

Реферат.

Даний дипломний проект містить 145 сторінок записки пояснення, 16 малюнків, 19 таблиць, одна технологічна схема, креслення вакуумної колони.

НАФТА, МАЗУТ, ДИЗЕЛЬНЕ ПАЛИВО, ВАКУУМНИЙ ГАЗОЙЛЬ, ВАКУУМНА ПЕРЕГОНКА, РЕГУЛЯРНА НАСАДКА, ЦИРКУЛЯЦІЙНЕ ЗРОШУВАННЯ, ПЕЧІ, КОНТАКТНИЙ ПРИСТРІЙ, ВОДЯНА ПАРИ, РЕКТИФІКАЦІЯ, ВАКУУМСТВОРЮЮЧА СИСТЕМА.

Метою дипломного проекту є проект розробки вакуумного блоку завантаженням по мазуті 2,8 млн. т/рік. Розглянуті схеми первинної перебоязкі з описом теоретичних основ, фізико-хімічні властивості сировини та одержуваних продуктів, розроблена технологічна схема вакуумного блоку з її описом, проведень розрахунок конструктивних розмірів вакуумної колони, гідравлічний розрахунок, розрахунок штуцерів і допоміжного устаткування.

											Арк.
											2
Змк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата	ДП 96.01.ПЗ					

Зміст

Зміст

Вступ

1. Техніко-економічне обґрунтування
2. Технологічна частина
3. Контроль та автоматизація виробництва
4. Охорона праці
5. Компоновка технологічного обладнання
6. Екологія та охорона навколишнього середовища
7. Техніко-економічні розрахунки

Висновки

Annotation

Список використаної літератури

Додатки

									Арк.
									2
Зм.к	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис	Дата				

ДП 96.01.ПЗ

Вступ.

Нафта— це природний рідкий горючий мінерал, що представляє собою складну суміш рідких вуглеводнів, у якій також розчинені тверді вуглеводні й смолисті речовини. Часто в ній розчинені також і газоподібні граничні вуглеводні. Крім того, вона містить сульфурчасті,оксигенні й нітрогенні органічні сполуки.

Рушійною силою світової нафтопереробної промисловості є споживання автомобільних палив і вимоги специфікацій на їхню якість. Палива на нафтовій основі й у майбутні роки будуть відігравати провідну роль у задоволенні енергетичних потреб світу. Більшість фахівців думають, що поставки нафти обмежені, і в майбутньому на нафтовому ринку може зложитися напружена ситуація [1].

Прагнення світової громадськості до екологічно нешкідливих палив змушує нафтопереробників інвестувати в технології перетворення нафти усе більше погіршується якості у високоякісні моторні палива. На зміну кон'юнктури енергетичного ринку впливають багато факторів; основними з них є споживання нафти й очікуваний попит на нафтопродукти до 2010р. Конфігурація світової нафтопереробної промисловості визначається попитом на нафтопродукти. У минулі 5 років був відзначений приріст потужності гідрокрекінгу, збільшувалися потужності каталітичного крекінгу, а внаслідок і первинної перегонки, хоча й уповільнених темпах. Знесірювання атмосферних залишків у сполученні з термічним або каталітичним крекінгом залишкової сировини також стає усе більше популярним як вигідний спосіб зниження викидів CO₂ і відомості до мінімуму виробництва котельних палив. Що стосується змісту металів і зв'язаного вуглецю, то коксування й гідроочищення є кращим варіантом. У даній ситуації все більшу роль буде грати розвиток і вдосконалювання процесів первинної перегонки нафти. Дані процеси необхідні для

										ДП 96.01.ПЗ	Арк.
											2
Змрк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата						

збільшення виходу світлих продуктів, глибини переробки, а також для вироблення сировини нафтохімічних виробництв.

В Україні поглиблення переробки нафти повинне починатися з модернізації технологічно відсталих головних установок первинної перегонки нафти, що дозволить без істотних витрат збільшити вихід дизельного палива за рахунок підвищення існуючого рівня відбору світлих нафтопродуктів – 90–92% до світового рівня – 98%, а також розширити ресурси сировини для вторинних процесів, що поглиблюють, внаслідок збільшення температури кінця кипіння вакуумного газойлю. Так, у світовій практиці широко освоєні методи одержання при вакуумній перегонці дистилятів з температурою кінця кипіння до 590–600^oC (в Україні цей показник становить у середньому 480–490^oC) і технології їхньої подальшої переробки. По нашій експертній оцінці, при об'ємі переробки нафти на рівні 2005 р. потенціал росту виходу дизельного палива становить біля 7–8 млн. т у рік, а збільшення ресурсів вакуумного газойлю – біля 15–20 млн. т у рік. Це дуже значимі резерви росту ефективності використання нафти.

На установках первинної перегонки нафти в результаті вакуумної перегонки мазуту одержують два основних види сировини для процесів, що поглиблюють: більше легку сировину – вакуумний газойль і важка сировина – гудрон. З огляду на сучасні технології вакуумної перегонки, частка вакуумного газойля в мазуті найбільш масової сірчистої західносибірської нафти може скласти до 70% і відповідно — близько 30% частка гудрону. З урахуванням витрати гудрону на виробництво масел, бітумів і котельне паливо потенційне співвідношення цих видів сировини для цілей глибокої переробки може становити приблизно 4–5 : 1. Таким чином, з ресурсної точки зору головним питанням є переробка вакуумного газойлю й збільшенням виходу світлих нафтопродуктів. Завдання зниження капіталовкладень нафтопереробних заводів досягається створенням комбінованих установок, наприклад, ЕЛОУ– АВТ [2].

					ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		3

1. Аналітичний огляд

1. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

Раніше ніколи не було таких стимулів до переробки важкої сірчистої нафти, як у цей час, коли знижки в ціні на деякі регіональні сірчисті нафти становлять 20 дол./брл у порівнянні із цінами на легені малосірчасті нафти. Фізичні властивості важких нафт, на жаль, обмежують можливість їхньої перегонки на більшості НПЗ. Для НПЗ паливного напрямку придбання нафти може скласти до 50 % всіх витрат на вироблення й поставку а ринку економічно чистих продуктів. Багато ХТО НПЗ не в змозі витягти вигоди з більше дешевої сировини, тому що їхнього підприємства були спроектовані 20 або більше років тому розраховуючи на переробку легених нафт. Отже, нафтопереробники переробляють певні асортименти нафт, найбільш сумісний з потужностями конкретних технологічних установок є на заводі. Можливість переробки більше дешевих важких нафт залежить від обмежень технологічного встаткування. Високе глобальне споживання нафти припускає утилізацію всіх наявних джерел поставки нафти. Але деякі НПЗ уже досягли фізичних меж можливостей переробки важких нафт. Тому багато хто з нафтопереробних компаній переглядають проекти, спрямовані на поглиблення переробки важких нафт. Ці проекти також вирішують проблеми перекладу НПЗ, розрахованих на переробку легкої сировини, на переробку більше дешевих нетрадиційних нафт[2].

Нові види сировини, що заслуговують пильної уваги, включають: дуже важку нафту з дефіцитом водню по–порівнянню зі звичайними нафтами. У США перероблятися в суміші з нафтами з інших джерел. Ступінь облагороджування синтетичної нафти в основному залежить від того, що зроблено для «коректування» дефіциту водню шляхом її конверсії в більше легкі фракції й насичення ароматичних вуглеводнів. Сірчисту синтетичну нафту «у мінімальному ступені облагороджений» матеріал, облагороджений

										Арк.
										4
Змрк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

ДП 96.01.ПЗ

в основному для транспортування по нафтопроводу без застосування розріджувача. Цей матеріал містить головним чином прямогонные дистилятныє й газойлевыє фракції в суміші зі стабілізованими нафтою, дистилятами й газойлями коксування. Сірчиста синтетична нафта може переганятися без залишку (тому що в ній немає фракцій, що википають при температурі вище 524 °С) або може містити невеликий компонент вакуумного залишку. Оскільки в цій нафті втримуються неочищені продукти коксування, фракції нафти будуть містити олефіни й диолефіни, а дистилятныє й газойлевыє фракції – ароматичні вуглеводні з високою концентрацією.

Для переробки важких, сірчистих нафт необхідно ідентифікувати технологічні обмеження, що існують на багатьох технологічних установках, наявних у схемі НПЗ. Очевидні технологічні обмеження будуть виявлені на установках атмосферної перегонки й коксування. Більше тверді вимоги специфікацій на нафтопродукти значно ускладнюють цю проблему [1].

Автомобільні палива, повинні задовольняти твердим вимогам специфікацій на зміст сірки, які набувають чинності в 2009 р. Сполучення всіх цих проблем диктує необхідність розробки конверсійних проектів, що забезпечують добре продуману й високо надійну конфігурацію технологічних установок. Технічні вимоги для досягнення глибокої конверсії важкої нафти в екологічно чисті продукти охоплюють комплекс проблем, пов'язаних з удосконалюванням технологій, конструкторських матеріалів для нафтозаводського встаткування, а також зі стимулами для розширення допоміжних пристроїв і зміни інфраструктури НПЗ. Успішні програми перекладу на переробку важкої нафти повинні враховувати як різні аспекти особливостей хімізму процесів, так і тверді вимоги специфікацій на екологічно чисті транспортні палива.

Високоскладні НПЗ мають повний набір технологічних установок, послідовно зв'язаних для конверсії висококиплячого сірчистої сировини в

					ДП 96.01.ПЗ	Арк.
						5
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата	

чисті продукти. Особливого значення набувають так звані конверсійні процеси: крекінг у псевдозрідженому шарі гідрокрекінги термічне коксування. Принцип дії цих установок полягає а розриві великих молекул і в їхньому перегрупованні в дрібні сполуки, більше придатні до застосування як компоненти змішання деяких товарних палив. До іншого набору технологічних щаблів ставляться вторинні процеси, спрямовані на видалення сірки й коректування водню з метою задоволення вимозі специфікації по октановим характеристиках бензину або висоті не полум'я, що коптить, для реактивних палив. Схеми НПЗ із максимально можливим виходом екологічно чистих автомобільних палив інтегрують процеси конверсії з технологіями гідроочищення [2].

Для НПЗ цього типу, що планують збільшення об'єму переробки важких нафт, буде потрібно розширення потужностей установок і процесів вторинної переробки. Заводи, на яких переробляють більші об'єми що крекінгуються залишків звичайних нафт і нетртрадиційних важких нафт, можуть знадобитися додаткові технології й установки. Наприклад, у сировині що крекінгується, початково отриманому із фракції важкої нафти, відсутнє правильне співвідношення атомів водню й вуглецю, необхідне для одержання високоякісних палив. Для облагороджування цих важких і середніх нафт необхідне виробництво водню і його введення в проміжні продукти установок первинної переробки. Для НПЗ низького ступеня складності, у схемі яких немає конверсійних установок і засобів доочищення необхідно втриматися (або обмежити) змішання важких нафт з більше легеньми, менш сірчистими нефтями, які продаються по найвищих цінах.. У міру підвищення цін на нафту знижується споживання залишкового котельного палива.. За сучасними оцінками такі НПЗ на кожному барелі природного котельного палива втрачають більше, ніж коштувала вихідна сировина.

НПЗ більше високої складності уникають цих втрат завдяки конверсійним установкам (як правило, установкам уповільненого

										Арк.
										6
Змрк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

ДП 96.01.ПЗ

коксування), на яких потенційні барелі котельного палива перетворюються в дизельне паливо, реактивне паливо або бензин, що дають більший прибуток. Якщо підприємство малої складності встановлює додаткові потужності для конверсії залишкової сировини, то вони зобов'язані впровадити весь набір технологій нових продуктів, що забезпечують повне очищення, конверсії для одержання чистих товарних палив [1].

Інвестиції в переробку важких сірчистих нафт на НПЗ можуть забезпечити потенційний прибуток. Добре продумане техніко–економічне дослідження припускає глибоке вивчення хімізму нетрадиційної більше дешевої нафти ще до ухвалення рішення про програму реконструкції НПЗ. Дослідження починається з вивчення фізичних властивостей потенційних імпортованих нафт. Додаткове введення значних об'ємів нетрадиційних нафт на існуючому заводі дозволить виявити обмеження існуючих основних технологічних об'єктів, зокрема: установок атмосферної перегонки, первинної конверсії залишкової сировини, крекінгу газойлю, вторинного гідроочищення й інфраструктури, включаючи постачання воднем і обробку сірки. Стратегія проекту розширення виробництва за рахунок залучення в переробку важких нафт повинна ґрунтуватися на глибокому вивченні проблем пов'язаних з “ефектом масштабу”. Будівництво основних установок для конверсії залишкової сировини й важкого газойлю коштує дорого, але витрати на це будівництво розраховуючи на один барель знижуються в міру збільшення розміру установки. Економічно привабливі проекти, які передбачають переробку не менш 20 тис. барр./добу. додаткової важкої сировини. У рамках будь–якої існуючої загальної технологічної конфігурації НПЗ можливі деякі варіанти стратегій розширення обсягу виробництва [3].

При неглибокій переробці нафти по паливному варіанті перегонка її здійснюється на установках АТ (атмосферних трубчатках); при глибокій переробці – на установках АВТ (атмосферно–вакуумних трубчатках)

									ДП 96.01.ПЗ	Арк.
										7
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

паливного варіанта й при переробці по масляному варіанті – на установках АВТ масляного варіанта. Якщо установки АТ мають тільки атмосферний блок, то установки АВТ – блоки атмосферної й вакуумної перегонки нафти й мазуту відповідно. Іноді будують установки ВТ (частіше як секції маслблоку або для одержання залишкового бітуму).

Залежно від варіанта переробки нафти одержують різний асортименти паливних і масляних фракцій, а на установках АТ при неглибокому паливному варіанті одержують компоненти моторних палив і в залишку мазут (котельне паливо) [2].

По глибокому паливному варіанті на атмосферному блоці одержують бензинові, гасові й дизельні фракції, а мазут піддають подальшій переробці на блоках вакуумної перегонки з виділенням широкої дистиллятної фракції й гудрону з наступним їх крекінгуванням.

Перегонка нафти на сучасних атмосферних установках і на атмосферних секціях комбінованих установок здійснюється різними способами. Основні з них наступні: однократний випар в одній ректифікаційній колоні; дворазовий випар у двох послідовно розташованих колонах; перегонка з попереднім випаром легких фракцій у колоні попереднього випару (випарнику), або евапораторі. По цих схемах експлуатується велике число потужних технологічних установок АВТ індивідуальних і комбінованих.

1.2 Теоретичні основи процесу ректифікації

Основним процесом первинної переробки нафти є первинна або пряма перегонка, що відбувається із застосуванням дистиляції й ректифікації. Перегонка може бути здійснена одноразовим, багаторазовим або послідовним випарюванням.

При одноразовим випарюванні протягом усього часу нагрівання суміші продуктів до певної кінцевої температури створені пари не виводяться із системи й залишаються в контакті з рідиною. Тут створені пари один раз

										ДП 96.01.ПЗ	Арк.
Змрк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата						8

відділяються від рідини. При багаторазовому здійсненні процесу поділ фаз проводиться в кілька прийомів. Багаторазове випарювання складається з повторного процесу одноразового випарювання [4].

Спочатку відбувається відділення пар від рідини, а потім на іншому щаблі – рідка фаза, що залишилася при видаленні пар у першому щаблі, знову випарюється. При послідовному випарюванні пари. Який виникає, у міру його утворення безперервно виводиться з перегінного апарата.

Процес одноразового випарювання має переваги перед послідовним випарюванням. При одноразовому випарюванні низькокиплячі фракції, що переходять у пару, залишаються в апаратах, зменшують парціальний тиск що випарюються висококиплячих фракцій. При послідовному випарюванні, навпаки, легкі фракції відганяються спочатку, а потім важкі. Тому легкі фракції, які перетворилися в пару й були виведені з апарата, не впливають на температуру кипіння важких фракцій.

Сама по собі перегонка – однократний випар взаємнорозчинних рідин з наступною конденсацією пар, після чого виходить дві фракції: легка, у якій утримується більше низькокиплячих компонентів, і важка, у якій утримується менше низькокиплячих компонентів чим у вихідній сировині. При перегонці відбувається збагачення однієї фракції низькокиплячих, а іншої – висококиплячими компонентами. Однак досягти необхідного поділу перегонки не можна. Тому після однократного випару нафтові фракції піддаються ректифікації.

Ректифікацією називається дифузійний процес поділу рідин, що розрізняються по температурі кипіння, за рахунок протиточного багаторазового контактування пар і рідини.

Контактування пар і рідини здійснюється в ректифікаційних колонах, постачених тарілками або насадками. Вони дозволяють створювати тісний контакт між парою, що піднімається нагору по колоні й рідиною, що стікає в низ [5].

									ДП 96.01.ПЗ	Арк.
										9
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

У середню частину у вигляді пари, рідини або парорідинною суміші подається сировина, яких необхідно розділити на дві частини – висококиплячі й низькокиплячі. Зона куди подається сировину називається евопарційної. У колоні через кожну тарілку проходить 4 потоки:

- 1) рідина – флегма, що стікає зверху;
- 2) пари, що надходять із нижньої тарілки;
- 3) флегма що вирушає на нижню тарілку;
- 4) пари, що піднімаються на вищерозміщену тарілку.

Умовою роботи колони є різниця температур велике високе в низі колони й великої низьке вгорі колони. Це досягається веденням гострого зрошення на верхню тарілку й веденням підігрітої в нагрівачі частини кубового залишку.

Способи регулювання температурного режиму колон ректифікації.

Для регулювання температурного режиму атмосфера колони зазвичай має вгорі гостре зрошення й потім по висоті декілька проміжних зрошень

– циркуляційних або гострих з переохолодженою флегмою.

З проміжних зрошень частіше застосовують циркуляційні зрошення, що розташовуються зазвичай під відбором бічного погону (тип в) або що використовують відбір бічного погону для створення або що використовують відбір бічного погону для створення з повернення пари у відпарній секції (тип б). Проміжне гостре зрошення (тип г) передбачає відбір всієї рідини з бічним погоном, охолодження частини рідини й повернення її в колону нижчі за крапку відбору. Можлива подача проміжного гострого зрошення проміжного гострого зрошення після відділення легених фракцій (тип д).

Використання тільки одного гострого зрошення вгорі колони не економічно, оскільки низькопотенційне тепло мало придатне для регенерації теплообміном. Крім того, у цьому випадку витрата потоків пари й

										Арк.
										10
Змрк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

ДП 96.01.ПЗ

рідини змінюється значно по висоті колони. При проміжному зрошуванні раціонально використовується практично всі тепло колони для підігріву нафти, вирівнюються навантаження по висоті колони, тим самим збільшується продуктивність колони, забезпечуються оптимальні умови роботи тарілок у всіх секціях колони. забезпечуються оптимальні умови роботи тарілок у всіх секціях колони. забезпечуються оптимальні умови роботи тарілок у всіх секціях колони.

Аналіз роботи промислових колон показує, що в атмосферній колоні для перегонки нафти повинні бути одне або два проміжні циркуляційні зрошування, оскільки третє трохи збільшує коефіцієнт використання тепла й у лежачих вище секціях колони й ускладнює технологічну схему установки.

Частина ректифікаційної колони, що розташована вище уведення сировини називається концентраційної, а нижче – відгінної. В обох частинах колони відбувається той самий процес ректифікації.

Для здійснення процесу ректифікації в колоні необхідно створити висхідний потік пар і спадний потік рідини. Перший потік створюється за рахунок теплоти, що подається у відгінну частину колони, другий за рахунок зрошення, що вводиться в концентраційну частину.

Найпоширенішим методам виділення фракцій з мазуту є перегонка у вакуумі. Вакуум знижує температуру кипіння вуглеводнів і тим самим дозволяє відібрати дистилят, що має температуру кипіння до 500⁰С.

Кінцеве нагрівання мазуту до 420⁰С супроводжується деяким крекінгом вуглеводнів, але якщо одержувані дистиляти потім піддаються вторинним методам переробки, то присутність слідів неграничних вуглеводнів не робить істотного впливу [5].

Існуючими методами вдається підтримати залишковий тиск у колоні 5 – 10 мм рт.ст. найбільш різке зниження температури кипіння спостерігається при тиску нижче 40 мм. отже, доцільно застосувати найбільш глибокий вакуум, який тільки можна створити існуючими методами. Глибина вакууму

										Арк.
										1
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

ДП 96.01.ПЗ

залежить від конструкції вакуумстворюючої апаратури. Чим нижче вакуум, тим нижче температура перегонки мазуту.

Особливості перегонки з водяною парою.

Для підведення додаткового тепла в низ атмосферної колони промислових установок перегонки нафти такі способи, кип'ятильник з паровим простором або «гарячий струмінь», неприйнятні унаслідок низької термостабільності кубового залишку – мазуту [5].

У зв'язку з цим з метою створення необхідного парового зрошування у відгінної секції цих колон, а також випаровування (відпарювання) низькокиплячих фракцій нафти (що потрапляють у залишок в умовах одноразового випаровування в секції живлення) на практиці широко застосовують перегонку з подачею водяної пари.

При введенні водяної пари у відгінну секцію парціальний тиск пари знижується й створюються умови, при яких рідина виявляється як би перегрітою, що викликає її випаровування. При цьому теплота, необхідна для відпарювання пари, віднімається від самої рідини, у зв'язку з чим вона охолоджується. Випаровування рідини, викликане водяною парою, припиняється, коли пружність пари рідини при пониженні температури знизиться настільки, що стане рівним парціальному тиску. Таким чином, на шкірному теоретичному ступені контакту встановиться відповідне цим умовам рівновага фаз.

Розглянемо докладніше механізм перегонки з подачею водяної пари, що протікає у відгінних секціях і відпарних колонах. Водяна пари, що подається в низ колон, піднімається вгору разом з парами, що утворюються при випаровуванні рідини (кубового залишку або бічного погона), вступаючи на вищерозтошованій тарілці в контакт із стікаючою рідиною .

У результаті тепло – і масообміну в рідині, що стікає з тарілки на тарілку, концентрація низькокиплячого компоненту убуває в напрямі зверху долілиць. У цьому ж напрямі убуває й температура на тарілках унаслідок

										ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата						2

випаровування частини рідини. Причому, чим більша кількість подається водяної парі й нижче його параметри (температура й тиск), тим до нижчої температури охолодіться кубова рідина. Таким чином, ефект ректифікації й дія водяної парі, що випаровується, знижуватимуться на кожній подальшій тарілці. Отже, збільшувати кількість відпарних тарілок і витрату водяної парі доцільно до певних меж. Найбільший ефект випарювального впливу перегрітої водяної парі виявляється при його витраті, рівним 1, 5–2,0% мас. на початкову сировину. Загальна витрата водяної парі в атмосферні колони установок перегонки нафти складає 1, 2–3,5% мас. на сировину, що перегонятьсям [5].

Необхідно вказати на наступні недоліки застосування водяної парі як випарювальний агент:

– збільшення витрат енергії (тепло й холод) на перегонку й конденсацію;

– підвищення навантаження колон по парах, що приводить до збільшення діаметру апаратів і віднесення рідини між тарілками;

- погіршення розумів регенерації тепла в теплообмінниках;
- збільшення опору й підвищення тиску в колоні;
- обводнення нафтопродуктів і необхідність їх подальшої сушіння;
- посилення корозії нафтоапаратури й утворення великих кількостей забруднених стічних вод.

У зв'язку з цим останніми роками у світовій нафтопереробці виявляється тенденція до істотного обмеження застосування водяної парі й до перекладу установок на технологію сухої перегонки .

Вплив водяної пари на процес перегонки:

1) інтенсивно перемішується кипляча рідина, що сприяє випарюванню;

2) збільшується поверхня випарюванням [7].

Технологічна й експлуатаційна характеристика процесу ректифікації.

						ДП 96.01.ПЗ	Арк.
							3
Змрк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата		

Вживані в нафто й газопереробці колони ректифікацій підрозділяються:

- 1) за способом міжступінчастої передачі рідини:
 - з переточними пристроями (з одним, двома або більш);
 - без проточних пристроїв провального типу;
 - 2) за способом організації контакту парогазової і рідких фаз:
 - тарілчасті;
 - насадки;
- роторні.

За типом вживаних контактних пристроїв найбільшого поширення набули тарілчасті, а також колони ректифікацій насадок [5].

Інтенсифікація прямої перегонки нафти спрямована насамперед на підвищення відбору дистиллятчих фракцій (суми світлих у блоці АТ і вакуумних дистиллятів – на ВТ), а також на забезпечення чіткості ректифікації, тобто зменшення накладення температур кінця кипіння попередньої й початку кипіння наступної фракції.

Для реалізації цих завдань в останні роки в ректифікаційних колонах усе ширше використовуються нові, більше ефективні контактні пристрої – регулярні насадки, а також нерегулярні розділові пристрої – каскадні міні–кільця. Ці пристрої дозволяють підвищити ефективність поділу складних вуглеводневих сумішей, пропускну здатність діючих тарілчастих колон, зменшити перепад тиску на один теоретичний щабель поділу, поліпшити якість погонів, що відбираються. На звичайних тарілках пари пробулькують через шар рідини. Насадка ж дозволяє інтенсифікувати тепло– і масообмін за рахунок безперервної поверхневої взаємодії плівки стікаючої рідини й піднімаючихся пар, зменшити віднесення крапель рідини парами.

Область застосування насадок – від вакуумних колон до колон, що працюють при надлишковому тиску 1,2 МПа при поділі газоподібних вуглеводневих сумішей [5].

										ДП 96.01.ПЗ	Арк.
											4
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата						

Приклади підвищення ефективності поділу нафти в атмосферній колоні шляхом використання насадки наведені на мал. 1.2. У колоні, обладнаній клапанними тарілками, обмірюване по методу АТМ накладення температур википання 95 % легкої дизельної (ЛД) і 5 % важкої дизельної (ВД) фракції ЛЕ(5_95) склало 19 °С. Загальний вихід газойлевої (дизельної) фракції близько 20 % на нафту.

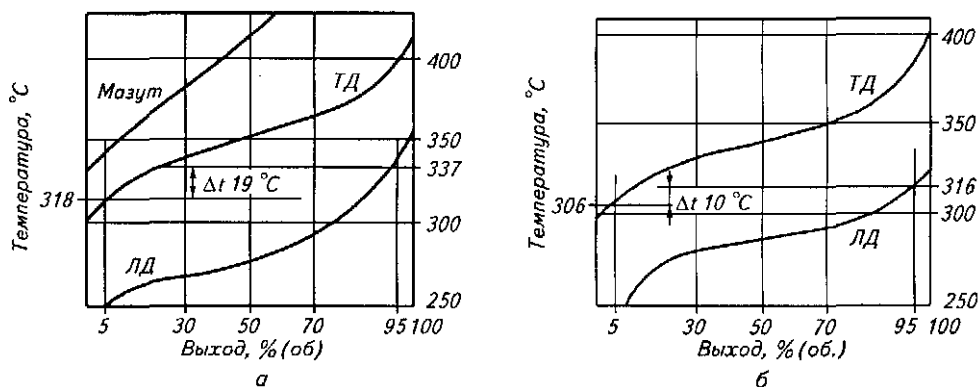


Рис. 1.1. Криві розгони продуктів, отриманих у звичайної тарілчастій (а) і насадочної, (б) колонах.

Переоснащення колони насадкою mellірак дозволяє при незмінному виході поліпшити якість газойлевих фракцій при зниженні накладення фракцій бічних погонів з 19 до 10 °С: температура застигання легкої й важкої дизельної фракції знижується з мінус 5 до мінус 8 ос і з 20 до 10 °з відповідно (у порівнянні з вихідним варіантом без насадки). У той же час використання насадки дозволяє при незмінній якості підвищити сумарний вихід дизельних фракцій на 2 % за рахунок зниження виходу залишку внаслідок меншого тиску в перетині відбору фракції. Таке поліпшення показників процесу обумовлено підвищенням ефективності ректифікації й зменшенням віднесення.

Переоснащення промивної секції колони максимально збільшує її технологічну гнучкість і дозволяє поліпшити якість і підвищити вихід продукту.

При використанні насадки mellipak у вакуумній колоні, що працює по паливному варіанті з одержанням широкої фракції важкого вакуумного газойлю – сировини каталітичного крекінгу, у значній мірі знижується перепад тиску в колоні. Внаслідок цього тиск у зоні випару зменшується з 65 мм рт. ст. (8,7 кПа) до 50 мм рт. ст. (6,7 кПа). Вихід легени газойлю, що остались у мазуті після атмосферної перегонки нафти, збільшується з 3 до 4 % (по-відношенню до харчування колони). Крім того, завдяки насадці поліпшується поділ на легкий і важкий газойлі.

Удосконалений пристрій промивної секції дозволяє зменшити зміст металів і коксівність по Конрадсону в газойлі при мінімальній витраті промивної рідини. Рішення проблеми глибокої вакуумної перегонки (збільшення виходу важкого вакуумного дистиляту) при одночасному поліпшенні його якості досягається шляхом реконструкції вакуумної колони на одному з вітчизняних НПЗ із оснащенням її регулярними насадками фірми Кох–Глитч із розподільниками пари й рідини. Така реконструкція дозволяє також зменшити перепад тиску в колоні й знизити експлуатаційні витрати.

У результаті використання регулярної насадки:

отримано важкий вакуумний дистилят з температурою кінця кипіння 600 °С (сировина каталітичного крекінгу або гідрокрекінгу); сумарний відбір вакуумних дистилятів збільшений на 7,8 % (мас.) на нафту поліпшено якість важкого вакуумного дистиляту; отриманий гудрон з показниками якості дорожнього бітуму; істотно поліпшені енергетичні показники роботи установки.

Таким чином, використання регулярних насадок дозволяє поліпшити показники процесів поділу нафтової сировини як в атмосферної, так і у вакуумній секції установок первинної переробки нафти.

Проведена вбранні вітчизняних НПЗ реконструкція із заміною тарілок на нові, більше ефективні контактні пристрої дозволив підвищити чіткість поділу нафти на фракції, якість фракцій, що відбираються, тобто ступінь

										Арк.
										6
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

ДП 96.01.ПЗ

підготовки сировини для наступних процесів переробки на НПЗ як паливного, так і масляного профілю. При використанні насадок збільшується загальна скривлена поверхня стікаючої рідини в тонкому шарі, у результаті чого зростає ефективність випару цієї рідини й взаємодія з парами [4].

1.3. Апаратурне оформлення процесу. Вибір основних і допоміжних апаратів.

Основні характеристики вакуумних колон

Вакуумна колона призначена для поділу мазуту на широку масляну фракцію й гудрон, а на лисичанському НПЗ по паливному варіанті – призначений для поділу мазуту на залишкову фракцію дизельного палива (фракція до 370 °C), широку фракцію вакуумного газойлю (фракція 360–580°C) і фракцію гудрону (фракція більше 580°C) шляхом нагрівання мазуту до температури 410°C із наступним випаром і ректифікацією в колоні під вакуумом (залишковим тиском до 40 мм. рт. ст.).

По конструкції (Рис. 1.2.) колона відрізняється від інших тем, що її відгінна й верхня секція концентраційної частини звужені. Це виправдано, тому що об'єми пар у верхній і відгінній частинах значно менше, ніж у середній випарній секції колони. Щоб забезпечити необхідний підбір на насоси, що відкачують гудрон з низу вакуумної колони, колону встановлюють на високому залізобетонному постаменті.

Рис. 1.2. Вакуумна колона:

1 – штуцер для регулятора рівня; 2 – уведення нижнього циркуляційного зрошення (гарячого); 3 – висновок нижнього циркуляційного зрошення; 4 – висновок середнього циркуляційного зрошення (надлишок його – широка масляна фракція); 5 – муфти для установки вакуумметра; 6 – вихід верхнього циркуляційного зрошення; 7 – вихід пар у вакуумстворюючу апаратуру; 8 – воздушник; 9 – сітчастий відбійник; 10 – уведення верхнього циркуляційного зрошення (охолодженого); 11 – уведення середнього циркуляційного зрошення (охолодженого); 12 – уведення середнього циркуляційного

						ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата		7

зрошення (гарячого); 13 – уведення нижнього циркуляційного зрошення (охолодженого); 14 – штуцер для промивання сітчастого відбійника; 15 – вхід мазуту з печі П-П- 3; 16 – штуцер для подачі пари: 17 – вихід гудрону.

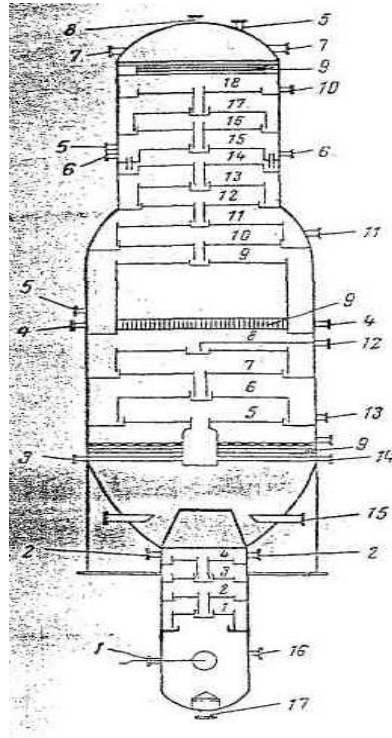


Рис. 1.2. Вакуумна колона:

Таблиця 1.1 Основні технологічні характеристики вакуумної колони

Призначення	Вакуумна колона
Температура, С	
верхнє перетин	100
середнє	300
нижнє перетин	360
Тиск, кгс/см ²	
верхнє перетин	60
середнє	80
нижнє перетин	90
Відстань між тарілками, мм	
верхнє перетин	700
середнє	900
нижнє перетин	900
Діаметр колони, мм	
верхнє перетин	6400
середнє	9000
нижнє перетин	4500

Тип тарілок	Клапанно–прямоточні
Число тарілок	18

У вакуумних колонах застосовуються клапанно–прямоточні тарілки, що представляють собою полотна певної товщини із круглими отворами, що прикриваються клапанами. Під дією пар клапани піднімають у гніздах на певну висоту. У відмінності від тарілок, що працюють у статичному режимі (жолобчастих, S – образних і буд.р.), клапанні тарілки працюють у динамічному режимі. Рухомий клапан 2 (Рис.1.3), установлений над проходом для пар, залежно від парового навантаження, піднімаючись або опускаючись, регулює площа вільного перетину тарілки. Цим самої вдається підтримувати найкращий режим ректифікації в досить широкому інтервалі навантажень.

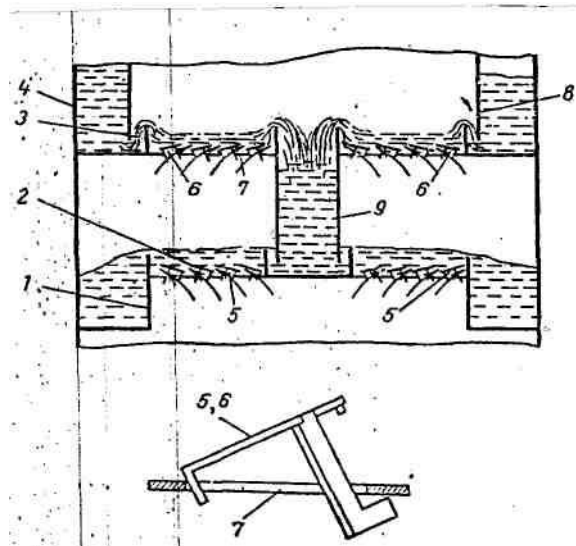


Рис. 1.3. Конструкція двохзливний клапанно–прямоточної тарілки з переливними пристроями:

1 – зливальна перегородка; 2 – клапан; 3 – затворна планка; 4 – корпус колони; 5, 6 – тарілки; 7 – полотно клапанної тарілки; 8 – бічна кишень; 9 – центральна кишень.

Перелив флегми з тарілки на тарілку відбувається через звичайні зливальні пристрої, як і для ковпачкових і жолобчастих тарілок. Робота тарілки протікає в такий спосіб (Рис. 1.4).

										Арк.
										9
Змрк	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

ДП 96.01.ПЗ

Рис. 1.4 Схема роботи однозливальної тарілки:

- 1 – шар спіненої рідини;
- 2 – дисперсний шар пари й рідини;
- 3 – рідка фаза.

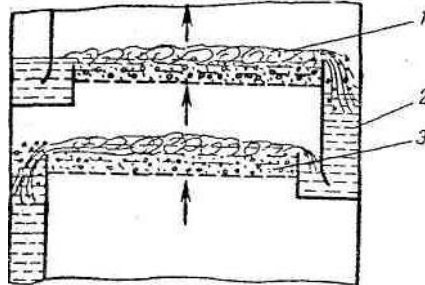


Рис. 1.4 Схема роботи однозливальної тарілки:

Надлишок рідини, що надходить зі зливальної склянки з вищерозміщеної тарілки, заповнює кишень тарілки й з нього розподіляється по всьому її полотну. Пари, що надходять знизу, барботують через рідину, утворюючи спінений шар; при цьому заданій витраті змішай пар відповідає певний ступінь відкриття прорізів клапанів. Висота підйому клапанів залежить від витрати суміші пар. При неповнім відкритті клапанів їхнє положення хитливо – по всій площині тарілки клапани як би «дихають», роблячи вертикальні коливання.

Для забезпечення рівномірної роботи клапанних тарілок висота зливальної планки встановлюється 50 мм над рівнем тарілки, що забезпечує висоту статичного рівня рідини на тарілці в межах 70–100 мм.

Важливою умовою для стабільної роботи тарілок є правильний монтаж. Ущільнення конструкцій тарілок проводиться за допомогою прокладок. Після складання секцій клапанної тарілки її вивіряють у горизонтальній площині за рівнем води. Діючими нормами допускається відхилення площини тарілок від горизонталі не більше ніж на 3 мм.

Досвід експлуатації клапанних тарілок показує ще деякі недоліки як у конструкції, так і в технології виготовлення їх – при оглядах виявлене

									Арк.
									20
Змрк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата				

ДП 96.01.ПЗ

випадання клапанів із гнізд, зависання їх у відкритому положенні й ін. однак при експлуатації високопродуктивних вакуумних установок клапанно—прямочні тарілки є найефективнішими [6].

Схеми зрошення вакуумних колон визначають як відбір і якість продуктів, так і стабільність режиму роботи. Однією з істотних особливостей вакуумних колон є використання верхнього зрошення, призначеного для повної конденсації пар, тому верхня секція часто називається конденсаційною. Для повної конденсації пар угорі вакуумної колони (у порівнянні з атмосферної) потрібно значно більше тарілок циркуляційного зрошення, щоб забезпечити ті ж значення тепла конденсації.

Для розрахунку числа конденсаційних тарілок верхнього зрошення – ВЦЗ (пт) рекомендується наступна залежність:

$$n_{\text{т}} = Q(\text{ВЦО}) / f_{\text{б}} q_{\text{ц}} \quad ,$$

де $Q(\text{ВНО})$ – кількість тепла, що відводиться ВЦЗ, кДж/год;

$f_{\text{б}}$ – площа дзеркала барботажу однієї тарілки, м² ;

$q_{\text{ц}}$ – припустима теплова напруженість дзеркала барботажу тарілки, кДж/(м²*ч).

Для створення максимального температурного напору й рівномірного навантаження на тарілки ВЦО рекомендується схема порціонної подачі охолодженої флегми. Передбачається, що при такій схемі, крім поглиблення конденсації й скорочення втрат зверху колони, забезпечується гнучкість і стабільність режиму верху колони й вакуумстворюючого пристрою. При проектуванні іноді не враховують специфіку роботи конденсаційної частини вакуумної колони. Це часто приводить до загального недоліку істотних високопродуктивних вакуумних колон – недостачі флегми для повної конденсації й підтримки потрібної температури вгорі конденсаційної секції.

Проміжне циркуляційне зрошення (ПЦЗ) майже у всіх вакуумних колонах створюється за рахунок подачі частини охолодженого виведеного бічного погону на кілька тарілок вище його висновку. У вакуумних колонах

					ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата	21

вторинної перегонки широкої масляної фракції (ПЦЗ) часто працює індивідуально, під тарілкою висновку бічного погона.

Кількість ПЦЗ повинне визначатися виходячи з того, яке число бічних погонів і в якій кількості виводиться з колони (або яке співвідношення кількостей цих погонів), а також виходячи з вимоги до якості. При цьому кількість ПЦЗ визначає й об'єм пар у максимально навантаженому перетині колони. У багатьох проектах нижнє циркуляційне зрошення – НЦЗ – розташовується на самих нижніх тарілках концентраційної секції колони або на дві – три тарілки вище секції уведення сировини. НЦЗ відіграє роль конденсатора змішання і його не слід поміщати поблизу уведення сировини, тому що конденсуються й прохолоджуються не тільки важкі, але й цільові компоненти (при однократній конденсації складної суміші в рідку фазу можуть перейти практично всі компоненти сировини). Для того, щоб звести до мінімуму конденсацію й різке охолодження пар сировини, нижня крапка відводу тепла з колони за допомогою НЦЗ повинна розташовуватися не менш чим на 4 – 5 тарілок вище евапораційного простору.

Особливість роботи паливних вакуумних колон, як уже говорилося раніше, є необхідність виділення широкої фракції 350 – 550°C и чіткість відділення її як від голівки (< 350 °C), так і від залишку. Вихід широкої фракції становить звичайно 40 – 60 % від мазуту.

У цей час у Росії й за рубежом велика увага приділяється створенню насадочних вакуумних колон. На НПЗ колишнього СРСР конкурують кілька фірм: Koch – Glitch, Sulzer, Norton, Вниинетемаш, ЗАТ «Пиро» і інші, які поставляють фактично однотипні насадки у вигляді пакетів насадочних секцій. Насадки дозволяють різко зменшити перепад тиску від перетину харчування до верху колони, що позитивно відбивається на відборах дистилатів і їхньої якості в результаті збільшення частки випару в перетині харчування й підвищення чіткості фракціонування. Ефективність насадочних колон у значній мірі визначається організацією рівномірного зрошення

									ДП 96.01.ПЗ	Арк.
Змк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					22

насадки рідиною по всьому перетині вакуумної колони. Це досягається розробкою спеціальних зрошувальних колекторів подачі рідини, установкою проміжних між насадочними секціями усереднювальних перегородок, усереднювальних тарілок. Насадки краще працюють у тих місцях, у яких практично виключається відкладення на їхній поверхні яких – або опадів – засмоління, закоксування. Досвід експлуатації насадочної вакуумної колони на Киришском НПЗ показав, що насадки над перетином харчування піддаються закоксуванню. Накоковані насадки ремонту не підлягають.

Таким чином, там, де можливе забивання й закоксуванню пристроїв що фракціонують, оптимальним є сполучення насадок із традиційними відбійниками й тарілками [6].

Вакуумна (глибоковакуумна) перегонка мазуту в насадочних колонах

В останні роки у світовій нафтопереробці усе більше широкое поширення при вакуумній перегонці мазуту одержують насадочні контактні пристрої регулярного типу, що володіють, у порівнянні з тарілчастими, найбільш важливою перевагою – досить низьким гідравлічним опором на одиницю теоретичної тарілки. Це достоїнство регулярних насадок дозволяє конструювати вакуумні ректифікаційні колони, здатні забезпечити або більше глибокий відбір газойлевих (масляних) фракцій з температурою кінця кипіння аж до 600 °С, або при заданій глибині відбору істотно підвищити чіткість фракціонування масляних дистилатів.

Застосовувані в цей час високопродуктивні колони з регулярними насадками по способі організації відносного руху контактуючих потоків рідини й пара можна підрозділити на наступні 2 типи:

- а) протиточні;
- б) перехрестні.

Протиточні вакуумні колони з регулярними насадками конструктивно мало відрізняються від традиційних малотоннажних насадочних колон: тільки замість насадок насипного типу встановлюються блоки або модулі з

									ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					23

регулярної насадки й пристрою для забезпечення рівномірного розподілу рідинного зрошення по перетині колони. У складних колонах число таких блоків (модулів) дорівнює числу фракцій мазуту, що відбираються [6].

На Рис.1.5. представлено принципову конструкцію вакуумної насадочної колони протиточного типу фірми Гриму (ФРН). Вона призначена для глибоковакуумної перегонки мазуту з відбором вакуумного газойлю з температурою кінця кипіння до 550°C. Відзначаються наступні достоїнства цього процесу:

- висока продуктивність – до 4 млн. т/г по мазуті;
- можливість одержання глибоковакуумного газойлю з температурою кінця кипіння більше 550 °С з низькими коксівністю (менш 0,3 % мас.) і змістом металів (V+10Ni+Na) менш 2,5 ppm;
- знижена (на 10–15 °С) температура нагрівання мазуту після печі;
- більш ніж у два рази зниження втрати тиску в колоні;
- істотне зниження витрати водяної пари на відпарювання.

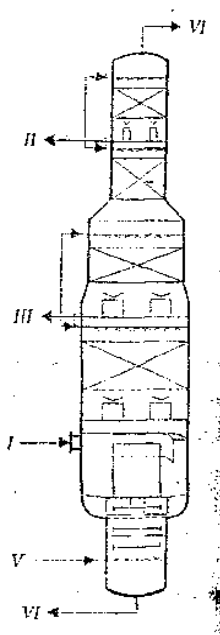


Рис.1.5. Принципова конструкція протиточною насадочної колони фірми Гриму (ФРН):

										Арк.
										24
Змрк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

ДП 96.01.ПЗ

I – мазут; II – легкий вакуумний газойль; III – глибоковакуумний газойль; IV – гудрон; V – водяна пара; VI – гази й пари до вакуумстворюючої системи.

На Шведському НХК (ФРН) експлуатуються дві установки цієї фірми продуктивністю по 2 млн.т/г по мазуті. Вакуумна колона обладнана регулярною насадкою типу «Перформ – Грид». Тиск у верху й зоні харчування колони підтримується відповідно 7 і 36 гпа (5,2 і 27 мм.рт.ст.).

На ряді НПЗ розвинених країн експлуатуються аналогічні високопродуктивні установки вакуумної (глибоковакуумної) перегонки мазуту, обладнані колонами з регулярними насадками типу «Глитч –Грид».

На деяких НПЗ введена й успішно функціонує принципово нова високоефективна технологія вакуумної перегонки мазуту в перехрестних насадочних колонах.

Гідродинамічні умови контакту парової й рідкої фаз у перехрестних насадочних колонах (ПНК) істотно відрізняються від таких при протитечії. У протиточних насадочних колонах насадка займає весь поперечний переріз колони, а пара й рідина рухаються назустріч один одному. У ПНК насадка займає тільки частину поперечного перерізу колони (у вигляді різних геометричних фігур: кільце, трикутник, чотирикутник, багатокутник і т.д.). Перехрестна регулярна насадка виготовляється із традиційних для протиточних насадок матеріалів: плетеної або в'язаної металевої сітки (так звані рукавні насадки), прісечно – витяжних аркушів, пластин і т.д. Вона проникна для пари в горизонтальному напрямку й для рідини у вертикальному напрямку. По висоті ПНК розділена розподільною плитою на кілька секцій (модулів), що представляють собою єдину сукупність елемента регулярної насадки з розподільником рідинного зрошення. У межах кожного модуля організується перехресне (поперечне) контактування фаз, тобто рух рідини по насадці зверху долілиць, а пари – у горизонтальному напрямку. Отже, у ПНК рідину й пари проходять різні незалежні перетини, площі яких

									ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					25

можна регулювати (що дає проектувальникові додатковий ступінь волі), а при противотоке – те саме перетин. Тому перехресний контакт фаз дозволяє регулювати в оптимальних межах щільність рідкого й парового зрощень зміною товщини й площі поперечного переріза насадочного шару й тим самим забезпечити майже на порядок перевищуючу при протитечії швидкість пар (розраховуючи на горизонтальний перетин) без підвищення гідравлічного опору й значно широкий діапазон усталеної роботи колони при збереженні в цілому по апарату принципу й достоїнств протитечії фаз, а також усунути такі дефекти, як захлинання, утворення байпасних потоків, бризкоунос і інші, характерні для протиточних насадочних або тарілчастих колон [6].

Експериментально встановлено, що перехресний насадочний блок конструкції Уфійського нафтового інституту (УНИ), виконаний з металевого сітчатого– в'язаного рукава, висотою 0,5 м еквівалентний одній теоретичній тарілці й має гідравлічний опір у межах усього 1 мм рт. ст. (133,3 Па), тобто в 3 – 5 разів нижче, у порівнянні із клапанними тарілками. Це достоїнство особливо важливо тим, що дозволяє забезпечити в зоні харчування вакуумної ПНК при її встаткуванні насадочним шаром, еквівалентним 10–15 тарілками, залишковий тиск менш 20 – 30 мм рт. ст. (27 –40 ГПа) і, як наслідок значно поглибити відбір вакуумного газойлю й тим самим істотно розширити ресурси сировини для каталітичного крекінгу або гідрокрекінгу. Так розрахунки показують, що при глибоковакуумної перегонці нафт типу Західно – Сибірських вихід важкого вакуумного газойлю 350 – 590 °С складе 34,1 % (на нафту), що в 1,5 рази більше в порівнянні з відбором традиційного вакуумного газойлю 350 – 500 °С (вихід якого становить 24,2%). З іншого боку, процес у насадочних колонах можна здійснити в режимі звичайної вакуумної перегонки, але з високою чіткістю погонорозділення, наприклад, масляних дистилатів. Низький гідравлічний опір регулярних насадок дозволяє «умістити» у вакуумну колону стандартних типорозмірів в 3 – 5

									ДП 96.01.ПЗ	Арк.
										26
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

разів більше число теоретичних тарілок. Можливий і такий варіант експлуатації глибоко –вакуумної насадочної колони, коли перегонка мазуту здійснюється зі зниженою температурою нагрівання або без подачі водяної пари.

Відзначене вище інша перевага ПНК – можливість організації високощільного рідинного зрошення – винятково важливо для експлуатації високопродуктивних установок вакуумної або глибоковакуумної перегонки мазуту, обладнаних колоною великого діаметра. Для порівняння зіставимо потрібне кількість рідинного зрошення стосовно до вакуумних колон протиточного й перехресного типів діаметром 8 м (площею перетину близько 50 м²). При протитечії навіть зниженої щільності зрошення 20 м³/м²год потрібно на зрошення колони 50*20=1000 м³/год рідини, що технічно здійснити не просто. При цьому досить складною проблемою стає організація рівномірного розподілі такої кількості зрошення по перетині колони [8].

У ПНК, на відміну від протиточних колон, насадочний шар займає тільки частину її горизонтального перетину площею на порядок і більше меншу. У цьому випадку для організації рідинного зрошення у вакуумної ПНК аналогічного перетину буде потрібно навіть при щільності зрошення 50мм/год 250м³/ч (50*50*0,1) рідини, що енергетично вигідніше і технічно простіше. На Рис. .1.6. представлено принципову конструкцію вакуумної перехресної насадочної колони, впровадженої на АВТ – 4 ПО «Салаватнефтеоргсинтез».

Колона призначена для вакуумної перегонки мазуту Арланської нафти з відбором широкого вакуумного газойлю – сировини каталітичного крекінгу. Вона являє собою циліндричний вертикальний апарат (раніше бездіяльна вакуумна колона) з розташуванням насадочних модулів усередині колони по квадраті. Діаметр колони 8 м, висота зміцнювальної частини близько 16 м. у колоні змонтоване телескопічне уведення сировини, улита, відбійник і шість модулів з регулярної насадки УНИ. Чотири верхніх модулі призначені для

					ДП 96.01.ПЗ	Арк.
						27
Змрк	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

конденсації вакуумного газойлю, п'ятий є фракціонуючим, а шостий служить для фільтрації й промивання пар. Для зниження крекінгу в нижню частину колони вводиться охолоджений до 320 °С и нижче гудрон у вигляді квенчинга. Оскільки парові й рідинні навантаження в ПНК різні по висоті, насадочні модулі виконані різними по висоті й ширині відповідно до припустимих навантажень по парі й рідині. Передбачено циркуляційне зрошення, рецикл затемненого продукту, надійні міри проти засмічення сітчастих блоків механічними домішками, проти вібрації сітки й проскакування бризкоуносу у вакуумний газойль.

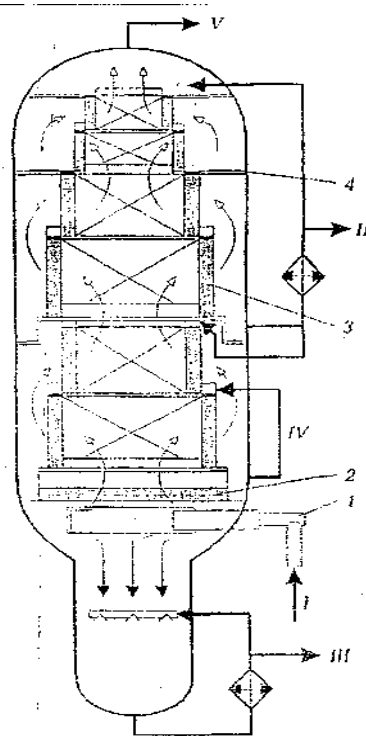


Рис. .1.6. Принципова конструкція вакуумної перехресної насадочної колони АВТ – 4 ПО «Салаватнефтеоргсинтез»:

1 – телескопічна трансферна лінія; 2 – горизонтальний відбійник; 3 – блок перехресної регулярної насадки квадратного перетину; 4 – розподільна плита; I – мазут; II – вакуумний газойль; III – гудрон; IV – затемнений газойль; V – гази й пари у вакуумстворюючу систему.

Тиск у зоні живлення колони склало 20 – 30 мм рт. ст. (27 – 40 ГПа), а температура верху – 50 – 70 °С; конденсація вакуумного газойлю була майже

				ДП 96.01.ПЗ		Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		28

повною: добову кількість конденсату легкої фракції (180 – 290 °С) у ємності – віддільнику води – склало менш 1 т. залежно від необхідної глибини переробки мазуту ПНК може працювати як з нагріванням його у вакуумній печі, так і без нагрівання за рахунок самовипару сировини в глибокому вакуумі, а також у режимі сухої перегонки [6].

1.3.3. Перехресні насадочні колони для чіткого фракціонування мазуту з одержанням масляних дистилатів.

Перехресні насадочні колони (ПНК) залежно від кількості встановлюваних у них насадочних блоків і, отже, від харчування, що досягається в зоні, глибини вакууму можна використовувати в наступних варіантах:

а) варіант глибоковакуумної перегонки з поглибленим відбором, але менш чітким фракціонуванням вакуумних дистилатів, якщо ПНК обладнані обмеженим числом теоретичних щаблів контакту;

б) варіант звичайної вакуумної перегонки, але з більше високою чіткістю фракціонування дистилатів, що відбираються, коли ПНК обладнана більшим числом теоретичних щаблів контакту.

Другий варіант особливо ефективний для фракціонування мазуту з одержанням масляних дистилатів з більше вузьким температурним інтервалом википан за рахунок зниження налягання температур кипіння суміжних фракцій.

На одному із НПЗ Росії («Орскнефтеоргсинтез») проведена реконструкція вакуумного блоку установки АВТМ, де раніше відбір масляних дистилатів здійснюється по типовій двоколонній схемі із двократним випаром по дистилаті з перекладом її на одноколонний варіант чіткого фракціонування мазуту в ПНК. Принципова конструкція цієї колони представлена на рис.1.7.

При реконструкції вакуумної колони було змонтовано 20 перехресних насадочних блоків (із просічно – витяжного листа конструкції УНИ з малим

									Арк.
									29
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата				

ДП 96.01.ПЗ

гідралічним опором), у т.ч. 17 з яких – у зміцнювальній частині, що еквівалентно 10,8 теоретичних тарілок (замість 5,6 до реконструкції).

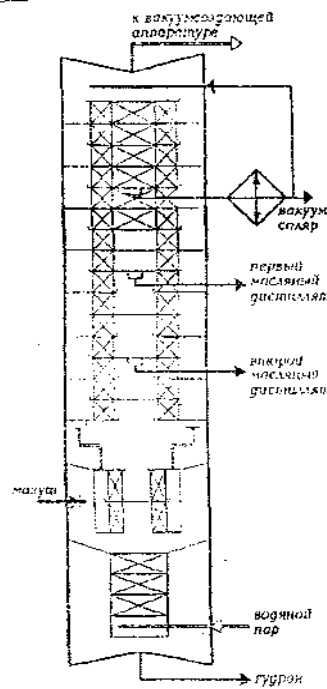


Рис.1.7. Вакуумна перехресна насадочна колона для чіткого фракціонування мазуту на масляні дистиляти (автори розробки К.Ф.Богатих і С.К.Чуракова)

При експлуатації реконструйованої установки АВТМ були отримані наступні результати по роботі ПНК і якості продуктів поділу:

Таблиця 1.2

Показники	До реконструкції	Після реконструкції
Продуктивність	46–48	55
Залишковий тиск, мм.рт.ст.		
на верху колони	40–70	40–60
у зоні живлення	90–126	53–73
Температура, °С		
сировини	365–375	350–360
верха	165–175	165–175
низа	340–355	340–350
Витрата, т/год		
верхнього циркуляційного зрошення	30–35	30–48
водяної пари	0,5–0,8	0,2–0,42
Число теоретичних тарілок у	5,6	10,8

зміцнювальній секції

Продовження таблиці 2.1

Відбір на нафту, % мас.		
1 погон	8,6–9,0	10,0–10,4
2 погон	9,0–9,5	13,0–15,6
Температурний інтервал википання фракцій, °С ($t_{95\%}^k - t_{5\%}^k$)		
1 масляний погон	130–140	100–110
2 масляний погон	150–160	105–125
Налягання масляних фракцій, °С	75–105	27–60
Температура спалаху, °С		
1 масляний погон	175–178	184–190
2 масляний погон	213–217	214–221
гудрон	247–268	260–290
В'язкість при 50°С, сСт		
1 масляний погон	10,5–14	11,7–17
2 масляний погон	35–59	39–60
Колір, ед. ЦНТ		
1 масляний погон	1,5–2	1,5–2,0
2 масляний погон	4,5–5	3,5–4,5

Як видно з наведених вище даних, застосуванням ПНК досягається значна інтенсифікація процесу вакуумної перегонки на установках АВТ. У порівнянні з типовим двоколонним енергоємним варіантом вакуумної перегонки енергозберігаюча технологія чіткого фракціонування мазуту в одній перехресної насадочної колоні має наступні достоїнства:

- виключається зі схеми вакуумної перегонки друга трубчаста піч і друга вакуумна колона з усім супутнім устаткуванням і вакуумстворюючою системою;
- температура нагрівання мазуту на вході в ПНК нижче на 10 – 15 С;
- витрата водяної пари менше в 2 рази;
- масляні дистиляти мають більше вузьку фракційну сполуку: 100–110 замість 130 – 140 °С;
- відбір масляних дистилятів збільшується з 18,5 до 25 % на нафту;

– продуктивність вакуумного блоку збільшується приблизно на 10% [6].

1.3.4. Особливості експлуатації колон.

При експлуатації ректифікаційних колон обслуговуючий персонал регулює відповідні технологічні параметри, найважливішими з яких є температура й тиск.

При підборі температури уведення сировини в колону враховують фракційну сполуку сировини, необхідну глибину відбору дистилатів, якість одержуваних нафтопродуктів. Чим багатше сировина низькокиплячими компонентами, тим нижче за інших рівних умов температура нагрівання сировини при вході в колону. Так, температура на вході в попередній випарник при надлишковому тиску 4,5 кгс/см² становить 210–240 °С, температура відбензиненої нафти на вході в основну атмосферну колону при надлишковому тиску 1,2 кгс/см² становить 350 – 370 °С, а температура нагрівання мазуту при залишковому тиску 60 мм рт. ст. на вході у вакуумну колону становить 400 – 420 С.

Якщо легкокиплячі фракції із залишку випаровуються за рахунок тепла рециркулюючою флегми, що підводиться, або тепла, повідомлюваного через підігрівник, то температура внизу колони повинна відповідати температурі початку однократного випару при тиску низу колони. Якщо легкокиплячі фракції відганяються за рахунок уведення в низ колони водяної пари й тепла нагрітої (гарячої) рідини, то температура внизу колони звичайно буває на 10 – 30 °С нижче температури входу сировини в колону, як наслідок особливостей перегонки з водяною парою. Вибором температури верху ректифікаційної колони задають бажана фракційна сполука ректифікату. Для ректифікаційних колон, де відбувається відділення бензину від нафти, звичайно температура верху буває 120–140 °С, для вакуумних колон, з метою скорочення втрат вакуумного газойлю або масляних фракцій, температуру

										ДП 96.01.ПЗ	Арк.
Змк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата						32

верху підтримують не вище 100 °С. Температуру бічних погонів знаходять по початку кривої однократного випару фракції, що відбирається.

Тиск у колоні є не менш важливою експлуатаційною характеристикою: зі збільшенням тиску температура фракціонування підвищується, а зниження тиску сприяє зменшенню витрати пари для відпарювання відносно легених фракцій із залишкового продукту. Вакуум у колонах дозволяє проводити ректифікацію при більше низьких температурах для нафтопродуктів, що мають високі температури кипіння при атмосферному тиску (наприклад, для мазуту). Розрізняють розрахунковий і робочий тиск. Під розрахунковим розуміють тиск, на яке розраховані корпус колони, штуцери, люки й т.д. робітником називають тиск при заданому (проектному) режимі роботи колони. Робочий тиск не повинне перевищувати розрахункового. Колони, що працюють під високим тиском або, навпаки, у вакуумі, більше складні по виконанню й в експлуатації. У випадку вакууму необхідні спеціальні зовнішні кільця твердості.

Не менш важлива увага приділяється питанням запобігання корозії ректифікаційних колон, тому що вартість колон становить значну частину вартості всього встаткування установки. Крім того, демонтаж і наступний монтаж промислових колон досить трудомісткий. Основними заходами щодо захисту колон високопродуктивних установок від корозії є зниження змісту солей у що переробляються нафтах до 2–3 мг/л і подача в колону разом з нагрітою сировиною розчину кальцинованої й каустичної соди, а також подача у верхню частину колон аміачної води з відповідними інгібіторами. Концентрація содо – лужного розчину й аміачної води ретельно контролюється й не повинне перевищувати припустимих меж, певних технологічним регламентом.

На практиці обслуговуючому персоналу може знадобитися визначити швидкість руху пар у вільному перетині колони або тарілки для порівняння із

										ДП 96.01.ПЗ	Арк.
Змк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата						33

загальноприйнятими: у вакуумних колонах швидкість становить 2,5 –3,5 м/с при відстані між тарілками 610 мм, а також інші перевірочні розрахунки [7].

1.4.Вакуумстворююча апаратура.

Забезпечення певної фракційної сполуки базових масляних фракцій, одержуваних у вакуумній колоні, є однією з умов виробництва на їхній основі високоякісних товарних масел. Частка випару масляних фракцій у перетині харчування багато в чому визначає ефективність роботи вакуумної колони, тому що необхідна кількість тепла для поділу нафтового парового потоку на фракції в основному вноситься в зону харчування із сировиною. Внаслідок обмеження температури нагрівання мазуту (не вище 390–410 ОС) частка випару в зоні харчування залежить від залишкового тиску (глибини вакууму) саме в зоні харчування колони. Необхідною умовою одержання якісних базових масляних фракцій у вакуумній колоні є збільшення їхньої відносної летючості при зниженні залишкового тиску. Зниження загального залишкового тиску у вакуумній колоні відбивається не тільки на чіткості поділу, але й на перерозподілі вуглеводнів масляних фракцій у процесі однократного випару мазуту, тобто безпосередньо на якості масляних фракцій .

Вакуум у посудинах створюється шляхом конденсації пар у замкнутому просторі й відсмоктування газів, що не сконденсувалися, і пар відповідною апаратурою. До вакуумстворюючої апаратури ставляться вакуум – насоси, ежектори, барометричні конденсатори. Вакуум – насоси здійснюють відсмоктування газів, їхній стиск і вихлоп. Розрізняють вакуум – насоси сухі й мокрі, поршневі й ротаційні. Сухі призначені для відсмоктування тільки сухих газів, мокрі – для відкачки газу разом з рідиною. Поршневі сухі вакуум – насоси мають продуктивність 160 – 200 м /хв. і забезпечує залишковий тиск до 30 мм. рт. ст. Ротаційні вакуумні насоси постачені робочим колесом з нерухливими лопатками, вставленими ексцентрично в корпусі насоса.

									ДП 96.01.ПЗ	Арк.
Змк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					34

До певного рівня насос заповнюється водою або іншою рідиною, невогнебезпечної й нероз'їдаючої деталі машин, так, щоб кінці лопаток при обертанні завжди перебували в рідині. При швидкому обертанні колеса вода (рідина) відкидається до стінок корпусу, утворюючи рівномірне водяне кільце. Між лопатками й цим кільцем у силу ексцентричності колеса утворюються неоднакові по об'єму осередку – більші внизу, менші вгорі. Роботу поршнів виконує вода. При першій половині обороту вала осередки збільшуються й через ці отвори засмоктується газ. При другій половині обороту осередки зменшуються, відбувається стиск і вихлоп газів через спеціальні отвори. Глибина вакууму залежить від температури робочої рідини. Тому воду подають із можливо більше низькою температурою, інші рідини прохолоджують у спеціальних холодильниках [7].

Ротаційні вакуум – насоси рекомендують застосовувати там, де усмоктуваний газ не містить сірководню. Перевагою цих насосів є можливість їхньої безпосередньої сполуки з електромотором, що

робить установку компактною. Ротаційні вакуум – насоси марки РМК продуктивністю 720 1800 м³/год створюють вакуум близько 720 мм. рт. ст., споживаючи при цьому потужність 27 – 49 л.с. [8].

Барометричні конденсатори й вакуумні насоси (поршневі, ротаційні, ежекторні або струминні) можна сполучити в різній послідовності:

1) Барометричний конденсатор – ежектор. При цій схемі пари, що відходять із верху вакуумної колони, миттєво конденсуються в барометричному конденсаторі й потім відсмоктуються вакуумним насосом (звичайно паровим ежектором). Залишковий тиск у барометричному конденсаторі залежить від температури води, що відходить, але воно не може бути нижче тиску насиченої водяної пари при даній температурі; отже, вакуум визначається температурою води, що відходить із конденсатора.

Вода з барометричних конденсаторів змішання забруднена нафтопродуктами й сірчистими сполуками – іноді до 5,5 % (мас.) на мазут.

									Арк.
									35
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата				

ДП 96.01.ПЗ

Тому для зменшення забруднених стічних вод на ряді заводів у барометричні конденсатори подається оборотна вода, у результаті знижується витрата свіжої води й зменшується забруднення водою. Однак при цьому трохи підвищуються температура води, що подається в барометричні конденсатори змішання, і витрати на спорудження окремої системи водопостачання.

Простіше й економічно доцільніше замінити барометричні конденсатори змішання трубчастими теплообмінниками – поверхневими барометричними конденсаторами (Рис.1.8.), хоча за технологічними показниками останні істотно уступають конденсаторам змішання. Нафтопродукти, конденсовані в поверхневих конденсаторах, не розбавляються охолодною водою, що полегшує їхнє виділення з конденсату, що збирається у відстійнику й барометричному кільці. Одночасно необхідно вловлювати й використовувати сірководень із парогазової суміші, що викидається після останнього щабля ежектора.

2) Ежектор – барометричний конденсатор. У цій системі пари з верху вакуумної колони подаються безпосередньо в ежектор, і глибина вакууму не залежить від температури води, що виходить із барометричного конденсатора. У результаті створюється глибокий вакуум (залишковий тиск 6,65 – 13,3 ГПа, або 5–10 мм. рт. ст.), і глибина вакууму визначається протитиском на виході з ежектора. Тому для створення глибокого вакууму з'єднують послідовно кілька ежекторів (Рис.1.8). Така система обходиться дорожче першої, тому що ежектор відсмоктує все пари, що йдуть у верхи колони, і в барометричному конденсаторі необхідно конденсувати більшу кількість пар [4].

											ДП 96.01.ПЗ	Арк.
Змрк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата							36

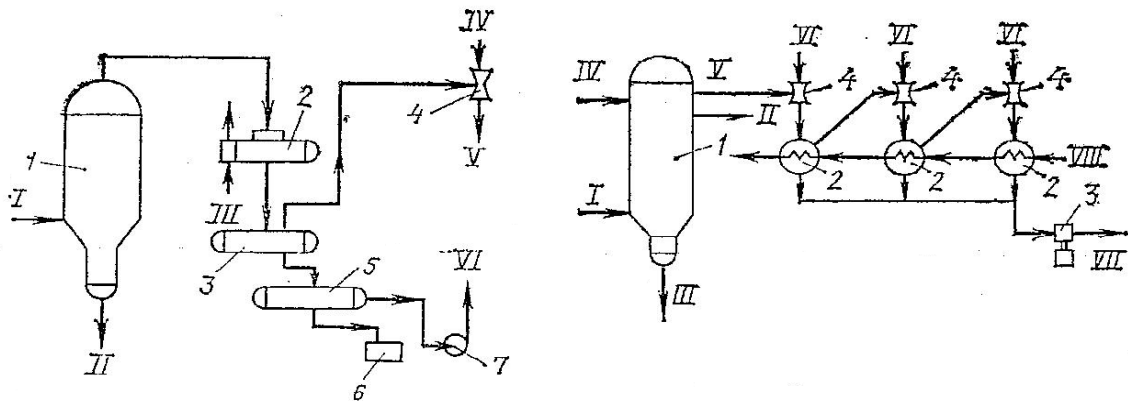


Рис.1.8 Схема створення вакууму в колоні:

1 – вакуумна колона; 2 – поверхневий конденсатор – холодильник; 3 – вакуумний приймач; 4 – пароежекторний вакуумний насос; 5 – відстійник; 6 – барометричний колодязь; 7 – насос;

I – мазут; II – гудрон; III – вода; IV – водяна пара; V – гази й пари в атмосфері; VI – уловлений нафтопродукт.

На розглянутій установці вакуум у колоні створюється поверхневими конденсаторами й ежекторами із проміжними поверхневими конденсаторами. Суміш водяної пари, сірководню й газів розкладання надходить із вакуумної колони спочатку в міжтрубний простір поверхневого конденсатора твердого типу, пристрій якого показано на рис. 1.9.

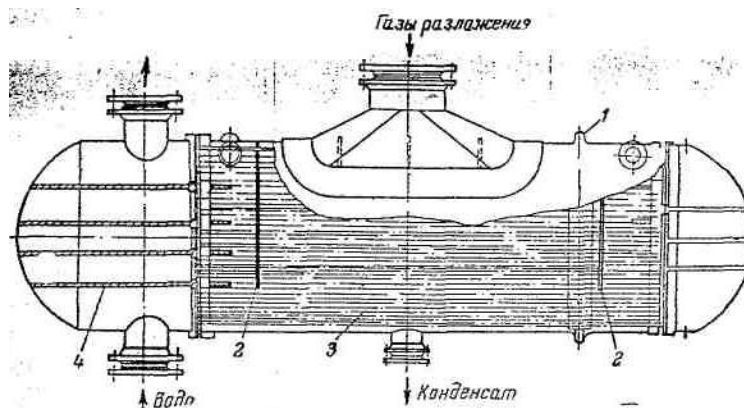


Рис. 1.9. Поверхневий конденсатор твердого типу: 1 – лінзовий компенсатор; 2 – поперечні перегородки; 3 – трубки; 4 – розподільні камери.

По трубному просторі поверхневого конденсатора по восьмипотоковому тракті проходить знизу нагору охолоджена вода. За рахунок охолодження й конденсації пар у міжтрубному просторі поверхневого конденсатора об'єм парової фази різко зменшується й у колоні утвориться вакуум (залишкове тиску 300 – 400 мм рт. ст.).

Для створення й підтримки більше глибокого вакууму в колоні на установці застосовуються тріступінчасті вакуум – насоси типу ПСН 100*40/10–40, які відсмоктують гази, що не сконденсувалися, з поверхневих конденсаторів. Такі вакуум – насоси складаються з ежекторів, проміжних (між щаблями) поверхневих конденсаторів, відводів, трійників і сопів. Принцип дії насосів полягає у використанні кінетичної енергії струменя водяної пари й проміжної конденсації пари охолодної води.

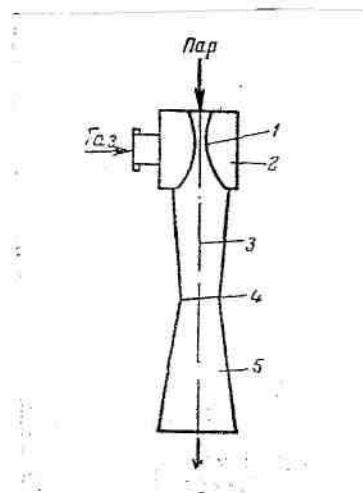


Рис. 1.10. наведено схему пароструминного ежектора:

1 – сопло; 2 – камера усмоктування; 3 – камера змішання; 4 – дифузор; 5 – камера стиску.

Робоча пара минає із сопла 1 з надзвуковою швидкістю. За рахунок турбулентного переміщення вихрових мас парового струменя із часточками навколишнього середовища в камері усмоктування 2 відбувається засмоктування газів, що не сконденсувалися, і збільшення їх у насадку, що звужується, – камеру змішання 3, що служить для більше повного

										Арк.
										38
Змрк	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

перемішування пари з газом. Камера змішання 3 закінчується циліндричною горловиною. З горловини потік пари, змішаний з відсмоктується газом, що, надходить у насадку, що розширюється, – дифузор 4, призначений для перекаду кінетичної енергії потоку в роботу з виштовхування суміші з апарата.

Конденсатори, установлені між щаблями, призначені для конденсації водяної пари попереднього щабля й, таким чином, для зменшення витрати робочої пари на наступні щаблі. Засмоктуючи гази й пари з поверхневого конденсатора, ежектор створює в ньому додаткове розрідження. Сконденсувалися в міжтрубному просторі нафтопродукт і вода приділяються через систему труб у ємність. Кінці труб з поверхневих і проміжних конденсаторів повинні бути уведені в ємність під рівень нафтопродукту й води для створення гідравлічного затвора з метою запобігання засмоктування повітря у вакуумну систему. гази, Що Не Сконденсувалися, розкладання й сірководень із третього щабля ежекторів приділяються для спалювання в топковий простір печі.

Воду в поверхневій й міжступінчасті конденсатори потрібно подавати рівномірно, при незмінному напорі. Температура води не повинна бути вище 28 °С, тому що вакуум у системі визначається тиском пар при температурі виходу її з конденсаторів. Щоб підтримувати тиск водяної пари, що подається на установку, не нижче 10 кгс/см², пара підводять по окремому трубопроводі; температура пари повинна бути не нижче 179 °С.

При експлуатації вакуумстворюючої апаратури виникають наступні неполадки, що негативно позначаються на підтримці необхідного вакууму:

– недостатній тиск (нижче 10 кгс/см²) робітника пари; –засмічення окремих сопів ежекторів;

–недостатній тиск або кількість води, що подається в конденсатори; – висока (вище 28 °С) температура охолодненої води;

										ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата						39

засмічення трубок поверхневих конденсаторів, що знижують коефіцієнт теплопередачі;

– підсмоктування повітря в систему через нещільності обв'язки технологічних трубопроводів [4].

1.5. Теплообмінна й конденсаційно – холодильна апаратура.

Теплообмінниками називають апарати, у яких відбувається нагрівання холодного потоку за рахунок гарячого, що відходить із установки або підмета охолодженню виходячи з вимог процесу. Ефективність експлуатації теплообмінної апаратури впливає на витрату палива й енерговитрат, необхідних для здійснення технологічного процесу. Основні вимоги, пропоновані до експлуатації теплообмінної апаратури, що впливають:

– надійність конструкції, що забезпечує безпечний і тривалий строк експлуатації;

– високі коефіцієнти теплопередачі, що досягаються турбулентним режимом протиточних теплообмінючих середовищ і чистотою поверхні теплообміну;

– припустимі, відносно невеликі гідравлічні опори;

– зручність монтажу й демонтажу трубних пучків і доступність до поверхонь теплообміну для огляду, чищення й ремонту.

На розглянутій установці експлуатуються кожухотрубні чотириходові теплообмінники із плаваючою голівкою. Їхньою відмінною рисою є те, що одна із трубних решіток не прикріплена до корпусу. Внаслідок рухливості цієї решітки всі температурні деформації самостійно сприймаються корпусом і трубним пучком і, отже, не обмежуються по величині. Установлені в розподільній коробці перегородки створюють в апараті необхідне число ходів по трубах (2, 6 і 8). У міжтрубному просторі встановлені поперечні перегородки з вирізами й поворотами по спіралі для підвищення швидкості потоку в міжтрубному просторі. Кожух і пучок труб з решітками й

									ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					40

поперечними перегородками рознімні, а вільна трубна решітка має своє днище й разом з ним становить так звану плаваючу голівку.

На рис. 1.11. показано пристрій кожухотрубного теплообмінника із плаваючою голівкою (поверхня теплообміну 900 м², а діаметр корпуса 1400 мм). Підвищення поверхні теплообміну досягається за рахунок збільшення довжини труб або діаметра корпуса, а також здвоєнням апаратів.

Внаслідок того, що трубки теплообмінників при ремонті очистити легше, ніж міжтрубний простір, по них направляють звичайно рідини, з яких можливі відкладення солей і механічних домішок, а також рідини, схильні до короїдирування апаратури. У міжтрубний простір направляють продукти, що не містять механічних домішок, наприклад нафтові дистиляти, продукти, що займають великий об'єм, наприклад газу або пари, а також суміші, що перебувають при більше низькому тиску. Особливе положення займає вода, що у конденсаторах–холодильниках розглянутої конструкції направляють у трубні пучки з–за схильності до утворення важковидалаємий накипу й наявності механічних домішок [4].

При експлуатації теплообмінників обслуговуючому персоналу необхідно чітко знати призначення й особливості роботи основних деталей теплообмінника, а також особливості його включення в роботу

Корпус теплообмінника відносять до посудин, які необхідно обслуговувати відповідно до правил Держміськтехнагляду. До корпуса апарата приварено по двох опори, якими він установлюється на постамент. Тому що температурні деформації корпуса між опорами можуть досягати декількох міліметрів, одну з опор роблять рухливою.

Розподільна камера теплообмінника служить для розподілу рідини по трубках пучка з метою забезпечення відповідного числа ходів. Внутрішні поперечні перегородки встановлюють так, щоб основний потік рухався зигзаго– або гвинтоподібно. Число поперечних перегородок звичайно

										Арк.
										41
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

ДП 96.01.ПЗ

відповідає числу ходів по трубному просторі; перегородки забезпечують турбулентність потоку, що підвищує коефіцієнт теплопередачі

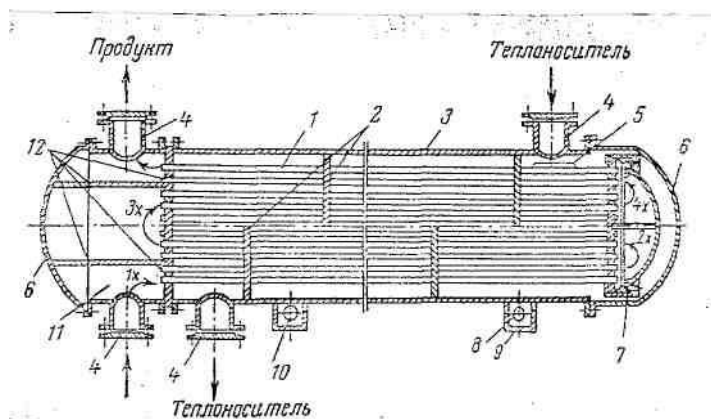


Рис. 1.11. Загальний вид чотириходового теплообмінника із плаваючою голівкою: 1 – трубки; 2 – поперечні перегородки; 3 – корпус теплообмінника; 4 – вхідні й вихідні штуцери; 5 – захисна пластина; 6 – кришки розподільної коробки й плаваючої голівки; 7 – плаваюча голівка; 8 – овальний отвір для «ходу» опори; 9 – рухлива опора; 10 – нерухлива опора; 11 – розподільна коробка; 12 – прокладки.

У кожухотрубних теплообмінниках плаваюча голівка працює в складних умовах, і часто при значних перепадах температур у трубному й міжтрубному просторах болти, що кріплять, плаваючої голівки швидко послабляються й відбувається «видавлювання» ущільнювальної прокладки. З метою запобігання цього останнім часом кришки плаваючих голівок стали з'єднувати із трубною решіткою за допомогою зварювання. Трубний пучок є змінною деталлю теплообмінника. Зношені пучки витягають із корпусу теплообмінника й замінюють новими. При експлуатації в теплообмінниках утвориться шар відкладень із мінеральних солей, продуктів корозії металу, коксу, механічних домішок і т.д., і в міру зниження ефективності теплообміну поверхня труб необхідно очищати від відкладень. Крім давно відомих способів очищення, широко розповсюджених у нафтопереробній промисловості (промивання теплою водою, пропарювання, кислотне й лужне

очищення), на високопродуктивних установках добре зарекомендували себе механічний спосіб очищення за допомогою гідромоніторів (стаціонарним і пересувних) тиском води до 800 –1200 кгс/см² через сопла спеціальної конструкції.

Неправильна експлуатація теплообмінників приводить до порушення технологічного режиму, до перевантаження окремих вузлів і апаратів, що негативно позначається на роботі всієї установки. У середньому на установці АВТ експлуатується більше 70 теплообмінників із загальною поверхнею близько 55 тис. м², тому відношення обслуговуючого персоналу до правил експлуатації апаратів повинне бути дуже серйозним [6].

1.6. Апарати повітряного охолодження.

На високопродуктивних установках для скорочення об'ємів споживаної води широке поширення одержали конденсатори повітряного охолодження. Конденсатори повітряного охолодження зручні в експлуатації, їхнє очищення й ремонт не вимагають більших трудових витрат. Забруднення зовнішньої поверхні конденсаторів повітрям майже не спостерігається навіть в умовах обдування їхнім запиленним повітрям і при великій кількості ребер. Впровадження конденсаторів також важливо з погляду різкого зменшення скидання забруднених стічних вод у ріки й водойми, скорочення втрат нафтопродуктів.

На рис. 1.12. наведено схему конденсатора типу АВГ.

Апарат складається з горизонтальної секції 3 із трубами 4, що мають поперечні решітки для компенсації низького коефіцієнта тепловіддачі повітря. До решіток із трубками кріплять колекторні кришки, до яких приєднують що підводять і відводять трубопроводи. Всі секції укладають і закріплюють на металевій рамі, установленій на опорних стійках 1. До рами й стійок кріплять колектор, через який вентилятор засмоктує повітря, і дифузор 2, що направляє потік повітря на поверхню трубних секцій. Продукт

										ДП 96.01.ПЗ	Арк.
Змк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата						43

проохолоджується повітрям, прогнаним вентилятором через міжтрубний простір.

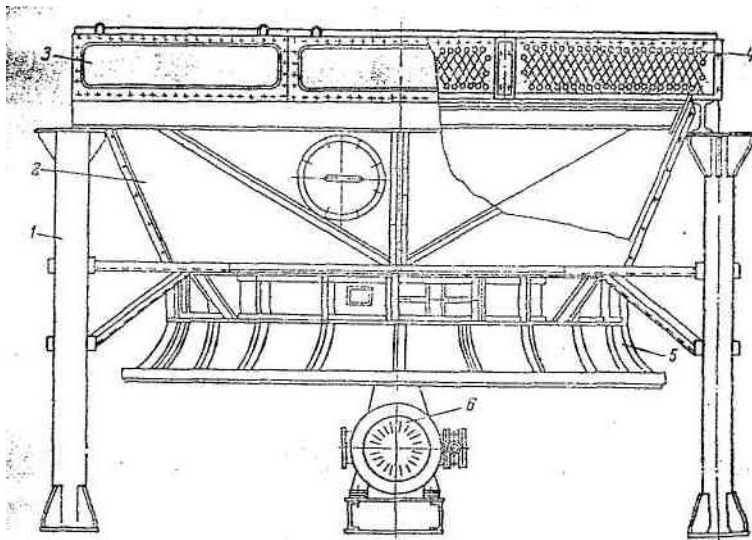


Рис. 1.12. Схема конденсатора повітряного охолодження типу АВГ: 1 – опорні металоконструкції; 2 – дифузор; 3 – секції теплопередавальною поверхні; 4 – труби; 5 – захисний кожух вентилятора; 6 –електропривод.

Застосування двосторонніх електродвигунів дозволяє варіювати режим роботи конденсаторів повітряного охолодження в широких межах. Коли температура повітря настільки низка, що виникає небезпека переохолодження конденсованою рідини, вентилятор прокачує повітря зверху – для цього передбачена можливість реверсування електродвигуна вентилятора. Іноді, особливо при низьких температурах повітря, відключають електродвигун, і конденсатор працює при природній конвекції повітря. При необхідності інтенсифікації й охолодження швидкість повітряного потоку можна змінювати за допомогою жалюзі, установлених над трубними секціями.

Обслуговування конденсаторів полягає в основному в догляді за приводним механізмом. Для безпеки обслуговування в нижній частині конденсатора встановлюють запобіжну плетену сітку. Ремонт конденсатора звичайно утруднень не викликає, що вийшли з ладу труби відключають від системи й підготовляють відповідним чином до ремонту – від'єднують від

					ДП 96.01.ПЗ	Арк.
Змк	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		44

трубопроводів і піднімальним краном витягають із рами, а на їхнє місце встановлюють у зворотному порядку нові секції. При монтажі й ремонті варто звернути увагу на щільність стикування секцій і їхнього прилягання до рами. Наявності в місцях сполуки вузлів зазорів і щілин приводить до втрати 15 – 20 % корисної потужності електродвигуна вентилятора, тому що значний гідродинамічний опір секцій труб дає можливість значної частини повітря проходити через нещільності сполук без бажаного ефекту теплос'єму з охолоджуваного продукту [6].

1.7. Насосне господарство.

На установці застосовують насоси нормального ряду з електричним приводом. Для правильного вибору насосів звичайно орієнтуються на наступні показники:

- продуктивність насоса при температурі перекачування;
- диференціальний напір на прийомі й викиді насоса;
- межі температур, при яких здійснюється перекачування середовища;
- щільність і максимальна в'язкість середовища при температурі перекачування. При підборі електродвигунів до насосів важливим фактором є

вибухонебезпечність середовища, у якій встановлюють електродвигун. Тому залежно від категорії й групи вибухонебезпечної суміші, для якої обране електроустаткування визнане вибухозахищеним, установлені наступні позначення виду виконання електродвигунів:

- вибухонепроникний В;
- маслонаповнений М;
- підвищеної надійності проти вибуху Н;
- продувається при надлишковому тиску П;
- іскробезпечний І;
- спеціального виду С.

По температурі прокачуваної рідини насоси класифікують на:

										Арк.
										45
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

- «холодні», що перекачують рідини з температурою до 200 ° С;
- «гарячі», що перекачують рідини при температурі 200 – 400 ° С.

Літерне позначення «гарячого» насоса, як було раніше сказане, буква Г;

«холодні» насоси не мають літерного позначення.

Конструкція відцентрових насосів і електродвигунів у достатньому ступені відомий. Одним з останніх змін у конструкції відцентрових насосів з'явилася заміна чепцевих ущільнень на торцеві. Одинарні й подвійні торцеві ущільнення забезпечують надійну герметичність устаткування при перекачуванні нафтопродуктів, що досягається за рахунок щільного притискання друг до друга торцевих поверхонь обертової втулки на валу й нерухливій втулці в корпусі насоса.

Насоси установки ЕЛОУ – АВТ – 4 (блоки ЕЛОУ, водяники й насоси, що перекачують розчини реагентів) звичайно розміщують у закритому приміщенні, обладнаним вентиляційними пристроями. Інші насоси, що перекачують нафтопродукти, розміщують під постаментом конденсаційно – холодильної апаратури на відкритій площадці з обігриваються полами, що, у зимовий час. У цьому випадку відпадає необхідність у вентиляції [6].

1.8. Трубчасті печі.

Трубчасті печі є основним нагрівальним апаратом установки. На частку печей доводиться значна частина експлуатаційних витрат, тому вибір і правильна експлуатація їх багато в чому визначають високі техніко – економічні показники всієї технологічної установки. Безпосередньо на вакуумному блоці експлуатується вертикально – смолоскипова піч (П – 3). Найбільша кількість тепла передається в печі шляхом радіації (60 – 80 % від усього тепла), а інше знімається в конвекційній камері. Сировина проходить спочатку через труби конвекційної камери, а потім радіантної для того, щоб при нагріванні підтримувати найбільший температурний градієнт.

На рис. 1.13.. показано поперечний розріз вертикально – смолоскипової печі :

										Арк.
										46
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

ДП 96.01.ПЗ

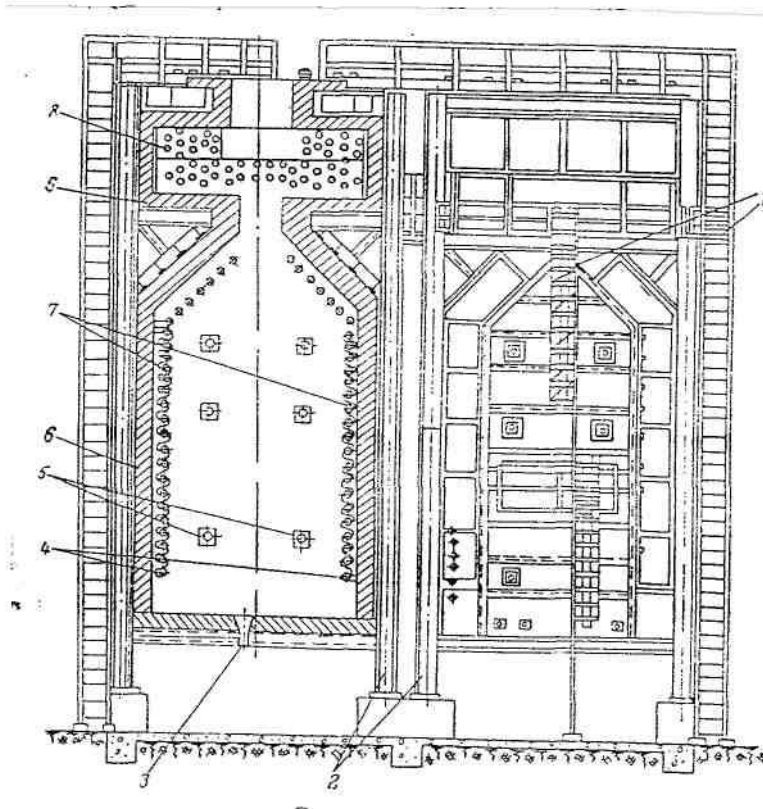


Рис. 1.13. Схема вертикально – смолоскипової печі:

1 – металевий каркас; 2 – залізобетонні стійки; 3 – форсуночні вікна; 4 – підвіски труб; 5 – вибухові вікна; 6 – залізобетонні блоки; 7 – труби радіантної камери; 8 – труби конвекційної камери.

Одним з найважливіших елементів печі є трубний змійовик. Від його стану залежить тривалість безперервної роботи печі, а значить і всієї установки. Трубний змійовик складається з безшовних суцільнотягнутих труб із привареними по краях U-образними відводами. Зношування труб іде із двох сторін: із внутрішньої від корозії агресивними речовинами, що втримуються в сировину, і із зовнішньої – від корозії димовими газами, окалиною й т.д.

При експлуатації печей обслуговуючий персонал повинен підтримувати найкращий режим горіння, добре знати встаткування для спалювання палива, процес підготовки нафти до спалювання.

Для повного згорання палива необхідно створити умови, при яких реакція окислювання буде проходити легко й швидко. Для запобігання

										Арк.
										47
ЗМК	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис	Дата					

ДП 96.01.ПЗ

недопалювання палива в топлення подають повітря більше, ніж потрібно для теоретично повного спалювання. Відношення дійсної кількості повітря, що надходить у топлення, до теоретично необхідного для згорання називають коефіцієнтом надлишку повітря. Звичайно він становить 1,1 – 1,2. Про повноту згорання палива судять по змісту окису вуглецю в димових газах. Дим, що виходить із димаря, повинен бути світлий – сірих кольорів; у такому димовому потоці прилади показують концентрацію двоокису вуглецю близько 12 % і відсутність окису вуглецю.

На установках АВТ звичайно працюють на комбінованому паливі (мазуті й газі), тому від виду палива, що спалюється, залежить і тип форсунки. Для задовільної роботи форсунок їх необхідно стабільно забезпечувати паливом необхідних характеристик (щовідповідає для даного палива температурою, тиском, в'язкістю й т.д.) [6].

										ДП 96.01.ПЗ	Арк.
Змрк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата						48

2. ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Фізико-хімічна характеристика основних, проміжних і кінцевих продуктів

Як сировина установок первинної переробки використовують попередньо підготовлену нафту

До складу нафти входять наступні групи сполук: вуглеводні, гетероатомні сполуки, смоли й асфальтени. Вуглеводні природних нафт представлені трьома групами – алканами, циклоалканами й аренами. Неграничних вуглеводнів (алкенів) у природних нафтах не виявляється, вони утворюються тільки в процесі переробки нафти.

До гетероатомних сполук ставляться сіро-, азот-, кисень- і металлвміщуючі сполуки.

Смоли й асфальтени не є характерною групою хімічних сполук, вони являють собою концентрат високомолекулярних (Менше 1500–2000) сполук, що перебувають у нафті у вигляді колоїдів.

Залежно від сполуки нафти, варіанта її переробки й особливих вимог до паливних і масляних фракцій сполука продуктів установок первинної перегонки нафти може бути різним. Так, при переробці типових східних нафт одержують наступні фракції (з умовними межами википан по переважному змісті цільових компонентів): бензинові н.к. — 140 (180) °З, гасові 140 (180)—240 °С, дизельні 240—350 °С, вакуумний дистилят (газойль) 350—490 °С (500 °С) або вузькі вакуумні масляні погони 350—400, 400—450 і 450—500 °С, важкий залишок > 500 °С — гудрон. [5]

У таблиці 2.1 представлена характеристика вихідної сировини, матеріалів, реагентів, каталізаторів, напівфабрикатів, що виготовляється продукції.

									ДП 96.01.ПЗ	Арк.
Змрк	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						2

Таблиця 2.1 Характеристика вихідної сировини, матеріалів, реагентів, каталізаторів, напівфабрикатів, виготовленої продукції а характеристика вихідної сировини, матеріалів, реагентів, каталізаторів, напівфабрикатів, виготовленої продукції

Найменування сировини, матеріалів, реагентів, каталізаторів, напівфабрикатів, виготовленої продукції	Номер Державного або галузевого стандарту, технічних умов	Показники якості, обов'язкові для перевірки	Норма	Область застосування виготовленої продукції
1	2	3	4	5
2.1 Вихідна сировина				
2.1.1 Нафта сира	ДЕРЖСТАН-ДАРТ 9965	1 Масова частка води для нафт, %, не більше: –1 група –2 група 2 Концентрація хлористих солей мг/дм ³ , не більше: – 1 група – 2 група 3 Масова частка мехдомі–шок для нафт 1 і 2 групи, % 4 Щільність при 20 °С кг/м ³	0,5 1,0 100 300 не більше 0,05 не нормується	Сировина блоку ЕЛОУ установки
2.1.2 Збезводнена нафта з очисних споруджень цеху №25		1. Масова частка води, %, не більше 2. Щільність при 20°С, кг/м ³ Масова частка механічних домішок %, не більше	5,0 не нормується 0,1	Для переробки до 5 об'ємних часток разом із сировою нафтою після підготовки (відстою від води, механічних домішок).
2.1.3 Фракції з межами википан 215–310 (350) °С, 310 (350)–420 °С, 420 °С і вище.		1. Щільність, кг/м ³ 2. Температура спалаху, обумовлена у відкритому тиглі, при 20°С, не менш	не нормується 90	Компонент при готуванні мазуту (розріджувач).
2.2 Реагенти				
2.2.1	Приймають–			Для зниження

Деемульгатори (нафтостворюючі)	ся по паспор- ті постачаль-			сил поверхневого
1	2	3	4	5
“Кемеликс”, “Геркулес” “Дисольван” і інші	ника			натягу нафтоводних емульсій
2.2.2 Розчин содо-лужний		1.Щільність при 20°C, кг/м ³ 2 Масова частка соди й лугу, %	не нормується 1, 0–2,0	Для нейтралі- зації кислих ко- розійних аген- тів у нафті пе- ред колоною К-1 і перетво- рення залиш- кових солей (CaCl ₂ , MgCl ₂) у знесоленій нафті у важко гідролізуючий хлорид натрію (NaCl).
2.2.3 Нейтралізатор корозії “Геркулес” і інші	Приймають- ся по паспор- ті постачаль- ника			Для нейтралі- зації кислих ко- розійних аген- тів (HCl), (H ₂ S) верхніх погонів колон К-1, К-2 Подається раз- ом з лужними розчинами для доведення рН- середовища до 5.5–6.5 од.
2.2.4 Інгібітор корозії “Геркулес” і інші	Приймають- ся по паспор- ті постачаль- ника			Для утворення стійкої захис- ної органічної плівки на внут- рішній поверх- ні шлемових трубопроводів колон К-1, 2, 8 у середовищі із рН 5.5–6.5 од.
2.2.5 Аміак водний технічний	ДЕРЖСТАН- ДАРТ 9	1. Масова частка аміаку, % 2. Щільність при 20°C, кг/м ³	не нормується не нормується	Для готування аміачної води
2.2.6 Аміачна		1. Масова частка	0,05 – 1,0	Для нейтралі-

						ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата		4

вода		аміаку, % 2. Щільність при 20°C,	не нормується	зації кислотних корозійних агентів (HCl)
------	--	---	---------------	--

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
		кг/м ³		верхніх погонів колони ДО-2. (подається при відсутності нейтралізатора корозії).
2.2.7 Розчин їдкого натру		1. Масова частка їдкого натру, % 2. Щільність при 20°C, кг/м ³	5 – 15 не нормується	Для залуговування виведеної бензинової фракції ПК-70 (85) °C.

2.3 Матеріали

2.3.1 Масло індустріальне И-20А	ДЕРЖСТАН ДАРТ 20799-88	1 В'язкість кінематична при 40°C, мм ² /с, 2 Кислотне число, мг КІН на 1 г. масла, не більше 3 Масова частка мехмішок, % мас., 4 Температура спалаху, обумовлена у відкритому тиглі, °C, не нижче 5 Масова частка води не більше	29-35 0,03 відсутність 200 сліди	Застосовується для змащення підшипників кочення насосів, електородвигу- нів, редукторів.
2.3.2 Технічний азот		1 Зміст кисню на вході на установку, % про., не більше	0,4	

2.4 Продукція, що виготовляється

2.4.1 Нафта знесолена		1 Масова частка води, %, не більше 2 Концентрація хлористих солей, мг/дм ³ не більше 3 Щільність при 20°C, кг/м ³	0,1 5,0 не нормується	
2.4.2 Фракція бензинова ПК- 70 °C, прямої перегонки		1. Щільність при 20°C, кг/м ³ , 2. Зміст сірководню 3. Температура кінця кипіння, °C, не більше 4. Вуглеводородна	Не більше 665 Відсутність 75	Сировина установки ізомеризації або компонент автомобільного бензину

					ДП 96.01.ПЗ			Арк.
							5	
ЗМК	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис	Дата			

	За п.8.4 ГСТУ 20.00149943. 011–99 ДЕРЖСТАН ДАРТ 6321 і п.8.3	домішок і води 6 Випробування на мідній пластинці при 100 °С протягом 3–х годин	витримує	
--	--	---	----------	--

Продовження таблиці 2.1

1	2	3	4	5
2.4.7 Фракція дизельна прямогонна	ДЕРЖСТАН– ДАРТ 3900–85 ДЕРЖСТАН– ДАРТ 2177–82	1 Щільність при 20°С, кг/м ³ , не більше 2 Фракційна склад: – 50% переганяється при температурі, °С, не вище – 96% переганяється при температурі, °С, не вище 3 Колір	860 280 370 світлий	Сировина установки гідроочищення дизельних палив ЛЧ– 24–2000 №2 і як компонент при готуванні товарного дизельного палива
2.4.8 Вакуумний газойль (фракція 360– 580°С)		1 Фракційна сполука: – 10% переганяється при температурі, °С, не нижче – кінець кипіння, °С, не вище 2 Щільність при 20°С, кг/м ³ , не більше 3 Масова частка сірки 4 Коксівність, % мас., не більше	360 580 920 не нормується 0,6	Сировина установки Г– 43– 107М1а (каталітичного крекінгу)
2.4.9 Фракція мазуту (сушного)		1 Щільність при 20 °С, кг/м ³ а) при виробленні мазуту марки М–40 б) при виробленні мазуту марки М–100 2 Фракційна сполука: – вихід до	не нормується не нормується не нормується не	Суміш фракції гудрону із фр. 215–310 (350) °С, 310 (350)– 420°С, 420°С і вище Г– 43–107 М–1А і фракцій (230–370°С). Використовується

		360 °С, а) при виробленні мазуту марки М–40 б) при виробленні мазуту марки М–100	нормується 90 110	для готування мазуту топкового марки М–100, М–40 і палива нафтового високов'язкого
		3 Температура спалаху, обумовлена у відкритому тиглі, °С, а) при виробленні мазуту марки М–40, не нижче б) при виробленні мазуту марки М–100, не нижче	+10 +25	
		4 Температура застигання, а) при виробленні мазуту марки М–40, не вище б) при виробленні		

2.2. Нове технологічне рішення.

Удосконалення системи створення вакууму

Блок вакуумної перегонки мазуту (фракції більше 360°С) атмосферної перегонки нафти призначений для поділу мазуту на широку фракцію вакуумного газойлю (фракція 360–580°С) і фракцію гудрону (фракція більше 580°С) шляхом нагрівання мазуту в трубчастій печі до температури 410°С із наступним його випаром і ректифікацією в колоні К–10 під вакуумом (із залишковим тиском до 40 мм. рт. ст.).

Модернізація вакуумних колон зустрічає багато труднощів, але позитивні результати вдалого проекту бувають більше вагомими, чим його негативні сторони. Наведені приклади показують, які можливостей поліпшення роботи діючих вакуумних колон.

						ДП 96.01.ПЗ	Арк.
Змрк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата		9

Технологічна оцінка проблем, пов'язаних зі збільшенням продуктивності вакуумної колони – досить складне завдання. Вона вимагає обліку таких факторів, як роботи при оптимальних температурі й тиску, струминний захливання (виникає, коли швидкість пар зростає настільки, що весь простір між тарілками заповнюється рідиною, що аерується; у результаті росте перепад тиску й порушується плин рідини через зливальні стояки), дотримання вимог до якості продуктів і мінімізація змін в апаратах. При збільшенні подачі живлення звичайно потрібно відповідно збільшити проходи для пар і рідини, а також навантаження по конденсації пар циркуляційним зрошенням. Як правило, при модернізації вакуумної колони розглядають три обмеження:

- пропускну здатність із погляду гідравліки;
- ефективність масообміну;
- потужність по теплообміні.

Задана глибина вакууму у вакуумних колонах створюється за допомогою конденсаційно–вакуумстворюючих систем (КВС) установок АВТ шляхом конденсації пар, що йдуть із верху колон, і ежектируванні газів, що не конденсуються, і пар (водяна пара, H_2S , CO_2 , легкі фракції й продукти термічного розпаду сировини й повітря, що надходить через нещільності КВС). Конденсаційно–вакуумстворююча система сучасних установок АВТ складається із системи конденсації, системи вакуумних насосів, барометричної труби, газосепаратора й збірника конденсату [6].

Розрідження в апаратах досягається застосуваннями устроїв (відсмоктування – ежектор або нагнітання інжектор) рідких або газоподібних середовищ, транспортування гідросумішей (гідроелеватор), дії яких засновано на захопленні швидкості що нагнітається (відкачуемого) речовини струменем рідини, пари або газу (відповідно розрізняють рідинноструменеві, пароструминні, водокільцеві й газоцивкові насоси).

						ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата		10

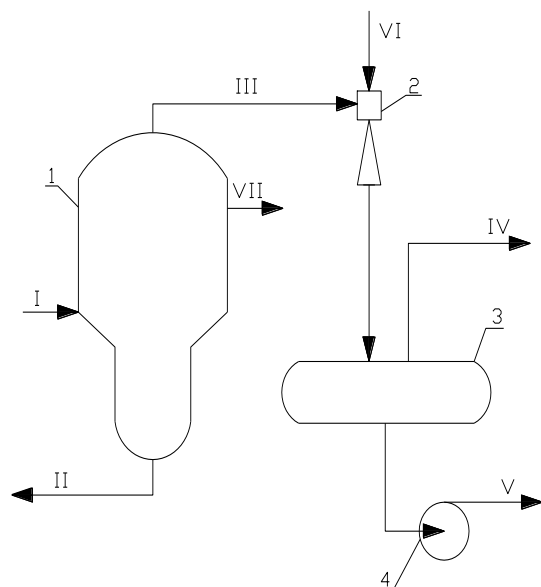


Рис.2.1. Схема створення вакууму з паровим ежектором:

1 – вакуумна колона; 2 – паровий ежектор; 3 – розділова ємність; 4 – насоси.

I – сировина мазут; II – гудрон; III – несконденсовані пари й газ; IV – газ; V – надлишок нафтопродукту.

Пароежекційні вакуумні насоси володіють рядом принципових недоліків: (низький коефіцієнт корисної дії, значна витрата водяної пари й охолодженої води для його конденсації, забруднення охолодної води й повітряного басейну й т.д.).

Проблема зменшення забруднення навколишнього середовища обумовлює пошук рішень створення вакууму без забруднення води й повітря.

Процес ежектування вуглеводневою рідиною для створення вакууму в порівнянні з ежектуванням водяний пором термодинамічно більше вигідний, тому що при ежектуванні більше холодною рідиною відсмоктується газ що, при цьому проохолоджується, у той час як водяна пара, маючи більше високу температуру чим відсмоктується газ, що, стискаючи газ, у той же час нагріває його. У результаті цього пароежекторний процес вакуумування в умовах виробництва має КПД не більше 5%, у той час як КПД рідинно–ежекторного процесу, особливо якщо скраплюється газ, що, при цьому конденсується й розчиняється в робочій рідині, може досягати 36–37%.

Рідинно–ежекторна вакуумна система організована в замкнутому контурі й значно зменшує втрати нафтопродуктів, а також виключає утворення додаткових технологічних стоків від забрудненої оборотної води й конденсату водяної пари. При ежектуванні більше холодною робочою

										ДП 96.01.ПЗ	Арк.
											1
Змрк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата						

рідиною відсмоктується газ, що, проохолоджується. Конденсація водяних і вуглеводневих пар і пар дизельного палива після апарата РЕВС–1 здійснюється в конденсаторі повітряного охолодження шатрового типу АПО–201/1,2, що складається з 2–х корпусів. Завдяки установці конденсатора повітряного охолодження після ежектора розрідження заглиблюється.

Відділення вуглеводневих газів розкладання й відстої води, після конденсації, що вноситься разом із сировиною (мазутом прямогінним атмосферної перегонки), а також при подачі водяної пари в змішувачі печі й низ К–10, походить із робочої рідини в ємності–сепараторі Е–201. Технологічний конденсат (вода) – з відстійника сепаратора відкачується насосами Н–203/1,2 з використанням як вода для промивання нафти на блоці ЕЛОУ.

Нижній кінець вертикального трубопроводу, що виходить після конденсатора АПО–201 виконаний з інжекторним пристроєм і затоплений під рівень рідини в ємності, чим забезпечується барометричний гідравлічний затвор колони у випадку припинення подачі робочої рідини на ежектор (відключення електродвигунів насосів Н–201) і тим самим, забезпечується безпечна робота вакуумстворююча системи в цілому. У ємності –сепаратора Е–201 установлені перегородка й коагуляційна решітка, що забезпечує швидкий поділ земульгованих фаз на воду, що циркулює рідину (фракцію дизельного палива) і неконденсовані гази.

Для ефективної роботи ЖЕВС тепло нагрівань циркулюючої рідини приділяється в кожухотрубчастих теплообмінниках Т–201/ 1–1– 4, включених паралельно по міжтрубному просторі, оборотною водою. Для поліпшення просування сконденсованих пар після конденсації по трубопроводах на вхід у сепаратор Е–201 і на лінії подачі газів розкладання на пальники печі П–3 для спалювання, установлений рідинної інжектор ЕЖ–

										Арк.
										2
Змк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

ДП 96.01.ПЗ

202 і пароструминний ежектор ЕЖ–201. ЕЖ–201 виконує роль як вогнеперешкоджувального пристрою, так і перешкоджає різкому зниженню вакууму при припиненні подачі циркулюючої робочої рідини[10].

Таким чином, нові системи створення вакууму засновані на циркуляції рідких нафтових фракцій (дизельна або газойлева) через спеціальні інжектор–ні системи. Одноступінчаста схема створення вакууму представлена рис.2.2.

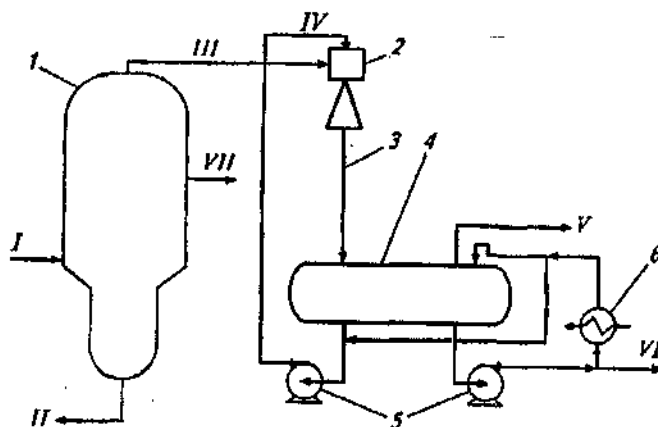


Рис.2.2. Схема одноступінчастої системи створення вакууму з рідинним ежектором:

1 – вакуумна колона; 2 – рідинної ежектор; 3 – вертикальний стояк; 4 – розділова ємність; 5 – насоси; 6 – холодильник;

I – сировина мазут; II – гудрон; III – несконденсовані пари й газу; IV – циркулюючий нафтопродукт; V – газ; VI – надлишок нафтопродукту; VII – дистиляти.

Відомо, що збільшення числа щаблів ежекування дозволяє зменшити витрату енергії на спалювання газів. Принципова схема багатоступінчастої системи, впровадженої на одному з вітчизняних НПЗ, представлена на Рис.2.3

–вакуумна колона; 2 – рідинної ежектор; 3 – проміжні ежектори; 4 – стояк; 5 – розділова ємність; 6 – холодильник; 7 – насоси;

									ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					3

I – сировина–мазут; II–гудрон; III–Несконденсовані пари й гази; IV–циркулюючий нафтопродукт; V–Газ;VI–надлишок нафтопродукту;VII – дистиляти.

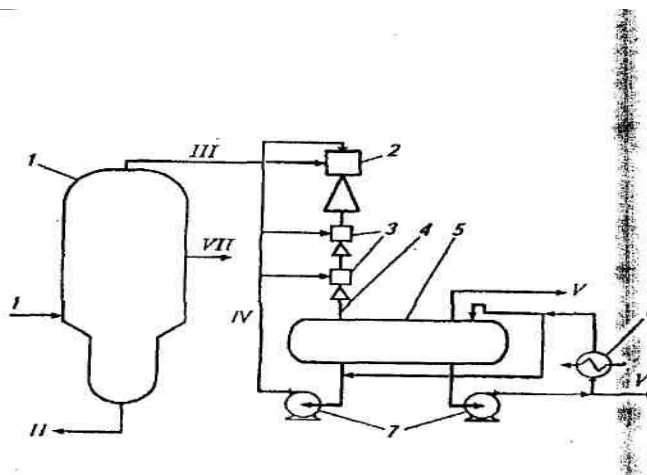


Рис.2.3. Схема багатоступінчастої системи створення вакууму з рідинними ежекторами [6].

Глибина створюваного вакууму пароежекторній вакуумстворювальною установкою безпосередньо залежить від кількості відкачуваної пари.

Угорі колони температура знизилася до 80 °С і менш, залишковий тиск у системі склав 8,65 кПа, тобто на 2,66 кПа нижче, ніж до модернізації. У таблиці 3.1 [6,(1), с.28] приведено вихід продуктів вакуумної колони. Розглядаючи роботу теплообмінного устаткування спільно з вакуумстворювальною системою, можна відзначити прямий зв'язок між температурою на виході з водяних конденсаторів і тиском на вході в ежектор $p_{вп}$. Інакше кажучи, при 50 °С на виході з конденсаторів кількість пари, що не сконденсувалися, і газів відповідає 160%, якщо прийняти за 100% продуктивність $G_{п.}$ ежектора в робочій крапці). Розглядаючи роботу теплообмінного устаткування спільно з вакуумстворювальною системою, можна відзначити прямий зв'язок між температурою на виході з водяних конденсаторів і тиском на вході в ежектор $p_{вп}$. Інакше кажучи, при 50 °С на

											Арк.
											4
ЗМК	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис	Дата						
ДП 96.01.ПЗ											

виході з конденсаторів кількість пари, що не сконденсувалися, і газів відповідає 160% навантаження на ежектор. Отже, поглибити вакуум при існуючій вакуумстворюючій системі можна, тільки понизивши температуру на виході з конденсаторів.

Таблиця 2.2. – Характеристика робочої рідини й парогазової суміші

Характеристика	60 °С	80 °С
Атмосферний газойль, щільність г/см ³	0,878	0,85
В'язкість, сантіпуаз	4,14	2,65
Молекулярна маса пари з верху ДО-10	26	30
Парі з верху ДО-10, в'язкість	148	148
Щільність пари з верху ДО-10, г/см ³	0,026	0,025

Таблиця 2.3 – Параметри роботи РЕВС

Параметри		Значення
Тиск Мпа (кгс/див ²)	Робочій рідині на вході в ежектори	5, 5–7
	У системі утилізації газів (надмірне)	0,02 (0,2)
	Парогазової суміші на вході в ежектора	0,0027
Продуктивність системи, кг/час	Сумарна	1050
	По неконденсованих газах і парах	700
Об'ємна витрата робочої рідини в струменевий ежектор, м ³ /рік		110
Об'ємна витрата робочої рідини у вихровий ежектор		70
Загальний об'ємний, м ³ /рік		180
Витрата подпиточной робочої рідини, м ³ /рік		40

Гідроежекторна система має в порівнянні з пароежекторною системою наступні переваги, наприклад у пароежекторній системі:

- Витрата пари – 11,2 т/рік;
- Витрата оборотної води – 500 м³/рік
- У гідроежекторній системі:
- Споживання електроенергії насосами – 630*1=630 кВт;
- Витрата оборотної води – 200 м³/рік.

Таким чином, нова система дозволила повністю виключити скидання забрудненої води й за рахунок різниці вартості пари й електроенергії тільки на блоці вакуумного розгону мазуту, значно підвищити економічну ефективність. Дослідження показало, що у вакуумних газах, що направляються на спалювання в піч, за рахунок промивання газів дизельною фракцією або газойлем значно зменшується зміст сірчистих газів. Глибина вакууму, що досягається, (залишковий тиск 20 – 25 мм. рт. ст., або 2,6 – 3,3 кПа) дозволила припинити подачу пари в низ вакуумної колони. Циркулююче дизельне паливо або газойль постійно обновляється. Частина циркулюючої рідини виводиться із системи на гідроочищення й потім використовується за цільовим призначенням [5].

Багатоступінчаста схема дозволила зменшити потужність насосів і досягти високої глибини вакууму (залишковий тиск 14–15 мм. рт. ст., або 1, 8–2 кПа) при неповнім включенні всієї системи. При включенні всіх щаблів ежектуванні залишковий тиск на верху колони досягає 5–7 мм. рт. ст. (0,67 – 0,93 кПа)[10].

У такий спосіб у порівнянні із традиційним способом створення вакууму з використанням парових ежекторів КВС на базі ВГЦ агрегатів має наступні переваги:

- не вимагає для своєї роботи витрати води й пара;
- екологічно безпечно, працює з низьким рівнем шуму, не утворює забруднених стічних вод;

										ДП 96.01.ПЗ	Арк.
											6
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата						

- створює більше глибокий вакуум (до 67 Па або 0,5 мм рт.ст.);
- повністю виключає втрати нафтопродуктів і газів, що відходять із верху вакуумної колони;
- значно зменшує споживання енергії й експлуатаційні витрати на тонну сировини [4].

2.3 Опис технологічної схеми

Блок підігріву сировини й блок ЕЛОУ.

Нафта поступає на прийом сировинного насоса Н-1 і трьома паралельними потоками прокачується:

1. Перший потік нафти через теплообмінники АТ-3, АТ-6, АТ-9.
2. Другий потік нафти проходить через теплообмінники АТ-2, 5, 8.
3. Третій потік нафти проходить через теплообмінники АТ-1, АТ-4, АТ-7.

Теплоносіями є відповідно:

- АТ-1 – верхнє ЦЗ першого пакету вакуумної колони ДО-10;
- АТ-2, АТ-5 – гудрон колони ДО-10;
- АТ-3, АТ-8 – другу ЦЗ колони ДО-2;
- АТ-4 – перше нижнє ЦЗ третього пакету ДО-10;
- АТ-6 – другу нижнє ЦЗ ДО-10;
- АТ-7 – перше ЦЗ ДО-2;
- АТ-9 – третє ЦЗ ДО-2.

Нагріта нафта після теплообмінників АТ-7, АТ-8, АТ-9 трьома паралельними потоками поступає в електродегідратори першого ступеня ЕДГ-1/1 – ЕДГ-5/1. Нафта в електродегідратори вводиться в нижню активну зону змінного електричного поля через маточники, які створюють рівномірний потік нафти в електричному полі від низу до верху.

										Арк.
										7
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

ДП 96.01.ПЗ

Частково знесолена й зневоднена нафта з верхньої частини електродегідраторов 1-го ступеня поступає в загальний колектор і трьома паралельними потоками подається в електродегідратори іншого ступеня ЕДГ-1/2 – ЕДГ-3/2.

У лінію нафти, перед іншим ступенем електродегідраторов, насосом Н-2 з ємності Е-20, подається вода після змішення оборотної води, водного конденсату ємностей Е-1,3,6 на змішення з нафтою. У лінію нафти з АТ-9 перед електродегідраторами першого ступеня ЕДГ-1/1 – ЕДГ-5/1 насосом Н – 3 з ємності Е-7 подається гаряча вода іншого ступеня електродегідраторов на змішення з нафтою.

Загальна витрата води, що подається на блок ЕЛОУ не винна перевищувати більше десяти об'ємних відсотків від витрати сирової нафти.

Соляний розчин з електродегідраторів першого ступеня безперервно дренується в ємність Е-8, а соляний розчин з електродегідраторов іншого ступеня в ємність Е-7.

У відстійнику Е-8 відбувається відстій соляного розчину й частково уловленої нафти. З низу ємності Е-8 соляний розчин поступає в повітряний холодильник ХК-44, після якого з температурою не вище 60 (3 виводиться з установки й скидається в систему каналізації. Передбачається скидання уловленої нафти з ємності Е-7 (верхня частина) у ємність Е-8.

У верхній частині відстійника Е-8 є пастка нафти, звідки пасткова нафта поступає на прийом сировинних насосів Н-1. У лінію нафти на прийом насосів Н-1 передбачена подача по окремих лініях:

- технологічного конденсату;
- некондиційних продуктів з гребінки темних і світлих нафтопродуктів;
- нафтопродуктів повернення з потокових аналізаторів якості;
- деемульгатора;

									ДП 96.01.ПЗ	Арк.
										8
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

– мазуту.

У лінію всаса на насоса Н-1 також передбачено скидання нафтопродуктів з аналізаторів якості.

Блок атмосферної перегонки нафти.

Зневоднена й знесолена нафта з електродегідраторів іншого ступеня трьома паралельними потоками поступає:

1-й потік через теплообмінники АТ-16, АТ-13, АТ-10;

2-й потік через теплообмінники АТ-17, АТ-14, АТ-11;

3-й потік через теплообмінники АТ-18, АТ-15, АТ-12.

Теплоносіями є відповідно:

– для теплообмінників АТ-10, 11, 17 – гудрон колони ДО-10;

– для теплообмінників АТ-13 – третє циркуляційне зрошування колони К-2;

– для теплообмінника АТ-14 – фракція 290–360 °З, К-2, що виводиться з колони;

– для теплообмінників Т-12,18,16 – перше нижнє ЦЗ К-10;

– для теплообмінника АТ-15 – вакуумний газойль (фр. 360–55003).

Для вирівнювання температур по потоках нафта після теплообмінників АТ-13, 14, 12 прямує в теплообмінники АТ-10, 11, де додатково нагрівається за рахунок тепла гудрону колони К-10 і з температурою до 260 (З поступає двома потоками на 19 тарілку колони К-1.

Для залужнення кислих агентів, отриманих у результаті гідролізу невідмитих на блоці ЕЛОУ солей, у лінії входу знесоленої нафти в колону К-1 через розподільні форсунки подається 0, 5–2% водний лужний розчин.

У нижню частину колони К-1 подається перегрітій до температури 400 °С у печі П-1 водяна пари. Температура низу колони К-1 підтримується не вище 260 °С і регулюється подачею "гарячого струменя" (відбензинена

									ДП 96.01.ПЗ	Арк.
										9
Змрк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

нафта), який з низу К-1 насосом Н-7 двома потоками прокачується через печі П-1, нагрівається, частково випаровується і повертається в колону К-1 з температурою до 360 °С.

З верху колони К-1 головний погон з температурою не вище 160С (у паровій фазі відводиться в конденсатори повітряного охолодження АТ-28, де парі конденсуються й охолоджуються до температури не більше 60 (С і поступають у ємність Е-1.

У ємкості Е-1 відбувається відстій води. Частина головного погона з ємкості Е-5 насосом Н-8 у вигляді гострого зрошування подається на верх колони К-1. Надлишок головного погона з Е-5 і балансової кількості бензину з ємності Е-3 загальним потоком поступають на доохолодження у водяний холодильник АТ-31 і далі в ємність Е-6.

З низу колони К-1 залишок (відбензинена нафта) насосом Н-7 прокачується через піч П-1, де нагрівається до температури 375С(і поступає в атмосферну колону К-2.

У нижню частину колони К-2 з пароперегрівача печі П-1 подається перегрітий до температури 400 °З водяна пари. З верху колони К-2 головний погон у паровій фазі і водяні парі відводяться в повітряні конденсатори АТ-27, де конденсуються і охолоджуються до температури 60°С і поступають у водовіддільник Е-3.

Балансовий надлишок бензину в ємності Е-3 подається насосом Н-6 через водяний холодильник АТ-31 у ємність Е-6.З атмосферної колони К-2 здійснюється виведення чотирьох фракцій:фр. 130-180 °З, фр. 180-230 °З, фр. 230-290 °З, фр. 290-360 °З у вигляді бічних погонів, що поступають відповідно у відпарні колони К-6, К-7, К-9, а фр. 290-360 °З виводиться безпосередньо з колони К-2.

Фр. 130-180 (ІЗ з 11 і 13 тарілок колони К-2 поступає у відпарну колону ДО-6 на першу тарілку. Під нижню тарілку відпарної колони К-6 подається

										ДП 96.01.ПЗ	Арк.
											20
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата						

перегрітий у печі П-1 водяна пари. Зверху відпарної колони К-6 пари повертаються під 10 тарілку колони К-2. З низу колони К-6 фр. 130-1803 насосом Н-10 прокачується через повітряний холодильник АТ-33, водяний холодильник Т-34, де охолоджується до температури 40 (С і виводиться з установки як компонент бензину.З метою зниження навантаження на конденсатори Т-23 частина фракції 130-180 подається разом з гострим зрошуванням на верхню тарілку колони К-2.

Фракція 180-230 (ІЗ з 21 і 23 тарілок колони К-2 поступає у відпарну колону К-7 на першу тарілку.

Зверху К-7 пари повертаються під двадцять тарілку колони К-2.

Фракція 230-290 (ІЗ з 31 і 33 тарілок колони К-2 поступає у відпарну колону К-9 на першу тарілку.

Зверху К-9 пари повертаються під 30 тарілку колони К-2.

З низу К-9 фр. 230-290 °З насосом Н-12 прокачується через теплообмінник Т-37,38 де нагріває сировину стабілізатора К-8, і з температурою не більше 60 °З виводиться з установки. Виведення фр. 290-360 °Зі здійснюється з 39 тарілки колони К-2, з температурою до 330⁰С , яка забирається насосом Н-13, прокачується через ребойлер АТ-41, теплообмінник нагріву нафти АТ-14 і з температурою не більше 75 °З виводиться з установки.

Мазут з низу колони К-2 насосом Н-21 прокачується через змішувачи печі П-3, де нагрівається до температури 400 (С і поступає у вакуумну колону К-10.

У колоні К-2 передбачено гостре й три циркуляційні зрошування:

1-е циркуляційне зрошування – під відбором фр. 130-180⁰С у К-6;

2-е циркуляційне зрошування – під відбором фр. 180-230⁰С у К-7;

										Арк.
										21
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

ДП 96.01.ПЗ

3-є циркуляційне зрошування – під відбором фр. 230–290°C у К–9.

З 15-ої тарілки колони К–2 перше циркуляційне зрошування насосом Н–3 прокачується через теплообмінник нагріву нафти АТ–7, де утилізував своє тепло, далі через повітряні холодильники АТ–26, де охолоджується до температури 60 – 75(С і подається двома введеннями на 14 тарілку колони К–2.

Виведення іншого циркуляційного зрошування здійснюється з 25 тарілки К–2, яку насосом Н–4 прокачується через теплообмінники нагріву нафти АТ–8,3 утилізував своє тепло, охолоджуючись у повітряному холодильнику АТ–19 і з температурою 70 – 85 (З подається паралельно п'ятьма введеннями на 24–в, 25–в і 26–у тарілки К–2.

Блок стабілізації й вторинної перегонки бензину.

Широка бензинова фракція НК–130 °С із ємності Е–6 насосом Н–9 прокачується через теплообмінники АТ–37, АТ–38, де нагрівається за рахунок тепла фракції 230–290 °З і з температурою до 150 °С поступає в стабілізаційну колону К–8 на 22, 26 і 30 тарілок.

Несконденсовані парі й вуглеводневий газ, що виділився з бензинової фракції, з ємності Е–6 поступають у ємність Е–23.

У ємності Е–6 відбувається відстій води, яка скидається в ємність Е–20. З верху колони К–8 парі головного погона, вуглеводневі гази (З 1–34), відводяться у водяний конденсатор АТ–32, де відбувається конденсація і охолодження їх до температури 50 °С, після чого головний погон поступає в ємність Е–2.

У ємності Е–2 відбувається розділення рідкої й газоподібної фаз, а також розділення води від газового конденсату.

Зріджений газ (рефлюкс) насосом ємності виводиться з установки.

										Арк.
										22
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Дата						

ДП 96.01.ПЗ

Підтримка необхідного теплового режиму К–8 досягається циркулюючою флегмою, яка насосом Н–15 прокачується через зміювик печі П–2 (ліва сторона), де нагрівається до температури 230 °С, частково випаровується і повертається в колону К–8.

З низу стабілізатора К–8 стабільний бензин поступає в колону ректифікації К–3 на 19, 29 і 37 тарілок.

Підтримка необхідного теплового режиму К–3 досягається циркулюючою флегмою, яка насосом Н–17 прокачується через зміювик печі П–2(права сторона), де нагрівається до температури 230 °С, частково випаровується і повертається в колону К–3.

З верху колони К–3 фракція НК–85 °С прямує в повітряний конденсатор АТ–29 і далі в збірку зрошування Е–4. Температура верху 85°С.

З ємкості Е–4 фр.н.до–85 °С насосом Н–16 у вигляді гострого зрошування подається на верх колони К–3, а балансовий прямує в колону К–4 на 25–в, 31–в і 37–у тарілки.

З низу колони К–3 виводиться фр. 85–130 °С, яка насосом Н–20 прямує через повітряний холодильник АТ–42 на вихід з установки. Тиск верху колони К–3 підтримується не більше 5,0 кгс/див².

Підтримка теплового режиму колони К–4 виробляється за допомогою ребойлера АТ–41 теплом фракції 290–36003 колони К–2, яка прокачується насосом Н–13.

З верху колони К–4 виводиться фракція н.к.–62°С, яка поступає в повітряний конденсатор АТ–30, а потім у збірку зрошування Е–5. З ємкості Е–5 частина фракції н.к.–62°С насосом Н–18 подається в колону К–4 у вигляді гострого зрошування. Балансовий надлишок через водяний холодильник АТ–39 виводиться з установки.

										Арк.
										23
ЗМК	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис	Дата	ДП 96.01.ПЗ				

При необхідності видалення з фр. н.к.–62⁰С сірководня включають у роботу електророздільник ЕР–1. фракція н.к.–62⁰С прямує в нижню частину ЕР–1, де інжектирується луг і перемішується з фр. н.к.–62⁰С. Після залуження фр. н.к.–62⁰С із верху ЕР–1 виводиться з установки.

З низу колони К–4 фракція 62–850Із через ребойлер АТ–40 прокачується насосом Н–19 і виводиться з установки.

Блок вакуумної перегонки мазуту

Мазут з низу колони К–2 насосом Н – 21 шістьма потоками прокачується в печі П–3, постійність витрати в шкірному потоці регулюється клапанами КВП таА. Температура продукту на виході з печі (400 ⁰С) регулюється подачею газоподібного палива. Вирівнювання температур до заданого значення на виході шкірного потоку регулюється коректуванням витрати у відповідному потоці.

Потік мазуту з печі П–3 по трансферному трубопроводі поступає між нижньою збірною тарілкою 4–го пакету регулярної насадки і верхньою тарілкою відгінної частини К–10. Для зменшення термічного розкладання мазуту в печі, у змійовики П–3, на вході в радіантну зону, і в нижню частину колони К–10 подається перегрітий до 400 ⁰С у пароперегрівачі печі П–3 водяна пари. Зверху колони К–10 підтримується залишковий тиск 20 мм. рт.ст.

З верху колони водяні пари й газу розкладання поступають у поверхневі конденсатори АТ 43/1 – 3, де водяні пари конденсуються, а газу розкладання відсасиваються за допомогою вакуумздійснюючого пристрою ВУ–1. Парі, що сконденсувалися, після поверхневих холодильників поступають у збірку Е–9. Парі, що сконденсувалися, у вакуумздійснюючому пристрої поступають у ємність Е–10, а газу розкладання поступають у глушник вихлопу газів Е–11, а потім на спалювання до форсунок П–3. Для підтримки

									ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					24

гідрозасува в ємкості Е–11 подається оборотна вода, надлишок якої зливається по переливній трубі.

Конденсат з верхньої частини АТ–43/ 1–3 поступає з температурою 30 °С у ємність Е–9, звідки водний куля відкачується насосом Н–26 у лінію на прийом насоса Н–1. Дизельне паливо з Е–9 зливається в ємність Е–10, з низу якої дизельне паливо відкачується насосом Н–28. Для створення розрядження у вакуумздійснюючому пристрої ВУ–1 за допомогою насоса Н–27 подається перегріте в теплообміннику дизельне паливо.

На виході зі зміювиків печі П–3, парорідинна суміш мазуту, нагріта до температури 410 °З, надходить у трансферний трубопровід і об'єднавшись уводиться через розподільник уведення сировини у відгінну частину вакуумної колони К–10, між нижньою збірною тарілкою четвертого пакета й верхньою тарілкою кубової частини колони. Водяна пара, гази розкладання й пари фракцій дизельного палива, вакуумного газойлю, що випарувалися з мазуту, надходять нагору по колоні, а фракція більше +580 °З (гудрон) стікає по тарілках у кубову частину колони. Для турбулізації потоку й зниження термічного розкладання мазуту, у зовнішні перехідні труби зміювиків з конвекційної в радіантну камеру печі, а також для додаткового витягу вакуумного газойлю (фракцій до 580 °З) з гудрону, під нижню тарілку в куб колони передбачена подача перегрітої водяної пари. З метою виключення влучення в колону К–10 з водяною парою парового конденсату “м'ятого” пари й підриву пакетів насадки, з нього попередньо відділяється конденсат у сепараторі З–1, а потім пара перегрівається в пароперігрівальних зміювиках печі П–3. Концентраційна частина колони К–10 розділена на чотири секції:

- секція легкого вакуумного газойлю (фракції дизельної до 370 °С);
- секція ректифікації;

										ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата						25

– секція важкого вакуумного газойлю (широкої фракції вакуумного газойлю 360–580°C);

– секція промивання.

Секція легкого вакуумного газойлю перебуває у верхній частині колони й складається з пакета №1, що представляє собою регулярну насадку тип " FLEXIPAC–3У" покладеної в 6 шарів. Під першим пакетом розташована тарілка для збору рідини, що представляє собою фракцію дизельного палива, що википає до 370 (С.

Перший пакет колони зрошується верхнім циркуляційним зрошенням (ВЦЗ) К–10. Для рівномірного розподілу рідини по площі пакета подача зрошення здійснюється 37–ю напірними розпилюючими голівками. Флегма з першої збірної тарілки під першим пакетом насосами Н–24, 25/1,2 прокачується двома потоками: 1 потік – через міжтрубну частина теплообмінників Т–1/2,1, де віддає своє тепло сирій нафти другого потоку, далі повітряний холодильник Т–37;2 потік – через міжтрубну частина теплообмінника Т–60, де віддає своє тепло сирій нафти третього потоку, повітряний холодильник Т–36 і далі, об'єднавшись в один потік, через фільтр Ф–101/1,2 подається на зрошення першого пакета. Надлишок фракції, що скопилася, дизельної до 370 (З послу повітряного холодильника Т–36 виводиться разом із фракціями дизельного палива атмосферного блоку з установки, через гребінку змішання дизельних палив. Передбачено можливість висновку фракції дизельної до 370 (С у лінію вакуумного газойлю після Т–40, у лінію №99 для подачі в ємність Е–12 і висновку по лінії некондиції на прийом насосів Н–1. Для набору рівнів на тарілках збору рідини колони К–10 у період пуску вакуумного блоку, підживлення рівня на першій тарілці в аварійному випадку – при підвищенні температури верху колони й зниженні рівня на тарілці, передбачена лінія подачі фракції дизельної 290–360 (З атмосферного блоку після повітряних холодильників

											ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис	Дата							26

Т–47, Т–47/1, у лінію прийому насосів Н–24, 25/1,2 або подачею прямо на зрошення в К–10.

Секція ректифікації розташована під секцією легкого вакуумного газойлю й складається із другого пакета регулярної насадки "GEMPAK 2–AS" покладеної в 7 шарів, установленної в коробі. Зрошення другого пакета насадки виробляється низьконапірним (гравітаційним) жолобчастим розподільником зрошення. Частина циркулюючого ВЦЗ К–10 від розподільного колектора після насосів Н–24, 25/1,2, подається через фільтр Ф–102/1,2 на зрошення другого пакета колони К–10.

Секція важкого вакуумного газойлю розташована під секцією ректифікації й складається із третього пакета. Третій пакет складається з регулярної насадки тип " FLEXIPAC–3У" покладеної в 7 шарів. Під третім пакетом розташована друга тарілка для збору рідини, що представляє собою широку фракцію вакуумного газойлю 360–580 (3. У зоні третього пакета колони К–10 здійснюється нижнє циркуляційне зрошення (НЦЗ) колони К–10. Фракція вакуумного газойля з тарілки збору рідини під третім пакетом насосами Н–101/1,2,3,4 прокачується двома потоками:– – 1–й потік – через трубну частину теплообмінників Т–10/2, Т–10/1;

– 2–й потік – через трубну частину теплообмінників Т–65/2,1, Т–63, де віддає тепло знесолоної нафти, що надходить на вхід у колону К–1 і далі з'єднавшись одним загальним потоком подається через фільтр Ф–103/1,2, на зрошення третього пакета.

Частина фракції вакуумного газойлю 360–580 °С (НЦЗ колони К–10) послу теплообмінника Т–63 доохолоджується в повітряному холодильнику Т–67/2 і далі подається на змішання із загальним потоком НЦЗ К–10. Для рівномірного розподілу рідини по площі пакета подача зрошення виробляється 37–ю напірними, 2–х дюймовими розпилюючими голівками.Із другої збірної тарілки під третім пакетом К–10 здійснюється висновок широкої фракції 360–580 °С вакуумного газойлю трьома потоками:

										ДП 96.01.ПЗ	Арк.
											27
Змк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата						

вакуумний газойль насосами Н-26/1,2 прокачується послідовно через трубну частину теплообмінників Т-64/2,1, міжтрубна частина теплообмінника Т-61, повітряні холодильники Т-38А, Т-38 на вихід з установки;

частина потоку НЦЗ К-10 фракції 360-580 °С вакуумного газойлю подавана насосами Н-101/ 1-4 після Т-10/1 виводиться через теплообмінник нагрівання утилізаційної/теплофікаційної води Т-39, теплообмінник підігріву сирої нафти Т-2/1 і повітряний холодильник Т-40 на вихід з установки;

частина потоку НЦЗ К-10 фракції 360-580 °С вакуумного газойлю після Т-63 приділяється через повітряний холодильник Т-67/1 на вихід з установки.

Потрапивші на вихід з установки після Т-38, Т-40, Т-67/1 потоки фракції 360-580 °С вакуумного газойля поєднуються в один і загальний потік фракція вакуумного газойля виводиться з установки як сировина установки Г- 43-107М1. Також передбачена: лінія подачі вакуумного газойля після Т-10-Х на вхід у Т-64/2; лінія висновку фракції дизельної 290-360 °С послу Т-47-Х у потік вакуумного газойля після Т-40.

Секція промивання розташована під секцією важкого вакуумного газойля й складається із четвертого пакета регулярної насадки покладеної в 5 шарів тип FLEXIPAC "2,5У", нижні 2 шари – тип FLEXIPAC "3У", з низьконапірним (гравітаційним) жолобчастим розподільником зрошення. Частина фракції вакуумного газойля 360-580 (3 від насосів Н-26/1,2 подається через фільтр Ф-104/1,2 на зрошення четвертого пакета колони К-10. Четвертий пакет колони працює в жорстких умовах (високій температурі й наявністю в парах минаючих через пакет крапель рідини – гудрону). При припиненні змочування насадки, (припинення подачі зрошення, відключення електродвигунів насосів Н-26), відбувається швидке нагрівання ("висихання") листів насадки, з коксуванням поверхні

									ДП 96.01.ПЗ	Арк.
Змк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					28

насадки пакетів. Простій без подачі зрошення не повинен бути більше 2 хвилин. На випадок припинення подачі зрошення, відключення електродвигунів насосів Н–26, передбачено вісім ліній переливу рідини із центральної кишені другої збірної тарілки під третьому пакетом у центральний жолоб статичного розподільника зрошення 4-го пакету. Для чого необхідно скоротити витрату виведених потоків вакуумного газойля з установки з підвищенням рівня, для переливу 2-ї збірної тарілки.

Під четвертим пакетом колони К–10 розташована тарілка для збору рідини затемненого продукту. Надлишок рівня затемненого продукту з тарілки під 4-м пакетом відкачується насосами Н–43/1,2 у колектор мазуту – сировини колони К–10 перед піччю П–3 і (або) подається від насосів у суміші з гудроном на доохолодження в міжтрубне простір теплообмінника Т–5/1 для висновку з установки як сировина установки «Битурокс». На час ведення пускових робіт, виробляється подачі затемненого продукту від насосів Н–43/1,2 у лінію зрошення 4-го пакету колони К–10. Також можлива робота вакуумного блоку із простим насосів Н–43, залежно від вимог до якості одержуваного гудрону, при цьому затемнений продукт із тарілки (при рівні більше 120 мм), по двох переливних трубах перетікає на верхню (4-ю тарілку) у кубову частину колони.

З низу колони К–10 гудрон ($t_{фр} > 550 \text{ }^\circ\text{C}$) насосом Н–29 прокачується через теплообмінники нагріву нафти АТ–10, АТ–11, АТ–17, АТ–5, АТ–2, АТ–22 і виводиться з температурою 110 – 130 $^\circ\text{C}$ із установки.

Частина гудрону після теплообмінника Т–7 повертається в куб колони ДО–10 у вигляді квенча.

Витрата квенча регулюється клапаном. Температура квенча контролюється по приладу. Витрата гудрону з установки регулюється клапаном [9].

Рідинноежекторна вакуумстворююча система (РЕВС) колони К–10

												Арк.
												29
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата							

ДП 96.01.ПЗ

Для створення вакууму (залишкового розрідження) у колоні К-10 до значень 15–20 мм.рт.ст. (при роботі колони без подачі водяної пари в низ К-10) і 25–30 мм.рт.ст. (при роботі колони з подачею водяної пари в К-10) не пари, що сконденсувалися в колоні, нафтових фракцій, водяні пари й газу розкладання (неконденсовані газу) постійно відсмоктуються багатоструєним апаратом що ежектує РЕВС-1 циркулюючої в три щаблі робочою рідиною.

У якості циркулюючої робочої рідини (ЦРЖ) РЕВС використовується постійно обновлювана фракція дизельного палива 230–290 °С, з температурою спалаху не нижче 55 °С, виведена з відпарній колони (стріпінга) К-9 атмосферного блоку установки з тиском робочої рідини на вході в соплові апарати (РЕВС) у межах 55–75 кг/см² (5, 5–7,5 МПа).

Триступінчастий струминний рідинно-газовий апарат виконаний у вигляді вертикального конденсаційно-ежектуєчого стояка (магістралі), що представляє собою послідовна сполука першого багатоструєного ежектора, другого з периферійною подачею робочої рідини, третього ежектора й напірного трубопроводу. Ежектор першого щабля являє собою зварену конструкцію, що включає в себе дві складальних одиниці: сопловий апарат з дев'ятьма соплами й осьовим підведенням робочої рідини, і приймальню камеру з перпендикулярними патрубками підведення парогазової суміші, причому камера змішання виконана у вигляді циліндра. Струминний апарат другого щабля є також звареною розбірною конструкцією з тороїдальною камерою подачі робочої рідини через сопла. Уведення робочої рідини в камеру її подачі здійснюється тангенціально для забезпечення рівності статичного тиску по всій камері. Апарат установлюється за допомогою фланцевих сполук співіснобагатоструєному ежектору на фланець його виходу. Конструкція третього ежектора являє собою соплову камеру на повороті стояка й забезпечує поворот парогазорідинної суміші з вертикального в

									ДП 96.01.ПЗ	Арк.
										30
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

горизонтальний напрямок. Нижній кінець вертикального трубопроводу, що виходить після конденсатора повітряного охолодження затоплений під рівень рідини в ємності-сепараторі, що забезпечує барометричний гідравлічний затвор колони при припиненні подачі робочої рідини на ежектори (при відключенні електроенергії на насоси Н-201), і тим самим, безпечну роботу вакуумстворюючої системи в цілому.

Несконденсовані фракції, водяна пара й гази зверху К-10 з температурою не більше 110 °С, по двохшлемових трубах Ду-800, надходять у перший щабель ежектування РЕВС-1 – Э-1. Ежектор являє собою багатоструєвий апарат, у який надходить основний потік ЦРЖ від насосів Н-201/1,2,3. Робоча рідина надходить на насоси Н-201/1,2,3 з ємності-сепаратора Е-201 через фільтри Ф-201/1,2, холодильники Т-201/1,2,3,4 по лінії 66. Що надійшла ЦРЖ в Е-1 ежектора під створюваним напором проходить через установлені дюзи (центральна – 8,5мм, інші – 8мм), де на виході, за рахунок різкого розширення подаваної рідини створюється розрідження. Після першого щабля ежектування суміш газів, пар і ЦРЖ надходить на другий щабель ежектування Э-2, за рахунок подачі через штуцер (В) ЦРЖ від регулятора витрати (FVC 5202) (АЛЕ), через дюзи (– 8,0мм) де на виході з них, розрядження збільшується. Після другого щабля ежектування пари й гази змішавшись ЦРЖ надходять на третій щабель ежектування Э-3, через дюзи (– 8,0мм), за рахунок подачі ЦРЖ через штуцер (Д) від регулятора витрати (FVC 5203) (АЛЕ).

Ежектор третин щабля Э-3 здійснює поворот потоку пар, газів і ЦРЖ на 90° і направляє на вхід по двох колекторах у секції конденсатора повітряного охолодження АПО-201 для їх подальшого самопливного охолодження. Тиск на вході в щаблі ежектування Е-1, Е-2, Е-3 підтримується 55–65 кгс/см², витратою подачі ЦРЖ від насосів з межами вимірів (0...100кгс/см²). Створюване розрядження після щаблів ежектування Е-1, Е-2, Е-3 і на виході РЕВС-1 з межею вимірів (–1...0...0

										ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата						31

кгс/см²), а розрядження в лініях шоломів колони К-10 з межею виміру (20...80...80 мм.рт.ст) при 70 мм.рт.ст. с межею вимірів (-1...0...0 кгс/см²). Витрата ЦРЖ вступник у першу, другу й в 3-ю щабля ежектування 100-160 м³/годину, 62, 5-100 м³/годину й 25-40 м³/година. Для зняття розрядження в колоні в аварійних випадках і в період простою, у шлемову лінію на виході з колони передбачена подача азоту технічного низького тиску з управлінням подачі електроприводний Z-1 (Ду-50) і ручною запірною арматурами.

Конденсація водяних пар і пар дизельного палива після ежекторів відбувається в конденсаторі повітряного охолодження шатрового типу, що складає з 2-х корпусів і маючого мінімальний гідравлічний опір (0,01 кгс/см²). Завдяки установці конденсатора повітряного охолодження після ежекторів заглиблюється вакуум. В апарату АПО-201 конденсуються вуглеводневі пари й водяна пара, пружність насичених пар яких визначається залишковим тиском у конденсаторі. При подачі в низ колони К-10 і (або) у зміювики печі П-3 водяні пари, то він, пройшовши всі три щаблі ежектування, разом з газами й нафтовими парами конденсується в АПО-201. Для відключення секцій АПО-201/1 на вхідних і вихідних колекторах передбачені електроприводні поворотні заслінки: (секцій 1-4) по входу Z-14 (Ду-600), на виході Z-12(Ду-400), (секцій 5-8) по входу Z-16 (Ду-600), на виході Z-13 (Ду-400) і байпасною заслінкою Z-15 (Ду-600). Суміш вуглеводневою рідини, води й газів після конденсації й охолодження в АПО-201 знижує температуру на 4-5 °З, проходить струминний ежектор ЕЖ-202 і з температурою до 60 °З надходить через інжекторний розсікач потоку в сепаратор-роздільник Е-201 у якому розділяється на три фази: неконденсовані гази, вуглеводневу рідину й воду. (Верхній край вхідного патрубку перебуває в центрі ємності, а верх розсікача потоку на висоті 220мм від центра ємності, що відповідає 58,5% по вимірі рівня). Тиск парорідинною суміші в колекторі після АПО-201 на

												ДП 96.01.ПЗ	Арк.
													82
ЗМК	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис	Дата								

вході в ежектор ЕЖ–202 (0...350мм.рт.ст.). Для забезпечення просування парогазової суміші зі ЦРЖ по колекторах, підтримки рівня в Е–201 і відновлення ЦРЖ насичує постійно сірководнем, в ежектор ЕЖ–202 подається “свіжа” фракція дизельна 230–290 °З. Подача “свіжої” фракції дизельного палива виробляється з корекцією за рівнем у ємності–сепараторі Е–201, з межами виміру (44...70...70 м³/годину), і далі через фільтр Ф–202 на вхід в ежектор ЕЖ–202. Фільтр Ф–202 відключається з роботи шляхом його байпасування, виконанням робіт з його дренажування, розкритті й демонтажі фільтруючого кошика з очищенням фільтра й наступним уведенням його в резерв. Гази, що Відділилися, розкладання в ємності Е–201 виводяться через штуцер (Г) у верхній частині сепаратора й надходять у лінію на висновок з ємності Е–17. Далі гази розкладання пройшовши вогнеперегороджувач, паровий ежектор ЕЖ–201, направляються для спалювання в газову частину пальників №№ 4, 8, 12, 16 печі П–3. Для зниження концентрації газів, що викидаються, і пар через свічу в атмосферу, збільшення зони їхнього розсіювання й гасіння полум'я свічі при можливому її загорянні, подається в лінію свічі азот.

Об'єм ємності–сепаратора Е–201, розрахований таким чином, щоб забезпечити час перебування робочої рідини в ньому не менш чим 10 minut. Для надійного поділу середовищ ЦРЖ у ємності Е–201, усередині сепаратора встановлені на вхідній лінії розсікач потоку й заспокійливі перегородки (сітчастий коагулятор), що забезпечують швидке відділення розчинених газів, поділ робочої рідини й створення умов для відстою води. У нижній частині сепаратора Е–201 відстоюється вода (Верхній відбір рівня на висоті 300мм – від днища ємності). Вода з низу водозбірника Е–201 виводиться через електропривідну запірні арматури Z–3 (Ду–100) на прийом насосів Н–203/1,2 і відкачується по лінії висновку технологічного конденсату з вакуумного блоку в ємність Е–20 установки. Передбачено скидання води з низу водозбірника Е–201, при відкритті електроприводний

										ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата						33

запірних арматур Z–2 (Ду–100), у лінію 17– висновку ЦРЖ із сепаратора Е–201 до фільтрів Ф–201/1,2, а також відкачка води в нафту, на прийом сировинних насосів установки. При зниженні рівня води в сепараторі Е–201 (до 210 мм) спрацьовує аварійна сигналізація й блокування з відключенням електродвигуна працюючого насоса Н–203/1,2.

Відокремлена від води й газів ЦРЖ, перетікає через внутрішню перегородку сепаратора Е–201 у зону харчування насосів Н–201/1,2,3 і Н–202/1,2 (висота перегородки 1800мм від днища ємності, що становить 61,5% виміру рівня). Із сепаратора Е–201 ЦРЖ виводиться через штуцер (Л) і пройшовши фільтри Ф–201/1,2 подається на охолодження в підключені паралельно водяні холодильники Т–201/1,2,3,4. Далі ЦРЖ надходить через електроприводна засувку Z–11 (Ду–400) у колектор на прийом насосів Н–201/1,2,3, а також можлива подача по лінії 67, при відкритті електроприводної засувки Z–10 (Ду–150), на прийом насосів Н–202/1,2. Установка спеціальних фільтрів Ф–201/1, Ф–201/2 (один – робітник, один – резервний) виключає забруднення соїв ежекторів механічними домішками, перед водяними холодильниками Т–201/1,2,3,4 . Для швидкого перемикавання, промивання й очищення фільтруючої сітки кошика фільтрів і зниження енерговитрат, відключення фільтрів виробляється електроприводними засувками (Ду–400): Ф–201/ 1–1– по входу Z–5, на виході Z–6, Ф–201/2 – по входу Z–7, на виході Z–8.

Передбачена також промивання “свіжою” фракцією 230–290 (3 фільтрів Ф–201/1,2 по лінії 38 і її подача в колектор лінії 155 холодильників Т–201/1,2,3,4, у випадку якщо буде потрібно подача дизельної фракції минаючи ємність Е–201. При перевищенні перепаду тиску включеного в роботу фільтра необхідно включити резервний, зробити відключення фільтра колишнього в роботі, з виконанням робіт по підготовці до очищення (його промивання), зробити очищення кошика фільтра з наступним уведенням його в резерв.

											Арк.
											34
Змк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата						

ДП 96.01.ПЗ

Два насоси Н-201/1,2,3, що працюють паралельно, здійснюють подачу ЦРЖ витратою (300 м³/ч), з робочим тиском 55–65 кг/див² у три щаблі ежектора РЕВС-1 за циркулюючою схемою:

Н-201/1,2,3 (РЕВС-1(АПО-201 (ЕЖ-202 (Е-201 (Ф-201/1,2 ((Т-201/1,2,3,4 (Н-201/1,2,3.

ЦРЖ із сепаратора Е-201 до фільтрів Ф-201/1,2 надходить через електроприводну засувку Z-9 (Ду-250) на прийом насосів Н-202/1,2. Частина відкачуваною ЦРЖ насосами Н-202/1,2 на рециркуляцію у встановлений усередині сепаратора Е-201 інжектор з розсікачем вихідного потоку. Інжектор і розсікач забезпечують заспокоєння потоку, руйнування емульсії й видалення стовпа рідини стікаючої по вхідній лінії.

Балансовий надлишок “відпрацьованої” робочої рідини (насиченої сірководнем) насосами Н-202/1,2 відкачується на сторону – на вихід з вус установки, у лінію висновку фракції дизельної 230–290 (З послу Т-34 атмосферного блоку. Торцеві ущільнення насосів Н-201/1,2,3, Н-202/1,2, Н-203/1,2 типи «Тандем» виконані з індивідуальними контурами циркуляції затворної рідини (індустріального масла) з охолодженням його у виносних бачках фірми «ТРЕМ», із сигналізацією й блокуванням їхніх рівнів, температури й тиски затворної рідини.

На ємності сепаратора Е-201 передбачена система переливу нормального рівня з гідрозатворної U-Образною лінією на штуцері (ПРО) Ду-200, висотою 2600мм, що забезпечує підтримку надлишкового тиску в сепараторі до 0,2 кгс/см², що для безпечної експлуатації системи закритого дренажування установки відглушена.Ємність-Сепаратор Е-201 працює під тиском до 3,5 кгс/см² і при підвищенні надлишкового тиску більше 0,5 кгс/див² або підвищення рівня ЦРЖ у сепараторі більше максимального (2500 мм) виконана системи захисту апарата, з відкриттям електропривідної засувки Z-4 (Ду-100) зі скиданням рівня (надлишкового тиску) ЦРЖ по

											ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата							35

лінії зливу гідрозатвора (Ду–200), у ємність закритого дренажування Е–10 і по лінії переливу в ємність Е–11 установки.

Звільнення трубопроводів, колони К–10, ємності Е–12, насосів Н–24, Н–25/1,2, Н–26/1,2, Н–101/1,2,3,4, Н–27/1,2,3, Н–43/1,2, Н–40/3,2, Н–102/1,2, устаткування й ліній РЕВС ємності–сепаратора Е–201, корпусів теплообмінних апаратів Т–201/1,2,3,4, насосів Н–201/1,2,3, Н–202/1,2, Н–203/1,2, виробляється в систему закритого дренажування ємності Е–10,11 з відкачкою в систему некондиційних продуктів. Для звільнення нижньої частини сепаратора Е–201 (до внутрішньої перегородки) від води й емульсії циркулюючої робочої рідини через штуцер (Ж₂), у лінію 17 – висновку циркулюючої робочої рідини із сепаратора Е–201 до фільтрів Ф–201/1,2, встановлена електроприводні запірні арматури Z–4 (Ду–100) [10].

											ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис	Дата							36

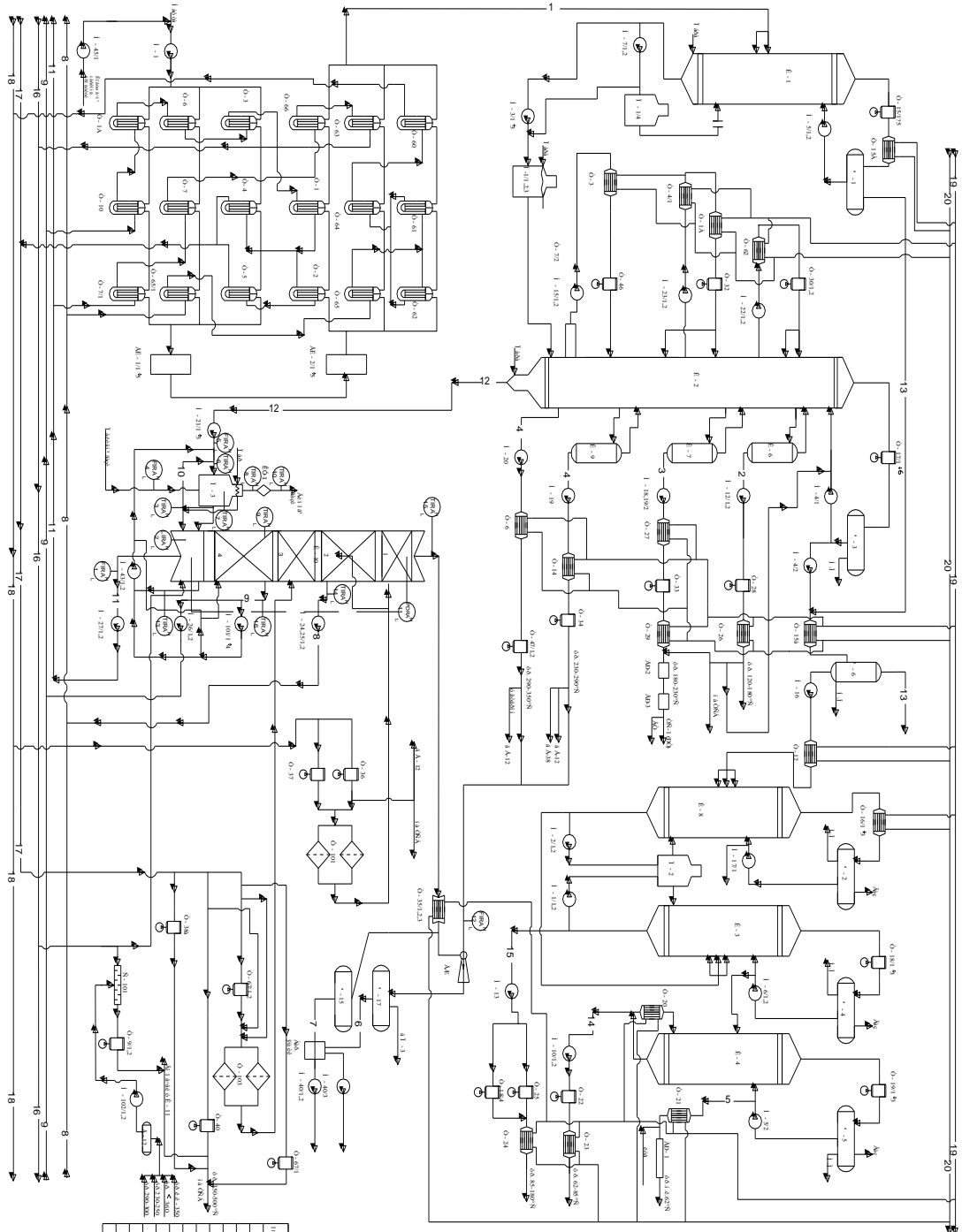


Рис. 4.1. Оаої і еї аї-ї а нїаї а оїаї і аеē АЕї О-ААО-4

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во	Единица измерения
1	Колонна дистиляционная	1	шт.
2	Танк хранения	1	шт.
3	Танк хранения	1	шт.
4	Танк хранения	1	шт.
5	Танк хранения	1	шт.
6	Танк хранения	1	шт.
7	Танк хранения	1	шт.
8	Танк хранения	1	шт.
9	Танк хранения	1	шт.
10	Танк хранения	1	шт.
11	Танк хранения	1	шт.
12	Танк хранения	1	шт.
13	Танк хранения	1	шт.
14	Танк хранения	1	шт.
15	Танк хранения	1	шт.
16	Танк хранения	1	шт.
17	Танк хранения	1	шт.
18	Танк хранения	1	шт.
19	Танк хранения	1	шт.
20	Танк хранения	1	шт.

№	Наименование оборудования	Кол-во	Единица измерения
1	Колонна дистиляционная	1	шт.
2	Танк хранения	1	шт.
3	Танк хранения	1	шт.
4	Танк хранения	1	шт.
5	Танк хранения	1	шт.
6	Танк хранения	1	шт.
7	Танк хранения	1	шт.
8	Танк хранения	1	шт.
9	Танк хранения	1	шт.
10	Танк хранения	1	шт.
11	Танк хранения	1	шт.
12	Танк хранения	1	шт.
13	Танк хранения	1	шт.
14	Танк хранения	1	шт.
15	Танк хранения	1	шт.
16	Танк хранения	1	шт.
17	Танк хранения	1	шт.
18	Танк хранения	1	шт.
19	Танк хранения	1	шт.
20	Танк хранения	1	шт.

2.4. Розрахунок основного апарата

Розрахунок матеріального балансу.

Вихідні дані

Число робочих годин у році	7920 год
Продуктивність	2,8 млн. т/рік
Кількість водяної пари, що подається в низ колони, у перерахуванні на гудрон	2,5%

Розгін в апараті АРН-2 за ДСТ 11011-85 нафті із трубопроводу "Самара – Лисичанськ" за грудень 2008 року представлений у таблиці 2.4.

Виходячи з дані таблиці 5.1, складемо матеріальний баланс і представимо його в таблиці 2.5.

Таблиця 2.4 – Розгін нафті в апараті АРН-2 за ДСТ 11011-85

Найменування фракції, °З	Вихід фракції на скоректоване завантаження, % мас.	Вихід фракції сумарний, % мас.
Газ до 34 включно	0,03	0,53
Н. к.-150	1,92	13,76
150-160	1,27	15,03
160-170	1,38	16,41
170-190	1,92	19,9
190-210	0,35	21,56
210-220	0,48	22,04
220-230	1,03	23,07
230-250	1,22	26,4
250-260	2,53	28,93
260-270	2,39	31,32
290-310	2,34	39,58
310-330	1,94	42,73
330-340	1,94	44,67
340-350	1,84	46,51
350-360	2,41	47,58
360-370	1,57	50,49

											ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата								38

370–380	0,72	51,21
380–390	1,68	57,23
390–400	2,49	57,39
400–450	7,7	85,76
450–490	12,1	100
>490	13,3	100

Таблиця 2.5 – Матеріальний баланс

Потік	% мас, на вихідну нафта	% мас, на завантаження	Витрата С, кг/год	Витрата С, кг/с
Прихід				
Мазут	52,42	100	185323	73,54
Водяна пара	–	–	1787	0,50
Разом:	52,42	100	187110	74,04
Витрата				
Гази розкладання	0,05	0,09	238,3	0,07
Фр. 360–400 °С	9,70	18,51	49004,8	13,62
Фр. 400–490 °С	28,53	54,40	144022,6	40,05
Гудрон	14,19	27	71481,80	19,80
Водяна пара			1787	0,50
Разом:	52,42	100	187110	74,04

Продуктивність установки на вихідну нафту:

$$G = \frac{2800000000}{7920} = 353535 \text{ кг/год};$$

Продуктивність установки на мазут:

$$353535 \cdot 0,5242 = 185323 \text{ кг/год};$$

Кількість водяної пари:

$$G_{в.п.} = 71481,8 \cdot 0,025 = 1787 \text{ кг/ч.м}$$

Розрахунок теплового балансу.

Вихідні дані:

Уведення сировини	410 °С
Уведення водяної пари	400 °С
Вихід газів розкладання	130 °С
Вихід фр. 360–400 °З	200 °З
Вихід фр. 400–490 °З	340 °З
Вихід гудрону	380 °С

Температурний режим колони представлений на мал. 1.

Визначимо ентальпію рідини й пара по формулі [13]:

$$I_t'' = \frac{\alpha}{\sqrt{\rho_{15}^{15}}}, \quad (2.1)$$

$$I_t'' = \alpha \cdot (4 - 4 - \rho_{15}^{15}) - 308,99; \quad (2.2)$$

де ρ_{15}^{15} – відносна щільність нафтопродукту, г/см³;

α – коефіцієнт [11,(2.1.1)].

Відносна щільність нафтопродукту визначається по формулі:

$$\rho_{15}^{15} = \rho_4^{20} + 5 \cdot \alpha, \quad (2.3)$$

де ρ_4^{20} – щільність нафтопродукту при 20°С, віднесена до щільності води при 4 °С;

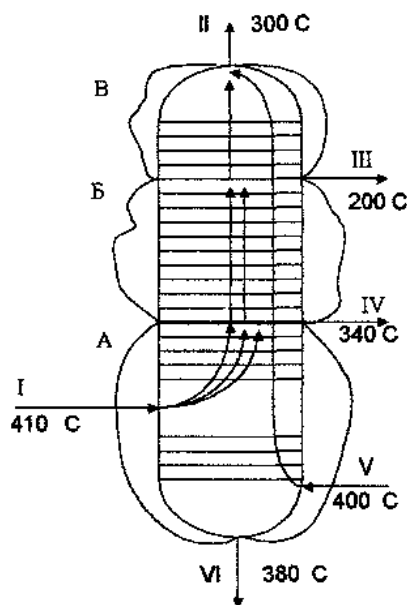
α – середнє температурне виправлення щільності на 1 °С

$$\rho_4^{20} = \rho_H \cdot 40,58 + 0,12 \cdot \sqrt[3]{X} \text{ порівн}), \quad (2.4)$$

де ρ_H – щільність нафти;

X_{cp} – середина по кривій ІТК для даної фракції

										Арк.
										40
Змк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					



I – мазут;

II – гази розкладання;

III–Фр. 360–400 °З;

IV–Фр. 400–490 °З;

V – водяна пара;

VI – гудрон

Рис. 1. Схема температурного режиму вакуумної колони.

Хср – середина по кривій ІТК для даної фракції.

$$\rho_4^{20} = 0,8462 \cdot (0,58+0,12) \cdot \sqrt[3]{47,5} = 0,859 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_4^{20} = 0,8462 \cdot (0,58+0,12) \cdot \sqrt[3]{60,5} = 0,87 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_4^{20} = 0,8462 \cdot (0,58+0,12) \cdot \sqrt[3]{75,5} = 0,919 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_4^{20} = 0,8462 \cdot (0,58+0,12) \cdot \sqrt[3]{92,5} = 0,95 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_{15}^{15} = 0,859 + 5 \cdot 0,000699 = 0,862 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_{15}^{15} = 0,87 + 5 \cdot 0,000673 = 0,873 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_{15}^{15} = 0,919 + 5 \cdot 0,00062 = 0,923 \text{ г/см}^3$$

$$\rho_{15}^{15} = 0,95 + 5 \cdot 0,000567 = 0,9528 \text{ г/см}^3$$

Розрахунок теплового балансу зведемо в таблицю 2.6

Продукт	Температура, °З	Витрата, кг/з	Ентальпія, кДж/кг	Кількість Тепла,кВт/год
Контур А				
Прихід				
Парова фаза:				
– гази розкладання	410	0.07	1215.9	85.1
– фр. 360–400°З	410	13.62	1232.8	16790.7
– фр. 400–490°З	4410	40.05	1217.7	48768.8
Водяна пара	400	0.5	3280.3	1640.1
Рідка фаза – гудрон	410	19.8	1001.5	19829.7
Разом:	–	74.04	–	87114.4
Витрата				
Рідка фаза – гудрон	380	19.8	908.4	1786.3
Парова фаза:				
– гази розкладання	340	0.07	102.3	71.6
– фр. 360–400 °З	340	13.62	1037.7	14133.5
– фр. 400–490 °З	340	40.05	1024.6	41035.2
Водяна пара	340	0.5	3157.1	1578.5
Разом:	–	74.04	–	74805.2
Контур Б				
Прихід				
Парова фаза:				
– гази розкладання	340	0.07	1023	71.6
– фр. 360–400 °З	340	13.62	1037.7	14133.5
– фр. 400–490 °З	340	40.05	1024.6	41035.2
Водяна пара	–	54.24	–	56818.9
Разом:	–	54.24	–	56818.9
Витрата				
Парова фаза:				
– гази розкладання	200	0.07	690.3	48.3
– фр. 360–400 °З	200	13.62	701.3	9551.7
Водяна пара	200	0.5	2874.3	1437.1
Рідка фаза – фр. 400–490 °З	340	40.05	801.8	32112
Разом:	–	54.24	–	43149.3
Контур В				
Прихід				
Парова фаза:				
– гази розкладання	200	0.07	690.3	48.3
– фр. 360–400 °З	200	13.62	701.3	9551.7
Водяна пара	200	0.5	2874.3	1437.1

Продукт	Температура, °З	Витрата, кг/з	Ентальпія, кДж/кг	Кількість Тепла,кВт/год
Разом:	_	14.19	_	11037.1
Витрата				
Парова фаза:				
- гази розкладання	130	0.07	550.4	38.5
Водяна пара	130	0.5	2748.4	1374.2
Рідка фаза – фр. 400–490 °З	200	13.62	420.3	5847
Разом:	_	21.25	_	7259.8

Визначимо кількість надлишкового тепла в кожному контурі [13]:

$$\Delta Q_1 = 87114,4 - 74805,2 = 12309,2 \text{ кВт};$$

$$\Delta Q_2 = 56818,9 - 43149,3 = 13669,6 \text{ кВт};$$

$$\Delta Q_3 = 11037,1 - 7259,8 = 3777,3 \text{ кВт};$$

Таким чином, для знімання надлишкового тепла в колоні приймаємо три циркуляційних зрошення.

Витрата циркуляційних зрошень визначається по формулі :

$$G_{ц} = \frac{\Delta Q}{(I_{t1}^{ж} - I_{t1}^{ж})}, \quad (2.5)$$

де $I_{t1}^{ж}$ і $I_{t1}^{ж}$ – ентальпія рідкого нафтопродукту при температурі уведення й висновку відповідно, кДж/кг;

Температура відбору першого циркуляційного зрошення (1 ЦЗ) – 165 °С,

температура відбору другого циркуляційного зрошення (2 ЦЗ) – 268 °С,

а температура відбору третього циркуляційного зрошення (3 ЦЗ) – 355 °С.

Тоді ентальпія для (1 ЦЗ) буде:

$$I_{t1}^{ж} = \frac{77,52}{\sqrt{0,873}} = 88,8 \text{ до ккал/кг} = 371,8 \text{ кДж/кг};$$

$$I_{t2}^{ж} = \frac{77,52}{\sqrt{0,873}} = 24,2 \text{ ккал/кг} = 101,5 \text{ кДж/кг};$$

Тоді ентальпія для (2 ЦЗ) буде:

$$I_{t1}^{ж} = \frac{138}{\sqrt{0,923}} = 149,5 \text{ ккал/кг} = 626 \text{ кДж/кг};$$

						ДП 96.01.ПЗ	Арк.
							43
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата		

$$I_{i2}^{\text{ж}} = \frac{44,35}{\sqrt{0,923}} = 48,0 \text{ ккал/кг} = 201,2 \text{ кДж/кг};$$

Тоді ентальпія для (3 ЦЗ) буде:

$$I_{i1}^{\text{ж}} = \frac{194,04}{\sqrt{0,952}} = 203,8 \text{ ккал/кг} = 852,4 \text{ кДж/кг};$$

$$I_{i2}^{\text{ж}} = \frac{126,06}{\sqrt{0,952}} = 132,4 \text{ ккал/кг} = 554,4 \text{ кДж/кг};$$

Витрата для (1 ЦЗ) буде:

$$\Delta G_{\text{ц}} = \frac{12309,2}{(371,8 - 101,5)} = 45,5 \text{ кг/год};$$

Витрата для (2 ЦЗ) буде:

$$\Delta G_{\text{ц}} = \frac{13669,6}{(626 - 201,2)} = 32,2 \text{ кг/год};$$

Витрата для (3 ЦЗ) буде:

$$\Delta G_{\text{ц}} = \frac{3777,3}{(852,4 - 554,4)} = 12,7 \text{ кг/год};$$

Розрахунок діаметра колони

Діаметр колони розраховується по формулі 2.6 [11,(59)].

$$\Delta G_{\text{ц}} = \frac{1,128 \cdot \sqrt{V_n}}{W}, \quad (2.6)$$

де V_n – об'ємна витрата пар, м³/з;

W – швидкість пар у перетині колони, м/с.

Об'ємна витрата пар розраховується по формулі:

$$V_n = \frac{22,4 \cdot T}{273} \cdot \left(\frac{\sum G_i}{M_i} + \frac{G_{\text{в.п}}}{M_{\text{в.п.}}} \right) \quad (2.7)$$

де G_i – витрата пар нафтопродукту, кг/год;

M_i — молекулярна маса нафтопродукту, кг/кмоль;

$G_{\text{вп}}$ – витрата водяної пари, кг/ч.

Молекулярна маса нафтопродукту розраховується по формулі:

					ДП 96.01.ПЗ	Арк.
Змк	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		44

$$M_i = \frac{44,29 \cdot \rho_{15}^{15}}{(1,03 - \rho_{15}^{15})} \quad (2.8)$$

Швидкість пар у перетині колони:

$$W = 0,9 \cdot W_3, \quad (2.9)$$

де W_3 – швидкість захлинання, м/с.

Швидкість захлинання розраховується по формулі:

$$W_3 = 0,022 \cdot \left(\frac{\rho_{ж}}{\rho_{п}} \cdot \frac{L}{G} \right)^{0,58}, \quad (2.10)$$

де $\rho_{ж}$ и $\rho_{п}$ – абсолютні щільності нафтопродукту в перетині колони при даній температурі й при 20 С відповідно, кг/м³

$$\rho_{ж} = \rho - \alpha \cdot (t - 20), \quad (2.11)$$

$$\rho_{п} = \frac{G}{V_{п}}, \quad (2.12)$$

де G – сумарна масова витрата всіх пар, що проходять через перетин, кг/год

L – масова витрата рідини, кг/ч.

Контур А

$$L = 71481,8 \text{ кг/год};$$

$$G = 238,3 + 49004,8 + 144022,6 + 1787 = 195052,7 \text{ кг/год};$$

$$V_{п} = 22,4 \cdot \frac{(273 + 380)}{273} \cdot \left(\frac{238,3}{48} + \frac{49004,8}{246} + \frac{144022,6}{382} + \frac{1787}{18} \right) = 36459,3 \text{ м}^3/\text{год} =$$

$$10,13 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$\rho_{п} = \frac{195052,7}{36459,3} = 5,35 \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_{ж} = 0,95 - 0,000567 \cdot (380 - 20) = 0,746 \text{ г/см}^3;$$

$$W_3 = 0,022 \cdot \left(\frac{746}{5,35} \cdot \sqrt{\frac{71481,8}{195052,7}} \right)^{0,58} = 0,288 \text{ м/с};$$

$$W = 0,9 \cdot 0,288 = 0,26 \text{ м/с};$$

$$D = 1,128 \cdot \sqrt{\frac{10,13}{0,26}} = 7,04 \text{ м};$$

						ДП 96.01.ПЗ	Арк.
Змк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата		45

Відповідно до рядом стандартних діаметрів колон приймаємо діаметр $D = 8$ м [14].

Контур Б

$$L = 144022,6 \text{ кг/год};$$

$$G = 238,3 + 49004,8 + 144022,6 + 1787 = 195052,7 \text{ кг/год};$$

$$V_{\text{П}} = 22,4 \cdot \frac{(273 + 300)}{273} \cdot \left(\frac{238,3}{48} + \frac{49004,8}{246} + \frac{144022,6}{382} + \frac{1787}{18} \right) = 31992,1 \text{ м}^3/\text{год} = 8,89$$

$\text{м}^3/\text{с};$

$$\rho_{\text{п}} = \frac{195052,7}{51352,9} = 6,0 \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_{\text{ж}} = 0,95 - 0,00062 \cdot (300 - 20) = 0,7215 \text{ г/см}^3;$$

$$W_3 = 0,022 \cdot \left(\frac{721,5}{6,0} \cdot \sqrt{\frac{144022,6}{195052,7}} \right)^{0,58} = 0,324 \text{ м/с};$$

$$W = 0,9 - 0,324 = 0,29 \text{ м/с};$$

$$D = 1,1286,3 \cdot \sqrt{\frac{0,96}{0,45}} = 1,65 \text{ м};$$

Відповідно до рядом стандартних діаметрів колон приймаємо діаметр $D = 3$ м [14].

Контур В

$$L = 49004,8 \text{ кг/год};$$

$$G = 238,3 + 1787 = 2025,3 \text{ кг/год};$$

$$V_{\text{П}} = 22,4 \cdot \frac{(273 + 130)}{273} \cdot \left(\frac{238,3}{48} + \frac{1787}{18} \right) = 3447,5 \text{ м}^3/\text{год} = 0,96 \text{ м}^3/\text{с};$$

$$\rho_{\text{п}} = \frac{49004,8}{3447,5} = 14,2 \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_{\text{ж}} = 0,873 - 0,000673 \cdot (130 - 20) = 0,799 \text{ г/см}^3;$$

$$W_3 = 0,022 \cdot \left(\frac{799}{14,2} \cdot \sqrt{\frac{49004,8}{2025,3}} \right)^{0,58} = 0,5 \text{ м/с};$$

$$W = 0,9 - 0,5 = 0,45 \text{ м/с};$$

				ДП 96.01.ПЗ		Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис	Дата	46

$$D = 1,128 \cdot \sqrt{\frac{0,96}{0,45}} = 1,65 \text{ м}$$

Відповідно до рядом стандартних діаметрів колон приймаємо діаметр $D = 3 \text{ м}$ [12].

Тарілчаста частина колони

Діаметр тарілчастої частини колони обчислюється по формулі 2.13.

$$D = \frac{\sqrt{4 \cdot S}}{\Pi} = 1,13 \cdot S, \quad (2.13)$$

де S – повний перетин колони, м^2

$$S = S_1 + 2 \cdot S_2, \quad (2.14)$$

де S_2 – площа тарілки зайнята зливальними пристроями, м^2

S_1 – площа робочого перетину тарілки, м^2

$$S_1 = \frac{V_{\Pi}}{3600 \cdot W_{\text{MAX}}},$$

де V_{Π} – об'ємна витрата пар, $\text{м}^3/\text{с}$;

W_{MAX} – припустима лінійна швидкість, $\text{м}/\text{с}$

$$W_{\text{MAX}} = \frac{G}{\rho_{\Pi}} = \frac{0,305}{3600 \cdot K \sqrt{\left(\frac{\rho_{\text{жс}}}{\rho_{\Pi}} - 1\right)}}, \quad (2.16)$$

Оскільки $\rho_{\text{ж/п}} \rho \gg 1$, то рівняння (5.16) можна зобразити в такому виді:

$$W_{\text{MAX}} = \frac{G}{\rho_{\Pi}} = \frac{0,305}{3600 \cdot K \sqrt{\left(\frac{\rho_{\text{жс}}}{\rho_{\Pi}}\right)}}, \quad (2.17)$$

де k – коефіцієнт, обумовлений по рівнянню:

$$K = K \cdot 3^{1-32 \cdot (\lambda - 35)} \quad (2.18)$$

де $до$ – коефіцієнт, обумовлений залежно від типу тарілки

$$K = 1,15 \text{ [15];}$$

C_1 – коефіцієнт, обумовлений залежно від відстані між тарілками [11,(4.4)]. При $H = 600 \text{ мм}$, $3_1 = 600$

										Арк.
										47
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

C_2 – коефіцієнт, обумовлений залежно від типу тарілки

$$C_2 = 11 [15, с.97]$$

λ – коефіцієнт, що враховує вплив рідинного навантаження на припустиму швидкість пар і визначається по рівнянню [12,(4.12)]:

$$\lambda = \frac{0,655 \cdot L}{\rho \cdot \left(\frac{k \cdot C_1}{V_{\Pi}} \right)^{0,5} \cdot \left(\frac{\rho_{ж} - \rho_{\Pi}}{\rho_{\Pi}} \right)^{0,25}}, \quad (2.19)$$

де L – рідинне навантаження в розраховується сечени, що, м³/год;

V_{Π} — навантаження по парах, м³/год;

p – число потоків рідини на тарілці

$$S_2 = \frac{L}{W_{ст}}, \quad (2.20)$$

де $W_{ст}$ – припустима швидкість рідини в зливальній склянці, що забезпечує її перетікання без захлинання тарілки [15,(4.15)]

$$W_{ст} = 0,008 \cdot K_c \cdot \sqrt{H \cdot (\rho_{ж} - \rho_{\Pi})}, \quad (2.21)$$

де K_c – коефіцієнт, що враховує спінювання системи; для систем без спінювання $K_c = 1$ [11].

H – відстань між тарілками, мм.

$$V_{\Pi} = 22,4 \cdot \frac{(273 + 400)}{273} \cdot \left(\frac{1787}{18} \right) = 5482,2 \text{ м}^3/\text{год}$$

$$\rho_{\Pi} = \frac{1787}{5482,2} = 0,326 \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_{ж} = 0,95 - 0,000567 \cdot (380 - 20) = 0,745 \text{ г/см}^3$$

$$\lambda = \frac{71481,8}{3600 \cdot \left(\frac{1,15 \cdot 600}{5482,2} \right)^{0,5} \cdot \left(\frac{745 - 0,326}{0,326} \right)^{0,25}} = 188,8$$

									ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					48

$$D_0 = 1,15 \sqrt{600 - 4(188,8 - 35)} = 74,8;$$

$$W_{\text{MAX}} = \frac{0,305}{3600 \cdot 74,8 \sqrt{\left(\frac{745}{0,326}\right)}} = 0,3 \text{ м/с};$$

$$S_1 = \frac{5482,2}{3600 \cdot 0,3} = 5,1 \text{ м}^2;$$

$$W_{\text{ст}} = 0,08 \cdot 1 \cdot \sqrt{600 - (745 - 0,326)} = 53,5 \text{ м/с};$$

$$S_2 = \frac{143,9}{53,5} = 2,7 \text{ м}^2;$$

$$S = 5,1 + 2 - 2,7 = 10,5 \text{ м}^2;$$

$$D = 1,13 \cdot \sqrt{13} = 4,07 \text{ м};$$

Відповідно до рядом стандартних діаметрів колон приймаємо діаметр $D = 4 \text{ м}$ [14].

Розрахунок висоти колони

У колоні прийняті 4 пакети насадки Герпак. Висота першого й другого пакета 2016 мм, висота третього пакета 1680 мм, а четвертого 1980 мм. Відстань між першим і другим пакетами 2800 мм, між третім і четвертим – 3150 мм [12]. У тарілчастій частині колони приймаємо 4 клапанні тарілки, відстань між якими 600 мм.

1. Висоту від верхнього днища до першого пакета насадки B приймають конструктивно рівної $1/2$ діаметра [12]:

$$h_1 = 1/2 \cdot 8 = 4 \text{ м.}$$

2. Висота насадочної частини визначається виходячи з висот пакетів насадки й відстані між ними:

$$h_2 = 2016 + 2016 + 1680 + 1980 + 3150 + 2800 + 3150 - 16792 \text{ мм} = 16,792$$

м.

3. Висоту від нижнього пакета насадки до першої тарілки в кубі колони визначаємо з відстані між 19 тарілками ($a = 0,3 \text{ м}$):

$$h_3 = 0,3 \cdot 19 = 5,7 \text{ м.}$$

						ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата		49

4. Висоту тарілчастої частини визначаємо із числа тарілок і відстані між ними ($v = z = 600$ мм) [14,(П4)]:

$$h_4 = (4-1) \cdot 0,6 + 0,6 = 2,4 \text{ м.}$$

5. Приймаємо $h_5 = 1$ м [14].

6. Висоту днища приймаємо рівної $h_6 = 2000$ мм [12].

7. Висота колони дорівнює:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4 + h_5 + h_6; \quad (2.22)$$

$$H = 4 + 16,792 + 5,7 + 2,4 + 1 + 2,25 = 31,892 \text{ м.}$$

5.5 Гідравлічний опір колони

Розрахунок гідравлічного опору насадочної частини.

Гідравлічного опору насадочної частини визначається по формулі 5.23 [13].

$$\Delta P_H = 10^{169U} \cdot \Delta P, \quad (2.23)$$

де U – щільність зрошення, $\text{м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$;

ΔP_c – опір сухої насадки, Па

$$U = \frac{L}{\rho_{ж} \cdot 0,785 \cdot D^2}, \quad (2.24)$$

де L – витрата рідини, кг/с.

Опір сухої насадки визначається по формулі [13]:

$$\Delta P_c = \frac{\lambda \cdot H}{d_s} \cdot \frac{w^2}{2} \cdot \frac{\rho_{п}}{\varepsilon^2}, \quad (2.25)$$

де H – висота шаруючи насадки, м;

λ – коефіцієнт опору й залежить від режиму руху пари в шарі насадки

(від Re);

Re – критерій Рейнольдса

$$Re = \frac{\omega \cdot d_s \cdot \rho_{п}}{\varepsilon \cdot \mu_{п}}, \quad (2.26)$$

де $\mu_{п}$ – в'язкість пар, Па · с

ω – дійсна робоча швидкість пари в перетині колони, м/с;

$$\omega = \frac{4 \cdot V_{п}}{\pi \cdot D^2}, \quad (2.27)$$

										Арк.
										50
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

$\rho_{п}$ – щільність пар, кг/м³;

$d_{э}$ – Эквивалентный діаметр, м;

ε – вільний об'єм, м/м ; $\varepsilon = 0,95$ м/м ;

Еквивалентний діаметр визначається по формулі [12,(П1.55а)]:

$$d_{э} = \frac{4 \cdot \varepsilon}{a}, \quad (2.28)$$

де a – питома поверхня, м²/м³; $a = 223$ м²/м³;

$$d_{э} = \frac{4 \cdot 0,95}{223} = 0,0161 \text{ м};$$

Контур А

$$\omega = \frac{4 \cdot 10,13}{3,14 \cdot 64} = 0,2 \text{ м/с};$$

$$R_E = \frac{0,2 \cdot 0,0161 \cdot 5,35}{(0,95 \cdot 9,5 \cdot 10^{-6})} = 1909;$$

Тому що $R_E > 4$, то режим турбулентний [12,(П. 5 ба)].

$$\lambda = \frac{16}{1909^{0,2}} = 3,53;$$

$$\Delta P_c = \frac{3,35 \cdot 1,98}{0,0161} \cdot \frac{0,2^2}{2} \cdot \frac{5,35}{0,95^2} = 51,5 \text{ Па};$$

$$U = \frac{19,8}{746 \cdot 0,785 \cdot 64} = 0,00053 \text{ м}^3/(\text{м}^2 \cdot \text{с});$$

$$\Delta P_H = 10^{1690,00053} \cdot 51,5 = 63,3 \text{ Па}.$$

Контур Б

$$\Delta P_H = 10^{1690,0054} \cdot 254,2 = 2078,6 \text{ Па}.$$

Загальний опір насадочної частини:

$$\Delta P_H = 63,3 + 59,9 + 2078,6 = 2201,8 \text{ Па}.$$

Розрахунок гідравлічного опору тарілчастої частини колони

Гідравлічний опір тарілчастої частини визначається по формулі 2.29 [12].

$$\Delta P_T = \Delta P_{\text{тар-п}} \quad (2.29)$$

									Арк.
									51
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата			ДП 96.01.ПЗ	

де n' – кількість тарілок;

$\Delta P_{\text{тар}}$ – гідравлічний опір тарілки;

$$\Delta P_{\text{тар}} = \Delta P_C + \Delta P_{\text{ж}} \quad (2.30)$$

де ΔP_C – опір сухої тарілки, Па;

$\Delta P_{\text{ж}}$ – опір у шарі рідини, Па;

$$\Delta P_C = \xi \cdot \left(\frac{\omega^2}{2} \right) \cdot \rho_{\text{п}} , \quad (2.31)$$

де ξ – коефіцієнт опору сухої тарілки;

$$\xi = 3,6 [16, (111-12)];$$

$$\omega' = \omega \cdot F; \quad (2.32)$$

$$\omega = \frac{4 \cdot 3,06}{(3,14 \cdot 9)} = 0,433 \text{ м/с};$$

Вільний перетин колони розраховується по формулі:

$$F = 0,91 \cdot \varepsilon_{\text{эф}} \cdot \left(\frac{d_{\text{см}}}{Z_{\text{ш}}} \right)^2 , \quad (2.33)$$

де $\varepsilon_{\text{эф}}$ – ефективна робоча площа тарілки, $\varepsilon_{\text{эф}} = 0,65 \text{ м}^2/\text{м}^2$ [12];

$Z_{\text{ш}} = 1,8 [13, (111-8), \text{с.184}]$, $d_{\text{от}} = 50 \text{ мм}$, $l_{\text{ш}} = 100 \text{ мм}$.

$$F = 0,91 \cdot 0,65 \cdot \left(\frac{50}{100} \right)^2 = 0,148 \text{ м};$$

$$\omega = \frac{0,487}{0,148} = 3,29 \text{ м/с};$$

$$\Delta P_C = 3,6 \cdot \left(\frac{3,29^2}{2} \right) \cdot 0,326 = 6,35 \text{ Па}$$

Опір у шарі рідини розраховується по формулі (5.34) [14]:

$$\Delta P_{\text{ж}} = (h_{\text{п}} + \Delta h) \cdot \rho_{\text{ж}} \cdot g , \quad (2.34)$$

де $h_{\text{п}}$ – висота зливальної планки, мм; $h_{\text{п}} = 60 \text{ мм}$;

$h - \Delta h$ – висота підпору рідини над водозливом, мм.

Висота підпору рідини над водозливом розраховується по формулі

(5.35) [14]:

$$\Delta h = k_1 \cdot k_2 \cdot L_v^{2/3} , \quad (2.35)$$

									Арк.
									52
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата				

$$\Delta P = \Delta P_H + \Delta P_T, \quad (2.43)$$

$$\Delta P = 2201,8 + 3103,6 = 5305,4 \text{ Па} = 39 \text{ мм. рт. ст.}$$

Розрахунок штуцерів

Діаметр штуцера визначається по формулі 2.66.

$$D = \sqrt{\frac{(4 \cdot V)}{(\pi \cdot W)}} = \sqrt{\frac{V}{(0.785 \cdot W)}}, \quad (2.44)$$

де V – об'ємна витрата прокачуваного середовища, $\text{м}^3/\text{з}$;

W – рекомендована швидкість середовища в трубопроводі, $\text{м}/\text{с}$;

$$V = \frac{Q}{(\rho \cdot 3600)}, \quad (2.45)$$

де Q – витрата перекачуваного середовища, $\text{кг}/\text{год}$;

ρ – щільність перекачуваного середовища, $\text{кг}/\text{м}^3$

1. Штуцер уведення мазуту:

$$V_m = \frac{1787}{(0,785 \cdot 3600)} = 0,11 \text{ м}^2/\text{з};$$

Приймаємо значення рекомендованої швидкості середовища в трубопроводі рівним $0,5 \text{ м}/\text{с}$ [15].

$$D = \sqrt{\frac{0,11}{(0,785 \cdot 0,5)}} = 0,52,$$

Тоді, відповідно до рядом стандартних діаметрів, приймаємо

$$D = 530 \times 12 \text{ мм} [14].$$

2. Штуцер уведення водяної пари:

$$V_m = \frac{1787}{(0,326 \cdot 3600)} = 1,52 \text{ м}^2/\text{з};$$

Приймаємо значення рекомендованої швидкості середовища в трубопроводі рівним $20 \text{ м}/\text{с}$ [14].

$$D = \sqrt{\frac{1,52}{(0,785 \cdot 20)}} = 0,31 \text{ м};$$

Тоді, відповідно до рядом стандартних діаметрів, $D = 377 \times 12 \text{ мм}$ [14].

3. Штуцер висновку гудрону:

									Арк.
									55
Змк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата				

ДП 96.01.ПЗ

$$D = \sqrt{\frac{0,96}{(0,785 \cdot 10)}} = 0,35 \text{ м};$$

Тоді, відповідно до рядом стандартних діаметрів, приймаємо

$$D = 377 \times 12 \text{ мм.}$$

7. Штуцер входу й виходу циркуляційних зрошень:

$$V_1 = \frac{45,5}{746} = 0,06 \text{ м}^3/\text{з};$$

Приймаємо значення рекомендованої швидкості середовища в трубопроводі рівним 0,75 м/с [14].

$$D_1 = \sqrt{\frac{0,96}{(0,785 \cdot 0,75)}} = 0,32 \text{ м};$$

Тоді, відповідно з рядом стандартних діаметрів, приймаємо

$$D_1 = 377 \times 12 \text{ мм [17].}$$

$$V_2 = \frac{32,2}{721,5} = 0,044 \text{ м}^3/\text{з};$$

Приймаємо значення рекомендованої швидкості середовища в трубопроводі рівним 0,75 м/с [14].

$$D_2 = \sqrt{\frac{0,044}{(0,785 \cdot 0,75)}} = 0,28 \text{ м}$$

Тоді, відповідно до рядом стандартних діаметрів, приймаємо

$$D_2 = 325 \times 8 \text{ мм.}$$

$$V_3 = \frac{12,7}{799} = 0,016 \text{ м}^3/\text{з};$$

Приймаємо значення рекомендованої швидкості середовища в трубопроводі рівним 0,75 м/с [14].

$$D_3 = \sqrt{\frac{0,016}{(0,785 \cdot 0,75)}} = 0,165 \text{ м};$$

Тоді, відповідно до рядом стандартних діаметрів, приймаємо

$$D_3 = 219 \times 8 \text{ мм [14].}$$

									Арк.
									57
Змк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата				

ДП 96.01.ПЗ

Розрахунок допоміжного устаткування

Розрахунок теплообмінного апарату.

Теплообмінні апарати на заводах нафтопереробної та нафтохімічної промисловостей використовують для регенерації тепла гарячих потоків і нагрівання холодних, а також для конденсації, охолодження, випаровування, кристалізації, плавлення. На установках АВТ продукти, які виходять з ректифікаційних колон, мають досить високі температури, наприклад, на АТ – від 100 до 300 °С, а на ВТ – від 300 до 400°С. Використання тепла цих гарячих продуктів доцільно з погляду економії палива на нагрівання сировини та економії води на охолодження до температур, які є безпечними при транспортуванні і збереженні цих продуктів. Доцільність регенерації тепла потоку залежить від конкретних розумів.

Теплове навантаження апарата визначають, складаючи тепловий баланс[13]:

$$Q = G \cdot C_p \cdot (t_1 - t_2) \quad (2.46)$$

де C_p – теплоємність гарячого теплоносія [11]

G – Маса сировини, кг/з;

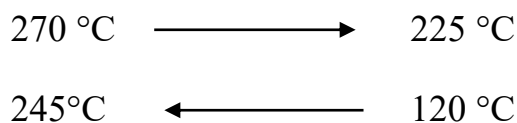
$t_1, t_2, ^\circ\text{З}$ – температура на вході та виході гарячого теплоносія з теплообмінного апарату

$$C_p = 1.444 + 0.00371 \cdot (T - T - 273) \cdot (2.1 - 1 - \rho_{15}^{15}) \quad (2.47)$$

$$C_p = 1.444 + 0.00371 \cdot 247.5 \cdot (2.1 - 0.921) = 2.525 = \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot \text{К}}$$

$$Q = G \cdot C_p \cdot (t_1 - t_2) = 13.62 \cdot 2.525 \cdot (270 - 225) = 1547275,52 \text{ кДж.}$$

Середня різниця температур при протиточною схемі руху теплоносіїв:



									Арк.
									58
Змрк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата	ДП 96.01.ПЗ			

де Δt_{δ} – велика різниця температур [14]:

$$\Delta t_{\delta} = 225 - 120 = 105 \text{ }^{\circ}\text{C}; \quad (2.48)$$

$\Delta t_{\text{м}}$ – менша різниця температур [14]:

$$\Delta t_{\text{м}} = 270 - 245 = 25 \text{ }^{\circ}\text{C}. \quad (2.49)$$

Тому що $\frac{\Delta t_{\delta}}{\Delta t_{\text{м}}} = \frac{105}{25} = 4,2 > 2$,

Середня різниця температур при протитечії визначається по формулі [14]:

$$\Delta t_{\text{ср}} = \frac{\Delta t_{\delta} - \Delta t_{\text{м}}}{\ln(\Delta t_{\delta} / \Delta t_{\text{м}})} = \frac{105 - 25}{\ln(105 / 25)} = 55.74 \text{ }^{\circ}\text{C}.$$

Поверхня теплообміну визначається за наступним рівнянням теплопередачі [13]:

$$F = Q / K \cdot \Delta t_{\text{ср}}. \quad (2.50)$$

де Q – загальна кількість тепла, що знімається, Вт

K – коефіцієнт теплопередачі, Вт/м² · ДО

$\Delta t_{\text{ср}}$ – середня різниця температур, °С

Приймаємо коефіцієнт теплопередачі ДО = 48.62 Вт/м² · ДО [6, с. 47], при цьому площа поверхні теплообміну :

$$F = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{\text{ср}}} = \frac{1547275.52}{47,86 \cdot 55,74} = 580 \text{ м}^2.$$

У даній технологічній схемі приймаємо один теплообмінник з плаваючою головкою знаступною характеристикою [14]:

- діаметр кожуха 1000 мм;
- труба 20x2 мм;
- кількість труб у теплообміннику 1580 шт;
- довжина труб 9 м;
- поверхня теплообміну 600 м².

Матеріал: Х12СгМо9.1Мб19

									Арк.
									59
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата				

Тип: RWU 1200x90001g

Розрахунковий тиск кгс/див² (МПа):

трубний простір = 29 (2,9);

міжтрубний простір = 18 (1,8).

Розрахункова температура °С:

трубний простір = 200

міжтрубний простір = 350.

Середовище:

трубний простір – важкий вакуумний газойль;

міжтрубний простір – знесолена нафта

									Арк.
									50
Зм.к	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис	Дата	ДП 96.01.ПЗ			

3. КОНТРОЛЬ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

Високопродуктивні установки оснащені більшою кількістю приладів для виміру й автоматичного регулювання витрати нафти, температур, тисків, рівня, аналізу якості нафтопродуктів на потоці. Обслуговуючий персонал таких уста–новок повинен у достатньому ступені знати принципи роботи контрольно – ви–мірювальних приладів, що перебувають в експлуатації.

Основні відомості про контрольно – вимірювальні прилади.

Вимір і регулювання витрати рідини й пар.

Прилади, призначені для виміру витрати, називаються витратомірами. Принцип дії найпростішого витратоміра заснований на вимірі перепаду тиску на дросельному пристрої постійного перетину. На трубопроводі встановлюють звужуючий дросельний пристрій –діафрагму зі сполучними імпульсними трубками й вимірником перепаду тисків – диференціальним манометром. При витіканні рідкої або газоподібної речовини через звужуючий простір частина потенційної енергії переходить у кінетичну, середня швидкість потоку у звуженому перетині підвищується, а статичний тиск зменшується. Різниця тисків ($P=P_1 - P_2$) тим більше, ніж витрата рідини, і може служити мірою витрати. Як диференціальний манометр на установці застосовують прилад ДМПК – 100, що представляє собою первинний безшкальний прилад з телеметричним пневматичним пристроєм. Він призначений для безперервного перетворення контрольованого перепаду тисків у пропорційні по величині значенню повітря на дистанційну передачу. У комплекті із вторинними приладами типу ТРЛ –29А диференціальний манометр використовують для виміру або регулювання різниці тисків або витрати рідин і газів по перепаду тиску на дросельному пристрої.

Прилади, що вимірюють кількість нафтопродукту, що протікає через поперечний переріз каналу протягом певного відрізка часу, називають лічильниками [21].

									ДП 96.01.ПЗ	Арк.
										2
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

Вимір і регулювання температури.

Вимір температури заснований на фізичних явищах, що відбуваються при нагріванні тіл, – виникненні електрорушійної сили в місці спаю двох різнорідних провідників. Два спаяних кінці дроту з різних металів називають термопарою. Величина електрорушійної сили термопари залежить від температури спаяного кінця. Один з вільних кінців

термопари має позитивний потенціал, а іншої – негативний. Вільні кінці термопар з'єднують проводами, а потім з вимірювальним

приладом. Дія приладу заснована на компенсації електрорушійної сили термопари протилежно спрямованою різницею потенціалів, створюваної струмом від батареї, включеної в ланцюг термопари.

Прилади для виміру, записи й регулювання температури в комплекті з термопарами називають потенціометрами. На установці застосовуються потенціометри з електронними ламповими підсилювачами. Датчиками для них може служити термопара трьох видів: хромель –копелеві, хромель – алюмелеві, залізо – константанові. Хромель –алюмелева термопара застосовується для виміру більше високих температур (від 600 до 1000 ° С), наприклад для виміру температур димових газів над перевалами печі.

Вимір і регулювання тиску.

Тиск вимірюється силою, віднесеної до одиниці поверхні. Прилади, що вимірюють тиск, називають манометрами, а вимірюючі розрідження – вакуумметрами. Основною частиною манометрів є трубчаста пружина, кінець якої з'єднаний з патрубком, що у свою чергу повідомляється з апаратом, де вимірюється тиск. Другий кінець трубки запаяний і за допомогою передавального механізму зв'язаний зі стрілкою, що вказує тиск. При збільшенні тиску усередині трубки пружина починає розгинатися, і вільний її кінець через передавальний механізм відхиляє стрілку. Чим вище тиск, тим більше відхилення стрілки від нульового положення.

									ДП 96.01.ПЗ	Арк.
										3
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

Витрата (кількість) F

Позначення за схемою				1	4	5	12		
КОНТУР АВТОМАТИЗАЦІЇ	Функції контуру	Періодичний вимір		O					
		Підсумовування		Q					
		Показання		I	+	+	+	+	
		Реєстрація		R	+	+	+	+	
		Регулювання		C					
		Уставка спрацьовування сигналізації		Макс.	A	H	+	+	+
				Мін.		L	+	+	+
		Уставка спрацьовування блокування		Макс.	S	HH			
		Мін.	LL						
Місце подання інформації				ЦПУ	ЦПУ	ЦПУ	ЦПУ		
Найменування вимірюваного середовища; напрямок її руху (звідки, куди) або найменування й позначення апарата (наприкінці фрази вказати в дужках: для пари : насичений або перегрітий; для газу: сухий, вологий, запилений)				Гудрон з К-10	Паливний газ	Мазут атмосферної перегонки нафти .в.п., вуглеводні пари, H ₂ S	ДТ із К-2 в Е-17		
Параметри вимірюваної середовища	Витрата в годину:								
	1.Рідина, м ³	Макс.		500		500			
	2.Водяна пара, кг	Раб.	71280		526				
	3.Газ (при 760 мм і t=20 °C) м ³	Мін.		100	60				
	Тиск изб. макс. МПа/ кгс/см ² перед датчиком витрати		Раб.			1,6(16)	2,5(25)		
			Макс.						
	Температура макс., °C		Раб.				290		
		Макс.	380		410				
В'язкість кин.при Р макс.і t макс.х10 ⁶ , м ² /сек			25						
Місце заміра параметра	Ум. прохід трубопроводу, мм								
	Матеріал трубопроводу		ТТSt36	15X5M	15X5M	Ст20			
Обігрів трубопроводу									
Ізоляція трубопроводу				+	+	+	+		
Кількість вимірів	На трубопровід		1	1	1	2			
	На 1 агрегат		1	1	1	1			
	Усього		1	1	1	2			

Блокування №				
Примітка				

Температура Т

Позначення за схемою			3	6	7		
КОНТУР АВТОМАТИЗАЦІЇ	Функції контуру	Періодичний вимір	O				
		Показання	I	+	+	+	
		Реєстрація	R	+	+	+	
		Регулювання	C				
	Уставка спрацьовування сигналізації, °C	Макс.	A	H	+	+	+
		Мін.		L	+	+	+
	Уставка спрацьовування блокування, °C	Макс.	S	HH			
		Мін.		LL			
	Місце подання інформації			ЦПУ	ЦПУ	ЦПУ	
	Найменування вимірюваного середовища; напрямок її руху (звідки, куди) або найменування й позначення апарата			Мазут з П-3 у ДО-10	Мазут у П-3 з ДО-2	Димові гази з П-3	
Параметри вимірюваної середовища	Температура, °C	Макс.	410	360	850		
		Раб.	400				
		Мін.					
	Тиск хат., МПа/ кгс/см ²	Раб.	16(1,6)	16(1,6)			
Макс.							
Місце виміру параметра	Ум. прохід трубопроводу, мм						
	Матеріал поверхні, зіпри-дотичної із середовищем		15X5M	15X5M	15X5M		
	Ущільнювальна поверхня фланц. сполук на апарату						
Обігрів трубопроводу, апарата							
Ізоляція трубопроводу, апарата			+	+	+		
Кількість вимірів	На апарат, трубопровід		1	1	1		
	На 1 агрегат		1	1	1		
	Усього						
Блокування №							
Примітка							

Температура Т

Позначення за схемою				13	15	16	
КОНТУР АВТОМАТИЗАЦІЇ	Функції контуру	Періодичний вимір		O			
		Показання		I	+	+	+
		Реєстрація		R	+	+	+
		Регулювання		C			
	Уставка спрацьовування сигналізації, °C	Макс.	A	H	+	+	+
		Мін.		L	+	+	+
	Уставка спрацьовування блокування, °C	Макс.	S	HH			
		Мін.		LL			
	Місце подання інформації				ЦПУ	ЦПУ	ЦПУ
	Найменування вимірюваного середовища; напрямок її руху (звідки, куди) або найменування й позначення апарата				Мазут, гудрон, в. п., з ДО-10 у П-3.	Гази розкладу з ДО-10 у Т-35, іжак.	Вакуумний газойль з ДО-10 у П-3.
Параметри вимірюваної середовища	Температура, °C	Макс.		360	300	340	
		Раб.		400			
		Мін.					
	Тиск хат., МПа/ кгс/см ²	Раб.		16(1,6)	16(1,6)		
Макс.							
Місце виміру параметра	Ум. прохід трубопроводу, мм						
	Матеріал поверхні, зіпритичної із середовищем			ТТSt36	ТТSt36	ТТSt36	
	Ущільнювальна поверхня фланц. сполук на апарату						
Обігрів трубопроводу, апарата							
Ізоляція трубопроводу, апарата				+	+	+	
Кількість вимірів	На апарат, трубопровід			5	5	5	
	На 1 агрегат			5	5	5	
	Усього						
Блокування №							
Примітка							

Рівень

L

КОНТУР АВТОМАТИЗАЦІЇ	Позначення за схемою			2				
	Функції контуру	Періодичний вимір		O				
		Показання		I	+			
		Реєстрація		R	+			
		Регулювання		C				
		Уставка спрацьовування сигналізації, мм	Макс.	A	H	+		
			Мін.		L	+		
		Уставка спрацьовування блокування, мм	Макс.	S	HH			
			Мін.		LL			
		Місце подання інформації				ЦПУ		
Найменування вимірюваного середовища; напрямок її руху (звідки, куди) або найменування й позначення апарата (наприкінці фрази вказати в дужках: для пари : насичений або перегрітий; для газу: сухий, вологий, запилений)				Мазут, вакуумний газойль, гудрон, в.п., вуглеводневі гази й пари з куба К-10 нагору колони				
Параметри вимірюваної середовища	Рівень від дна апарата, мм		Макс.	139				
			Мін.	86				
	Температура макс., °C		Раб.	380				
			Макс.	400				
	Тиск хат., МПа/ кгс/см ²		Макс.	20(0,2)				
Раб.								
Щільність середня при: t макс. і Р раб. (для води не запів.), кг/м ³ t=20°C и Р раб. (для агресив- них середовищ) кг/м ³								
Місце виміру параметра	Ум. прохід трубопроводу, мм							
	Матеріал поверхні, зіпри- дотичної із середовищем			FG36T				
	Ущільнювальна поверхня фланц. сполук на апарату							
Обігрів трубопроводу, апарата								
Ізоляція трубопроводу, апарата								
Кількість вимірів	На апарат, трубопровід							
	На 1 агрегат							
	Усього							
Блокування №								

Арк.

ДП 96.01.ПЗ

9

Змк Арк. № докум Підпис Підпис Дата

--	--	--	--

4. ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1. Опис небезпечних виробничих чинників

Експлуатація комбінованої установки ЕЛОУ-АВТ ВТ характеризується наявністю наступних небезпечних і шкідливих виробничих чинників відповідно до ГОСТ 12.0.003-74:

1. Фізичні:

- рухливі частини виробничого устаткування, машини, що рухаються, і механізми;
- підвищена загазованість повітря робочої зони;
- підвищена температура поверхонь устаткування і трубопроводів;
- знижена температура повітря робочої зони (при роботі на відкритому майданчику в зимовий час);
- наявність електричного струму високої напруги;
- шум, вібрація на робочому місці;
- можливість накопичення зарядів статичної електрики;
- розташування робочих місць на значній висоті відносно поверхні землі.

4.2 Опис чинників, які можуть привести до виникнення аварійних ситуацій, загазованості установки, спалаху продуктів, пожежі

Виходячи з технології і потужності виробництва, на установці застосовується великогабаритне спеціальне устаткування великої місткості, в т.ч. печі, колонне і теплообмінне устаткування, високопродуктивні насоси і компресори, електродвигуни підвищеної потужності.

Тому при виникненні аварійної ситуації в докілья може потрапити велика кількість рідких і газоподібних нафтопродуктів.

Газонебезпечні і пожежонебезпечні концентрації можуть виникнути в процесі експлуатації в результаті розгерметизації устаткування і трубопроводів, а також при підготовці їх до ремонту.

										ДП 96.01.ПЗ	Арк.
Змрк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата						1

Процеси, що входять до складу установки, характеризуються:

- застосуванням відкритого вогню для нагріву сировини в трубчастих печах;
- високотемпературними технологіями;
- високим тиском при проведенні гідроочищення вакуумного дистиляту і фракціонування продуктів крекінгу;
- пожароопасністю отримуваних на установці рідких і газоподібних продуктів. Сировина і продукти, що отримуються і використовуються в технологічному процесі, являються взривопожароопасними і токсичними речовинами.

4.3 Заходи пожежної безпеки на виробництві

1. Протипожежний водопровід

Для протипожежного захисту технологічної установки передбачена система протипожежного водопроводу з витратою води 170 л/с. і 50 л/з - на пересувну техніку.

До цієї системи підключені:

- лафетні стволи (12 шт.) - для гасіння і зрошування устаткування і трубопроводів, розташованих на відкритих майданчиках;
- водяна зрошувальна система колонних апаратів, реакторного блоку, блокапечей і реакторів;
- в приміщеннях компресорною і насосною встановлені пожежні крани.

На мережі протипожежного водопроводу передбачені гідранти.

2. Пожежогасіння (система паротушення)

Система паротушення забезпечена стояками, встановленими в усіх пожежонебезпечних місцях. Уся система паротушення сухотрубная. Подання пари здійснюється від пожежних гребінок, розташованих у безпечних місцях.

3. Первинні засоби пожежогасіння

Первинні засоби пожежогасіння на установці:

									Арк.
									2
Змк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата				

ДП 96.01.ПЗ

- вогнегасники порошкові типу ВП- 9 і углекислотные ОУ, які встановлюються поблизу місць, де можливе виникнення пожежі;
- пісок, азбестове полотно, кошма.

Розміщення ящиків з піском і лопатами, азбестових полотен передбачається у безпосередній близькості від пожежонебезпечних місць.

Крім того, в компресорному залі, у будівлі операторної, у пічного блоку і у реакторного блоку встановлені автоматичні і ручні сповіщувачі виникнення пожежі.

4. Вживані засоби автоматичного включення пожежної техніки і сигналізації загорянь

Т.к. усе технологічне устаткування герметичне, то на виробництві при нормальній роботі відсутні ознаки небезпеки виникнення пожежі або вибуху. Тільки при порушенні герметичності устаткування і трубопроводів може з'явитися небезпека виникнення пожежі або вибуху. Увесь технологічний процес автоматизований, застосована система блокувань при перевищенні допустимих меж виробничого процесу.

При аварійній зупинці негайно припиняється подання сировини і палива і впродовж 15 хв. установка зупиняється, автоматично продувається від горючих речовин із скиданням їх в атмосферу або у факельну систему підприємства із заповненням системи азотом. На установці є автоматичне включення парової завіси печі з блокуванням, що забороняє подання пари без попереднього звукового сигналу (30 секунд), для можливості евакуації персоналу із зони парового захисту.

Для вжиття заходів при виникненні пожежі в усіх відділеннях установки передбачені ручні і автоматичні сповіщувачі.

4.4 Застереження про можливість накопичення зарядів статичної електрики, їх небезпеку і способи нейтралізації

										ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата						3

Заряди статичної електрики мають високий потенціал і тому представляють серйозну небезпеку у виробництвах, де є вибухонебезпечні середовища. Крім того, статична електрика несприятливо впливає на організм людини.

Бензин і інші нафтопродукти є діелектриками, тому вони здатні накопичувати електричні заряди.

Заряди статичної електрики виникають при перекачуванні нафтопродуктів по трубопроводах і гумових шлангах, при перемішуванні продуктів, при наливанні їх в ємність струменем, що падає, при переливанні з посудини в посудину, а також при перевезенні в цистернах. При пранні у бензині вовняної або шовкової тканини може бути проскакування електричної іскри між рідиною і тканиною, яка викликає займання рідини.

Одним з основних способів боротьби із статичною електрикою є заземлення апаратів, місткостей, трубопроводів і устаткування. За наявності заземлення заряди статичної електрики, що утворюються, відводяться в землю. Уся система заземлення повинна мати такий опір проходженню електричного струму, при якому виключається накопичення електричних зарядів на стінках апаратів, трубопроводів і устаткування.

Для відвертання виникнення зарядів статичної електрики, захисту від вторинних проявів блискавки передбачені наступні заходи:

- усе металеве і електропровідне неметалічне устаткування, апаратура, комунікації, металоконструкції установки приєднані до заземляючого пристрою і є на усьому протязі безперервним електричним ланцюгом;
- усі апарати і трубопроводи герметизовані; - діаметри усіх трубопроводів розраховані і прийняті з урахуванням допустимих швидкостей руху рідини по трубопроводах;
- на установці прийняті буйкові рівнеміри, які встановлюються безпосередньо на фланці виносних камер або технологічних апаратах, що мають заземлення;

									ДП 96.01.ПЗ	Арк.
										4
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

- з метою виключення наливання нафтопродуктів вільнопадним струменем для відвертання накопичення статичної електрики передбачений вступ продуктів нижче рівня рідини і відстань від кінців завантажувальних труб до дна резервуарів, місткостей складає не більше 200мм.

Для забезпечення безперервного відведення зарядів статичної електрики з тіла людини у вибухонебезпечному приміщенні (компресорна) поли виконані електропровідними.

4.5 Засоби захисту від поразки електричним струмом

На установці застосовується електричний струм високої напруги (до 6 кВ). Електродвигуни на установці працюють під напругою 380 В, а окремі під напругою до 6000 В. При безаварійній роботі електроустаткування, а також при дотриманні персоналом установки встановлених правил електробезпеки, ніяких травм від поразки електричним струмом на установці статися не може. Проте при порушенні однієї з цих умов може статися травмування персоналу електрострумом, що викликає важкі опіки і ураження нервової системи.

Для попередження можливості поразки електричним струмом вибухозахищене устаткування і електроустаткування загального призначення для зовнішніх установок має бути захищене від атмосферної дії (дощ, сніг і пил), не допускається застосування неізольованих дротів, а також застосування дротів і кабелів з поліетиленовою ізоляцією або оболонкою. У пожежонебезпечних зонах будь-якого класу можуть застосовуватися електричні машини напругою до 10 кВ, електроапарати, прилади, шафи і набори затисків, що мають відповідну міру захисту оболонки.

Засоби захисту від поразки електричним струмом :

- облаштування заземлення і занулення;
- знаки безпеки; - захисні пристрої;
- ізолюючі пристрої і покриття;

									Арк.
									5
Змрк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата				

ДП 96.01.ПЗ

– різко скорочується можливість обводнювання нафтопродуктів, які особливо важливо для авіаційного гасу й дизельного палива;

– зменшується витрата оборотної води й електроенергії в АВО, а також необхідна поверхня конденсаторів внаслідок відсутності вод: ного пари в парах, які конденсуються, нафтопродуктів (теплота конденсації вуглеводнів 250–350 кДж/кг, водної пари 2260 кДж/кг);установлюється досить низька температура на вгорі вакуумної колони, що різко скорочує навантаження на вакуумсоздающую апаратуру й дозволяє підтримувати глибокий вакуум (0, 67–1,99 кпа), необхідний для збільшення чіткості фракціонування дистилатів, а також підвищення їхнього відбору на супутньої йому об'єктах становить 430 000 м³/сут при прямоточній схемі водопостачання (у водопостачанні заводу використовуються також очищені стоки й зливи води). На НПЗ є дві системи промислових стоків, куди направляються води різного ступеня забруднення. У вакуумній колоні для скорочення подачі водної пари запропонована низовина глухою перегородкою концентраційної й відгінної секції вакуумної колони й **паралельний висновок** пар із цієї секції у вакуумстворюючу систему з метою ефективного поглиблена вакууму у відгінній секції.

Дані по збору і утилізації твердих і рідких відходів, скиданням стічних вод і викидам в атмосферу наводяться в таблицях 6.1, 6.2, 6.3 [22].

										Арк.
										3
Змрк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

ДП 96.01.ПЗ

Таблиця 6.1 .Тверді й рідкі відходи.

Відходи при виробництві продукції, стічні води, викиди в атмосферу, методи їхньої утилізації, переробки.						
Найменування відходу	Куди складається, транспорт	Періодичність образування	Умова (метод) і місце поховання, знешкодження, утилізації	Питома норма викиду на одиницю сировини кг/тонну	Кількість кг/доба (т/рік)	Примітка
1	2	3	4	5	6	7
8.1.1 Тверді відходи						
а) Використовувані						
1. Відходи будівельні, ремонтних робіт. КОД 2666.13.01. Клас небезпек - 4	Складаються тимчасово у відвалу на бетонній площадці в позначеному місці й у міру нагромадження вивозяться автомобільним транспортом типу (автосамосвал)	Періодично протягом місяця	Використовуються для відновлення підсипки, твердих автодорожніх покриттів підприємства	Використовуються для відновлення, підсипки, твердих автодорожніх покриттів підприємства	0,83 т/місяць (20)	Утворюються при проведенні ремонтно-відновительних роботах будинків, покриттів, споруд, бетонних майданчиків, апаратного двору
2. Лом амортизаційних металів чорних (сталь) Код 2665.13.01.К Клас небезпек - 4	У міру накопичення складається тимчасово на бетонні майданчики в позначеному місці. Вивозиться автомобільним транспортом на площадку збору металолому цеху №22 (РМЦ).	Періодично протягом місяця	Використовується для здачі в металобрухт		20,83 т/місяць (200)	Утворюються при веденні ремонтно-відновних робіт трубопроводів і устаткування
3. Лом амортизаційних металів кольорових (ЛІАМШ, Алю-	У міру накопичення складається тимчасово на бетонному майданчику в позначеному місці. Вивозиться автомобільним транспор-	Періодично на протязі місяця	Використовується для здачі в металолом		20,83 т/місяць (200)	Утворюються при веденні ремонтно-відбудовчих робіт устаткування.

міній) Код 7710.13.0 3. Клас небезпеки – 4	том					
	на майданчик збору металобрухту цеху №22 (РМЦ).					
4.Ломвогне-тривких виробів(кремнезем). Код 2711.13.01. Клас небезпеки-4	У міру накопичення складуються тимчасово у відвалі на бетонному майданчику в позначеному місці. Вивозяться автомобільним транспортом типу (автосамосвал)	Періодично на протязі місяця	Використовуються для відновлення, підсіпки, твердих автодорожніх покриттів підприємства		0,083 т/ місяць (2,0)	Утворюються при веденні ремонтно-будовчих робіт устаткування форсунок печей, вогнезахисту апаратів, стійок опор
5.Продукти очищення апаратів (нафтошлам). Код 320.22.02. Клас небезпеки – 2	У міру очищення апаратів складуються тимчасово в металевий контейнер. Вивозяться автомобільним транспортом типу(автоплощадка) разом з контейнером	Разово під час кап. ремонту апаратів	Використовуються як сировина в установках очищення нафтошламу в цеху №25		(25)	Утворюються при підготовці до ремонтних робіт колон, емкостей
6.Нефтепродукти відпрацьовані при експлуатації устаткування. Код 6000.13.01. Клас небезпеки – 2	У міру ревізії апаратів видаляються тимчасово в металевий контейнер. Вивозяться автомобільним транспортом типу (автоплощадка) спільно з контейнером.	Разово на протязі кап. ремонту апаратів	Використовуються як сировина в установках очищення нафтошлама в цеху №25		(25)	Утворюються при підготовці до робіт колон, емкостей

											Арк.
											5
Змрк	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис	Дата						

ДП 96.01.ПЗ

б) Невживані						
7.Продукти очищення апаратів (пірофорні сполуки) Код 320.22.0 2. Клас небезпек и – 3	В міру накопичення складуються тимчасово у відвал із закопуванням в ґрунт на майданчику в позначеному місці.	Разово протягом кап. ремонту апаратів	Не використовуються		(0,4)	Утворюються при підготовці до ремонтним робіт колон, емкостей.
8.Матеріал текстильний обтиральний відпрацьований	Складуються в міру накопичення в металевий ящик	Постійно протягом місяця	Спалюється в технологічних печах при накопиченні.		0,075 кг/доба (0,75)	Утворюються при обслугованні й ремонті насосних агрегатів,
Код 7710.13.03 Клас небезпек и – 2	у позначеному місці.					редукторів.
9.Побутові відходи (сміття). Код 7710.13.03. Клас небезпек и – 4	Складуються в міру накопичення в металевому контейнері. (Вивозиться автомобільним транспортом) на полігон побутових відходів.	Постійно протягом місяця	Вивозиться на полігон твердих побутових відходів		0,75 т/місяць (9,125)	Утворюються при веденні технологічних ремонтно-відновних робіт устаткування.

8.1.2 Рідкі відходи

а) використовувані						
1. Відпрацьований луг із змістом солей натру до 1% вага., сульфід натрію до 2% вага. Код 2320.13.0	Накопичується в електророзділювачі ЕР-1, виводиться по трубопроводу для нагродження в резервуар реагентно-го господарства цеху №26. При простій скидається по 2-й системі проми-	Постійно накопичується в ЕР 1 привідній технологічного процесу залуговування бензин. Фр. ПК 70°C	Використовується після нагромадження як сировини аустановки утилізації лужних відходів °С	0,8 (кг/т виведеної фракції ПК-70 (42,5)	61,44 тонн/рік у перерахуванні на 100% концентрацію	На виробництві виведеної фракції ПК-70°C

3. При пуску й установці ус-тановки(бло-ків) допускаються разові скидання вуглеводнев-о-го газу у фа-кельну систе-му заводу	Вуглеводні	При нормаль-ному пуску або зупинці уста-новки – 1650 г/сек(6,0т/рік) При аварійній зупинці – 3650 г/сек	Спалюванн-я на факелах заводу		
---	------------	--	-------------------------------	--	--

7. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ РОЗРАХУНКИ

Важливим елементом в економічному обґрунтуванні проєктованих заходів є вибір бази порівняння.

За базу порівняння застосовуються кращі досягнення в нашій країні й за рубежом, а також кращі варіанти, що є в проєктах. У разі, коли не представляється можливим використовувати за базу порівняння кращі досягнення вітчизняні або зарубіжні, як базовий варіант можуть бути дані по виробництву продукції, вироблюваної на підприємствах, на якові є калькуляція собівартості, оптові ціни й ін. техніко-економічні характеристики виробництва. У даному розділі приводиться перелік організаційно-технічних заходів і розрахунок за спрощеною методикою організаційного економічного ефекту від їх впровадження. Основними заходами є:

- розробка (створення) нових видів продукції й підвищення якості продукції, що випускається;
- інтенсифікація виробничих процесів;
- вдосконалення технологічних процесів, методів виробництва;
- заходь щодо економіки матеріалів, палива, енергії й т.д.
- механізація й автоматизація виробничих процесів;
- вдосконалення організації виробництва й праці;

Результатом організаційно-технічних заходів може бути збільшення об'єму продукції, зниження собівартості продукції, підвищення

						ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис	Дата		9

продуктивності праці, поліпшення використання устаткування, економіки сировини, матеріалів, палива й т.д.[23].

7.1 Обґрунтування і розрахунок виробничої потужності.

Обґрунтування виробничої потужності дається виходячи з споживи в даному виді продукції, потужності підприємств (цехів), впровадження нової техніки. Величина річної виробничої потужності (Q_2) визначається по формулі[23]:

$$Q_2 = N * q * T_{ef} \quad (7.1)$$

де $N=1$ – число одиниць однотипних апаратів основного устаткування (вказати основний апарат);

q – годинна продуктивність одного апарату, прийнята по технічному паспорті або фактичним даним передового досвіду;

$$q = 28000000000 / 7920 = 353535.5 \text{ кг/р};$$

$T_{ef} = 7920 \text{ р.}$ – ефективний фонд робочого часу устаткування за рік (годину).

$$Q_2 = 1 * 353535.5 * 7920 = 2,8 \text{ млн.т.}$$

7.2 Проектований організаційно –технічний захід

Нова система створення вакууму заснована на циркуляції рідких нафтових фракцій(дизельна або газойлева) через спеціальні інжекторні системи,замість ежективированием водяний пором.Пароежекторний процес вакуумування в умовах виробництва має КПД не більше 5%, у той час як КПД рідинноежекційного процесу (РЕВС), особливо якщо скраплюється газ, що, при цьому конденсується й розчиняється в робочій рідині, може досягати 36–37%.

Гідроежекторна (РЕВС) система має в порівнянні з пароежекторною системою наступні переваги, наприклад у пароежекторній системі:

- Витрата парі – 11,2 т/рік;
- Витрата оборотної води – 500 м³/рік

									Арк.
									10
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата				

ДП 96.01.ПЗ

- У гідроэжекторній системі:
- Споживання електроенергії насосами – 630*1=630 кВт;
- Витрата оборотної води – 200 м³/рік.

Таким чином, нова система дозволила повністю виключити скидання забрудненої води й за рахунок різниці вартості пари й електроенергії тільки на блоці вакуумного розгону мазуту значно підвищити економічну ефективність. Дослідження показало, що у вакуумних газах, що направляються на спалювання в піч, за рахунок промивання газів дизельною фракцією або газойлем значно зменшується зміст сірчистих газів. Глибина вакууму, що досягається, (залишковий тиск до 67 Па або 0,5 мм рт.ст.). Циркулююче дизельне паливо або газойль постійно оновлюється. Частина циркулюючої рідини виводиться із системи на гідроочищення й потім використовується за цільовим призначенням; значно зменшує споживання енергії й експлуатаційні витрати на тонну сировини [10].

Розрахунок матеріально-енергетичних витрат.

Вихідні дані :

Проектована виробнича потужність – 2800000 тонн/рік

Чисельність основних робітників – 64

Зміна витрат на сировину й матеріали визначаються за даними таблиці 7.1

Розшифровка витрат на калькуючу продукцію №1146

на період: Грудень 2008р.

У грудні 2008 року на діючому виробництві перероблена партія

сировини 214.524 тис т. тонн нафти.

Цех №0102 Цех № 1 – технологічна установка АВТ–2

Таблиця 7.1. Калькуляція витрат сировини, матеріалів на одиницю продукції [9] :

№ п/п	Найменування статей	Одиниця виміру	На весь випуск		
			Кількість, тис.т.	Ціна, грн.і коп.	Сума. тис. грн. (гр.4*гр5)
	1	2	3	4	5

											ДП 96.01.ПЗ	Арк.
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата							1

1.	Сировина, основні матеріали й напівфабрикати за винятком втрат і відходів (ст.1+23)	т.	214.524		651216.760
2.	Допоміжні матеріали				
2.1.	Реагенти		0.016		106.045
	Деемульгатор "Геркулес"	кг/т	0.001	15038.280	15.950
	Інгібітор "Геркулес-3061"	кг/т	0.001	22429.990	26.740
	Нейтралізатор "Геркулес-5450"	кг/т	0.002	21671.970	31.575
	Сода каустична (їдкий натр) (на нафту)	кг/т	0.004	1669.960	6.415

Продовження таблиці 7.1

№п\п	1	2	3	4	5
	Сода каустична (їдкий натр) (на бензин)	кг/т	0.002	1669.960	2.250
	Їдкий натр.100%	кг/т	0.002	1669.960	
	Каталізатор ARI-100EXL	кг/т		1020989.4 0	4.890
	Каталізатор ARI-120L	кг/т		1093924.4 0	13.180
	Сіль поварена МЕРИКАТ-2	кг/т	0.004	160.180	0.620
	Моноетаноламин	кг/т			
	Оцтова кислота	кг/т			
	Вугілля активоване (разове завантаження)	кг/т	0.004		25.425
	Каталізатори	кг/т	0.004	6541.670	25.425
2.2.	Глина (аттапультит)	кг/т	0.004		25.425
2.3.	Інші допоміжні матеріали				
	Паливо й енергія		3785,30 9		10237.050
	Азот	тыс.м ³	4.059	10237.050	2.670
	Вода оборотна	тыс.м ³	889.824	2.670	490.640
	Газ заводської для палива	т.	2.289	490.640	427.428
	Мазут для палива	т.	1.628	427.428	3280.420
	Стиснене повітря для виробничих цілей		126.500	3280.420	8.700
	Теплоенергія для	ГКал	5.910	8.700	1264.585

										Арк.
										2
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					

ДП 96.01.ПЗ

	відрахування				
7.	Внутрішньозаводська перекачуваність				2963.510
8.	Загальвиробничі витрати				2187.970
9.	Адміністративні витрати				3682.500
10.	Витрати на збут				
11.	Разом звітарт на обробку (2+3+4+5+6+7+8+9+10)				19702.960
12.	Усього витрат (1+11)				670919.720
13.01	Попутна продукція	т.	124.633		323122.305
13.02	Послуги переробки				3715.045
14.	Виробнича собівартість основної продукції				343866.184

по базовому й проектуваному виробництвах:

Собівартість переробки однієї тонни нафти дорівнює:

$$344082.365 : 214,524 = 1603.934 \text{ (грн/т).}$$

Собівартість переробки однієї тонни нафти дорівнює:

$$343866.184 : 214.524 = 1602.926 \text{ (грн/т).}$$

Таким чином, вартість переробки однієї тонни нафти знизилася на :

$$1603.934 - 1602.926 = 1,008 \text{ (грн.).}$$

Зміна вартості сировини та матеріалів визначається по формулі [23]:

$$\Delta C_c(\text{грн./т}) = \sum_1 - \sum_0$$

(9.2)

$$\Delta C = 651216.760 - 651216.760 = 0(\text{грн/т})$$

де $\sum_1 = 651216.760$ – вартість сировини та матеріалів по проектуваному виробництву;

$\sum_0 = 651216.760$ – вартість сировини та матеріалів по базовому варіанту.

Зміна витрат на енергоносії визначаються за даними таблиці 6.

Зміна вартості енергоресурсів визначається по формулі [23]:

$$\Delta C_e(\text{грн/т}) = \sum_1 - \sum_0 \quad (7.3)$$

$$\Delta C = 10237.050 - 10020.369 = 216.181(\text{грн/т})$$

									Арк.
									5
ЗМК	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис	Дата				

ДП 96.01.ПЗ

5. Оборотні кошти оцінюються укрупнено в % до вартості основних фондів (за узгодженням з керівником проекту) (Φ_0).

6. Фондовіддача розраховується по формулі[23]:

$$f = \frac{Q_p}{\Phi_0} = \frac{214524}{44} = 4875,545 \quad (7.12)$$

7. Витрати на переробку сировини на діючому й проектуваному виробництві[22]:

$Зд = 1603.934$ (грн./т); $Зп. = 1602.926$ (грн./т);

$(З = 1603.934 - 1602.926 = 1,008$ (грн./т);

$$\Delta Z\% = \frac{1008}{1603,934} = 0,06\% \quad (7.13)$$

8. Одноразові капітальні витрати наведені ранне [23]:

$Sд = 10756771$ грн. ; $Sп = 14441347$ грн.

$S = 3684576$ грн.

$S \% = 25,5\%$

9. Економічний ефект [23]:

$$\Xi = B(Сд - Сп) = 214524 (1603.934 - 1602.926) = 216240,2(\text{грн.}) \quad (7.14)$$

									ДП 96.01.ПЗ	Арк.
Змк	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата					8

Висновок

У представленому дипломному проекті розглянуто стан і перспективи розвитку процесу первинної переробки нафти на фракції, приведен аналіз науково–технічної літератури по методах первинної перебоязкі нафти, розробка технологічної схеми, запропоновано нове технічне рішення по заміні пароежекторної системи на спеціальну рідинно–ежекторну систему із замкнутою циркуляцією вуглеводневої фракції(дизельна або газойлева) через спеціальні інжекторні системи, яка має такі переваги:

- не вимагає для своєї роботи витрати води й пара;
- екологічно безпечно, працює з низьким рівнем шуму, не утворює забруднених стічних вод;
- створює більше глибокий вакуум (до 67 Па або 0,5 мм рт.ст.);
- повністю виключає втрати нафтопродуктів і газів, що відходять із верху вакуумної колони;
- значно зменшує споживання енергії й експлуатаційні витрати на тонну сировини.

Приведені технологічні та економічні розрахунки.

									Арк.
									2
Зм.к	Арк.	№ докум.	Підпис	Підпис	Дата				

ДП 96.01.ПЗ

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Экспресс – информация. “Состояние российских и мировых рынков нефти, продуктов нефтепереработки, нефтехимии и химии,” ЦНИИТЭнефтехим, М. 2000 г., № 2.
2. Свейти Т. Е. Тенденции в развитии нефтеперерабатывающей промышленности мира // Нефтегазовые технологии — 2006. — №1 — с. 59–66.
- 3 “Техновакуум” НИИЭММГТУ имени Н.Э. Баумана” – М.: Изд. Химия, 2000 г., № 9.
4. Капустин В. М. Технология переработки нефти. В 2–х частях. Часть первая. – М.: Химия, КолосС, 2006. – 400 с.
5. . И.А. Александров “Переработка и ректификация в нефтепереработке” – М.: Изд. Химия, 1981г.
6. Ахметов С. А. Технология глубокой переработки нефти и газа. – Уфа: Гилем, 2002. 672 с.
7. Короткое П. И., Исаев Б. Н., Тетерук В. Г. «Первичная переработка нефти на высокопроизводительных атмосферно – вакуумных установках», Москва, «Химия», 1995.
8. И.Л Гуревич “Общие свойства и первичные методы переработки нефти и газа,” М.: Изд. Химия, 1972г.
9. Технологический регламент по установке ЭЛОУ–АВТ–8 ОАО ЛиНОС
10. Технологический регламент по работе жидкостноэжекторной системы создания вакуума Лисичанского НПЗ, 2009 г.
11. Рудин М. Г. «Карманный справочник нефтепереработчика», Львов, «Химия», 1989.
12. М.А. Танатаров “Проектирование установок первичной переработки нефти” – М.: Издавництва Хімія, 1989г.
13. Мамедов Б.Б.”Технологічні розрахунки процесів переробки нафти та газу”. Навчальний посібник. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2008.–264с.

												ДП 96.01.ПЗ	Арк.
													2
ЗМК	Арк.	№ докум	Підпис	Підпис	Дата								

