.

Відстань між насадками повинна задовольняти такі вимоги:

- легкість монтажу;
- ревізію і ремонт насадок;
- відсутність виносу краплинок рідини з нижче розташованої насадки на вище розташовану.

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

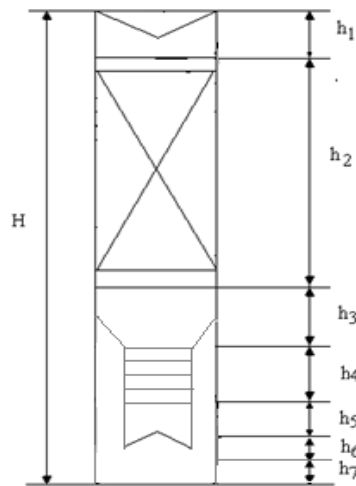


Рисунок 2.1 - Схема для визначення висоти колони

Для колон діаметром більше 6 м приймається відстань між насадками 0,6 – 0,9 м.

Висота вакуумної колони визначається з рівняння (2.15)

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7, \quad (2.15)$$

де h_1 приймається, як $0,5 D$ для сферичного днища та $0,25$ для еліптичного. В нашому випадку:

$$h_1 = 0,5 \cdot 20 = 10 \text{ м}$$

h_2 – висота концентраційної частини колони, м;

h_3 – висота секції живлення, м

h_4 – висота відпарної частини колони, м

h_5 – відстань від рівня рідини в низу колони, до нижньої насадки, м;

$h_5 = 1 - 2$ м. Приймається $h_5 = 1,5$ м.

h_6 – висота шару рідини в низу колони, м;

h_7 – висота постаменту колони, м.

За літературними даними приймаємо $h_7 = 3$ м.

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Число проміжків між тарілками менше їх кількості на одиницю, тому $h_2=3 \cdot 2,12=6,36$ м, також враховуємо висоту яка приходить на 3 акумуляуючі тарілки.

В сумі:

$$h_2=2,4+(3 \cdot 2,2)=9,0 \text{ м}$$

Висота евапораційного простору h_3 приймається рівна трьом відстаням між насадками:

$$h_3=3 \cdot 2,2=6,6 \text{ м.}$$

Висота h_4 приймається аналогічно висоті h_2 : $h_4=2 \cdot 2,2=4,4$ м, також враховуємо висоту яка приходить на 1 акумуляуючу тарілку. В сумі:

$$h_4=4,4+0,8=5,2 \text{ м}$$

Вільний простір між рівнем рідини внизу колони та нижньою насадкою, необхідний для рівномірного розподілу парів. Його приймають рівним 1-2 м.

Отже:

$$h_5=1,5 \text{ м}$$

Висоту шару рідини в нижній частині колони розраховують по її 10 хвилинному запасу, необхідному для забезпечення нормальної роботи насосу. Приймаючи запас $\tau = 360$ с, потрібний обсяг рідини внизу колони визначається за формулою:

$$V_{\text{рід}} = \frac{G_{\text{маз}} \cdot \tau}{3600 \cdot \rho_4^{t_{\text{маз}}}} \quad (2.16)$$

$$\rho_4^{370} = 0,908 - 0,000633 \cdot (370 - 20) = 0,68635$$

$$\rho^{370} = 686,35 \text{ кг/м}^3$$

$$V_{\text{рід}} = \frac{526960,78 \cdot 360}{3600 \cdot 686,35} = 76,77 \text{ м}^3/\text{с}$$

Висота шару рідини внизу колонин визначається за формулою:

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$h_6 = \frac{V_{pi\partial}}{F}, \quad (2.17)$$

де F - площа живого перерізу колони, м².

Площа живого перерізу колони розраховується за формулою:

$$F = \frac{\pi D^2}{4} \quad (2.18)$$

$$F = \frac{3.14 \cdot (20)^2}{4} = 314 \text{ м}^2$$

$$h_6 = \frac{80,14}{314} = 0,26 \text{ м} \quad (2.19)$$

По практичним даним приймаємо висоту юбки:

$$h_7 = 3 \text{ м}$$

Очевидно, що загальна висота колони складається з всіх знайдених висот:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6 + h_7 = 10 + 9 + 6,6 + 5,2 + 1,5 + 0,26 + 3 = 35,56 \text{ м}$$

2.2 Контроль та керування технологічним процесом

2.2.1 Аналіз об'єкту керування

Система керування процесом вакуумної перегонки мазуту повинна забезпечувати досягнення поставленої мети керування за рахунок заданої точності підтримки значень технологічних параметрів у будь-яких умовах виробництва при надійній безаварійній роботі об'єкта автоматизації, а також задовольняти вимогам вибухо і пожежобезпеки. При цьому важливо, щоб АСКТП була якомога простішою та легкою у експлуатації.

Головною задачею при розробці системи керування є вибір параметрів, що беруть участь у керуванні – параметрів, які необхідно контролювати, регулювати, реєструвати, а також параметрів, які визначають аварійний стан об'єкта.

На етапі вибору параметрів, що характеризують процес, необхідно вибрати ті, які підлягають регулюванню й зміною яких доцільно вносити

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

регулюючий вплив. До параметрів, які необхідно регулювати, відносять наступні:

- співвідношення витрат палива та повітря, що подаються у піч;
- температуру на виході з печі (регулювання відбувається за рахунок зміни подачі паливного газу на форсунки печі);
- витрати матеріальних потоків до колони К-1 (керуючий вплив наноситься -шляхом безпосередньої дії на матеріальні потоки);
- рівень у колоні;
- рівень в сепараторі.

Контролю підлягають ті параметри, за значеннями яких здійснюється оперативне керування технологічним процесом, а також його пуск і останов. Обов'язковому контролю підлягають параметри, значення яких регламентуються технологічною картою. До параметрів контролю слід віднести параметри, що підлягають регулюванню, а також:

- температура в печі;
- температура верху та низу колони;
- температура мазуту на вході в колону;
- тиск у лініях нагнітання насосів.

Сигналізації підлягають ті параметри, відхилення яких від номінальних значень може привести до аварійної ситуації, вибуху, пожежі та ін. До таких параметрів відносяться:

- розрідження в печі;
- вакуум у колоні;
- тиск середовища у лініях нагнітання насосів.

Інформаційні функції (контроль, реєстрація та сигналізація відхилень технологічних величин) повинні виконуватись в автоматичному режимі, а функції керування (логічне керування роботою електроприводів насосів, регулювання технологічних параметрів) – в двох режимах: автоматичному та ручному дистанційному.

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Задачі контролю та керування процесом ректифікації, які вирішує система керування, що проектується, витікають з аналізу об'єкту керування та оцінки загального рівня автоматизації технологічного процесу та представлені в табл. 2.9.

Таблиця 2.9. – Комплекс задач контролю та керування

Найменування об'єкту	Найменування параметрів	Номінальне значення	Інформаційні функції			Керуючі функції	
			контроль	реєстрація	сигналізація	регулювання	керування
1	2	3	4	5	6	7	8
під П-2	співвідношення витрат палива та повітря	2:3	+	+	–	+	+
	температура на виході	не вище 420 ⁰ С	+	+	–	+	–
	температура в печі	130 – 150 ⁰ С	+	+	–	–	–
колона вакуумна	температура верху	90 – 150 ⁰ С	+	+	–	–	–
	температура низу	не вище 360 ⁰ С	+	+	–	–	–
	температура ВЦЗ	60 – 65 ⁰ С	+	+	–	–	–
	температура мазуту на вході	840 ⁰ С	+	+	–	–	–
	витрата ВЦЗ	40 – 75 м ³ /год	+	+	–	+	–
	витрата нафти	40 – 75 м ³ /год	+	+	–	+	–
	витрата НЦЗ	40 – 75 м ³ /год	+	+	–	+	–

	витрата легкої частини ДП	40 – 75 м ³ /год	+	+	–	+	–
	витрата суміші вакуумного газойля та НЦЗ	40 – 75 м ³ /год	+	+	–	+	–
	вакуум	не нижче 10 Па	+	+	+	+	–
	рівень у колоні	1,8 – 2,0 м	+	+	–	+	–
насос Н	тиск у лінії нагнітання	0,43 МПа	+	+	+	–	–

2.2.2 Розробка системи керування технологічним процесом. Вибір комплексу технічних засобів

Використання для автоматизації технологічних об'єктів локальних засобів автоматики пов'язане з труднощами обслуговування оперативним персоналом великих щитів і пультів керування, а також зі значними витратами на придбання і обслуговування технічних засобів. З метою уникнення цих негативних чинників, а також для скорочення втрат продукції через помилки персоналу при обробці великих масивів первинної інформації доцільне застосування централізованої системи керування і контролю на базі мікропроцесорних контролерів. Мікропроцесорний контролер може забезпечити функції автоматичного контролю (вимірювання і реєстрацій значної кількості технологічних параметрів), регулювання, логічного і дистанційного керування, сигналізації відхилень параметрів, захистів, блокування і аварійного відключення обладнання

Широке застосування в централізованих системах керування і контролю знайшли контролери SIMATIC фірми Siemens (Німеччина). Вони забезпечують прийом і видачу аналогових і дискретних сигналів, первинне перетворення сигналів по вбудованих алгоритмах. Контролери можуть розв'язувати складні задачі керування, формувати сигнали, що змінюються по заданій програмі,

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

здійснювати автоматичне регулювання, виводити інформацію на дисплеї і принтери, обмінюватися інформацією по цифрових каналах зв'язку з іншими обчислювальними пристроями.

Застосування контролера забезпечує поєднання функцій логіко-програмного керування, регулювання і відображення інформації. Важливим достоїнством є можливість подальшого розвитку системи керування. При виникненні потреби в рішенні нових задач керування можна швидко скоректувати структуру і параметри системи керування.

Як основу АСК ТП газофракціонування ненасичених вуглеводнів приймаємо мікропроцесорний контролер SIMATIC S7/300. Для зв'язку з оператором будемо використовувати панель оператора SIMATIC MP 270B. В комплекті з мікропроцесорним контролером працюють звичайні датчики та виконуючі пристрої.

Об'єкт, що підлягає автоматизації, відноситься до числа вибухо-та пожежонебезпечних виробництв, тому в якості технічних засобів автоматики можливим є використання засобів пневматичної гілки ДСП. В даній роботі обираємо виконуючі пристрої з пневмоприводом.

Оскільки контролер приймає електричні сигнали 0 – 5 мА, обираємо пристрої саме з таким стандартним вихідним сигналом.

Для вимірювання температури використовуємо термоперетворювач типу ТХАУ-0288.

Для вимірювання тиску оберемо перетворювач надлишкового тиску типу „Сапфір 22ДІ-Ех”, що має іскробезпечне виконання та стандартний вихідний сигнал 0 – 5 мА. Вимірювання рівня виконується за допомогою вимірювального тензоперетворювача рівня типу "Сапфір-22ДУ-Ех".

Вакуум у колоні та печі вимірюється за допомогою перетворювача розрідження типу „Сапфір 22 ДІВ-Ех”, який має вибухобезпечне виконання та стандартний вихідний сигнал 0 – 5 мА.

Вимірювання витрат матеріальних потоків здійснюємо методом змінного перепаду тиску. В якості стандартного звужуючого пристрою вибираємо

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

діафрагму камерну типу ДК 30, а функцію диференційного манометра буде виконувати вимірювальний перетворювач різниці тиску типу „Сапфір 22ДД-Ех”.

Для регулювання технологічних параметрів використовуються регулюючі односідельні клапани Fisher GX. У клапані встроєний пневматичний мембранний привід. Клапан GX оснащений контролером FIELDVUE серії DVC 2000 фірми Fisher. Він перетворює вхідний сигнал 4 – 20 мА від контролера в пневматичний сигнал, що подається на вхід клапана.

Застосування мікропроцесорної електроніки в конструкції електронних перетворювачів та регулюючих органів дозволило:

- реалізувати широкий набір функцій настройки і калібрування датчиків;
- підвищити точність настройки і понизити сумарну похибку вимірювань при роботі датчиків та РО в реальних умовах експлуатації;
- розширити діапазон можливих перенастроювань;
- забезпечити безперервну самодіагностику.

Обрані прилади та засоби автоматизації обиралися за довідниками, наведеними у списку літератури, та занесені до замовної специфікації.

2.3 Охорона праці та техніка безпеки

На проектованому блоці у якості сировини використовують мазут. Продукти – це легкий вакуумний газойль, вакуумний газойль, гудрон. ГДК у повітрі робочої зони 300 мг/м^3 . Клас небезпеки 4.

Всі нафтопродукти при довготривалому впливі на організм людини негативно впливають на шкіру, що може призвести до екземи, дерматиту. Вуглеводний та паливний гази являються нервовою отрутою, мають наркотичну дію, викликають запаморочення, тошноту, головний біль, слабкість.

Вакуумний газойль діє на центральну нервову систему людини. При дуже великих концентраціях парів вакуумного газойлю можливі блискавичні отруєння, знепритомніння, можлива дуже швидка смерть. При менш високих

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

концентраціях дія парів виражається в головному болю, запамороченні, слабкості, психічному збудженні.

Мазут, фракція <350°С, при звичайних умовах завдяки високій щільності не завдає подразнення шкіри навіть при довготривалих контактах, якщо на шкірі немає відкритих ран та подряпин. В останньому випадку мазут сприяє розвитку шкіряних захворювань.

На проектованому блоці можливі наступні фізично небезпечні виробничі фактори:

- наявність рухаючихся та обертаючихся вузлів машин, електрообладнання та вантажопідйомні механізми, а також наявність промислового внутрішньо - заводського транспорту. Все це може призвести до ушибів, переломів обслуговуючого персоналу;

- наявність судів які працюють під тиском (до 0,38 МПа), у випадку їх вибуху виникає небезпека отримання механічних травм;

- наявність високих температур поверхні обладнання (до 375°С), трубопроводів, у зв'язку з цим виникає можливість отримання персоналом опіків та теплових ударів.

- наявність джерел шуму та вібрації на робочому місці, при їх довготривалому впливі розвиваються професіональні хвороби такі як туговухість, яка повністю може привести до втрати слуху, погіршення зору, послаблення уважності та пам'яті. Дія вібрації впливає на центральну нервову систему, серцево-судинну систему та органи, які контролюють рівновагу;

- наявність електричного струму високої напруги (до 380 В змінного струму); вплив електричного струму на організм може викликати електричний удар, і загибель людини;

- наявність статичної електрики; фізіологічний вплив електричних розрядів статичного походження відбувається у вигляді поколювання, або ударів, вони небезпечні, але довготривалий вплив електричного поля та розрядів має шкідливий вплив на нервову систему.

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

2.4.1 Оцінка пожежо-вибухонебезпеки проектного об'єкта

Процес вакуумної перегонки мазуту у зв'язку з присутністю в процесі високого тиску і високих температур до 375°C, з використанням вогневого нагрівання сировини в технологічних печах, відноситься до вибухопожежонебезпечного виробництва.

Продуктами, що визначають вибухонебезпечність установки, є: горючі речовини (гудрон), рідкі горючі речовини (вакуумний газойль, легкий вакуумний газойль, мазут).

Характеристика речовин за пожежо-вибухонебезпечністю наведені у таблиці 2.10.

Таблиця 2.10. – Основні показники пожежонебезпечності горючих речовин

Речовина	Температура, °C		Концентраційні межі вибуху, % об.	
	спалаху	самозаймання	нижня	верхня
Гудрон	270	351	-	-
Мазут	85	250	1,4	8,4
Вакуумний газойль	100-150	320	-	-
Легкий вакуумний газойль	80	340	-	-

Основні можливі причини пожеж і вибухів на установці:

- порушення технологічного режиму;
- розгерметизація обладнання;
- коротке замикання в електродвигунах;
- спалах горючих речовин;
- порушення правил пожежної безпеки;
- виникнення зарядів статичної електрики;
- порушення подачі на установку електроенергії, води.
- відсутність блискавкозахисту.

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Основні виробничі будівлі, насосна та зовнішні установки (блок теплообмінників, реактори, піч) відносяться до вибухо-пожежонебезпечної категорії В і зона класу П-1.

2.3.2 Профілактичні заходи з охорони праці

Для захисту працюючих на установці проектом передбачено в відповідності з санітарними нормами для створення гігієнічних вимог в повітряному середовищі і метеорологічних умов, забезпечення системи вентиляції. Передбачена природна і штучна вентиляція.

В насосній присутні шкідливі викиди парів нафтопродуктів, які виділяються із-за негерметичності насосного обладнання. Пари нафтопродуктів необхідно вилучати з насосної для безпечнішої праці операторів насосної. В гарячій насосній діє витяжна вентиляція, розрахунок якої ведемо за концентрацією шкідливої речовини – бензину.

2.4 Техніко-економічні розрахунки

Енергетичні ресурси відіграють провідну роль в сучасній економіці. Рівень розвитку продуктивних сил кожної держави визначається в значній мірі масштабами споживання енергоресурсів. Про важливу роль енергоресурсів свідчить та обставина, що більше 70 %, що видобуваються у світі корисних копалин відноситься до джерел енергії.

Основні види енергоресурсів - вугілля, нафта, природний газ, гідроелектроенергія та ядерна енергія.

Нафта і природний газ з середини 60-х років минулого сторіччя починають відігравати провідну роль у світовій енергетиці. У таких країнах, як Німеччина, Великобританія, на частку нафти і природного газу припадає 55 - 60% від загального споживання енергоресурсів, в США і Японії 75 - 80%.

До переваг нафти і газу як джерел енергії відносяться порівняно невисока вартість видобутку, можливість безвідходної переробки з отриманням різноманітних видів палива та хімічної сировини. Проте ресурси нафти і газу

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

обмежені. Вони значно менше, ніж запаси вугілля, горючих сланців і бітумінозних пісків. У той же час видобуток нафти і газу значно перевищує видобуток інших горючих копалин.

Високий рівень споживання нафти в світі служить підставою для висловленої рядом вчених і фахівців припущення про неминучість швидкого виснаження нафтових запасів. Найбільш часто висловлюється точка зору про вичерпання світових нафтових запасів до кінця XXI століття.

В умовах, коли нафта стала основним видом енергетичного сировини, зросло її економічне і політичне значення в світі. Наявність власних ресурсів нафти, можливість організувати експорт нафти і нафтопродуктів дозволяють різним державам досягати значних успіхів в економічному і соціальному розвитку. Разом з тим коливання світових цін на нафту, кон'юнктура на нафтовому ринку призводять до серйозних змін в економічній політиці як нафтовидобувних країн, так і країн, промисловість яких базується на привізній нафті. Світові ціни на нафту в останні роки були нестабільними.

За роки експлуатації установки було запроваджено ряд заходів, що дозволили значно поліпшити показники праці як всієї установки в цілому, так і блоку вакуумно-трубчатих установок в порівнянні з проектними.

Резерви підвищення ефективності праці цього блоку в результаті часткової модернізації окремих вузлів реакторно-регенераторного блоку в основному використанні.

Радикальне поліпшення показників праці блоку вакуумно-трубчатих установок можуть бути досягнуті реконструкцією його на основі новітніх технологій.

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Таблиця 2.11. – Вартість основних виробничих фондів

Група основних фондів	Загальна вартість, грн.	Норма амортизації, %	Річна сума амортизації, грн.
I група	73278	8	5862,24
II група	9770,4	40	3908,16
III група	65136	24	15632,64
IV група	14655,6	60	8793,36
Всього :	62840	—	34196,4

До першої групи основних фондів належать: будівлі, споруди, передаточні пристрої.

До другої належать: транспорт, прилади.

До третьої належать: апарати та обладнання.

До четвертої належать: ЕОМ та інші машини автоматичної обробки інформації.

Річна сума амортизаційних відрахувань розраховується по формулі:

$$A = \frac{(H_A \cdot \Phi_{II})}{100\%} \quad (2.20)$$

де H_A – норма амортизації, %;

Φ_{II} – первісна вартість елементів основних фондів, грн.

I група:

$$A_1 = 5499,52$$

II група:

$$A_2 = 4599,54$$

III група:

$$A_3 = 1244,06$$

IV група:

$$A_4 = 8705,45$$

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Штатний розклад та фонд заробітної плати промислово-виробничого персоналу.

Режим роботи установки безперервний; 3 зміни по 8 годин; працює 5 бригад. I-а зміна: 0⁰⁰ - 8⁰⁰ г.; II-а зміна: 8⁰⁰ - 16⁰⁰ г.; III-я зміна: 16⁰⁰ - 24⁰⁰ г.

Графік змін наведений у таблиці 2.12.

Таблиця 2.12. – Графік змін.

Бригади	Дні місяця															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
4	0	-	2	3	-	0	-	2	3	-	0	-	2	3	-	0
5	-	2	3	-	0	-	2	3	-	0	-	2	3	-	0	-
1	2	3	-	0	-	2	3	-	0	-	2	3	-	0	-	2
2	3	-	0	-	2	3	-	0	-	2	3	-	0	-	2	3
3	-	0	-	2	3	-	0	-	2	3	0	0	-	2	3	-

Баланс робочого часу одного працівника наведений в таблиці 2.13.

Таблиця 2.13. – Баланс робочого часу одного робочого.

Найменування часу	Дні	Години	%
Календарний фонд часу	265	2920	-
Вихідні дні	144	1152	-
Святкові дні	-	-	-
Максимально можливий фонд часу	221	1768	100,00
Невихід на роботу, відпустка	24	192	10,86
Виконання державної повинності	2	16	0,90
Невихід на роботу по хворобі	5	40	2,26
Декретні	-	-	-
Взагалі невиходів	21	248	14,02
Середня тривалість робочого дня	0,22	8	-
Ефективний фонд робочого часу	190	1520	85,97

Штатний розклад працівників установки наведений у таблиці 2.14.

Таблиця 2.14. – Штатний розклад працівників установки.

Найменування груп професійних робітників	Тарифний розряд	Явочна кількість, чол.		Чисельність на підміну, чол.	Штатна чисельність робітників, чол.	Коефіцієнт облікового складу	Облікова чисельність робітників, чол.
		у зміну	на добу				

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ		Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата			

Ст. оператор	2	1	3	2	5		5
Машиніст	2	1	3	2	5		5
Оператор	5	3	9	2	8	1,12	8
Оператор	5	1	3	2	5		8
Взагалі	-	2	18	-	28		28

Річний фонд заробітної плати виробничих працівників наведені в таблиці 2.15.

Таблиця 2.15. – Річний фонд заробітної плати робітників.

Найменування професії	Розряд	Кількість чоловік	Годинна тарифна ставка, грн.	Місячна тарифна ставка, грн.	Премія		Заробітна плата одного робітника, грн.	Річний ФОП, грн./рік
					%	Сума грн.		
Ст. оператор	2	5	18	10000	70	3000	13000	780000
Машиніст	2	5	18	2300	70	4410	10710	242200
Оператор	5	8	15	7500	20	3000	10500	1008000
Оператор	5	8	15	7300	20	2920	10220	981120
Взагалі	-	28	-	-	-	-	-	3411720

Фонд заробітної плати керівників та спеціалістів наведений в таблиці 2.16.

Таблиця 2.16.– Фонд заробітної плати керівників та спеціалістів.

Найменування посад	Місячний оклад, грн.	Доплата за шкідливість, грн.	Премія		В підсумку за місяць, грн.
			%	сума	
Начальник установки	12000	800	100	10000	20800
Механік установки	4100	700	100	3500	7700
В підсумку	-	-	-	-	23500

Річний фонд заробітної плати керівників та спеціалістів склав:

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Ф=455,3 грн

Загальний фонд річної заробітної плати:

Ф=3400,8 грн

Витрати виробництва:

$$\overline{ЗП}_{\text{міс}} = \frac{\Phi ЗП_{\text{заг.}}}{Ч_{\text{пвп}} \times 12}$$

З=12032,9 (грн./місяць)

Таблиця 2.17. – Калькуляція собівартості продукції.

№ п/п	Найменування статей затрат	Од. вим.	Ціна за одиницю ресурсів, грн	Витрати			
				На одиницю продукції		На річний випуск	
				В натуральному вираженні	Сума, грн	В натуральному вираженні	Сума, грн.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Сировина та матеріали	тонн	20000	0,856	6848	4300000,00	86000000000000
2	Напівфабрикати	тонн	7500	0,125	1237,5	193000	1435000000
3	Допоміжні матеріали	кг	103	0,144	14,332	172300	17793400
4	Електроенергія	кВт·год	1,3	52	72,3	27200000	37320000
5	Паливо	тонн	3100	0,043	133,3	51200	159920000
6	Вода	тис. м ³	1330	0,47	225,1	524000	750120000
7	Пара	Гкал	204,2	0,252	51,5592	302400	21371040
8	Заробітна плата основних виробничих робітників				2,3431		3411720

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

9	Відрахування від заробітної плати				1,10433		1325794,392
10	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання:						
	- амортизація (2, 3, та 4 груп ОВФ)				0,0235		34192,4
	- поточний ремонт				0,00142		1709,32
	- утримання устаткування				1,73827		2085925,608
11	Загально-виробничі витрати						
	- на утримання персоналу і охорону праці				1,88043		2256511,608
	- амортизація споруд				0,00484		5862,24
	-інші загальновиробничі витрати				0,02843		34337,2
	Виробнича собівартість				8440,72		30788865277
	Адміністративні витрати				2,8433		3433720
	Витрати на збут				0,56862		682344
	Інші операційні витрати				0,73078		852430
	Повна собівартість				8444,84		30743832273,27

Дивлячись на данні приведені в таблиці 2.17. можна сказати, що підприємство працює з достатньою ефективністю. Та для збільшення ефективності необхідно збільшувати об'єми випуску продукції.

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

ВИСНОВОК

В дипломному проєкті приведено аналітичний огляд методів виробництва, описано існуючі схеми вакуумної переробки мазуту та їхні відмінності, розглянуто контактні пристрої. Описано фізико-хімічні основи процесу, вплив параметрів на хід процесу. Обґрунтована, вибрана та описана технологічна схема вакуумної переробки мазуту за паливним варіантом.

Виконано розрахунок матеріального балансу блоку вакуумної переробки мазуту, виконано технологічний та тепловий розрахунок основного обладнання. Розглянутий контроль та керування технологічним процесом, техніка безпеки та охорона праці, виконані техніко-економічні розрахунки.

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Братичак, М.М. Основи промислової нафтохімії. Львів: Видавництво НУ «Львівська політехніка», 2008. 604 с.
2. Братичак М. М., Баб'як Л. В. Моторні палива з альтернативної сировини: навч. посіб. Львів: видавництво Львівської політехніки, 20017. 144 с.
3. Склабінський В.І. Ляпоценко О.О., Артюхов А.Є. Технологічні основи нафто- та газопереробки: навч.посіб. Суми: Сумський державний університет, 2011. 186 с.
4. Саранчук, В.І. Основи хімії і фізики горючих копалин. Донецьк: Східний видавничий дім, 2008. 640 с.
5. Саранчук В.І., Ільяшов М.О., Ошовський В.В., Білецький В.С. Хімія і фізика горючих копалин. Донецьк: Східний видавничий дім, 2008. 600 с.
6. Смит Р., Клемеш Й., Товажнянский Л.Л., Капустенко П.А., Ульєв Л.М. Основы интеграции тепловых процессов. Харьков: НТУ “ХПИ”, 2000. 457 с.
7. Topilnytsky P. Corrosion Protection of Oil Production and Refnery Equipment. Chemistry and chemical technology. Vol. 1. 2007. № 1. P. 45-54.
8. Топильницький Ф.І., Гринішин О.Б., Мачинський О.П. Розробка первинної переробки нафти та газу. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2014. 468 с.
9. Томін, В.П., Колотков В.Ю., Цветков Д.А. Зниження водоспоживання та водовідведення установки ЕЛЗУ-АВТ-6 за рахунок повторного використання води. Нафтопереробка та нафтохімія. 2007. №11. З. 36-40.
10. Хуторянський Ф.М., Заліщевський Г.Д., Гошкін В.П., Захаров Г.М. Технічна та економічна доцільність повторного використання води у процесі підготовки нафти на ЕЛЗУ. Нафтопереробка та нафтохімія. 2000.

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

№6. 3. 15-20. Одинадцятий Гандюк М.П. Основи охорони праці: Підручник. / Є.П. Желібо, М.А. Халімовський - 8-е вид. - Каравелла, 4033. - 384 с.

11. Лісафін В.П. Проектування та експлуатація складів нафти і нафтопродуктів: Підруч. для студ. вищ. навч. закл. / В.П. Лісафін, Д.В. Лісафін. – Івано-Франківськ: Факел, 2006. – 597 с.

12. Мамедов Б.Б. Технологічні розрахунки процесів переробки нафти і газу: навчальний посібник / Мамедов Б.Б. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2008. – 246 с.

13. Мандрус В. І. Гідравлічні та аеродинамічні машини (насоси, вентилятори, газодуви, компресори): Підручник / Мандрус В. І. – Львів: “Магнолія плюс”, видавець В. М. Піча, 2004. – 340 с.

14. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою. [Чинний від 2017-02-01]. Київ : УкрНДІЦЗ, 2017. 31 с.

15. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни "Охорона праці в галузі" для студентів IV–V курсів технологічних спеціальностей 101, 161, 162, 181, 186, 226 денної та заочної форм навчання / Укл.: Герасименко В.О., Рунова Г.Г., Малиновська Н.В. – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2018. – 48 с.

16. Кодекс законів про працю від 10.12.1971 р. №322-VIII. зі змінами і доповненнями.

17. Положення (стандарти) бухгалтерського обліку - К.: Атіка. 2002-124 с.

18. Про інвестиційну діяльність: Закон України, зі змінами і доповненнями // Відомості Верховної Ради України (ВВР) -1991. - №47.

					4-ХТ-6.026.161.001 ДП ПЗ	Арк.
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		



Позн.	Призначення	Кол.	Ду	Р _у	
				МПа	кгс/см ²
А	Вихід парогазової суміші	1	600	10	10
Б	Вхід холодного зрошення	1	100	10	10
В	Вихід НЦЗ	1	400	10	10
Г	Вихід газозілю	1	300	10	10
Д	Вхід квенци	1	300	10	10
Е	Технологічний	1	200	10	10
Ж	Вихід газозілю	1	300	10	10
З	Вхід газозілю	1	200	10	10
И	Вхід промислової води	1	100	10	10
У	Для термометра	2	50	16	16
Л	Люк-лаз	6	700	10	10
М	Вхід водяної пари	6	20	2,5	2,5
П	Для манометра	4	40	2,5	2,5
Ф	Вихід зупоронці	4	40/25	2,5	2,5
Р	Вхід мазуту	1	200/300	10	10
С	Для предохранительного клапана	1	50	16	16
Т	Люк-лаз	1	500	10	10

[illegible]

ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, НАПІВПРОДУКТІВ І ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ, КАТАЛІЗАТОРІВ, РЕАГЕНТІВ

Найменування вихідної сировини, матеріалів, виготовленої продукції	Міждержавний національний або галузевий стандарт, технічних умов або методика	Показники якості (найменування і одиниця виміру)	Норма нормативних документів	Область використання
1	2	3	4	5
Мазут	СТП 00152307.02.75	1. В'язкість умовна при 80°C, градуси ВУ, не більше 2. Теплота згоряння (нижча) в перерахунку на сухе паливо, кДж/кг, не менше 3. Температура спалаху, що визначається у відкритому тиглі, °C, не нижче 4. Масова частка сірки, %, не більше	16,0 39900 65 Не нормується	Паливо для технологічних печей, може використовуватися як компонент товарного мазуту
Фракція <350°C	СТП 00152307.02.60	1. Температура спалаху у відкритому тиглі °C, не нижче 2. В'язкість кінематична при 20°C, мм ² /с, у межах 3. Температура застигання, °C 4. Густина 20°C, кг/м ³	40 3,0 – 6,0 17 Визначення обов'язкове	Використовується для приготування товарних дизельних палив, палива пічного і т.д. Може використовуватись як паливо для печей установок
Фракція 350-500°C	СТП 00152307.02.68	1. В'язкість кінематична при 50°C, мм ² /с, у межах 2. Фракційний склад: - 5 % википає при температурі, °C, не нижче - температура кінця кипіння, °C, не вище 3. Температура спалаху, що визначається відкритом тиглі, °C, не нижче 4. Колір, який визначається на колориметрі ЦНТ, од. ЦНТ, не більш	53,0-95,0 350 520 225 6,0	Продукт – вакуумний газойль, сировина установки каталітичного крекінгу.
Фракція вище 500°C	СТП 0152307.02.70	1. Густина при 20°C, кг/м ³ , в межах 2. В'язкість умовна на віскозиметрі з отвором 5 мм при 80°C, с, не менше 3. Температура спалаху, що визначається у відкритому тиглі, °C, не нижче 4. Фракційний склад: - температура початку кипіння, °C, не нижче	960-995 20 270 420	Може використовуватися в якості компонента мазуту або в якості сировини для виробництва бітумів

МАТЕРІАЛЬНИЙ БАЛАНС БЛОКУ ВАКУУМНОЇ ПЕРЕГОНКИ МАЗУТУ

Сировина та продукти	Вихід на нафту по ІТК, %	Вихід на мазут, % теор.	Вихід на мазут, % практ.	Вихід, т/рік	Вихід, т/добу	Вихід, кг/годину
ВЗЯТО						
Мазут	42,138	100,000	100,000	4300000,00	12647,06	526960,78
Всього:	42,138	100,000	100,000	4300000,00	12647,06	526960,78
Отримано:						
280 - 350°C (3% по ІТК)	0,438	1,039	1,037	44720	137,53	5480,39
350 - 500°C	28,100	66,686	66,519	2860360	8412.82	350534.31
500 – к.к.	13,600	32,275	32,194	1384170	4071.09	169628.68
втрати	—	—	0,250	10750	31.62	1317.40
Всього:	42,138	100,000	100,000	4300000,00	12647.06	526960.78