

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ НАУКИ І ТЕХНОЛОГІЙ**

НИЗЬКОТЕМПЕРАТУРНА ПЕРЕРОБКА НАФТИ

**Робоча програма, методичні вказівки та індивідуальні завдання для
студентів спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія.**

**ОПП «Переробка нафти та газу»
(бакалаврський рівень)**

Друкується за Планом видань навчальної та методичної літератури,
затвердженим Вченою радою ІПБТ УДУНТ
Протокол № 1 від 24.01.2022

ЕЛЕКТРОННИЙ АНАЛОГ ДРУКОВАНОГО ВИДАННЯ

Дніпро 2022

УДК 662.74 (658.26)

Низькотемпературна переробка нафти : робоча програма, методичні вказівки та індивідуальні завдання для студентів спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія. ОПП «Переробка нафти та газу», (бакалаврський рівень) / уклад.

Є. І. Малий. – Дніпро : Україн. держ. ун-т науки і технол., 2022. – 29 с.

Наведені робоча програма; загальні методичні рекомендації щодо вивчення дисципліни «Низькотемпературна переробка нафти»; розрахунки прикладів по відповідним розділам; індивідуальні завдання. Додатковий матеріал зроблено у вигляді таблиць.

Укладач Є. І. Малий, д-р техн. наук, проф.

Відповідальний за випуск Є. І. Малий, д-р техн. наук, проф.

Рецензент А. Г. Старовойт, д-р техн. наук, проф.

Підписано до друку 22.09.2022. Формат 60×84 1/16. Папір друк. Друк плоский.
Облік.-вид. арк. 1,70. Умов. друк. арк. 1,68. Замовлення № 57

Український державний університет науки і технологій
49010, м. Дніпро, вул. Лазаряна, 2

Редакційно-видавничий відділ УДУНТ

ЗМІСТ

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ.....	4
1 РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ «Низькотемпературна переробка нафти».....	6
2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ «Низькотемпературна переробка нафти».....	7
3 ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ.....	10
4 ВАРІАНТИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ.....	23
5 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ.....	23
ЛІТЕРАТУРА.....	29

ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Навчальна дисципліна «Низькотемпературна переробка нафти» є вибірковою і входить до циклу дисциплін ОПП «Переробка нафти та газу».

Мета вивчення дисципліни – отримання знань та вмінь, необхідних для підготовки та первинної переробки нафти.

У результаті вивчення дисципліни студент повинен мати наступні, **компетентності:**

- здатність використовувати сучасні матеріали, технології і конструкційні апарати в хімічній інженерії;
- здатність використовувати положення і методи фундаментальних наук для вирішення професійних задач;
- здатність використовувати обчислювальну техніку та інформаційні технології для вирішення складних задач і практичних проблем в галузі хімічної інженерії.

результати навчання:

- обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти для вирішення складних задач хімічної інженерії, контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв;
- використовувати сучасну обчислювальну техніку, спеціалізоване програмне забезпечення та інформаційні технології для розв'язання складних задач і практичних проблем у галузі хімічної інженерії, зокрема, для розрахунків устаткування і процесів хімічних виробництв;
- обговорювати результати професійної діяльності з фахівцями та нефахівцями, аргументувати власну позицію.

Критерії успішності – отримання позитивної оцінки при складанні контрольних робіт у тестовій формі та індивідуальних завдань.

Засоби діагностики успішності навчання – комплект тестових завдань, контрольних робіт та індивідуальних завдань

Зв'язок з іншими дисциплінами – дисципліна є завершальною при підготовці бакалаврів 161 – Хімічні технології та інженерія за ОПП «Переробка нафти та газу». Отримані знання і вміння використовуються при виконанні кваліфікаційних робіт.

Письмове контрольне завдання виконується студентом самостійно, відповідно з отриманим індивідуальним варіантом та відправляється до академії в строки, що визначено навчальним графіком. Правильно оформлене контрольне завдання повинно вміщувати: номер варіанта (встановлюється викладачем); умови та рішення задач, що включають рівняння хімічних реакцій та всі математичні розрахунки; короткі відповіді на теоретичні запитання; список використаної літератури, підпис, дату відправлення виконаного завдання до академії.

Після перевірки контрольного завдання та співбесіди з викладачем студент має право бути допущеним до диф. заліку дисципліни.

Розподіл годин за навчальним планом

	Разом	Семестр – 2
Всього годин за навчальним планом,	90	90
у тому числі:		
- аудиторні заняття з них:	12	12
- лекції	4	4
- практичні заняття	4	4
- лабораторні заняття	4	4
- самостійна робота	78	78
Підсумковий контроль	д. зал.	д. зал.

1 РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

«Низькотемпературна переробка нафти»

1.1 Зміст теоретичних занять

1.1.1 Низькотемпературна або первинна переробка нафти. Шляхи переробки нафти. Підготовка нафти до переробки. Методи та процеси переробки нафти. Загальні відомості до переробки нафти. Фракційний склад нафти. Засади процесів переробки нафти. Особливості дистиляції та ректифікації нафтової сировини. Вибір тиску та температури. Методи утворення зрошення та підвода тепла в дистиляційних та ректифікаційних колонах. Класифікація устаткування первинної переробки нафти. Атмосферна перегонка нафти. Вакуумна переробка. Переробка мазуту за паливним та оливним спрямуванням. Комбінована переробка нафти.

1.1.2 Переробка газу. Спрямування та продукція способів переробки нафтових газів. Очищення газів від кислотних компонентів. Хімічна, фізична та комбінована абсорбція. Виробництво сульфуру з сульфуровмісних газів. Сушіння газу: інгібування, використання абсорбції та адсорбції. Відбензинення газу: компресійний метод, способи глибокого холоду, низькотемпературна конденсація.

1.1.3 Низькотемпературна ректифікація. Устаткування підприємств низькотемпературної ректифікації нафти та газу. Основні типи обладнання. Газофракційнування.

1.2 Зміст лабораторних занять

1.2.1 Визначення кількості вологи в сировині для первинної перегонки.

1.2.2 Первинна перегонка нафти до 180 °С.

1.2.3 Аналіз отриманих фракцій: визначення густини

1.3 Зміст практичних занять для самостійної роботи

1.3.1 Складання матеріального балансу первинної переробки нафти.

1.3.2 Розрахунок енергетичного балансу ректифікації атмосферної колони.

1.3.3 Складання матеріального та енергетичного балансу установки АВТ.

2 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

«Низькотемпературна переробка нафти»

2.1 Низькотемпературна або первинна переробка нафти. Загальна характеристика первинної переробки нафти. Вимоги до нафти, як сировини нафтопереробних заводів. Знесолення та зневоднення нафти. Електродегідратори. Класифікація методів переробки нафти. Періодична та безперервна ректифікація нафти. Хімізм процесів ректифікації нафти. Проста та складна перегонка нафти. Характеристика фракцій нафти та методи їх стабілізування. Атмосферна перегонка нафти. Загальні уявлення процесу простої та складної первинної ректифікації нафти. Флегмове число та графік Джилліланда. Технологічні схеми установок первинної переробки нафти. Технологічні схеми вакуумної перегонки. Ректифікаційні та дистиляційні колони. Насадки та тарілчасті елементи колон. Скорочена характеристика вторинної перегонки бензину. Технологічні схеми дистиляції бензину. Комбінована схема переробки нафти.

2.2 Переробка газу. Характеристика попутного нафтового газу. Урахування методів підготовки його переробки від складу та властивостей. Дифузія газу. Вплив температури та концентрації газоподібного реагенту на кінетичні характеристики нафтового газу. Блок-схеми газопереробних заводів. Класифікація газів за об'ємом та групам. Технологічні стадії газопереробних заводів. Очищення газів від кислих компонентів. Хімічна абсорбція з використанням етаноламінів. Технологічна схема установки МЕА. Фізична абсорбція. Закон Генрі. Комбінована абсорбція. Процес Сульфінол. Адсорбція. Очищення на синтетичних цеолітах. Виробництво сульфуру з сульфурвмісних газів. Стадії каталітичного перетворення сульфурводню до діоксиду сульфуру. Технологічна схема отримання сульфуру за методом Клауса. Сушіння газу. Технологічні схеми інгібування, використання абсорбції та адсорбції. Компресорний метод. Способи глибокого холоду та низькотемпературної конденсації.

2.3 Низькотемпературна ректифікація. Устаткування підприємств низькотемпературної ректифікації нафти та газу. Основні типи обладнання. Газофракційнування. Двохступенчата низькотемпературна конденсація. Технологічні схеми. Схеми газофракційнування. Технологічні параметри установок.

Запитання щодо самоконтролю:

1. Які основні показники промислової нафти треба враховувати при транспортуванні її в сировинний парк нафтопереробного заводу?
2. Характеристики електродегідраторів (ЕЛОУ) та принципи їх роботи.
3. Поділ нафти та газу за компонентним складом і гіпотези їх утворення.
4. Надати загальну характеристику низькотемпературним або первинним процесам переробки нафти.
5. Чим відрізняються фізичні процеси від хімічних процесів переробки нафти?
6. Чим відрізняються деструктивні процеси від гідрогенізаційних процесів переробки нафти?
7. Наведіть загальні принципи окиснювальних процесів переробки нафти.
8. Наведіть та опишіть загальну схему простої ректифікаційної колони.
9. Дайте формулювання процесу ректифікації.
10. Наведіть та опишіть загальну схему складної ректифікаційної колони.
11. Для чого ректифікаційним колонам необхідні стріппінг-секції?
12. Охарактеризуйте графік Джилліланда щодо процесу ректифікації.
13. Наведіть схематично способи зрошення ректифікаційних колон.
14. Способи підвода теплоносіїв до ректифікаційних колон.
15. Наведіть класифікацію установок низькотемпературної переробки нафти.
16. Наведіть схеми зрошення колони АТ. Вибрати найбільш перспективну технологію.

17. Яку роль відіграють температура та тиск в колонах АТ при первинній переробки нафти?
18. Наведіть схематично колонну ВТ. Для чого необхідно змінювати геометрію верхньої частини колони?
19. Чим принципово відрізняються колони АТ від ВТ?
20. В яких колонах переробляють мазут та з якою метою?
21. З якого матеріалу отримують оливи? Наведіть температури кипіння оливних фракцій.
22. Наведіть схеми отримання олив. Вибрати найбільш перспективну технологію.
23. Для чого необхідно використовувати двократне випарювання мазуту?
24. Наведіть характеристику використання стріппінг-секцій у технології ВТ.
25. В яких колонах використовується барометричний-конденсатор і для чого?
26. Наведіть технологічні схеми з використанням барометричного-конденсатора.
27. Для чого необхідна вторинна перегонка бензину?
28. Чим відрізняється паливний варіант від паливно-нафтохімічного варіанта – вторинної перегонки бензину?
29. Які основні показники використовуються в промислових газах при транспортуванні їх в сировинний парк газопереробного заводу?
30. Характеристика Газопереробних заводів та принцип їх роботи.
31. Очищення газу від кислих сполук.
32. Адсорбція на цеолітових сітках та з використанням активованого вугілля.
33. Виробництво сульфуру з сульфурводневих газів.
34. Сушіння газів. Формулювання вологості, абсолютна й відносна вологість газів, точка роси.
35. Інгібування гідратуутворень, використання абсорбції та адсорбції.

3 ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

1. На установці атмосферної переробки нафти потужністю 12 млн т/рік отримують наступні продукти (% за масою): 1,5 газу; 12,2 компонент автомобільного бензину; 14,9 компонент реактивного палива; 20,4 дизельного палива. Втрати складають 1% за масою. Кількість робочих днів за рік – 340. Скласти матеріальний баланс установки.
2. На установці атмосферної переробки нафти потужністю 10 млн т/рік отримують наступні продукти (% за масою): 2,5 газу; 12,1 компонент автомобільного бензину; 14,4 компонент реактивного палива; 20,0 дизельного палива. Втрати складають 1% за масою. Кількість робочих днів за рік – 320. Скласти матеріальний баланс установки.
3. На установці атмосферної переробки нафти потужністю 16 млн т/рік отримують наступні продукти (% за масою): 2,5 газу; 12,1 компонент автомобільного бензину; 18,0 компонент реактивного палива; 16,4 дизельного палива. Втрати складають 1,3% за масою. Кількість робочих днів за рік – 340. Скласти матеріальний баланс установки.
4. На установці атмосферної переробки нафти потужністю 13 млн т/рік отримують наступні продукти (% за масою): 11,5 газу; 10,2 компонент автомобільного бензину; 16,9 компонент реактивного палива; 10,4 дизельного палива. Втрати складають 2% за масою. Кількість робочих днів за рік – 320. Скласти матеріальний баланс установки.
5. На установці атмосферної переробки нафти потужністю 18 млн т/рік отримують наступні продукти (% за масою): 0,5 газу; 13,2 компонент автомобільного бензину; 24,9 компонент реактивного палива; 10,4 дизельного палива. Втрати складають 1,5% за масою. Кількість робочих днів за рік – 300. Скласти матеріальний баланс установки.
6. На установці атмосферної переробки нафти потужністю 10 млн т/рік отримують наступні продукти (% за масою): 1,0 газу; 12,7 компонент автомобільного бензину; 20,4 компонент реактивного палива; 14,9

- дизельного палива. Втрати складають 2,5% за масою. Кількість робочих днів за рік – 240. Скласти матеріальний баланс установки.
7. На установці атмосферної переробки нафти потужністю 16 млн т/рік отримують наступні продукти (% за масою): 1,0 газу; 20,4 компонент автомобільного бензину; 15,4 компонент реактивного палива; 12,2 дизельного палива. Втрати складають 0,5% за масою. Кількість робочих днів за рік – 320. Скласти матеріальний баланс установки.
 8. На установці атмосферної переробки нафти потужністю 22 млн т/рік отримують наступні продукти (% за масою): 20,4 газу; 14,2 компонент автомобільного бензину; 12,9 компонент реактивного палива; 1,5 дизельного палива. Втрати складають 1% за масою. Кількість робочих днів за рік – 340. Скласти матеріальний баланс установки.
 9. На установці атмосферної переробки нафти потужністю 19 млн т/рік отримують наступні продукти (% за масою): 5,5 газу; 10,2 компонент автомобільного бензину; 20,4 компонент реактивного палива; 12,9 дизельного палива. Втрати складають 2% за масою. Кількість робочих днів за рік – 340. Скласти матеріальний баланс установки.
 10. На установці атмосферної переробки нафти потужністю 22 млн т/рік отримують наступні продукти (% за масою): 12,2 газу; 1,5 компонент автомобільного бензину; 14,9 компонент реактивного палива; 20,4 дизельного палива. Втрати складають 2% за масою. Кількість робочих днів за рік – 340. Скласти матеріальний баланс установки.
 11. Скласти матеріальний баланс атмосферно-вакуумної трубчастої установки потужністю 6 млн т/рік нафти. З нафти отримують наступні продукти (% за масою): 1,0 газу; 13,2 компонент автомобільного бензину; 14,0 компонент реактивного палива; 21,3 дизельного палива, оливних фракцій: 350-400 °С – 9,3, 400-450 °С – 5,3, 450-500 °С – 6,5 та гудрону 28,4. Втрати складають 1% за масою. Кількість робочих днів за рік – 340.

12. Скласти матеріальний баланс атмосферно-вакуумної трубчастої установки потужністю 10 млн т/рік нафти. З нафти отримують наступні продукти (% за масою): 11,0 газу; 17,2 компонент автомобільного бензину; 10,0 компонент реактивного палива; 11,3 дизельного палива, оливних фракцій: 350-400 °С – 9,0, 400-450 °С – 5,6, 450-500 °С – 6,0 та гудрону 28,9. Втрати складають 1,5% за масою. Кількість робочих днів за рік – 300.
13. Скласти матеріальний баланс атмосферно-вакуумної трубчастої установки потужністю 4 млн т/рік нафти. З нафти отримують наступні продукти (% за масою): 0,5 газу; 11,7 компонент автомобільного бензину; 17,0 компонент реактивного палива; 20,3 дизельного палива, оливних фракцій: 350-400 °С – 8,3, 400-450 °С – 6,4, 450-500 °С – 6,8 та гудрону 28,0. Втрати складають 1% за масою. Кількість робочих днів за рік – 340.
14. Скласти матеріальний баланс атмосферно-вакуумної трубчастої установки потужністю 8 млн т/рік нафти. З нафти отримують наступні продукти (% за масою): 1,2 газу; 13,3 компонент автомобільного бензину; 14,0 компонент реактивного палива; 21,0 дизельного палива, оливних фракцій: 350-400 °С – 7,3, 400-450 °С – 6,3, 450-500 °С – 7,5 та гудрону 28,4. Втрати складають 1,5% за масою. Кількість робочих днів за рік – 240.
15. Скласти матеріальний баланс атмосферно-вакуумної трубчастої установки потужністю 7 млн т/рік нафти. З нафти отримують наступні продукти (% за масою): 4,0 газу; 10,2 компонент автомобільного бензину; 10,0 компонент реактивного палива; 25,3 дизельного палива, оливних фракцій: 350-400 °С – 7,3, 400-450 °С – 7,3, 450-500 °С – 6,9 та гудрону 28,0. Втрати складають 1% за масою. Кількість робочих днів за рік – 340.
16. Скласти матеріальний баланс атмосферно-вакуумної трубчастої установки потужністю 12 млн т/рік нафти. З нафти отримують наступні продукти (% за масою): 1,0 газу; 10,2 компонент автомобільного бензину; 27,0 компонент реактивного палива; 11,3 дизельного палива, оливних

- фракцій: 350-400 °С – 8,3, 400-450 °С – 6,7, 450-500 °С – 7,5 та гудрону 27,0. Втрати складають 2% за масою. Кількість робочих днів за рік – 340.
17. Скласти матеріальний баланс атмосферно-вакуумної трубчастої установки потужністю 4 млн т/рік нафти. З нафти отримують наступні продукти (% за масою): 11,0 газу; 3,2 компонент автомобільного бензину; 4,0 компонент реактивного палива; 31,3 дизельного палива, оливних фракцій: 350-400 °С – 0,3, 400-450 °С – 14,3, 450-500 °С – 16,5 та гудрону 18,4. Втрати складають 1,2% за масою. Кількість робочих днів за рік – 140.
18. Скласти матеріальний баланс атмосферно-вакуумної трубчастої установки потужністю 5 млн т/рік нафти. З нафти отримують наступні продукти (% за масою): 2,0 газу; 12,2 компонент автомобільного бензину; 13,0 компонент реактивного палива; 22,3 дизельного палива, оливних фракцій: 350-400 °С – 2,3, 400-450 °С – 8,3, 450-500 °С – 10,5 та гудрону 28,4. Втрати складають 1,1% за масою. Кількість робочих днів за рік – 240.
19. Скласти матеріальний баланс атмосферно-вакуумної трубчастої установки потужністю 26 млн т/рік нафти. З нафти отримують наступні продукти (% за масою): 1,0 газу; 13,2 компонент автомобільного бензину; 14,0 компонент реактивного палива; 21,3 дизельного палива, оливних фракцій: 350-400 °С – 19,3, 400-450 °С – 6,3, 450-500 °С – 5,5 та гудрону 18,4. Втрати складають 2% за масою. Кількість робочих днів за рік – 340.
20. Скласти матеріальний баланс атмосферно-вакуумної трубчастої установки потужністю 20 млн т/рік нафти. З нафти отримують наступні продукти (% за масою): 11,0 газу; 13,5 компонент автомобільного бензину; 14,0 компонент реактивного палива; 11,0 дизельного палива, оливних фракцій: 350-400 °С – 9,3, 400-450 °С – 5,3, 450-500 °С – 6,5 та гудрону 28,4. Втрати складають 1% за масою. Кількість робочих днів за рік – 340.

21. Скласти матеріальний та тепловий баланси, а також визначити кількість необхідного зрошення вакуумної колони, коли подається тільки гостре зрошення й подається зверху та зсередини циркуляційне зрошення ($Q1:Q2=2:1$). Виробнича потужність за переробленим мазутом ($d^{20}_4=0,930$) складає 75 000 кг/год. Вихід продуктів (%мас.): газойль ($d^{20}_4=0,870$) – 8,4; дистилат 1 ($d^{20}_4=0,920$) – 38,4; дистилат 2 ($d^{20}_4=0,930$) – 18,1; гудрон ($d^{20}_4=0,952$) – 35,0. В колону подається 5% водяної пари від сировини. Густина циркуляційного зрошення $d^{20}_4=0,923$ (див. рис. 3.1).
22. Скласти матеріальний та тепловий баланси, а також визначити кількість необхідного зрошення вакуумної колони, коли подається тільки гостре зрошення й подається зверху та зсередини циркуляційне зрошення ($Q1:Q2=3:2$). Виробнича потужність за переробленим мазутом ($d^{20}_4=0,930$) складає 85 000 кг/год. Вихід продуктів (%мас.): газойль ($d^{20}_4=0,870$) – 7,4; дистилат 1 ($d^{20}_4=0,920$) – 39,4; дистилат 2 ($d^{20}_4=0,930$) – 28,1; гудрон ($d^{20}_4=0,952$) – 25,0. В колону подається 5% водяної пари від сировини. Густина циркуляційного зрошення $d^{20}_4=0,923$ (див. рис. 3.1).
23. Скласти матеріальний та тепловий баланси, а також визначити кількість необхідного зрошення вакуумної колони, коли подається тільки гостре зрошення й подається зверху та зсередини циркуляційне зрошення ($Q1:Q2=1:1$). Виробнича потужність за переробленим мазутом ($d^{20}_4=0,930$) складає 95 000 кг/год. Вихід продуктів (%мас.): газойль ($d^{20}_4=0,870$) – 5,4; дистилат 1 ($d^{20}_4=0,920$) – 39,4; дистилат 2 ($d^{20}_4=0,930$) – 19,1; гудрон ($d^{20}_4=0,952$) – 36,0. В колону подається 5% водяної пари від сировини. Густина циркуляційного зрошення $d^{20}_4=0,923$ (див. рис. 3.1).
24. Скласти матеріальний та тепловий баланси, а також визначити кількість необхідного зрошення вакуумної колони, коли подається тільки гостре зрошення й подається зверху та зсередини циркуляційне зрошення ($Q1:Q2=2:1,5$). Виробнича потужність за переробленим мазутом ($d^{20}_4=0,930$) складає 95 000 кг/год. Вихід продуктів (%мас.): газойль ($d^{20}_4=0,870$) – 9,4; дистилат 1 ($d^{20}_4=0,920$) – 26,4; дистилат 2 ($d^{20}_4=0,930$) –

- 29,1; гудрон ($d^{20}_4=0,952$) – 35,0. В колону подається 5% водяної пари від сировини. Густина циркуляційного зрошення $d^{20}_4=0,923$ (див рис. 3.1).
25. Скласти матеріальний та тепловий баланси, а також визначити кількість необхідного зрошення вакуумної колони, коли подається тільки гостре зрошення й подається зверху та зсередини циркуляційне зрошення ($Q1:Q2=2:2$). Виробнича потужність за переробленим мазутом ($d^{20}_4=0,930$) складає 65 000 кг/год. Вихід продуктів (%мас.): газойль ($d^{20}_4=0,870$) – 4,4; дистилят 1 ($d^{20}_4=0,920$) – 40,4; дистилят 2 ($d^{20}_4=0,930$) – 20,1; гудрон ($d^{20}_4=0,952$) – 35,0. В колону подається 5% водяної пари від сировини. Густина циркуляційного зрошення $d^{20}_4=0,923$ (див рис. 3.1).
26. Скласти матеріальний та тепловий баланси, а також визначити кількість необхідного зрошення вакуумної колони, коли подається тільки гостре зрошення й подається зверху та зсередини циркуляційне зрошення ($Q1:Q2=3:1$). Виробнича потужність за переробленим мазутом ($d^{20}_4=0,930$) складає 55 000 кг/год. Вихід продуктів (%мас.): газойль ($d^{20}_4=0,870$) – 18,4; дистилят 1 ($d^{20}_4=0,920$) – 28,4; дистилят 2 ($d^{20}_4=0,930$) – 8,1; гудрон ($d^{20}_4=0,952$) – 45,0. В колону подається 15% водяної пари від сировини. Густина циркуляційного зрошення $d^{20}_4=0,923$ (див. рис. 3.1).
27. Скласти матеріальний та тепловий баланси, а також визначити кількість необхідного зрошення вакуумної колони, коли подається тільки гостре зрошення й подається зверху та зсередини циркуляційне зрошення ($Q1:Q2=3:2$). Виробнича потужність за переробленим мазутом ($d^{20}_4=0,930$) складає 105 000 кг/год. Вихід продуктів (%мас.): газойль ($d^{20}_4=0,870$) – 28,4; дистилят 1 ($d^{20}_4=0,920$) – 18,4; дистилят 2 ($d^{20}_4=0,930$) – 8,0; гудрон ($d^{20}_4=0,952$) – 45,1. В колону подається 10% водяної пари від сировини. Густина циркуляційного зрошення $d^{20}_4=0,923$ (див рис. 3.1).
28. Скласти матеріальний та тепловий баланси, а також визначити кількість необхідного зрошення вакуумної колони, коли подається тільки гостре зрошення й подається зверху та зсередини циркуляційне зрошення ($Q1:Q2=2:1$). Виробнича потужність за переробленим мазутом (d^{20}_4

- =0,930) складає 55 000 кг/год. Вихід продуктів (%мас.): газойль ($d^{20}_4 = 0,870$) – 38,4; дистилят 1 ($d^{20}_4 = 0,920$) – 8,4; дистилят 2 ($d^{20}_4 = 0,930$) – 28,1; гудрон ($d^{20}_4 = 0,952$) – 25,0. В колону подається 15% водяної пари від сировини. Густина циркуляційного зрошення $d^{20}_4 = 0,923$ (див. рис. 3.1).
29. Скласти матеріальний та тепловий баланси, а також визначити кількість необхідного зрошення вакуумної колони, коли подається тільки гостре зрошення й подається зверху та зсередини циркуляційне зрошення ($Q1:Q2=1,5:1$). Виробнича потужність за переробленим мазутом ($d^{20}_4 = 0,930$) складає 45 000 кг/год. Вихід продуктів (%мас.): газойль ($d^{20}_4 = 0,870$) – 28,5; дистилят 1 ($d^{20}_4 = 0,920$) – 18,3; дистилят 2 ($d^{20}_4 = 0,930$) – 28,1; гудрон ($d^{20}_4 = 0,952$) – 15,0. В колону подається 10% водяної пари від сировини. Густина циркуляційного зрошення $d^{20}_4 = 0,923$ (див. рис. 3.1).
30. Скласти матеріальний та тепловий баланси, а також визначити кількість необхідного зрошення вакуумної колони, коли подається тільки гостре зрошення й подається зверху та зсередини циркуляційне зрошення ($Q1:Q2=2:1$). Виробнича потужність за переробленим мазутом ($d^{20}_4 = 0,930$) складає 65 000 кг/год. Вихід продуктів (%мас.): газойль ($d^{20}_4 = 0,870$) – 8,8; дистилят 1 ($d^{20}_4 = 0,920$) – 28,0; дистилят 2 ($d^{20}_4 = 0,930$) – 18,1; гудрон ($d^{20}_4 = 0,952$) – 45,0. В колону подається 5% водяної пари від сировини. Густина циркуляційного зрошення $d^{20}_4 = 0,923$ (див. рис. 3.1).
31. В колону подають відбензинену нафту. Робочий тиск в колоні $P = 0,185$ МПа. Витрата водяної пари ($t=400$ °С, $P=1$ МПа) 2,2 % на сировину. Крім цього, до кожної відпарної секції для відпарювання 15 % дистиляту подають 2% водяної пари. Визначити кількість зрошення – циркуляційної та гострої пари. Прийняти три циркуляції зрошення, які відбирають з 33-, 23- та 13-тої тарілки й подають на тарілку вище. Температурний перепад прийняти 10°С. Використовувати рисунок 3.2. Прийняти данні з таблиці.

Речовина	°С	%	Кг/год	В'язкість	Мол. маса
Прихід					
Відб. нафта	340	100	344700	0,900	
Витрата					
Фракції, °С					
85-140	118	6,4	22000	0,730	106,2
140-240	160	16,3	56000	0,784	153,1
240-300	235	18,3	36400	0,843	213,9
300-350	280	8,1	28000	0,867	253,1
Понад 350	310	50,9	203300	0,967	-

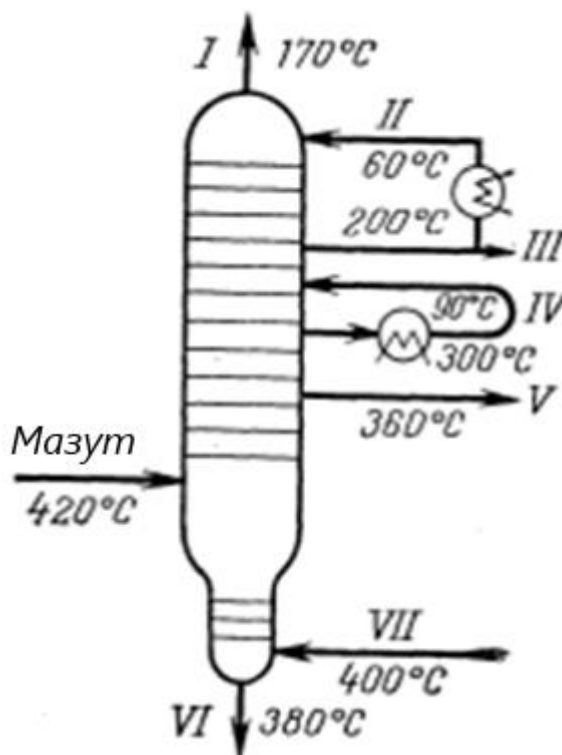


Рис. 3.1. Схема вакуумної трубчаткої колони: I – пара з газойля та водяна; II – гостре зрощення; III – перший дистилат; IV – рефлекс; V – другий дистилат; VI – гудрон; VII – водяна пара.

32. В колону подають відбензинену нафту. Робочий тиск в колоні $P = 0,133$ МПа. Витрата водяної пари ($t=400$ °С, $P=0,5$ МПа) 3,0 % на сировину. Крім цього, до кожної відпарної секції для відпарювання 10 % дистилату подають 1 % водяної пари. Визначити кількість зрощення – циркуляційної та гострої пари. Прийняти три циркуляції зрощення, які

відбирають з 33-, 23- та 13-тої тарілки й подають на тарілку вище. Температурний перепад прийняти 15 °С. Використовувати рисунок 3.2. Прийняти данні з таблиці:

Речовина	°С	%	Кг/год	В'язкість	Мол. маса
Прихід					
Відб.нафта	340	100	344700	0,900	
Витрата					
Фракції, °С					
85-140	118	12,4	12000	0,730	106,2
140-240	160	10,3	56400	0,784	153,1
240-300	235	10,2	46000	0,843	213,9
300-350	280	9,1	20000	0,867	253,1
Понад 350	310	58,0	211300	0,967	-

33. В колону подають відбензинену нафту. Робочий тиск в колоні $P = 0,155$ МПа. Витрата водяної пари ($t=400$ °С, $P=1,5$ МПа) 2,0% на сировину. Крім цього, до кожної відпарної секції для відпарювання 20% дистилляту подають 3% водяної пари. Визначити кількість зрошення – циркуляційної та гострої пари. Прийняти три циркуляції зрошення, які відбирають з 33-, 23- та 13-тої тарілки й подають на тарілку вище. Температурний перепад прийняти 5 °С. Використовувати рисунок 3.2. Прийняти дані з таблиці:

Речовина	°С	%	Кг/год	В'язкість	Мол. маса
Прихід					
Відб.нафта	340	100	344700	0,900	
Витрата					
Фракції, °С					
85-140	118	6,4	20000	0,730	106,2
140-240	160	16,3	56000	0,784	153,1
240-300	235	10,3	38000	0,843	213,9
300-350	280	8,1	28700	0,867	253,1
Понад 350	310	58,9	203000	0,967	-

34. В колону подають відбензинену нафту. Робочий тиск в колоні $P = 0,145$ МПа. Витрата водяної пари ($t=400$ °С, $P=1$ МПа) 1,2% на сировину. Крім цього, до кожної відпарної секції для відпарювання 5% дистилляту подають 7% водяної пари. Визначити кількість зрошення – циркуляційної

та гострої пари. Прийняти три циркуляції зрошення, які відбирають з 33-, 23- та 13-тої тарілки й подають на тарілку вище. Температурний перепад прийняти 15 °С. Використовувати рисунок 3.2. Прийняти дані з таблиці:

Речовина	°С	%	Кг/год	В'язкість	Мол. маса
Прихід					
Відб. нафта	340	100	344700	0,900	
Витрата					
Фракції, °С					
85-140	118	6,4	12000	0,730	106,2
140-240	160	16,3	66000	0,784	153,1
240-300	235	10,3	16400	0,843	213,9
300-350	280	8,1	31000	0,867	253,1
Понад 350	310	58,9	190300	0,967	-

35. В колону подають відбензинену нафту. Робочий тиск в колоні $P = 0,185$ МПа. Витрата водяної пари ($t=400$ °С, $P=1$ МПа) 1,2% на сировину. Крім цього, до кожної відпарної секції для відпарювання 20% дистилляту подають 10% водяної пари. Визначити кількість зрошення – циркуляційної та гострої пари. Прийняти три циркуляції зрошення, які відбирають з 33-, 23- та 13-тої тарілки й подають на тарілку вище. Температурний перепад прийняти 15 °С. Використовувати рисунок 3.2. Прийняти дані з таблиці:

Речовина	°С	%	Кг/год	В'язкість	Мол. маса
Прихід					
Відб. нафта	340	100	344700	0,900	
Витрата					
Фракції, °С					
85-140	118	6,4	2000	0,730	106,2
140-240	160	16,3	56000	0,784	153,1
240-300	235	10,3	26400	0,843	213,9
300-350	280	8,1	38000	0,867	253,1
Понад 350	310	58,9	223300	0,967	-

36. В колону подають відбензинену нафту. Робочий тиск в колоні $P = 0,155$ МПа. Витрата водяної пари ($t=400$ °С, $P=1$ МПа) 4,2% на сировину. Крім цього, до кожної відпарної секції для відпарювання 5% дистилляту подають 8% водяної пари. Визначити кількість зрошення – циркуляційної

та гострої пари. Прийняти три циркуляції зрошення, які відбирають з 33-, 23- та 13-тої тарілки й подають на тарілку вище. Температурний перепад прийняти 5 °С. Використовувати рисунок 3.2. Прийняти дані з таблиці:

Речовина	°С	%	Кг/год	В'язкість	Мол. маса
Прихід					
Відб. нафта	340	100	344700	0,900	
Витрата					
Фракції, °С					
85-140	118	6,4	10000	0,730	106,2
140-240	160	16,3	58000	0,784	153,1
240-300	235	10,3	36000	0,843	213,9
300-350	280	8,1	28400	0,867	253,1
Понад 350	310	58,9	213300	0,967	-

37. В колону подають відбензинену нафту. Робочий тиск в колоні $P = 0,185$ МПа. Витрата водяної пари ($t=400$ °С, $P=1$ МПа) 2,2% на сировину. Крім цього, до кожної відпарної секції для відпарювання 15% дистилляту подають 2% водяної пари. Визначити кількість зрошення – циркуляційної та гострої пари. Прийняти три циркуляції зрошення, які відбирають з 33-, 23- та 13-тої тарілки й подають на тарілку вище. Температурний перепад прийняти 10 °С. Використовувати рисунок 3.2. Прийняти дані з таблиці:

Речовина	°С	%	Кг/год	В'язкість	Мол. маса
Прихід					
Відб.нафта	340	100	344700	0,900	
Витрата					
Фракції, °С					
85-140	118	6,4	12000	0,730	106,2
140-240	160	16,3	46000	0,784	153,1
240-300	235	10,3	46400	0,843	213,9
300-350	280	8,1	38000	0,867	253,1
Понад 350	310	58,9	203300	0,967	-

38. В колону подають відбензинену нафту. Робочий тиск в колоні $P = 0,185$ МПа. Витрата водяної пари ($t=400$ °С, $P=1$ МПа) 2,2% на сировину. Крім цього, до кожної відпарної секції для відпарювання 15% дистилляту подають 2% водяної пари. Визначити кількість зрошення – циркуляційної та гострої пари. Прийняти три циркуляції зрошення, які відбирають з 33-,

23- та 13-тої тарілки й подають на тарілку вище. Температурний перепад прийняти 10 °С. Використовувати рисунок 3.2. Прийняти дані з таблиці:

Речовина	°С	%	Кг/год	В'язкість	Мол. маса
Прихід					
Відб. нафта	340	100	344700	0,900	
Витрата					
Фракції, °С					
85-140	118	6,7	20000	0,730	106,2
140-240	160	16,3	50000	0,784	153,1
240-300	235	10,0	42400	0,843	213,9
300-350	280	9,1	30000	0,867	253,1
Понад 350	310	57,9	203300	0,967	-

39. В колону подають відбензинену нафту. Робочий тиск в колоні $P = 0,185$ МПа. Витрата водяної пари ($t=400$ °С, $P=1$ МПа) 2,2% на сировину. Крім цього, до кожної відпарної секції для відпарювання 15% дистилляту подають 2% водяної пари. Визначити кількість зрошення – циркуляційної та гострої пари. Прийняти три циркуляції зрошення, які відбирають з 33-, 23- та 13-тої тарілки й подають на тарілку вище. Температурний перепад прийняти 10 °С. Використовувати рисунок 3.2. Прийняти дані з таблиці:

Речовина	°С	%	Кг/год	В'язкість	Мол. маса
Прихід					
Відб. нафта	340	100	344700	0,900	
Витрата					
Фракції, °С					
85-140	118	12,4	28000	0,730	106,2
140-240	160	10,3	50000	0,784	153,1
240-300	235	10,3	26400	0,843	213,9
300-350	280	8,1	38000	0,867	253,1
Понад 350	310	58,9	203300	0,967	-

40. В колону подають відбензинену нафту. Робочий тиск в колоні $P = 0,185$ МПа. Витрата водяної пари ($t=400$ °С, $P=1$ МПа) 2,2% на сировину. Крім цього, до кожної відпарної секції для відпарювання 15% дистилляту подають 2% водяної пари. Визначити кількість зрошення – циркуляційної та гострої пари. Прийняти три циркуляції зрошення, які відбирають з 33-,

4 ВАРІАНТИ ІНДИВІДУАЛЬНОГО ЗАВДАННЯ

Варіант	Номер завдання (питання та задачі)	
1	1	21
2	2	22
3	3	23
4	4	24
5	5	25
6	6	26
7	7	27
8	8	28
9	9	29
10	10	30
11	11	31
12	12	32
13	13	33
14	14	34
15	15	35
16	16	36
17	17	37
18	18	38
19	19	39
20	20	40

5 МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНИХ ЗАВДАНЬ

Приклад розрахунків теплового балансу атмосферної колони

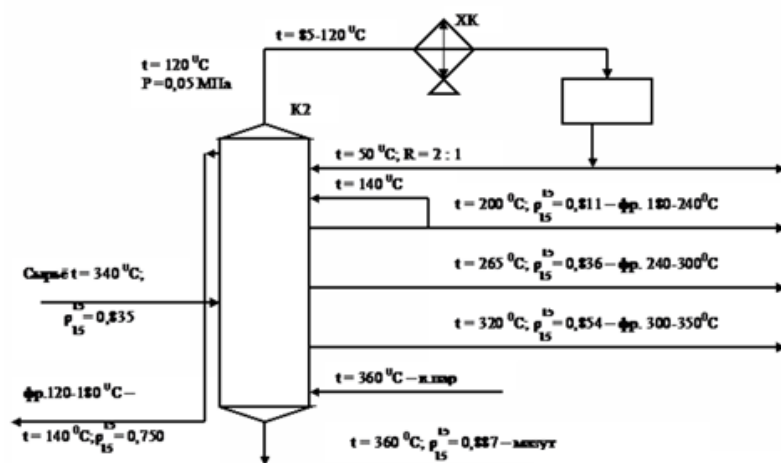


Рис. 5.1. Схема теплових потоків атмосферної колони

Розрахунок відбувається на базі матеріальних потоків, що є вхідними та вихідними компонентами колони. Також враховується втрати у довкілля.

Для складання теплового балансу атмосферної колони К2 складемо схему теплових потоків атмосферної колони з температурами, густиною та тиском. З теплового балансу розраховуємо витрату нагрітого потоку, що подається від рибойлера до низу колони.

$$\Sigma Q_{\text{прих.}} = \Sigma Q_{\text{витр}} \quad (5.1)$$

Визначаємо кількість тепла, що поступає у колону, кВт

$$\Sigma Q_{\text{прих.}} = Q_c + Q_{\text{г.зр.}} + Q_{\text{ц.зр.}} + Q^1_{\text{в.п.}} + Q^2_{\text{в.п.}} + Q^3_{\text{в.п.}} \quad (5.2)$$

де Q_c – кількість тепла, що вносить знесолена нафта, кВт;

$Q_{\text{г.зр.}}$ – кількість тепла, що вносить гостре зрощення, кВт;

$Q_{\text{ц.зр.}}$ – кількість тепла, що вносить циркуляційне зрощення, кВт;

$Q_{\text{в.п.}}$ – кількість тепла, що вносять продукти випарювання з стріппенгів, кВт.

Визначаємо тепло, що надходить з сировиною, кВт:

$$Q_c = G_c J^n_{340+273} \cdot e + G_c(1 - e) \cdot J^k_{340+273}, \quad (5.3)$$

де G_c – витрата відбензованої нафти, кг/с;

$J^n_{340+273}$ – ентальпія пари сировини при температурі 340 °С, кДж/кг;

$J^k_{340+273}$ – ентальпія рідинної сировини при температурі 340°С, кДж/кг;

e – частка розгонки $e=0,063$.

Визначаємо ентальпію пари сировини, кДж/кг

$$J^n_T = (129,58 + 0,134 \cdot T + 0,00059 \cdot T^2) \cdot (4 - \rho^{15}_{15}) - 308,99 \quad (5.4)$$

де $\rho^{15}_{15}=0,882+5 \cdot 0,000686=0,885$

$$J^n_{(340+273)} = (129,58 + 0,134 \cdot 613 + 0,00059 \cdot 613^2) \cdot (4 - 0,885) - 308,99 = 1041,23 \text{ кДж/кг}$$

Визначаємо ентальпію сировини, кДж/кг:

$$J^n_{(t+273)} = \frac{1}{\sqrt{P_{15}^{15}}} \cdot (0,0017 \cdot T^2 + 0,762 \cdot T - 334,25) \quad (5.5)$$

$$J^ж_{(340+273)} = (1/\sqrt{0,885}) \cdot (0,0017 \cdot 613^2 + 0,762 \cdot 613 - 334,25) = 820,27$$

кДж/кг

$$Q_c = 179,47 \cdot 0,063 \cdot 1041,23 + 179,47 \cdot (1 - 0,063) \cdot 820,27 = 149712,16$$

кВт

Визначаємо тепло, що приходить з гострим зрошенням, кВт:

$$Q_{г.зр.} = G_{г.зр.} \cdot J^ж_{50+273}, \quad (5.6)$$

де $G_{г.зр.}$ – витрата гострого зрошення, що прямує в колону, кг/с;

$J^ж_{50+273}$ – ентальпія гострого зрошення при температурі 50 °С,

кДж/кг.

Визначаємо кількість гострого зрошення, кг/с

$$G_{остр.ор} = R \cdot G_{фр.нк-85}, \quad (5.7)$$

де R – кратність зрошення колони, яку приймаємо з графіку Джилліланду

$R = 2$;

$G_{фр.85-120}$ – кількість легкого бензину, що виходить з верху колони, кг/с

$$G_{г.зр.} = 2 \cdot 5,92 = 11,84 \text{ кг/с}$$

Визначаємо ентальпію рідини гострого зрошення, кДж/кг:

$$J^ж_{(50+273)} = (1/\sqrt{0,726}) \cdot (0,0017 \cdot 323^2 + 0,762 \cdot 323 - 334,25) =$$

$$104,73 \text{ кДж/кг}$$

$$Q_{г.зр.} = 11,84 \cdot 104,73 = 1240,003 \text{ кВт}$$

Визначаємо кількість тепла, що поступило до колони з висококиплячими

продуктами, кВт

$$Q^1_{в.п.} = G^1_{в.п.} \times I^{1в.п.}_{200+273}$$

$$Q^1_{в.п.} = 0,32 \times 2870 = 918,4 \text{ кВт};$$

$$G^1_{в.п.} = 0,02 \times 15,8 = 0,32 \text{ кг/с};$$

$$I^{1в.п.}_{200+273} = 2870 \text{ кДж/кг};$$

$$Q^2_{в.п.} = G^2_{в.п.} \times I^{2в.п.}_{265+273}$$

$$Q^2_{в.п.} = 0,47 \times 2900 = 1363 \text{ кВт};$$

$$G_{в.п}^2 = 0,02 \times 23,7 = 0,47 \text{ кг/с};$$

$$I_{265+273}^{2в.п.} = 2870 \text{ кДж/кг};$$

$$Q_{в.п.}^3 = G_{в.п.}^3 \times I_{265+273}^{3в.п.}$$

$$Q_{в.п.}^3 = 0,40 \times 3150 = 1260 \text{ кВт};$$

$$G_{в.п.}^3 = 0,02 \times 19,74 = 0,40 \text{ кг/с};$$

$$I_{320+273}^{3в.п.} = 3150 \text{ кДж/кг};$$

$$Q_{в.п.}^B = 3,59 \times 2670 = 9585,3 \text{ кВт};$$

$$G_{в.п.}^B = 0,02 \times 179,47 = 3,59 \text{ кг/с};$$

$$I_{320+273}^{B.п.} = 2670 \text{ кДж/кг};$$

Визначаємо кількість тепла, що поступає з циркуляційного зрошення, кВт:

$$Q_{ц.о.} = G_{ц.о.} \times I_{140+273}^{ж.}$$

$$Q_{ц.о.}^1 = 104,27 \times 300,84 = 31368,59 \text{ кВт};$$

$$I_{140+273}^{ж.} = \frac{1}{0,808} (0,0017 \cdot 413^2 + 0,762 \cdot 413 - 334,25) = 300,84$$

$$\rho_{15}^{15} = 0,805 + 5 \times 0,000765 = 0,808$$

Визначаємо кількість тепла, що виходе з колон з потоками, кВт:

$$\begin{aligned} \Sigma Q_{витр.} = & Q_{фр85-120} + Q_{фр120-180} + Q_{фр180-240} + Q_{фр240-300} + Q_{фр300-350} \\ & + Q_{маз} + Q_{в.п.} + Q_{г.зр.} \end{aligned} \quad (5.8)$$

Визначаємо кількість тепла, що виходе з випарними продуктами, кВт:

$$Q_{в.п.} = G_{в.п.} \times I_{120+273}^{B.п.} \quad (5.9)$$

$$Q_{в.п.} = 4,8 \cdot 2670 = 12816 \text{ кВт.}$$

Визначаємо кількість тепла, що виходе з гострим зрошенням, кВт:

$$Q_{г.зр.2} = G_{г.зр.} \cdot I_{105+273}^{B.п.} \quad (5.10)$$

де $G_{г.зр.}$ – витрата гострого зрошення, кг/с,

$J_{120+273}^n$ – ентальпія газу при температурі, °С.

$$J_{105+273}^n = (129,58 + 0,134 \times 393 + 0,00059 \times 393^2) \times (4 - 0,726) - 308,99 = 568$$

$$\rho_{15}^{15} = 0,722 + 5 \times 0,000884 = 0,726$$

$$Q_{г.зр.2} = 11,84 \cdot 568,02 = 6938,48 \text{ кВт.}$$

Визначаємо кількість тепла, що виходє з фракцією 85 – 120, кВт:

$$Q_{\text{фр } 85-120} = 5,92 \cdot 568,02 = 3469,24 \text{ кВт.}$$

$$I_{\text{ж. } 140+273}^{\text{ж.}} = \frac{1}{\sqrt{0,76}} \times (0,0017 \times 413^2 + 0,762 \times 413 - 334,25) = 308,77$$

$$\rho_{15}^{15} = 0,763 + 5 \times 0,000818 = 0,766$$

Визначаємо кількість тепла, що виходє з фракцією 120–180, кВт

$$Q_{120-180} = 19,74 \cdot 308,77 = 6095,12 \text{ кВт.}$$

Визначаємо кількість тепла, що виходє з фракцією 180–240, кВт:

$$Q_{180-240} = G_{180-240} \cdot I_{\text{ж. } 200+273}^{\text{ж.}}, \quad (5.11)$$

$$I_{\text{ж. } 180+273}^{\text{ж.}} = \frac{1}{\sqrt{0,80}} \times (0,0017 \times 473^2 + 0,762 \times 473 - 334,25) = 452,24$$

$$\rho_{15}^{15} = 0,805 + 5 \times 0,000765 = 0,808$$

$$Q_{180-240} = 15,80 \cdot 452,24 = 7145,39 \text{ кВт.}$$

Визначаємо кількість тепла, що виходє з фракцією 240–300, кВт:

$$Q_{240-300} = G_{240-300} \cdot I_{\text{ж. } 265+273}^{\text{ж.}}, \quad (5.12)$$

$$I_{\text{ж. } 240+273}^{\text{ж.}} = \frac{1}{\sqrt{0,84}} \times (0,0017 \times 538^2 + 0,762 \times 538 - 334,25) = 616,18$$

$$Q_{240-300} = 23,70 \cdot 616,18 = 14603,47 \text{ кВт.}$$

Визначаємо кількість тепла, що виходє з фракцією 300–350, кВт:

$$I_{\text{ж. } 300+273}^{\text{ж.}} = \frac{1}{\sqrt{0,87}} \times (0,0017 \times 593^2 + 0,762 \times 593 - 334,25) = 765,69$$

$$\rho_{15}^{15} = 0,870 + 5 \times 0,000699 = 0,873$$

$$Q_{300-350} = 23,7 \cdot 765,69 = 18146,853 \text{ кВт.}$$

Визначаємо кількість тепла, що виходє з мазутом, кВт:

$$I_{\text{ж. } 360+273}^{\text{ж.}} = \frac{1}{\sqrt{0,91}} \times (0,0017 \times 593^2 + 0,762 \times 593 - 334,25) = 765,69$$

$$\rho_{15}^{15} = 0,909 + 5 \times 0,000725 = 0,876$$

$$Q_{\text{маз}} = 90,63 \cdot 868,36 = 78699,47 \text{ кВт.}$$

$$\Sigma Q_{\text{пр}} = 149712,16 + 1240,003 + 918,4 + 1363 + 1260 + 9585,3 = 164078,86 \text{ кВт}$$

$$\Sigma Q_{\text{витр.}} = 3469,24 + 6095,12 + 7145,39 + 14603,47 + 18146,85 + 78699,46 + 12709,2 + 6938,48 = 147807,21 \text{ кВт.}$$

Визначаємо кількість тепла, що є між приходом та витратами, кВт:

$$\Delta Q = | Q_{\text{пр.}} - Q_{\text{витр.}} |, \quad (5.11)$$

$$\Delta Q = | 164078,86 - 147807,21 | = 16271,65 \text{ кВт}$$

$$G_{\text{з.}} = 16271,65 / (452,24 - 300,84) = 107,47 \text{ кг/с}$$

Результати розрахунків зводимо в таблицю теплового балансу.

Таблиця 5.1 Тепловий баланс атмосферної колони

Найменування	G, кг/с	T, К	J ^ж _T , кДж/кг	J ^н _T , кДж/кг	Q, кВт
Прихід:					
нафта знезолена	179,47	613	820,27	1041,23 2870	1497712,16
гостре зрошення	11,84	323		2900	1240,003
ц.з.	107,47	413		3150 2670	31368,59
в.п.1	0,32	483	104,73		918,4
в.п.2	0,47	538			1363
в.п.3	0,40	593	300,84		1260
низ в.п.	3,59	633			9585,3
Разом	303,56				194217,45
Витрати:					
ф.р. 85-120 °С	5,92	393	308,77		3469,24
ф.р. 120-180 °С	19,74	413	452,24	586,02 2670	6095,12
ф.р. 180-240 °С	15,80	473	616,18	586,02	7145,39
ф.р. 240-300 °С	23,70	538	765,69		14603,47
ф.р. 300-350 °С -	23,70	593	868,36		18146,85
мазут	90,63	633	452,24		78699,46
в.п.	4,76	393			12709,2
гостре зрошення	11,84	393			6938,48
ц.з.	107,47	473			46410,24
Разом	303,56				194217,45

ЛІТЕРАТУРА

1. Старовойт А. Г., Малий Є. І. Хімічна технологія та устаткування газифікації твердих горючих копалин : навчальний посібник, Дніпропетровськ, 2008. 61с.
2. Федосеев С. Д., Чернышов А. Б. Полукоксование и газификация твердого топлива М. : ГОСГОРТЕХИЗДАТ. 1960. 330 с.
3. Кухаренко Т. А. Химия и генезис ископаемых углей М. : ГОСГОРТЕХИЗДАТ. 1960. 328 с.
4. Старовойт А. Г., Малий Є. І. Хімічна технологія низькотемпературної переробки твердих горючих копалин : навчальний посібник, Дніпропетровськ, 2008. 52с.
5. Старовойт А. Г., Малий Є. І. Лабораторний практикум по виконанню курсу : Хімічна технологія низькотемпературної переробки твердих горючих копалин : методичні вказівки, Дніпропетровськ, 2009. 62с.