

СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля

Факультет Інженерії
(повне найменування факультету)

Кафедра Хімічної інженерії та екології
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломної роботи

освітнього ступеня магістр
(бакалавр, спеціаліст, магістр)

спеціальності 161 – Хімічні технології та інженерія
спеціалізація Хімічні технології палива та вуглецевих матеріалів
(шифр і назва спеціальності)

на тему **Проект установки виробництва бітуму з розробкою реакційного блоку потужністю 200 тис. т/рік**

Виконав: здобувач вищої освіти групи ТПВ-19дм

Бас В. В.
(прізвище, та ініціали)

.....
(підпис)

Керівник Потапенко Е. В.
(прізвище та ініціали)

.....
(підпис)

Завідувач кафедрою Суворін О.В.
(прізвище та ініціали)

.....
(підпис)

Рецензент Римар Т. Е.
(прізвище та ініціали)

.....
(підпис)

Севєродонецьк – 2021 р.

**СХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
імені Володимира Даля**

Факультет Інженерії
Кафедра Хімічної інженерії та екології
Освітній ступінь магістр
(бакалавр, спеціаліст, магістр)
Спеціальність 161 - Хімічні технології та інженерія
Спеціалізація "Хімічні технології палива та вуглецевих матеріалів "
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Зав. кафедрою ХІЕ

О.В. Суворін

“ ” 2021 р.

З А В Д А Н Н Я

НА ДИПЛОМНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Бас Владислава Валерійовича

1. Тема роботи :

Проект установки виробництва бітуму з розробкою реакційного блоку
потужністю 200 тис. т/рік

Керівник проекту (роботи) Потапенко Е. В., к.т.н., доц.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по інституту від 19.11.2020 р. № 162/15.25

2. Строк подання здобувачем вищої освіти роботи - 15 січня 2021 р.

3. Вихідні дані до роботи: літературні, патентні та регламентні дані.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):

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

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):

1. Технологічна схема (1 лист).
 2. Реактор окислення. Вид загальний (1 лист).
 3. Реактор бітуму модифікованого. Вид загальний (1 лист).
 4. Таблиця матеріального балансу (1 лист).
 5. План цеху (1 лист).
 6. Техніко-економічні показники (1 лист).
- 6. Дата видачі завдання - 11 листопада 2020 року.**

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор №	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Вступ	20.11.2020	
2	Техніко-економічне обґрунтування	23.11.2020	
3	Технологічна частина	27.11.2020	
4	Контроль та автоматизація виробництва	07.12.2020	
5	Охорона праці	28.12.2020	
6	Компоновка технологічного обладнання	11.01.2021	
7	Екологія та охорона навколишнього середовища	13.01.2021	
8	Техніко-економічні розрахунки	14.01.2021	
9	Висновки	16.01.2021	

Здобувач вищої освіти

_____ Бас В. В. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник роботи

_____ Потапенко Е. В. _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Формат	Зона	Поз.	Позначення	Найменування	Кіл.	При- мітка
				<u>Текстові документи</u>		
A4			ДП.11.01.ПЗ	Пояснювальна записка	107	
				дипломного проекту		
				<u>Графічні документи</u>		
A3			ДП.11.02.СХ	Схема технологічна	1	
A3			ДП.11.03.ВЗ	Реактор окислення.	1	
				Вид загальний		
A3			ДП.11.04.ВЗ	Реактор бітуму	1	
				модифікованого.		
				Вид загальний		
A3			ДП.11.05.МБ	Таблиця матеріального	1	
				балансу		
A3			ДП.11.06.Пл	План цеху	1	
A3			ДП.11.07.ТЕП	Техніко-економічні	1	
				показники		

					ДП. 11.01.ПЗ			
Зм.	Арк.	№Докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Бас				Відомість дипломного проекту	Літ	Арк.	Аркушіє
Перевірів	Потапенк							
Консульта								
Н. Контр.								
Зав. Каф.	Суворін							
						СНУ ім. В. Даля гр. ТПВ-19дм		

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка містить 107 сторінок друкованого тексту, 12 рисунків, 22 таблиці, 25 використаних літературних джерел.

Аркушів графічної частини – 6.

БІТУМ, ГУДРОН, ОКИСЛЕННЯ, МОДИФІКАЦІЯ, ГУМОВО-БІТУМНІ В'ЯЖУЧІ, ЧОРНИЙ СОЛЯР, ГАЗИ ОКИСЛЕННЯ

Метою дипломного проекту є розробка реакторного блоку установки виробництва бітуму потужністю 200 тис. т/рік.

В дипломному проекті розглянуто методи виробництва бітуму, способи модифікації окисленого бітуму, фізико-хімічні основи процесу безпервного окислення гудрону, зроблено патентний пошук існуючих технологій.

Розроблена принципова технологічна схема процесу.

В пояснювальній записці наведений матеріальний та тепловий баланси. Проведено конструктивний розрахунок реактору окислення. Надано характеристику обладнання установки, підібрані КВПіА.

Висвітлені питання утворення відходів на виробництві.

Розглянуті характерні шкідливі виробничі чинники та запропоновані способи захисту робітників.

Проведено розрахунок техніко-економічних показників.

					ДП.11.01.ПЗ			
Зм.	Арк.	№Докум.	Підпис	Дата				
Розроб.	Бас				РЕФЕРАТ	Літ	Арк.	Аркушіє
Кер. Пр.	Потапенк							
ПереТТ.								
Н. Контр.								
Затверди	Суворін							
						СНУ ім. В. Даля гр. ТПВ-19дм		

ЗМІСТ

Вступ.....	8
1 Техніко-економічне обґрунтування	11
1.1 Аналітичний огляд і патентний пошук	11
1.2 Обґрунтування способу виробництва об'єкту	36
1.3 Характеристика сировини та готової продукції	37
1.4 Фізико-хімічні основи виробництва	40
2 Технологічна частина.....	50
2.1 Нові технічні рішення	50
2.2 Опис технологічної схеми	54
2.3 Матеріальні розрахунки	59
2.4 Теплові розрахунки	62
2.5 Підбір і розрахунок основного апарату	64
2.6 Вибір технологічного обладнання	66
3 Контроль та автоматизація виробництва	68
4 Охорона праці.....	73
4.1 Характеристика застосовуваних і одержаних речовин	73
4.2 Небезпечні і шкідливі виробничі фактори на виробництві, що проектується або досліджується	75
4.3 Класифікація і категорійність виробництва і його приміщень, що проектується або досліджуються	78
4.4 Заходи щодо запобігання шкідливих і небезпечних виробничих факторів	79
4.5 Заходи пожежної безпеки на виробництві	86
5 Компонівка технологічного обладнання.....	89

					ДП. 11.01.ПЗ		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№Докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Бас</i>				<i>Літ</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Кер. Пр.</i>	<i>Потапенк</i>						
<i>Перев.</i>					ЗМІСТ СНУ ім. В. Даля гр. ТПВ-19дм		
<i>Зав. Каф.</i>	<i>Суворін</i>						

6 Екологія та охорона навколишнього середовища	90
6.1 Характеристика відходів, що утворюються на виробництві	90
6.2 Розрахунок гранично-допустимого викиду	93
7 Економічна частина.....	95
7.1 Вихідні дані	95
7.2 Організаційно-технічні заходи, що проектуються	97
7.3 Розрахунок річної виробничої потужності	97
7.4 Розрахунок вартості виробничого устаткування	98
7.5 Розрахунок витрат на одиницю продукції у виробництві, що проектується	98
7.6 Розрахунок техніко-економічних показників	100
Висновки.....	103
Анотація.....	104
Список літератури.....	105

ВСТУП

Бітум – це твердий смолоподібний продукт, твердої або в'язкою форми, не розчинний у воді.

Сьогодні серед сфер застосування бітумів основну частку займає сегмент дорожніх покриттів. Світовий попит на будівництво дорожніх мереж з поліпшеним покриттям продовжує зростати. Очікується, що ринок дорожніх бітумів до 2021 року збільшить свою частку і складе приблизно 80% обсягу споживання даного матеріалу в цілому. З урахуванням цієї тенденції, а також факту прийняття рядом європейських країн, в тому числі України, програм розвитку автомобільних доріг, виробництва повинні бути орієнтовані на задоволення дедалі більшого попиту на дорожній бітум.

Протягом останніх трьох років ринок бітумів України показує зростання. Динаміка споживання співпадає з даними з об'ємів ремонту доріг.

Так, з 2017 року ринок бітуму України, основного компонента для дорожнього покриття, показав значне зростання на 35,7%. У 2018 році баланс ринку залишився на колишньому рівні, показавши незначне зростання на 1,1% – до 688 тис. т. Баланс українського ринку дорожнього бітуму в січні-липні 2020 р. склав 449,3 тис. т, що на 55% більше ніж за аналогічний період попереднього року (290 тис. т).

В Україні працюють кілька підприємств, що випускають дорожній бітум. Кременчуцький НПЗ – основний виробник бітумної продукції, завод «Укргазвидобування» при Орохвіцькому родовищі на заході України, а також приватний виробник «Кіровоградська нафтова компанія» (входить до групи компаній «Галс-К»).

Зростання ринку за останні три роки сталося як за рахунок імпорتنих поставок продукту, так і завдяки збільшенню виробництва на Кременчуцькому НПЗ.

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		8

У 2018 році Кременчугській НПЗ збільшив виробництво бітуму на 16,3% до 135 тис. т. На заводі виробляється бітум нафтовий дорожній в'язкий БНД 60/90. «Укргазвидобування» збільшила випуск бітуму 120/200 з 1,6 до 1,64 тис. т. Обсяги виробництва бітуму БНД 60/90 в «Кіровоградській нафтовій компанії» в 2018 році не перевищили 15 тис. т, при цьому близько 2,3 тис. т пішло на експорт до Молдови. За першу половину 2020 р. завод «Укртатнафти» збільшив виробництво бітуму на 57% – з 99 тис. т до 155,4 тис. т. При цьому частка Кременчуцького НПЗ в балансі ринку залишилася на рівні січня–липня 2019 року – 34%. «Укргазвидобування» за сім місяців виробила 2 тис. т продукту.

Українське виробництво покриває тільки 22% балансу.

Як і при імпорті світлих нафтопродуктів, відсутні обсяги покривалися імпортом. В Україні майже повністю імпортувався бітум нафтовий дорожній. Обсяги поставок бітуму покривельного і будівельного всього близько 400 т.

Постачальниками бітуму в Україні є Мозирський НПЗ, Новополюцький НПЗ, а також Унітарне підприємство «Нафтобітумний завод». Головним постачальником українських шляховиків є Мозирський НПЗ [1].

У січні–липні 2020 року в Україну імпортовано 290 тис. т дорожнього бітуму проти 188 тис. т в січні–липні минулого року. При цьому рекордна поставка ресурсу була проведена в липні 2020 року – 95 тис. т, з яких 75,5 тис. т припало на поставки з Білорусі (на неї приходить 88% імпортних поставок). Всього за 7 місяців з Білорусі було імпортовано в Україну 233 тис. т бітумів (+ 81% до показника січня–липня 2019 г.). За той же період Польща поставила 49 тис. т проти 15,6 тис. т в січні–липні минулого року. На Литву довелося тільки 200 т бітуму, які були поставлені в січні 2020 р.

Серед головних проблем розвитку вітчизняного ринку бітумів:

– залежність від імпорту (близько 70% продукції на ринку імпортного походження);

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
						9
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

– явно виражена сезонність (бітум для дорожнього будівництва майже весь використовується на державних замовленнях будівництва та ремонту доріг, а активне їх будівництва припадати саме на другу половину року);

– бюрократія і нееластичність державного бюджету по відношенню до швидкозмінних умов ринку (зміна цін на нафту, курс національної валюти, зростання тарифів на енергоресурси);

– регіональна диференціація попиту;

– низька швидкість реалізації цільових програм з будівництва доріг.

Незважаючи на масу складнощів, ринок бітуму в Україні має великі перспективи розвитку в зв'язку з високою зношеністю доріг і їх потребою в капітальному ремонті (більше 90%). Станом на 2019 р. близько 90% автомобільних доріг загального користування (169,6 тис. км) не відповідали сучасним вимогам як по міцності (39,2%), так і по рівності (51,1%).

З вересня 2019 року в Україні діють нові норми по будівництву доріг, які передбачають поліпшення якості дорожнього покриття завдяки застосуванню модифікованих бітумів. У нових ДБН при проектуванні доріг загального користування передбачена норма для поліпшення якості дорожнього покриття - введена норма щодо проектування трас із застосуванням модифікованих бітумів при укладенні двох верхніх шарів дорожнього покриття. Цей спосіб додає покривельного матеріалу велику тепло- і морозостійкість, еластичність, підвищену опірність втомним навантаженням, підвищує довговічність. За оцінками експертів, вартість міцного і надійного покриття обійдеться дорожчє приблизно на 10%, при цьому термін служби таких доріг підвищиться до 20%.

Виходячи з тенденцій дорожнього будівництва, а також стану українських доріг, в подальшому можна очікувати збільшення попиту на бітум [2].

					<i>ДП.11.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		10

1 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ

1.1 Аналітичний огляд і патентний пошук

Бітуми – дисперсні системи, структура яких відноситься до коагуляційної. Бітуми складаються з суміші різноманітних високомолекулярних сполук нафти, об'єднаних за величиною молекулярного ваги і характеру розчинності в селективних розчинниках в групи вуглеводнів, смол і асфальтенів.

Під терміном «бітум» розуміють рідкі, напівтверді або тверді сполуки вуглецю і водню, що містять невелику кількість кисень-, сірко-, азотовмісних речовин і металів, а також значну кількість асфальто-смолистих речовин, добре розчинних у сірковуглеці, хлороформі і інших органічних розчинниках. Бітуми можуть бути природного походження або отримані при переробці нафти, торфу, вугілля і сланців [3].

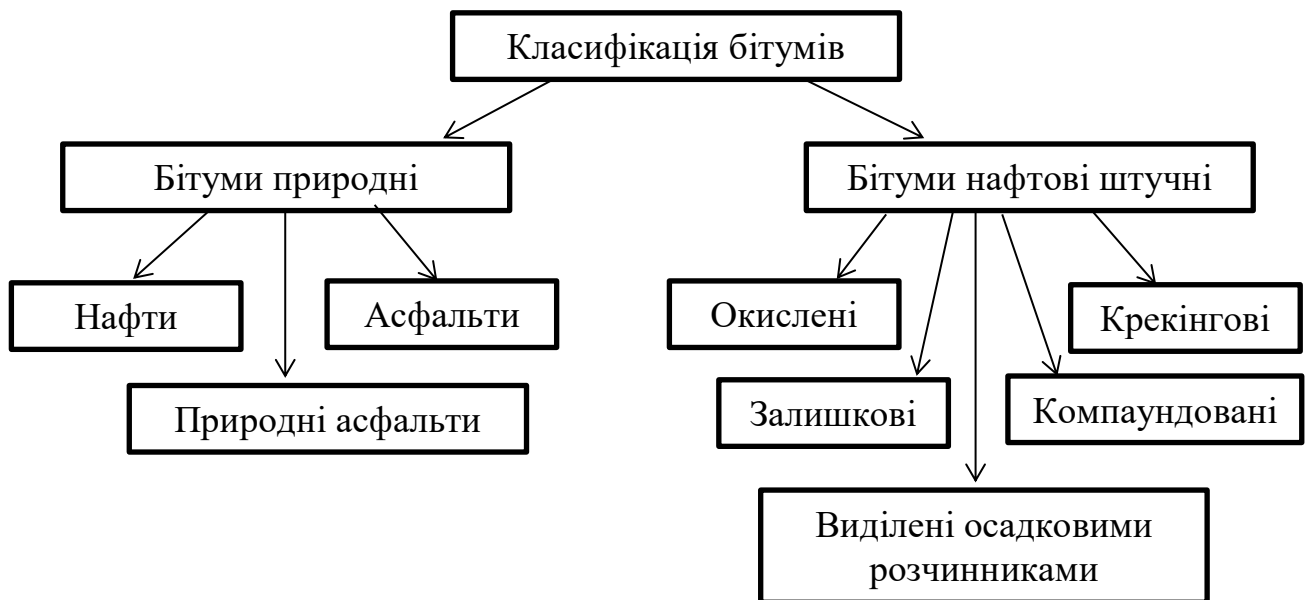


Рисунок 1.1 – Класифікація бітумів

					ДП.11.01.ПЗ		
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№Докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>			
<i>Розроб.</i>	<i>Бас</i>				<i>Літ</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушіє</i>
<i>Кер. Пр.</i>	<i>Потапенк</i>						
<i>Перев.</i>					СНУ ім. В. Даля гр. ТПВ-19дм		
<i>Зав. Каф.</i>	<i>Суворін</i>						
<i>Техніко-економічне обґрунтування</i>							

Можна сказати, що бітуми відносяться до колоїдних дисперсій. Складність вивчення властивостей бітумів і процесів структуроутворення в них обумовлена тим, що в залежно від температури вони можуть бути віднесені до твердих тіл (при негативних температурах) і до рідин (при позитивних температурах) і є непрозорими навіть в тонких плівках [4].

Бітуми є складною сумішшю високомолекулярних вуглеводнів нафти і їх гетеропохідних, що містять кисень, сірку, азот і метали (ванадій, залізо, нікель, натрій і ін.). Елементарний склад бітумів приблизно наступний (в мас. %):

- вуглецю 80–85;
- водню 8–11,5;
- кисню 0,2–4;
- сірки 0,5–7;
- азоту 0,2–0,5.

Таблиця 1.1 – Фракційний склад бітумів

Фракція	Консистенція	Щільність, г/см ³	Молекулярна маса	Вміст в бітумах, %	
				природних	нафтових
1	2	3	4	5	6
Масла	Від рідких до в'язких	0,6 – 1,0	100 – 500	15 – 30	43 – 46
Смоли	Від в'язких до твердих плавких	1,0 – 1,1	300 – 1000	13 – 45	15 – 39
Асфальтени	Тверді, неплавкі	1,1 – 1,15	1000 – 100000	32 – 68	16 – 41

Бітуми можуть бути як залишковими, так і окисленими. В пострадянському просторі, включаючи Україну, використовуються окислені бітуми.

Розрізняють такі види бітуму в Україні:

- дорожній – використовується для поліпшення дороги і як основа під час ремонту та прокладання дороги; також його використовують для приготування асфальтобетонної суміші;
- будівельний – застосовується як гідроізолятор, оскільки може захистити будівлю від вологи;

– покрівельний – використовують для виробництва покрівельних матеріалів, для просочення при створенні покривного шару

– модифікований – бітум з додаванням різних добавок для надання йому певних властивостей (еластичність, стійкість до температурного впливу та ін.); добавками можуть бути гума, ізотактичний і атактичний поліпропілен, стирол-бутадієн-стирол.

Наразі найбільшим попитом користується дорожній бітум.

Таблиця 1.2 – Сфера використання дорожнього бітуму

Категорія дороги	Тип дорожнього покриття	Матеріал верхнього шару покриття
I-а, I-б, II	Капітальний	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий I марки. Щебенево-мастикового асфальтобетону. Цементобетон. Асфальтобетон
III	Капітальний	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий II марки. Щебенево-мастикового асфальтобетону. Цементобетон. Асфальтобетон
III, IV	Капітальний або полегшений	Асфальтобетон гарячий щільний дрібнозернистий II марки. Цементобетон. Кам'яні матеріали, а також підібрані матеріали з промислових відходів, укомплектовані в'язким методом змішування в установці або на дорозі, або просочування з пристроєм обробки.
V	Перехідний	Кам'яні матеріали або ґрунти, оброблені на дорозі в'язкими матеріалами розширеними добавками. Кам'яні матеріали розклинені.

Розрізняють три основних способи виробництва нафтових бітумів.

1. Концентрація нафтових залишків шляхом перегонки їх у вакуумі в присутності водяної пари або інертного газу (при переробці важких асфальто-смолистих нафт залишкові бітуми отримують атмосферною перегонкою).

2. Окислення киснем повітря різних нафтових залишків (мазутів, гудронів, напівгудронів, асфальтів деасфальтизації, екстрактів селективного очищення олій, крекінг-залишків або їх сумішей) при температурі 180-300°C.

3. Компаундування (змішування) різних нафтових залишків з дистиллятами і з окисленими або залишковими бітумами і ін. [5].

Існують і поєднання зазначених вище способів [2].

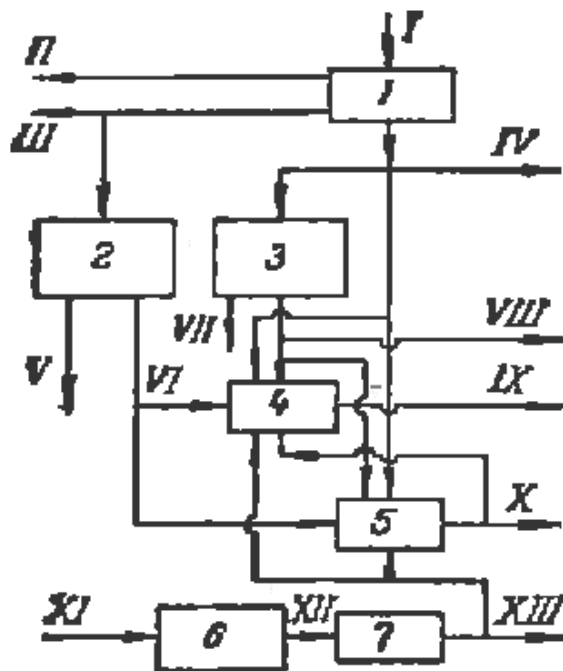


Рисунок 1.2 – Основні способи отримання нафтових бітумів та принциповий зв'язок між ними:

1 – атмосферна та вакуумна перегонка; 2 – селективне очищення; 3 – деасфальтизація; 4 – компаундування; 5 – окислення; 6 – крекінг; 7 – перегонка

Лінії: I – нафта, II – моторні палива, III – олійні дистиляти, IV – залишкові бітуми, V – рафінат, VI – екстракт, VII – деасфальтизат, VIII – бітум деасфальтизації, IX – компаундований бітум, X – окислений бітум, XI – сировина на крекінг, XII – крекінг-залишок, XIII – бітуми з крекінг-залишку

Виробництво залишкових бітумів

Для виробництва залишкових бітумів необхідна сировина з якомога більшим вмістом асфальто-смолистих речовин; чим більше відношення асфальтени : смоли, тим краще властивості і структура бітуму. Залишкові бітуми отримують з асфальтенових та напівасфальтенових нафт. Високопарафінові нафти для отримання бітумів використовувати не рекомендується. Вихід залишкового бітуму залежить від природи нафти та вмісту в ній асфальто-смолистих речовин.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Сировиною атмосферної або вакуумної перегонки для 1 виробництва залишкових бітумів служать мазути, напів-гудрони н гудрони з різних нафт, важкі асфальто-смолисті нафти, асфальти деасфальтизації, екстракти селективного очищення дистилатів і залишкових олій, крекінг-залишки.

Звичайна технологічна схема установки для отримання залишкових бітумів вакуумної перегонки нафтового залишку в присутності перегрітої водяної пари приведена на рис. 1.3. За цією схемою сировина після підігріву в теплообмінниках 10, 1, 2 і в трубчастій печі 3 подають у вакуумну колону ректифікації 7 [2].

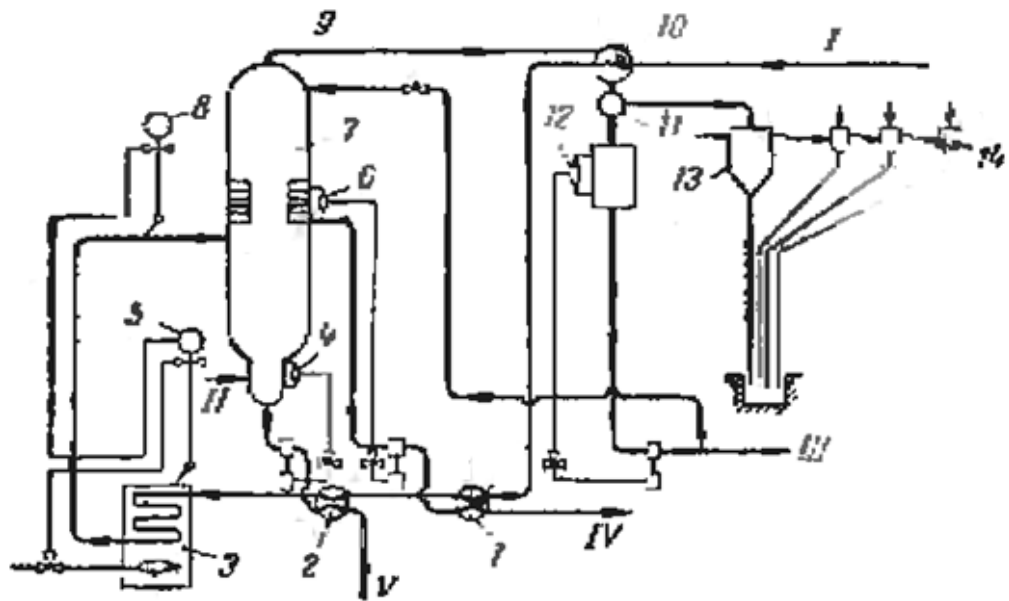


Рисунок 1.3 – Схема вакуумної трубчастої установки для виробництва залишкових бітумів:

1, 2, 10 – теплообмінники, 3 – трубчаста піч, 4, 6, 12 – регулятори рівня, 5 – регулятор температури димових газів над перевальною стінкою, 7 – вакуумна колона, 8 – регулятор температури сировини на виході з печі, 9 – регулятор температури наверху колони, 11 – холодильник, 13 – барометричний конденсатор; 14 – ежектор

Лінії: I – нафтовий залишок, II – водяні пари, III – газойль, IV – важкий дистилат, V – бітум

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.11.01.ПЗ

Лист

15

Пари піддають ректифікації і поділу на газойль (або дизельне паливо) і важкий дистиллят. Залишок перегонки – бітум виводять з нижньої частини колони, де його попередньо обробляють перегрітою парою. Вакуум створюють за допомогою барометричного конденсатора 13 і системи ежекторів 14 або вакуум-насосів. Схемою передбачено регулювання подачі сировини і температури на виході з печі. Якість бітуму регулюють, змінюючи температуру в випарному просторі колони і кількість подаваного водяної пари.

У промисловості застосовують також два варіанти перегонки гудронів з випаровуючим агентом.

Погодотривкість залишкових бітумів залежить: від природи нафти, з якої вони отримані (з асфальтових нафт отримують погодотривкі залишкові бітуми, з неасфальтових – з низькою погодотривкістю; погодотривкість залишкових бітумів з напівасфальтенових нафт займає проміжне положення); від ретельності процесу перегонки (в результаті розкладання збільшується вміст вільного вуглецю або карбенів і погодотривкість бітуму знижується); від змісту олій (м'які сорти залишкового бітуму з великим вмістом масляних компонентів більш погодотривкі). Залишкові бітуми найвищої якості поступаються по погодотривкості природним асфальтам і окисленим бітумам, однак вона вище, ніж у бітумів з кислого гудрону і пеків.

Для поліпшення температурної стійкості, еластичності до опору розриву залишкових бітумів запропоновано і застосовується наступне:

- розбавлення залишкових бітумів малов'язкою фракцією з подальшим їх осадженням рідким пропаном;
- поділ залишкового бітуму на мальтени і асфальтени і складання їх сумішей в різних співвідношеннях;
- розчинення залишкового бітуму під тиском вище атмосферного в галюїдному органічному розчиннику (хлористому метилі і етилі,

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
						16
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

трихлоретані, чотирихлористому вуглеці, хлорнафталіні тощо) з подальшим його відгоном при атмосферному тиску;

- нагрів залишкового бітуму з 1–5 мас.% чотирихлористого вуглецю;
- розчинення залишкового бітуму в лігроїні з осадженням складових з розчину;
- перегонка залишкового бітуму в суміші з продуктом, що має низьку температуру кипіння (газойлем, масляним дистилятом, гасом).

Істотним недоліком процесу виробництва залишкових бітумів є складність отримання тугоплавких бітумів, пов'язана з необхідністю створення глибокого вакууму. Однак завдяки поліпшенню способів автоматичного контролю і регулювання процесу якість бітумів в даний час дещо поліпшилася, створена можливість отримання в окремих випадках залишкових бітумів з температурою розм'якшення до 107 °С та penetрацією, що дорівнює нулю при 25 °С. Відповідним підбором вихідної сирової нафти або суміші нафт можна істотно підвищити penetрацію бітуму, зберігши високу температуру його розм'якшення [6].

Виробництво окислених бітумів

Окислені бітуми можуть бути різної консистенції при кімнатній температурі – напіврідкими, відносно твердими і проміжними. Вони мають більшу стійкість до коливань температури і змін погоди, ніж відповідні залишкові бітуми, отримані при перегонці нафтових залишків з водяним паром.

Окислення (або продування) повітрям застосовують у виробництві бітумів, коли вихідна сировина містить мало асфальто-смолистих речовин і продувкою можна збільшити їх зміст. Якщо в бітумах, отриманих при перегонці і екстракції, асфальто-смолисті компоненти сировини практично не змінюються, то окислення киснем повітря в певних умовах призводить до суттєвих змін як якісного, так і кількісного складу вихідної сировини. Окислений бітум іноді називають «продутим бітумом».

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
						17
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Для виробництва окислених бітумів застосовують головним чином горизонтальні і вертикальні циліндричні куби, колонні апарати і змієвикові реактори періодичної, напівбезперервної і безперервної дії. Вони мають пристрої для подачі повітря видалення відпрацьованих газів, контролю і регулювання витрати сировини і повітря, температури і рівня продукту. Установки можуть значно відрізнятись один від одного способом подачі повітря і схемою обробки газів, що відходять.

При сильних перегріваннях бітуму в реакторах і відкладень коксу на внутрішніх стінках верхнього днища і газопроводів можливі займання і вибухи. Щоб уникнути вибуху реактори обладнані противибуховими запобіжними клапанами. Крім того, необхідно ретельне спостереження за зніманням тепла. Знімання тепла реакції можливо наступними способами: прокачуванням бітуму через теплообмінник, або через спеціальні змієвики; інжектуванням води в пароповітряний простір над окислюваним продуктом; подачею пари в парові сорочки реактора; зниженням температури сировини, що безперервно подається в реактор.

Для запобігання самозаймання продукту і забезпечення безпечної роботи в верхню частину колони, заповнену паро-газовою сумішшю, вводять водяну пару, а для гасіння піни на поверхню окислюваної сировини і бітуму подають $5 \cdot 10^{-5}$ мас.% силікону.

Повітря по повітропроводу проходить всередині реактора зверху вниз, в результаті чого він нагрівається і підігрітий рівномірно за допомогою спеціального пристрою розподіляється по всьому перетину реактора. При значному вмісті кисню у відхідних газоподібних продуктах окислення можливе загоряння відкладень коксу на стінках, в паровому просторі реактора і в газовідвідних трубопроводах. Щоб уникнути утворення вибухонебезпечних сумішей і великої кількості віддуву підбирають оптимальний вміст кисню і віддуву, змінюючи витрату стисненого повітря [7].

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		18

Бітумні установки періодичної дії

На рис. 1.4 показаний горизонтальний циліндричний куб, що в минулому широко застосовувався в промисловості. У цьому кубі окислюються нафтові залишки (10–25 м³) нагрівають паром на початку процесу або охолоджують водою за допомогою змієвиків для знімання тепла реакції. Повітря подають через перфоровані труби, розташовані в нижній частині куба. Зверху куба виходять газоподібні продукти окислення. На початку процесу одночасно вводять в куб повітря і нагрівають сировину. Через певний час, коли за рахунок теплоти реакції температура перевищить допустиму норму, нагрівання припиняють. Іноді використовують примусове охолодження [2].

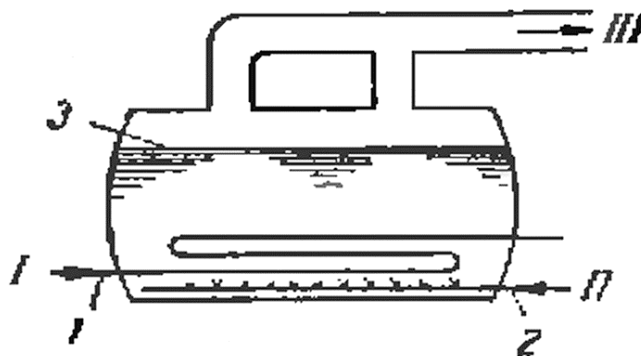


Рисунок 1.4 – Схема горизонтального куба для виробництва окисленого бітуму:

1 – змієвик для нагрівання і охолодження, 2 – перфорована труба,
3 – рівень продукту

Лінії: I – теплоносій (хладагент), II – повітря,
III – газоподібні продукти окислення

Зі зростанням споживання окислених бітумів бітумні установки укрупнювали, вводили більш досконалі методи контактування сировини з повітрям. Від горизонтальних кубів з низьким рівнем продукту стали переходити до вертикальних кубів з високим рівнем і подачею повітря під

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.11.01.ПЗ

Лист

19

великим тиском. Це дозволило повніше використовувати кисень повітря, що надходить на окислення.

Бітумна установка з періодично працюючими кубами-окислювачами

На рис. 1.5 приведена схема установки, що складається з 5–11 вертикальних кубів-окислювачів (діаметром 5,4 м, висотою 10 м). Установка зазвичай зблокована з вакуумною установкою. Куби працюють періодично, однак гаряча сировина з вакуумної колони надходить на установки безперервно. На початку роботи кожного куба його заповнюють на 2/3 висоти гудроном, після чого через маточник подають повітря. Іноді повітря включають після досягнення сировиною рівня, рівного 1/3 висоти куба. Надмірний тиск повітря змінюється в межах 0,5–1,0 ат ($4,9 \cdot 10^4 - 9,8 \cdot 10^4$ Н/м²).

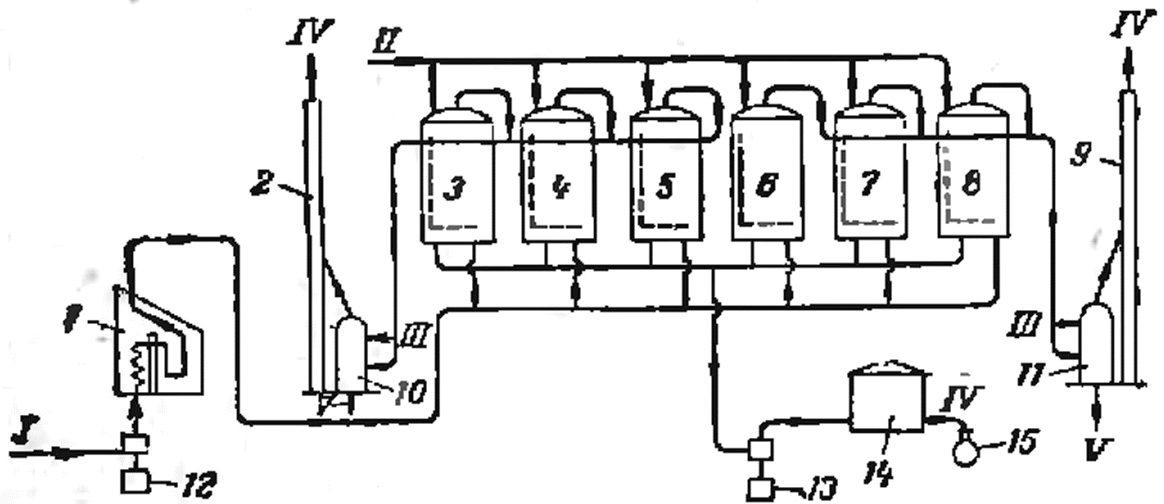


Рисунок 1.5 – Принципова технологічна схема напівбезперервної бітумної установки:

1 – піч, 2, 9 – витяжні труби, 3–8 – куби-окислювачі, 10, 11 – конденсатори змішування, 12, 13 – насоси, 14 – видатчик, 15 – цистерна

Лінії: I – сировина, II – повітря, III – вода, IV – газоподібні продукти окислення, V – сконденсовані продукти

Основні недоліки описаної установки: неповне використання технологічного обладнання (кубів-окислювачів), які простоюють, коли

виробляють повні аналізи бітуму; непродуктивно витрачаємий час на заповнення і спорожнення кубів, що знижує потужність установки; обладнання установки громіздке і, отже, є великі енергетичні витрати на обігрів комунікацій; крім того, перед кожним заповненням і спорожненням куба необхідно тривалий час прогрівати арматуру і комунікації, а після операцій з бітумом прокачувати через трубопроводи олійний дистилат [8].

Безперервнодіюча бітумна установка без циркуляції продукту

Існують безперервні процеси виробництва окислених бітумів при подачі повітря за одні прохід сировини (через горизонтальний або вертикальний циліндричний реактор, розділений на секції, ряд кубів, трубчастий реактор з розбризуванням в камері в суміші з каталізатором) і окислення з рециркуляцією.

Для поліпшення процесу нафтові залишки подають безпосередньо з ректифікаційної колони, температура в реакторі стабілізується охолоджуючим пристроєм, продукт зберігається (витримується) в атмосфері інертного газу. На рис. 1.6 приведена схема безперервнодіючої бітумної установки без циркуляції продукту. Кілька вертикальних кубів розташовані так, що сировина і частково окислений продукт самопливом перетікають з одного куба в інший. Куби забезпечені маточниками для подачі повітря. Сировина і частково окислений продукт окислюють у всіх кубах одночасно.

Гудрон з АВТ, пройшовши через теплообмінники гудрон – нафта і охолодившись до 210–220 °С, надходить в окислювальний куб 1. У разі необхідності гудрон прокачується і через холодильник 11. З куба 1 гудрон по переточним лініям направляється в куб 2 і так далі до куба 8. Перетікання продукту здійснюється по трубах за рахунок різності рівнів в кубах (кожний наступний куб встановлений на 0,6 м нижче за попередній). В куби-окислювачі через маточник 25 подається стиснуте повітря. Температура підтримується 240–280 °С [2].

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
						21
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

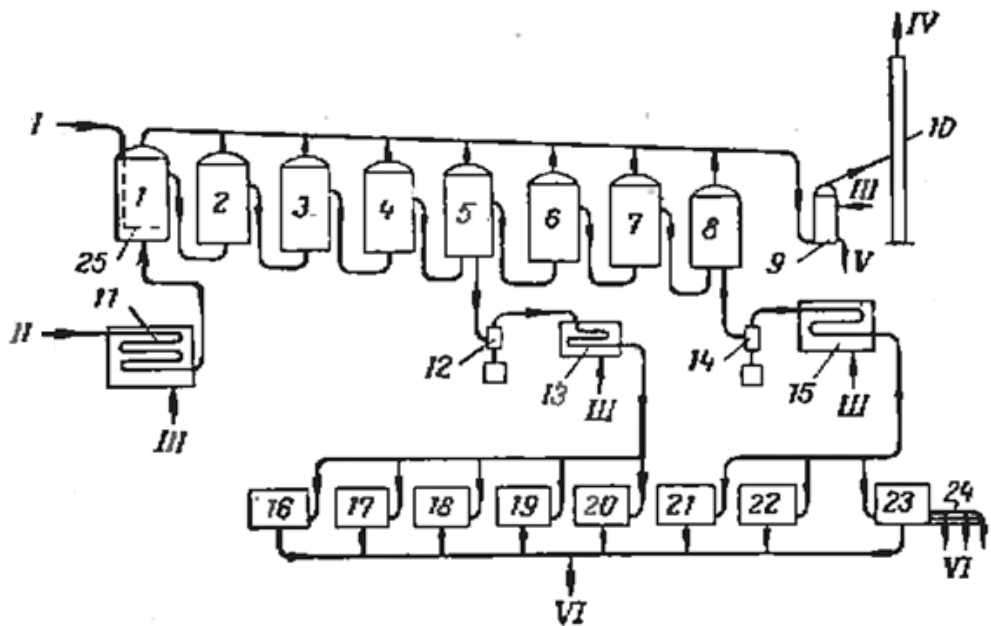


Рисунок 1.6 – Принципова технологічна схема безперервної бітумної установки з кубами-окислювачами:

1 – 8 – куби-окислювачі, 9 – конденсатор змішування, 10 – витяжна труба, 11, 13, 15 – холодильники, 12, 14 – насоси, 16 – 23 – видатчики, 24 – гребінка для розливу, 25 – маточник

Лінії: I – сировина, II – повітря, III – вода, IV – гахоподібні продукти окислення, V – сконденсовані продукти, VI – бітум

Подібні установки вимагають однорідної сировини і сталості технологічного режиму. Якщо ці умови не виконуються, з установки виходить некондиційна продукція. Довести цю продукцію до норми можна рециркуляцією її в суміші зі свіжим сировиною. Щоб точно забезпечити задані якості бітуму, застосовують комбінований метод: перші кілька кубів працюють безперервно, а останні періодично. У них бітум доводять до необхідних якостей. Продуктивність установки при цьому дещо знижується.

Безперервнодіюча бітумна установка з циркуляцією продукту

Бітумні установки з циркуляцією продукту можуть мати реактор колонного типу, змієвиковий реактор окислення сировини в пінній системі і горизонтальний реактор безкомпресорного способу окислення сировини.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Розглянемо окислення сировини в реакторах колонного типу. На рис. 1.7 приведена схема установки безперервної дії для отримання окисленого бітуму, що складається з трьох вертикальних окислювальних колон, ізольованих шаром шлаковати. Сировину на установку подають безпосередньо з вакуумної колони трубчастої установки. У колоні 1 найбільших розмірів, забезпеченою охолоджуючим змійовиком для регулювання температури, починається окислення сировини. У колонах 2 і 3 воно триває до отримання бітуму необхідних якостей. Сировина з колони в колону надходить самопливом. Передбачено також окислення при паралельному русі сировини в колонах [9].

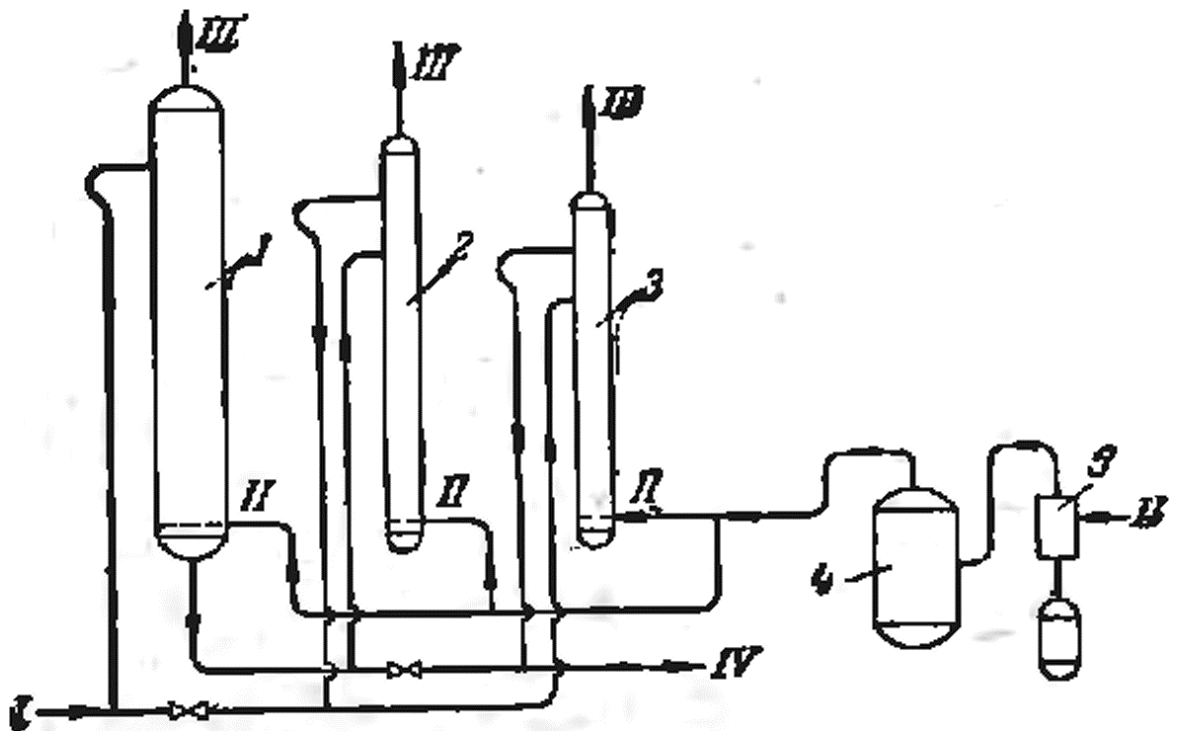


Рисунок 1.7 – Схема бітумної установки безперервної дії з окислювальними колонами:

1 – 3 – окислювальні колони, 4 – ресивер, 5 – повітряний компресор

Лінії: I – сировина, II – повітря, III – гази, що відходять, IV – бітум

Окислювальні колони зручні в експлуатації, високоефективні при порівняно малій металоємності. Установки компактні, легко автоматизуються та мають високу продуктивність.

Порівнянн властивостей бітумів, отриманих окисленням в періодичному кубі та колонному апараті безперервної дії показало, що якість останніх вище [2].

Виробництво компаундованих бітумів

Змішуванням бітумів різних властивостей і природи досягають зміни їх основних фізико-хімічних параметрів. При змішуванні бітумів спостерігається адитивність тільки за показником температури розм'якшення. Існує закономірність і в зміні пенетрації для суміші бітумів однакових типів.

З бітумів різних типів отримують суміші, властивості яких не мають яскраво вираженої залежності від властивостей складових їх компонентів. Змішування ведуть за допомогою розчинників, сплавленням, емульгуванням і іншими методами, дотримуючись наступних правил. Компоненти, що змішуються, повинні бути близькі за величиною поверхневого натягу. Наприклад, дьогті і пеки, що містять феноли, не повинні змішуватися з природними бітумами, нафтовими бітумами, асфальтитами.

Змішування, або компаундування, бітумів –це процес вторинної їх переробки, що здійснюється як на бітумній, так і на змішувальній установці, а також на місці використання. Отриманий одним з методів (перегонкою, окисленням, екстракцією, деасфальтизацією тощо) бітум не завжди задовольняє за всіма показниками якості, що висуваються до товарного продукту. В таких випадках довести продукт до потрібної якості можна, змішуючи бітуми різного походження, консистенції та способів отримання або змішуючи бітум з нафтопродуктом.

Найкращою тепло- і морозостійкістю володіють компаундовані бітуми, до складу яких входить високоплавкий компонент з температурою розм'якшення 65,5 °С, і бітуми, одержувані окисленням гудрону в колонному апараті.

Бітуми, отримані окисленням в колонному апараті і змішанням з високоплавким компонентом, які мають температуру розм'якшення 65,5 °С,

					<i>ДП.11.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		24

мають найвищі показники penetрації при 0 °С і більш низькі значення температури крихкості.

Найліпшим співвідношенням всіх фізико-хімічних показників володіють компаундовані бітуми, отримані змішуванням переокисленого компоненту з температурою розм'якшення 65,5 °С з гудронами. Концентрація залишків шляхом глибокого відбирання олій не дає можливості отримувати бітуми з необхідними пружньо-в'язкісними характеристиками [2].

Модифікування бітумів

Поглиблення переробки нафти з метою збільшення обсягів виходу паливних і масляних компонентів призводить до погіршення якості бітумів. Вітчизняні дорожні бітуми марок не відповідають вимогам дорожнього будівництва за показниками низькотемпературної тріщиностійкості, теплостійкості, еластичності, адгезійним властивостями, особливо по відношенню до поверхні мінеральних матеріалів з кислих гірських порід, стійкості до старіння.

Ефективним способом підвищення якості дорожніх бітумів є регулювання їх властивостей шляхом застосування різних модифікуючих добавок (полімерів, гумової крихти, сірки, адгезійних добавок тощо).

Модифікованими називають бітуми, поліпшені добавками певних речовин. Полімерно-бітумними в'язкими (ПБВ) називають бітуми, поліпшені добавками полімерів. Бітуми з добавками каучуку називають бітумно-каучуковими в'язкими (БКВ), з добавкою гумової крихти – гумово-бітумними в'язкими (ГБВ).

Перші дослідні ділянки асфальтобетонних покриттів з застосуванням модифікованих бітумів були побудовані в ряді країн Західної Європи в 1930-х роках. Натуральний каучук був першим еластомером, який використовувався як модифікуюча добавка до бітуму при виробництві асфальтобетонних сумішей. У США і Канаді в 1950-х роках для модифікації

					<i>ДП.11.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		25

дорожнього бітуму почали застосовувати неопреновий латекс – емульсію синтетичного каучуку у воді.

Багато ділянок асфальтобетонних покриттів з використанням модифікованих бітумів добре зарекомендували себе в умовах вантажнапруженості руху. У 70-х роках минулого століття в Західній Європі інтерес до застосування модифікованих бітумів значно зріс. Модифіковані бітуми використовували для улаштування поверхневих обробок і при приготуванні асфальтобетонних сумішей [10].

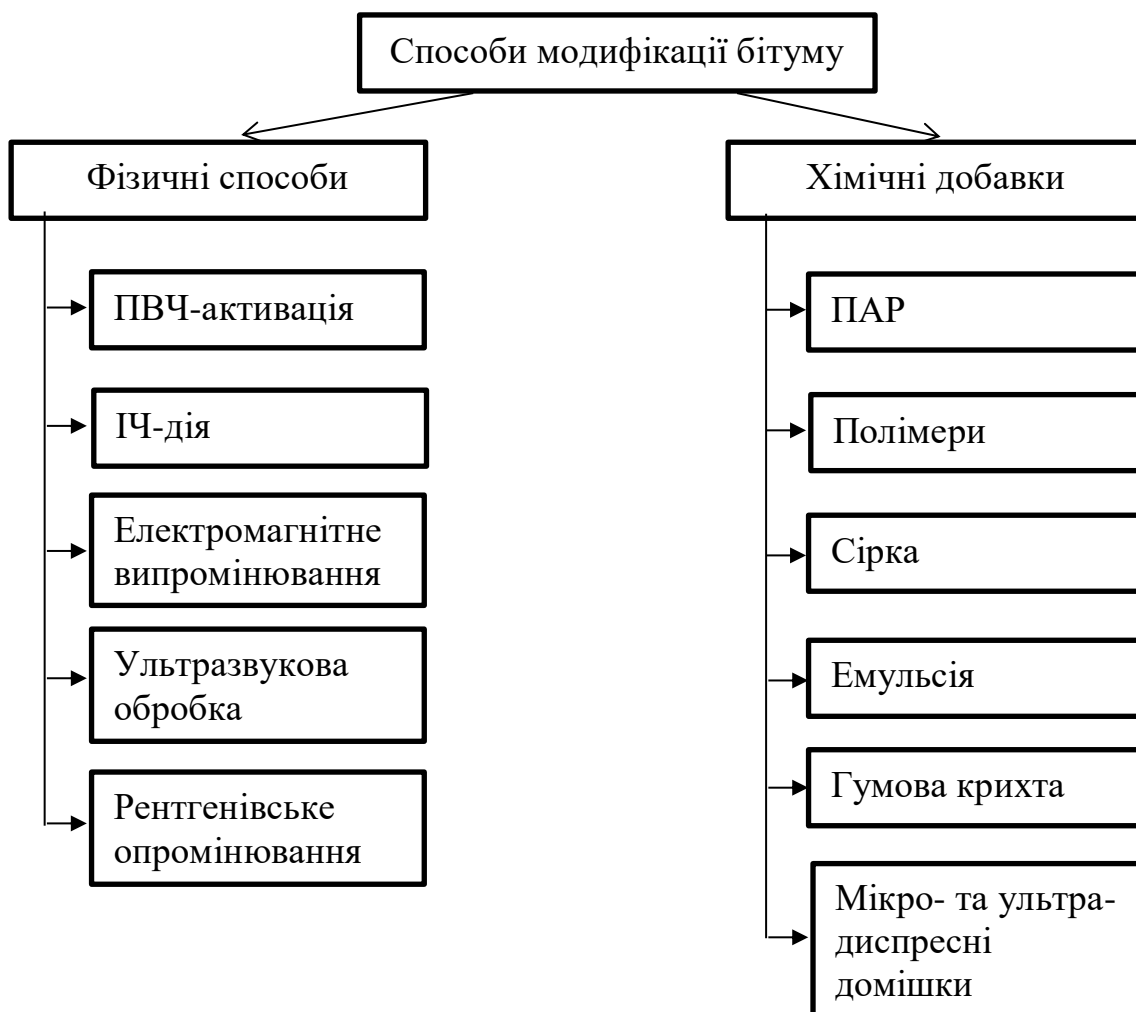


Рисунок 1.8 – Основні способи модифікації бітумів

Фізичні методи поліпшення бітуму

За результатами дослідів, в яких перед формуванням зразків бітум піддавався СВЧ-випромінюванню від 30 с до 4 хв., встановлена залежність

поліпшення адгезії бітуму через процеси окислення, що відбуваються під дією хвиль надвисоких частот.

В результаті експериментів з ультразвукової обробки бітуму встановлено, що при ультразвуковому впливі відбувається зниження в'язкості бітуму, диспергування частинок, що знаходяться в зоні дії ультразвуку, підвищення однорідності матеріалу, прискорення або ініціювання реакцій взаємодії між контактуючими фазами. Управління впливом ультразвуку, таким чином, дозволяє цілеспрямовано змінювати властивості оброблюваного бітуму в залежності від режимів навантаження.

Вплив на вуглеводневу сировину магнітним полем на стадії отримання бітуму дозволяє інтенсифікувати процеси переробки, однак цей спосіб поки не знайшов широкого застосування через складність обладнання і не дозволяє модифікувати бітум невеликими партіями на вимогу замовника.

До загальних недоліків застосування фізичних методів модифікації бітумів можна віднести необхідність складного технологічного обладнання, збільшення тривалості підготовки бітуму, підвищення енерговитрат і капітальних вкладень.

Частково цих недоліків позбавлені методи модифікації бітуму, засновані на хімічних способах [12].

Полімерно-бітумні в'язучі (ПБВ) отримують розчиненням полімеру в бітумі або попередніми розчиненням полімеру в спеціальному розчиннику (індустріальному, сланцевій олії, дизельному паливі тощо) з подальшим змішуванням розчину полімеру з бітумом.

Необхідною умовою отримання ПБЗ є сумісність обох компонентів, тобто здатність полімеру розчинятися або набухати в дисперсійному середовищі бітуму.

Способи приготування бітумів, модифікованих полімерами, передбачають, як правило, підвищену температуру процесу (150 - 200 ° С) і інтенсивне перемішування компонентів.

					<i>ДП.11.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		27

Температура розкладання більшості використовуваних для модифікації бітумів полімерів (поліетилену, поліпропілену, етиленпропіленового каучуків, термоеластопластів тощо) значно перевищує температуру суміщення їх з бітумом. Отже, реакції термо- і механодеструкції полімерів в масі бітумів не відбуваються, а якщо і мають місце, то протікають в дуже незначній мірі.

Бітуми при нагріванні розм'якшуються, а термопластичні полімери, незалежно від того, були вони кристалічними або аморфними, переходять у в'язкотекучий стан.

Процес змішування при високій температурі бітуму з полімерами будь-якої хімічної природи протікає в дві стадії: емульгування м'якого полімеру в рідкому бітумі і подальше часткове набухання або повне розчинення. Процес набухання полягає в поглинанні розчинника полімером, обсяг і маса якого при цьому збільшуються.

Розчинення з попереднє набухання характерно тільки для речовин з досить великою молекулярною масою, коли є велика різниця в швидкостях дифузії речовин, що змішуються. При набуханні відбувається дифузія молекул розчинника в високомолекулярну речовину.

Полімери складаються з великих і розгалужених молекул. Вони переплетені між собою і слабо схильні до теплового руху. Невеликі молекули розчинника дуже рухливі і швидко проникають в сітку полімеру, розсуваючи ланцюга і збільшуючи його обсяг. Таким чином, набухання відрізняється від звичайного змішування тим, що процес відбувається однобічно.

Ступінь дисперсності полімерно-бітумної композиції в значній мірі залежить і від способу змішування компонентів. Найкращі результати досягаються при використанні високопродуктивних апаратів – колоїдних млинів, час перебування компонентів при високій температурі в яких мінімальний, що запобігає старінню бітуму і сприяє створенню високодисперсних систем.

									Лист
									28
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.11.01.ПЗ				

В апаратах з мішалкою тривалість процесу перемішування компонентів досить велика і в залежності від конструкції змішувача і кількості введеного полімеру становить до 5 і більше годин. Це, безумовно, робить негативний вплив на якість кінцевого продукту внаслідок старіння бітуму під впливом високої температури в присутності кисню повітря, а також призводить до утворення більш грубих дисперсних систем.

Умови роботи дорожніх бітумів в покритті дозволили сформулювати наступні вимоги до класу полімерів, найбільш придатних для отримання ПБВ:

- макромолекули полімеру повинні володіти схильністю до асоціації;
- полімер повинен швидко і добре розподілятися в дисперсійному середовищі бітуму без деструкції при змішуванні на звичайному обладнанні при температурах, традиційних для приготування асфальтобетонних сумішей;

- полімер повинен утворювати в бітумі таку структурну сітку, яка зберігає міцність при високих експлуатаційних температурах не нижче 60 °С і еластичністю при низьких негативних температурах (до мінус 60 °С);

- полімер повинен бути хімічно і фізично стабільним і зберігати притаманні йому властивості при зберіганні, переробці і в реальних умовах експлуатації в складі дорожнього покриття;

- структурна сітка полімеру повинна утворюватися в бітумі після закінчення укладання бітумо-мінеральної (полімер-асфальтобетонної) суміші або зворотньо руйнуватися при впливі реальних напруг від укатки.

Використовувані для модифікації бітумів полімерні добавки підрозділяються на чотири класи:

- I. термопластичні полімери (термопласти або пластомери);
- II. каучукopodobні полімери (еластомери);
- III. термоеластоласти (термопластичні гуми);
- IV. терморективні полімери (реактоласти) – смоли [10].

					ДП.11.01.ПЗ					Лист
										29
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Модифікування гумовою крихтою

Порівняльні дослідження ефективності різних способів модифікації бітумів показали, що перспективним напрямком модифікації бітумів є використання добавок гумової крихти. Перевагами застосування гуми в якості модифікатора бітумів є:

- низька вартість модифікатора, тому що вартість гумової крихти в середньому в 5 – 10 разів нижче вартості каучуку і полімерних добавок типу СБС, «Каудест - Д» тощо;
- висока якість одержуваних модифікованих бітумів, що не уступає якості бітумів, модифікованих синтетичним каучуком;
- екологічна доцільність організації широкомасштабної утилізації зношених автомобільних шин і інших відходів гумотехнічних виробів.

Гумову крихту отримують переробкою зношених автомобільних шин і інших відходів гумотехнічних виробів. Найбільш багатотоннажним ресурсом зношеної гуми є автомобільні шини. Їх утилізація представляє серйозну екологічну проблему в багатьох країнах.

Можливість використання гумової крихти для модифікації бітумів та асфальтобетонів відома давно і розвивається двома способами:

1) «Суша» технологія передбачає введення ГК в мінеральний матеріал до його об'єднання з бітумом. Кількість гумової крихти (частки дрібніше 1 мм) має становити 1,5 – 3% від маси мінеральних матеріалів. Гумова крихта не піддається деструкції, створює в асфальтобетоні розвинену систему «центрів еластичності», сприяє поліпшенню його властивостей. Однак при використанні гумової крихти у вигляді наповнювача асфальтобетону не використовуються цінні властивості самого каучуку, що входить до складу гум.

2) Більш ефективна «мокра» технологія – переведення гуми в розчинний стан в середовищі бітуму або гудрону. За такою технологією

					<i>ДП.11.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		30

отримують гумовобітумні в'язучі (ГБВ), а також бітуми, хімічно модифіковані гумовою крихтою (БХМГК).

Традиційна технологія отримання гомогенного ГБВ передбачає механічне перемішування гумової крихти (від 5 до 30% мас.) з бітумом (гудроном, асфальтом деасфальтизації або їх сумішами) при температурах 150 – 250 °С протягом певного часу (від 30 хв до 24 год) в присутності ПАР або пластифікаторів. В якості пластифікаторів використовують нафтові гудрони, важкі екстракти селективного очищення олійних фракцій, сланцеву олію, кам'яновугільні важкі олії тощо.

Асфальтобетони на основі резино-бітумного в'язучого характеризуються підвищеною зносо- і теплостійкістю, стійкістю до старіння, меншою жорсткістю, гарною шумопоглинальною і фрикційною здатністю, стійкістю до дії води, циклів заморожування – відтавання [13].

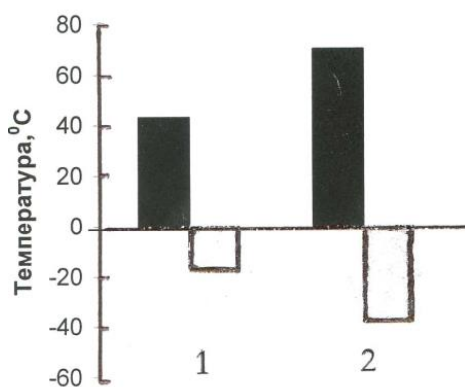


Рисунок 1.9 – Температура розм'якшення та крихкості бітумів та РБВ:

1 – бітум з пенетрацією 120·0,1 мм, 2 – ГБВ на основі бітуму з пенетрацією 120·0,1 мм

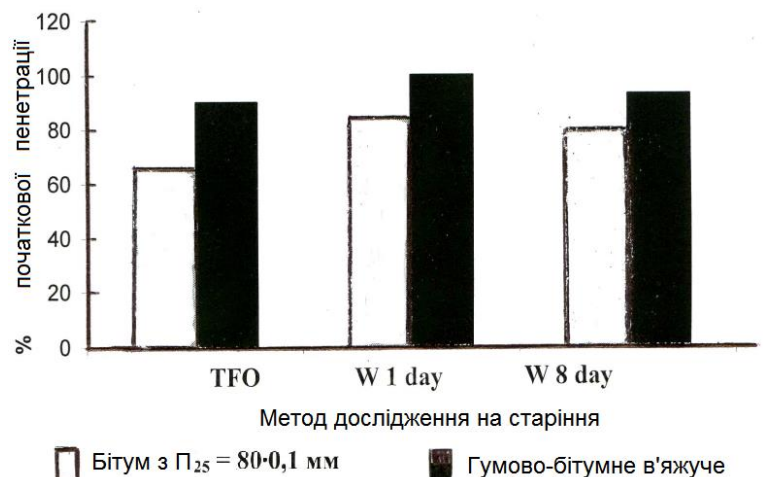


Рисунок 1.10 – Зміна пенетрації бітуму та ГБВ в процесі старіння (в печі TFO, в стимуляторі погодних умов W)

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Модифікування ПАР

Поверхнево-активні речовини (ПАР) – це речовини, здатні концентруватися на поверхні розділу фаз і знижувати поверхневий (міжфазний) натяг. ПАР адсорбуються на поверхні розділу фаз і змінюють їх фізичні та хімічні властивості. ПАР мають змочуючі, емульгуючі, адгезійні, гідрофобізуючі, миючі та інші цінні властивості. Поверхнево-активні речовини широко застосовуються в будівництві, металообробці, нафтовидобутку і нафтопереробці, хімічній промисловості, транспорті, легкій та харчовій промисловості, сільському господарстві тощо. В дорожньому будівництві ПАР застосовують для поліпшення зчеплення бітумів з поверхнею мінеральних матеріалів, в якості емульгаторів при виробництві бітумних емульсій, для активації мінеральних матеріалів.

Численними дослідженнями встановлено, що ПАР в асфальтобетонні суміші доцільно вводити:

- в разі використання кам'яних матеріалів, що мають гарне зчеплення з бітумом;
- при використанні неактивних бітумів;
- під час виконання робіт з будівництва асфальтобетонних покриттів і основ восени і ранньою весною, коли мінеральні матеріали зволожені;
- для поліпшення технологічних властивостей асфальтобетонних умішей на стадії їх приготування і укладання (зниження температури приготування та ущільнення сумішей, скорочення часу перемішування, зменшення числа проходів дорожніх катків при ущільненні);
- для прискорення формування конструктивних шарів дорожнього покриття з холодного асфальтобетону при використанні рідких бітумів і під час виконання робіт при температурі повітря до +10 °С;
- для активації поверхні кам'яних матеріалів – мінерального порошку, піску, щебеню;
- для зменшення старіння в'язких дорожніх бітумів.

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		32

Найбільше застосування в дорожньому будівництві отримали катіонактивні і неіоногенні ПАР. Катіонактивні ПАР покращують адгезійні властивості (зчеплення) бітумів з сухою і вологою поверхнею мінеральних матеріалів з кислих гірських порід. Неіоногенні ПАР покращують адгезійні властивості бітуму при взаємодії з поверхнею мінеральних матеріалів з кислих, основних і карбонатних гірських порід [10].

За технологіями окислення бітуму зроблено патентний пошук, результати якого занесені до таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 – Огляд патентних розробок з виробництва бітуму

№ з/п	Патент	Індекс патенту, класифікація	Дата публікації	Коротка характеристика винаходу
1	2	3	4	5
1	Патент РФ №2124038 Спосіб отримання бітуму	C10C3/04	27.12.1998	Спосіб отримання окислених бітумів шляхом продувки повітря при температурі 200-230°C в присутності вуглеводневої добавки, що містить поліалкіл-бензолну смолу і кубовий залишок регенерації диметил-формаміду при масовому від-ношенні (0,6-0,7):(0,4-0,3). Окислення проводять на промисловій безкомпресорній установці. Спосіб дозволяє скоротити час окислення на 43-47%, збільшити вихід бітуму до 98,5% через зниження відкладень продуктів ущільнення на стінках окисного апарату і поліпшити зчеплення отриманого бітуму з мінеральним матеріалом. Недоліком даного способу є велика питома витрата електро-енергії, пов'язана з роботою безкомпресорної установки [14].
2	Патент РФ №2167906	C10C3/06	27.05.2001	Прямогонний нафтової залишок піддають вісбрекінгу з подальшою

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.11.01.ПЗ

Лист

33

Продовження табл.1.3

1	2	3	4	5
2	Спосіб отримання бітуму (ВАТ "Ново-Уфимский нефтеперерабатывающий завод")			вакуумною перегонкою продукту вісбрекінгу з виділенням бітуму у вигляді залишку. Перед вісбрекінгом нафтової залишок попередньо змішують з газойлем термодеструктивних процесів в кількості 35-65 об.% на суміш. Технічний результат: збільшення міжремонтного пробігу установки отримання бітуму за рахунок зниження закоксовування апаратів вісбрекінгу і розширення сировинної бази [15].
3	Патент РФ № 2215773 Спосіб отримання окисленого бітуму (Інститут хімії нафти СО РАН)	С10С3/04	10.11.2003	Отримання окисленого бітуму шляхом продувки повітря при підвищеній температурі через нафтові залишки, що містять органічні добавки (кубовий залишок виробництва 4,4-діамінодіфенілметана в кількості 1-5 мас.% на сировину). Технічний результат – поліпшення якості цільового продукту.
4	Патент РФ №2235109 Спосіб отримання бітуму (Гурєєв О.А.)	С10С3/04	27.08.2004	Мазут піддають вакуумній перегонці з отриманням уваженого гудрону з вмістом парафінових вуглеводнів не більше 2 мас.% і парафіно-нафтових вуглеводнів не менше 20 мас.%. Важкий гудрон змішують з модифікуючими добавками і проводять окислювання 80-90% підготовленого гудрону з отриманням цільового продукту. Залишок підготовленого гудрону вводять в цільовий продукт. В якості модифікуючих добавок використовують концентрати поліциклічних ароматичних вуглеводнів, які є продуктами переробки нафти. Технічний результат: спосіб дозволяє практично з будь-якого типу нафти, що переробляється, отримати широкий асортимент дорожніх бітумів з поліпшеними низькотемпературними і адгезійними властивостями [16]
5	Патент РФ №2276181	С10С3/04	10.05.2006	Проводять вакуумну перегонку мазуту з отриманням уваженого гудрону при

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.11.01.ПЗ

Лист

34

Продовження табл.1.3

1	2	3	4	5
	Спосіб отримання бітуму (ВАТ "Новокуйбышевский нефтеперерабатывающий завод")			залишковому тиску верху колони 30-50 мм рт.ст., змішання отриманого гудрону з сировинними органічними добавками, що представляють собою продукти переробки нафти, в співвідношенні від 80:20 до 98:2, окислення отриманої суміші киснем повітря при температурі 230-270 °С. Потім окислений продукт компаундують з сумішшю уваженого гудрону і сировинної органічної добавки (підготовлений гудрон) в співвідношенні від 80:20 до 90:10. Технічний результат: підвищення експлуатаційних характеристик цільового продукту.
6	Патент РФ № 2302447 Спосіб отримання компаундованого бітуму (ООО "ЛУКОЙЛ-Пермнефтеоргсинтез")	С10С3/04	10.07.2007	Готують суміш гудрону, слопу і екстракту перемішуванням протягом 10-15 хвилин при температурі 110-130 °С. Далі до отриманої суміші при перемішуванні (20-25 хвилин) додають окислений бітум при наступному співвідношенні компонентів, мас. %: гудрон – 1-5, слоп - 4-20, екстракт - 5-25, окислений бітум - інше до 100. Спосіб дозволяє знизити температуру хрупкості, підвищити індекс пенетрації, адгезію. Отримання бітуму дорожнього покращеного.
7	Патент РФ №2265639 Спосіб отримання неокисленого бітуму	С10С3/04С1 0С3/06	27.10.2009	Мазут високопарафіністої нафти піддають глибоковакуумній перегонці до отримання залишків, що википають вище 510-540 °С. Отримані залишки піддають неглибокому вісбрекінгу. Залишки вісбрекінгу після відділення газу, бензину та легких фракцій дистилатів піддаються вакуумної перегонці до отримання бітумів у вигляді залишків, що википають вище 440-525 °С. Спосіб дає можливість розширити сировинну базу за рахунок залучення сировини, непридатної для переробки в бітуми [17]

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.11.01.ПЗ

Лист

35

1.2 Обґрунтування способу виробництва об'єкту

Традиційні технологічні способи виробництва бітумів не завжди дозволяють отримувати матеріали, що задовольняють висунутим до них сучасним вимогам. Корінне поліпшення якості бітумних в'язучих, підвищення їх довговічності, тріщиностійкості, розтяжності, збільшення продуктивності їх виробництва, зниження питомих енерговитрат може бути досягнуто низкою заходів. Результати літературного опрацювання показали, що вжиті заходи щодо підвищення якості дорожніх бітумів останніх років можна розділити на три групи:

1) інтенсифікація процесу окислення формуванням складу вихідної сировини, підбором оптимальних технологічних параметрів і конструкції окисного апарату, введенням в сировину окислення компонентів, що інтенсифікують процес окислення тощо;

2) прогнозування процесу окислення і властивостей окислених бітумів математичним моделюванням;

3) модифікування сировини окислення і бітумів різними добавками, що змінюють властивості продукту в бажаному напрямку [18].

Порівняльні дослідження ефективності різних способів модифікації бітумів показали, що перспективним напрямком модифікації бітумів є використання добавок гумової крихти.

Модифікування бітуму призводить до отримання в'язучого, яке при деформації внутрішньої структури починає працювати як матеріал з деяким внутрішнім армуванням. В основному реактоласти є структуруючими добавками, розподіляючись в дисперсному середовищі або створюючи власну структурну сітку в бітумі. Полімерний каркас забезпечує, з одного боку, міцність, відсутність плинності при підвищенні температури і з іншого – деформативні властивості при зниженні температури, розширюючи діапазон працездатності бітумних матеріалів [12].

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		36

1.3 Характеристика сировини та готової продукції

Таблиця 1.4 – Характеристика вихідної сировини, матеріалів, реагентів, каталізаторів, напівпродуктів та продукції, що виготовляється [19]

№ з/п	Найменування вихідної сировини, матеріалів, напівпродуктів, продукції	Державний або галузевий стандарт, технічні умови або методика	Показники якості, обов'язкові до перевірки (найменування та одиниця виміру)	Норма (допустимі межі) за нормативними документами	Область використання
1	2	3	4	5	6
1	Вихідна сировина				
2	Гудрон прямогонний	Технологічний регламент установки ЕЛОУ-АВТ-8 №2	1. В'язкість умовна при 80 °С, с	25, не менше	Сировина для виробництва бітуму
			2. Температура розм'якшення за кільцем та шаром, °С	Не нормується	
			3. Щільність при 20 °С, кг/м ³	975, не менше	
			4. Температура спалаху в відкритому тиглі, °С	240, не нижче	
			5. Масова доля води, %	Сліди	
3	Вакуумний газойль (фракція 360–580 °С)	Технологічний регламент установки ЕЛОУ-АВТ-8 №2	1. В'язкість умовна при 80 °С, с	Не нормується	Компонент сировини для отримання бітумів
			2. Щільність при 20 °С, кг/м ³	870 – 950	
			3. Температура спалаху в відкритому тиглі, °С	80, не нижче	
4	Хімочищена вода	Інструкція з експлуатації дільниці хімводопідготовки ТЕЦ	1. Загальна жорсткість, мкг-екв/дм ³	15, не більше	Використовується для подачі в реактори окислення
			2. Масова концентрація заліза, мкг/дм ³	150, не більше	
			3. Масова концентрація нафтопродуктів, мг/дм ³	3,0, не більше	
			4. рН (водневий показник), од. рН	8,5 – 10,0	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.11.01.ПЗ

Лист

37

1	2	3	4	5	6
5	Продукція, що виготовляється				
6	Бітум нафтовий дорожній в'язкий БНД 90/130	ДСТУ 4044-2001	1. Глибина проникання голки (пенетрація) при температурі 25 °С, $m \times 10^{-4}$ (0,1 мм)	91 – 130	В дорожньому будівництві
			2. Температура розм'якшення по кільцю та шару, °С	43 – 49	
			3. Дуктильність, $m \times 10^{-2}$ (см) при температурі 0 °С при температурі 25 °С	4,0, не менше 65, не менше	
			4. Зміна властивостей після прогріву:		
			4.1 Зміна маси після прогріву, %	1,0, не більше	
			4.2. Глибина проникання голки (пенетрація) при температурі 25 °С в залишку, % від початкової величини	55, не менше	
			4.3 Зміна температури розм'якшення, °С	6,0, не більше	
			5. Температура хрупкості, °С	мінус 15, не вище	
			6. Температура спалаху в відкритому тиглі, °С	230, не нижче	
			7. Зчеплення з поверхнею скла, %	17, не менше	
8. Масова доля парафінів, %	Не нормується				
9. Розчинність в органічному розчиннику, %	99,00, не менше				
10. Індекс пенетрації	від мінус 2,0 до +1,0				
7	Бітум нафтовий для будівництва БНБ 90/10	ДСТУ 4044-2001	1. Глибина проникання голки (пенетрація) при температурі 25 °С, $m \times 10^{-4}$ (0,1 мм)	5 – 20	Для будівельних робіт

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

1	2	3	4	5	6
			2. Температура розм'якшення по кільцю та шару, °С	90 – 105	
			3. Дуктильність, $m \times 10^{-2}$ (см) при температурі 25 °С	1,0, не менше	
			4. Зміна маси після прогріву, %	0,40, не більше	
			5. Температура хрупкості, °С	мінус 4, не вище	
			6. Температура спалаху в відкритому тиглі, °С	250, не нижче	
			7. Розчинність в органічному розчиннику, %	99,50, не менше	
			8. Вміст води	Сліди	
8	Бітум нафтовий покрівельний БНП 40/180	ДСТУ 4818:2007	1. Глибина проникання голки (пенетрація) при температурі 25 °С, $m \times 10^{-4}$ (0,1 мм)	160 – 210	Для просочення
			2. Температура розм'якшення по кільцю та шару, °С	38 – 45	
			3. Розчинність в органічному розчиннику, %	99,50, не менше	
			4. Зміна маси після прогріву, %	0,50, не більше	
			5. Глибина проникання голки (пенетрація) при температурі 25 °С в залишку, % від початкової величини	60, не менше	
			6. Температура спалаху в відкритому тиглі, °С	250, не нижче	
			7. Масова доля води	Сліди	
19	Бітум нафтовий покрівельний БНП 45/190	ДСТУ 4818:2007	1. Глибина проникання голки (пенетрація) при температурі 25 °С, $m \times 10^{-4}$ (0,1 мм)	160 – 220	Для отримання покрівного бітуму

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Продовження табл. 1.4

1	2	3	4	5	6
			2. Температура розм'якшення по кільцю та шару, °C	40 – 50	
			3. Дуктильність, $m \times 10^{-2}$ (см) при температурі 25 °C	40, не менше	
			4. Розчинність в органічному розчиннику, %	99,50, не менше	
			5. Зміна маси після прогріву, %	0,80, не більше	
			6. Глибина проникання голки (пенетрація) при температурі 25 °C в залишку, % від початкової величини	60, не менше	
			7. Температура спалаху в відкритому тиглі, °C	250, не нижче	
			8. Масова доля води	Сліди	
			9. Масова доля парафіну, %	5,0, не більше	
			10 Індекс пенетрації	від +1,0 до +2,5	

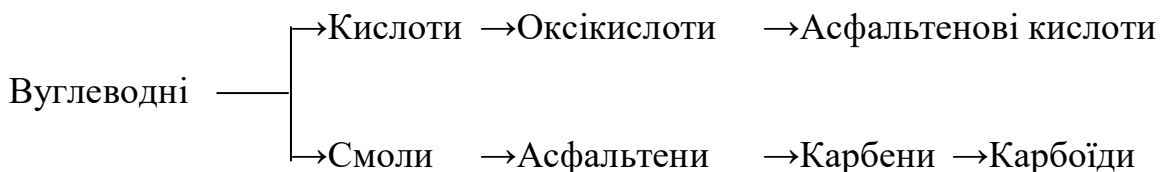
1.4 Фізико-хімічні основи виробництва

Найбільше промислове значення у вітчизняній нафтопереробці має технологія отримання окислених бітумів. Вона заключається в окисленні нафтових залишків киснем повітря без каталізаторів при температурі 230–300°C з подачею 0,84–1,4 м³/хв повітря на 1 т бітума при тривалості до 12 год. Повітря може подаватися в реактор під тиском або всмоктуватися завдяки вакууму в системі до 500 мм рт. ст. Втрати залежать від вмісту летких компонентів в сировині, глибини окислення та знаходяться в межах 0,5–10 % мас. від сировини. Пари води та двоокису вуглецю виводяться з

										Лист
										40
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.11.01.ПЗ					

системи. Екзотермічна реакція окислення підвищує температуру в зоні реакції.

Нафтові вуглеводні окислюються одночасно в двох напрямках:



В залежності від умов окислення можливі взаємні перетворення кислих і нейтральних продуктів окислення. При високих температурах виділяється двоокис вуглецю і асфальтенові кислоти переходять в асфальтени.

Процес окислення сировини до бітуму є гетерогенною реакцією між газовою (повітря, повітря + кисень або озон, повітря + вуглекислий газ, повітря + водяна паратошо) і рідкою (нафтовий залишок) фазами.

При цьому протікають реакції чотирьох типів:

- 1) що ведуть до зменшення молекулярної ваги з утворенням дистилляту, води і вуглекислого газу;
- 2) лише незначно змінюють молекулярну масу з утворенням води;
- 3) що ведуть до збільшення молекулярного ваги з утворенням води, вуглекислого газу та асфальтенів;
- 4) концентрації (відгін дистилляту і концентрація асфальтенів) [2].

Кисень повітря реагує з воднем, що міститься в сировині, утворюючи водяну пару. Зростаюча втрата водню супроводжується процесами ущільнення з утворенням високомолекулярних продуктів значного ступеня ароматичності – асфальтенів. В результаті змінюється консистенція бітуму. Основна частина кисню повітря йде на утворення води, 10–20 % мас. на утворення вуглекислого газу і лише незначна частина – на утворення органічних речовин, що містять кисень.

Схема перетворень при окисленні сировини в бітуми на початку процесу окислення:



Взаємодія радикалів, що утворюються, з новою молекулою вуглеводню призводить до отримання стійких продуктів:



Внаслідок порівняно низької концентрації вуглеводневих радикалів їх рекомбінація ($2R^{\bullet} \rightarrow R-R$) мало ймовірна, і взаємодія радикалів з киснем протікає в меншому ступені, ніж з молекулами вихідної речовини:



Продовження ланцюга:



Однак цю схему не можна вважати повною. Вона являє собою лише один з варіантів і ланок складних перетворень, що протікають в процесі окислення сировини в бітуми. При використанні азоту для отримання окислених бітумів спостерігаються такі ж явища ущільнення з утворенням високомолекулярних продуктів, як і при окисленні киснем повітря.

Бітум хімічно зв'язує тим менше кисню, чим вище температура окислення сировини. Основна кількість кисню, що подається на окислення, уноситься (у вигляді сполук) з газами, що відходять, процес окислення носить дегідрогенізаційний характер. З поглибленням окислення спостерігається відносне збільшення вмісту в бітумі сполук з короткими алкільними ланцюгами $(CH_2)_{n-1}$, де $n < 4$, внаслідок відщеплення алкільних груп циклічних сполук з довгими алкільними ланцюгами; спостерігається також відносне підвищення частки бензольних кілець в циклах, що

підтверджує дегідрогенізаційний характер реакцій. Відношення С : Н в бітумі підвищується.

Кількість хімічно пов'язаного кисню в окисленому бітумі збільшується з підвищенням вмісту ароматичних вуглеводнів в сировині – нафтовому залишку. Основна кількість кисню, пов'язаного в окисленому бітумі, знаходиться в вигляді складноефірних груп.

В середньому вони містять 60% кисню, поглиненого бітумом. Інші 40% розподілені приблизно порівну між гідроксильними, карбоксильними і карбонільними групами. Оптимальною температурою утворення зв'язку С–С є 250 °С. При більш низькій температурі має місце більше утворення складних ефірів з великою витратою кисню. При температурі вище 250 °С переважають реакції, що сприяють утворенню карбенів і карбоїдів. Зміст хімічно пов'язаного кисню в бітумі зростає з полегшенням сировини – гудрону, так як зі зменшенням його молекулярної ваги і з підвищенням penetрації утворюється більше число складноефірних містків. Частка кисневих функціональних груп в бітумах зростає в міру поглиблення окислення.

При продуванні сировини повітрям збільшується вміст твердих смол і асфальтенів і зменшується вміст олій. Якщо в процесі продування зміст смол практично не змінюється, то зміст олій безперервно зменшується, а зміст асфальтенів в тій же мірі збільшується. Отже, утворення смол з олій є проміжною стадією утворення асфальтенів.

Відносний вміст нафтонових і ароматичних сполук в бітумах при поглибленні окислення гудрону знижується. Одночасно підвищується вміст асфальтенів, чим підтверджується механізм утворення асфальтенів в процесі окислення гудрону: нафтонові і ароматичні сполуки → смоли → асфальтени.

На склад і фізико-хімічні властивості товарного бітуму впливають технологічні умови процесу окислення.

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		43

Основними факторами, що впливають на процес окислення гудрону, є природа сировини – нафти, початкова температура розм'якшення гудрону, вміст у ньому олій, парафінових і нафтових сполук, температура, витрата повітря і, як наслідок, тривалість окислення. До числа факторів процесу слід також віднести і тиск в зоні реакції, підігрів стисненого повітря, що подається на окислення, рівень рідкої фази в реакторі і ін.

Природа сировини. Окислені бітуми можна отримувати з нафт, що містять 5 мас.% і більше асфальто-смолистих речовин. Бажано, щоб в нафті містилося їх більше 25 мас.%. В більшості нафт світу зміст асфальто-смолистих речовин перевищує 50 мас.% і досягає 70 мас.%. Найкращою сировиною для отримання окислених бітумів є залишки високосмолистих малопарафіністих нафт.

Відповідним підбором сировини можна одержувати окислені бітуми різних властивостей. Зі зниженням змісту олій в вихідному гудроні підвищуються розтяжність, температура крихкості і температура спалаху бітумів, знижуються їх теплостійкість і інтервал пластичності, знижуються витрата повітря і тривалість окислення.

Бітуми з асфальту деасфальтизації містять менше парафіно-нафтових сполук і більше смол і асфальтенів, що обумовлює їх менші пенетрацію, інтервал пластичності і великі розтяжність, температуру крихкості і когезію в порівнянні з бітумами тієї ж температури розм'якшення, отриманими окисленням гудрону з тієї ж нафти.

Дія парафінових сполук залежить від дисперсної структури бітуму, і зміст їх до 3 мас.% в сировині допустимий. Підвищення змісту парафінових сполук в сировині знижує розтяжність бітумів, підвищує витрату повітря і тривалість окислення.

Парафіно-нафтові сполуки в сировині є розріджувачами і пластифікаторами, поліпшують властивості бітуму, їх присутність до 10-12% бажана.

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		44

Присутність сірки і сірчистих сполук в сировині сприяє поліпшенню властивостей окислених бітумів.

Температура процесу. При окисленні сировини до бітумів протікає дуже багато реакцій, температурні коефіцієнти констант швидкості яких різні. Температура неоднаково прискорює різні процеси, тому виходять різні за складом і властивостями бітуми. Підвищення температури реакції супроводжується приростом температури розм'якшення бітуму в одиницю часу внаслідок як збільшення швидкості реакції, так і більш інтенсивного відгону легких фракцій, що барботуються повітрям.

З підвищенням температури збільшуються також константи дифузії і зменшується поверхневий натяг, зростають розміри бульбашок газу внаслідок зменшення в'язкості рідкої фази, переважають побічні реакції, які не сприяють зростанню температури розм'якшення окислених бітумів (відбуваються переважно процеси дегідрування з утворенням високомолекулярних асфальтенів і більш жорстких структур). В результаті багато бітумів, окислених при високій температурі, характеризуються низькою пенетрацією. У міру підвищення температури процесу її вплив на швидкість реакції поступово знижується, що видно з рис. 1.11.

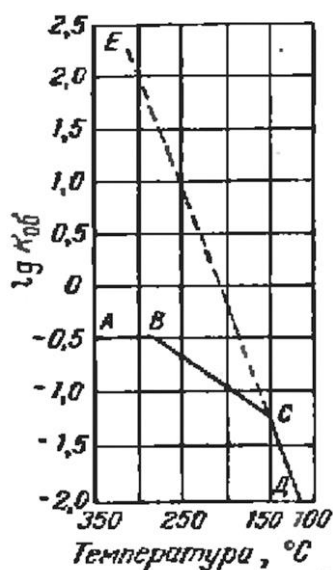


Рисунок 1.11 – Залежність загальної константи швидкості $K_{об}$ реакції окислення сировини в бітуми від температури

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.11.01.ПЗ

Лист

45

На ділянці CD (інтервал температур 125–160 °C) швидкість реакції подвоюється при підвищенні температури на 15 °C і досягається теоретична межа інтенсифікації процесу окислення даної сировини безкомпресорним способом. Ділянка BC (інтервал температур 160 – 270 °C) відноситься до перехідної області, коли дифузійні труднощі повністю не усунуто. Збільшенням поверхні контакту фаз і швидкості її оновлення можна збільшити швидкість окислення. Ділянка AB (інтервал температур 270 – 350 °C) характерний незначним прискоренням процесу дифузії з підвищенням температури. Швидкість утворення асфальтенів від підвищення температури не збільшується. Ділянка DE – теоретичний бар'єр інтенсифікації.

З підвищенням температури окислення гудрону витрата повітря на окислення і частка кисню в окисленого бітуму знижуються, що пояснюється зростанням співвідношення вуглець – вуглецевих зв'язків до складноефірних і підвищенням ефективності передачі кисню при збільшенні температури. Оптимальною є температура 250 °C, при температурах нижче і вище цієї внаслідок підсиленнь побічних реакцій споживання кисню на утворення складноефірних груп збільшується і число міжмолекулярних зв'язків на 1 моль прореагованого кисню порівняно мало.

З підвищенням температури окислення збільшується також доля кисню, що йде на утворення води. Так, при 150 °C 18% від прореагованого кисню йде на утворення води, тоді як при 350 °C – до 50%. А утворення полярних груп збільшується з пониженням температури окислення. При температурах нижче 210 °C ефективність передачі кисню погіршується, процес стає економічно нераціональним, час окислення і витрата повітря збільшуються.

Таким чином, з підвищенням температури процесу зростає швидкість дегідрування молекул сировини і збільшується частка кисню, який бере участь в утворенні води, знижується вміст кисню і складноефірних груп,

					<i>ДП.11.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		46

слабких кислот і фенолів в окисленому бітумі, збільшується коефіцієнт рефракції поліциклічних ароматичних сполук в бітумі. З підвищенням температури вище 250 °С температура розм'якшення і температура крижкості бітуму підвищуються, а penetрація, розтяжність, теплостійкість і інтервал пластичності окислених бітумів знижуються.

У міру підвищення температури процесу її вплив на швидкість реакцій окиснення сировини в бітуми дещо зменшується.

З підвищенням температури процесу тривалість окислення і сумарна витрата повітря знижуються, причому при температурі вище 270 °С ступінь використання кисню повітря знижується.

Залежно від природи сировини і необхідних властивостей бітуму слід підбирати відповідну температуру окислення; для більшості видів сировини з урахуванням економічної доцільності вона близька до 250 °С.

Витрата повітря. Витрата стисненого повітря, ступінь його диспергування і розподілу по перетину окисної колони істотно впливають на інтенсивність процесу і властивості бітумів. Збільшення витрати повітря до певної межі при інших рівних умов веде до пропорційного підвищення швидкості окислення; остання визначається температурою процесу, конструкцією окисної колони і природою вихідної сировини.

Вплив витрати повітря і тривалості окислення на якість бітуму остаточно не виявлено. Однак встановлено, що бітуми, окислені в короткий проміжок часу, мають більш високу penetрацію, ніж бітуми тієї ж температури розм'якшення, окислені при невеликій швидкості подачі повітря і при більшій тривалості окислення. Це можна пояснити утворенням в першому випадку більш низькомолекулярних полярних асфальтенів. При великій тривалості окислення і тривалому впливі високої температури відщеплюються молекули вуглекислого газу і протікає перетворення бітумів в асфальтени зі складними зв'язками С–С і гетероатомів.

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
						47
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

Тиск. Підвищення тиску в зоні реакції сприяє інтенсифікації процесу окислення і поліпшенню якості окислених бітумів. На рис. 1.12 показано вплив тиску в реакторі колонного типу безперервної дії на тривалість процесу окислення і співвідношення пенетрації і температури розм'якшення окислених бітумів при постійній температурі окислення 232 °С і подачі повітря 3,52 л/хв·кг ($5,85 \cdot 10^{-5}$ м/сек·кг).

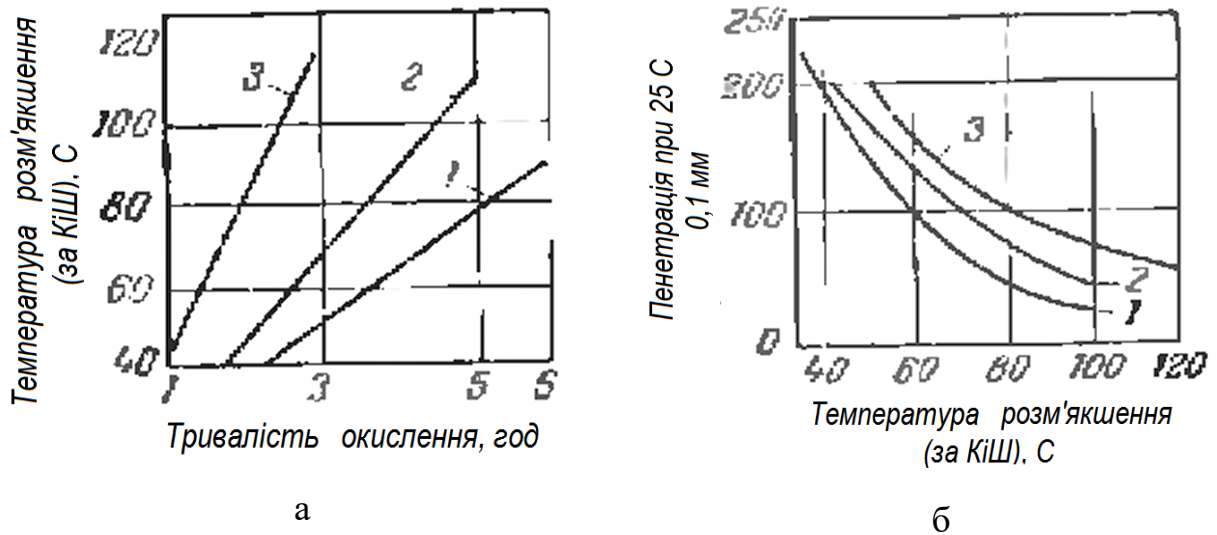


Рисунок 1.12 – Вплив тиску в реакційній зоні на тривалість окислення та на властивості бітумів:

а – залежність температури розм'якшення бітумів від тривалості окислення при різних тисках, б – залежність пенетрації бітумів від температури розм'якшення їх при різному тиску:

I – при 0,1 кгс/см²; 2 – при 2,4 кгс/см²; 3 – при 4,4 кгс/см²

Видно, що з підвищенням тиску в зоні реакції тривалість окислення сировини до однієї і тієї ж температури розм'якшення бітуму скорочується, що пояснюється головним чином поліпшенням дифузії кисню в рідку фазу.

Загалом, можна сказати, що з підвищенням тиску в зоні реакції поліпшується дифузія кисню в рідку фазу, скорочується тривалість окислення і в результаті конденсації частини олійних парів з газової фази поліпшуються тепло- і морозостійкість і збільшується інтервал пластичності окислених бітумів.

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

Відповідним підбором тиску в системі можна регулювати склад і властивості одержуваних бітумів. Дорожні бітуми в реакторі колонного типу отримувати недоцільно при тиску вище 4 ат ($3,92 \cdot 10^5$ Н/м²) внаслідок різкого зниження розтяжності бітумів.

Окислення під тиском дозволяє використовувати сировину з малим вмістом олій і отримувати при цьому бітуми, що володіють досить високими розтяжністю, пенетрацією і інтервалом пластичності. В результаті використання такої сировини досягається більший вихід олійних фракцій на перероблену нафту, скорочується тривалість окислення.

Процес окислення сировини в бітуми – екзотермічний. Кількість тепла, що виділяється при цьому, залежить від хімічної природи сировини, глибини його окислення і температури, при якій воно було розпочато.

Тепловий ефект залежить від глибини окислення і природи сировини. Зі зниженням ароматичності сировини тепловий ефект реакції окислення підвищується. Найбільша кількість тепла виділяється в початковий період до температури розм'якшення бітуму 45–58 °С, коли спостерігається різке зменшення кількості біциклічних ароматичних сполук і значне збільшення асфальтенів. Тепловий ефект окислення асфальту деасфальтизації нижче, ніж гудронів [2].

					<i>ДП.11.01.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		49

2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

2.1 Нові технічні рішення

Асфальтобетонні покриття широко застосовуються в Україні і багатьох інших країнах. Якість їх будівництва багато в чому визначають не тільки зручність і комфорт в експлуатації, але і довговічність всієї автомобільної дороги. Найважливішим компонентом асфальтобетону, що визначає багато його показники, є в'язучий матеріал – бітум.

Від властивостей бітуму залежать стійкість покриття до погодних умов, міцність, довговічність тощо. Спрямованим регулюванням властивостей бітуму можна домогтися значного поліпшення терміну служби покриттів.

У нашій країні застосовуються переважно окислені бітуми, для яких характерні низька довговічність і температурна стійкість [20].

Початково низький ресурс терміну служби в'язучих створює серйозні проблеми в дорожній галузі, знижуючи довговічність збудованих автомобільних доріг і вимагає нових, перспективних підходів до поліпшення властивостей бітумів з урахуванням сучасного рівня розвитку науки.

Основною причиною руйнування покриттів за умови дотримання технології будівництва є порушення структурних зв'язків між компонентами асфальтобетону в результаті зміни властивостей бітуму в процесі експлуатації. Під дією навантажень, окислення, полімеризації процесів на поверхні бітуму тощо відбуваються його старіння і руйнування структури.

У зв'язку з цим необхідно поліпшення фізико-механічних властивостей і модифікація бітумних в'язучих, оскільки за своєю природою вони не можуть забезпечити необхідну стійкість асфальтобетонних покриттів доріг

					ДП.11.01.ПЗ					
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№Докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>						
<i>Розроб.</i>		<i>Бас</i>			<i>Технологічна частина</i>					
<i>Кер. Пр.</i>		<i>Потапенк</i>						<i>Літ</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>										
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Суворін</i>								
					<i>СНУ ім. В. Даля гр. ТПВ-19дм</i>					

при постійному збільшенні транспортних навантажень. Основним завданням модифікації таких бітумів є спрямована зміна не тільки фізико-механічних, але і хімічних властивостей.

З метою збільшення довговічності і якості матеріалів одним з найважливіших напрямків стало введення до їх складу різного роду добавок, які дозволяють підвищити властиві бітумів властивості і модифікують їх в необхідному для використання напрямку [12].

Гума – еластомірний матеріал з унікальним комплексом властивостей, який являє собою багатотоннажний продукт хімічної технології, один з кінцевих продуктів ланцюгу переробки нафти і газу, який широко використовується в різних галузях. Через велику тоннажність виробництва гумових виробів великі також масштаби утворення гумових відходів. Відходи гуми є практично невичерпним джерелом якісної еластомерної сировини для поліпшення властивостей в'язучих [21].

В рамках вирішення проблеми утилізації гумовотехнічних відходів, проводилися дослідження з вивчення можливості введення їх в нафтові бітуми з метою надання в'язких матеріалів гумоподібних властивостей. Були розроблені технологічні схеми прямого введення гуми в асфальтобетонні суміші, застосування гумової крихти в якості наповнювача в дорожньо-будівельних матеріалах.

Одним з альтернативних варіантів застосування гумотехнічних відходів вважається виробництво бітумно-гумових композитів (БГК) в якості в'язучих для асфальтобетонів. Проводяться активні дослідження в даному напрямку протягом двадцяти років, і рішення цієї проблеми має практичну реалізацію в багатьох країнах з різною часткою успіху.

Перспективним напрямком вважається переведення гуми в розчинний стан і застосування в якості в'язучого з метою виробництва гідроізоляційних, покрівельних і ущільнюючих мастик дорожніх сумішей.

Від типу каучуку, що знаходяться в складі гум, і виду пластифікатора залежать особливості технологічні параметри отримання в'язучих.

Подрібнена гума при спільній обробці набухає в масляних фракціях бітуму (гудрону або дьогтю), що веде до ослаблення міжмолекулярних зв'язків; в разі продовження підведення тепла і механічних впливів, відбувається розрив за цими ослабленими зв'язками, тобто відбувається девулканізація гуми з утворенням каучукової речовини, яке структурує органічні в'язучі.

Гумово-бітумні в'язучі на відміну від вихідних бітумів мають підвищену еластичність, довговічність і міцність, а також відрізняються температурою розм'якшення. При співвідношенні гуми і бітуму 1 : 1 збільшується відносно подовження понад 200%, еластичність – практично в 3 рази, опір розриву підвищується до 0,8 МПа, температура розм'якшення – до 120 °С, а температура крихкості знижується до –20 °С . Результат від впровадження в бітум гуми пояснюється, в першу чергу, тим, що частинки олії зв'язуються в бітумах з гумою, що запобігає випаровуванню їх і швидкому старінню.

Однак відомо, що були випадки, коли з плином часу відбувалося повільне розбухання частинок гуми, замкнених в структурі асфальту. У зв'язку з такими внутрішніми навантаженнями покриття розущільнювалось і швидко руйнувалися. Гумові частки викрошуються з асфальтів. У методах, де в умовах високих температур спостерігалось розкладання і девулканізація гуми в бітумах, відбувався викид токсичних речовин, які містяться в гумі і утворюються в процесі. Дрібнодисперсна сажа з гуми, потрапляючи в бітум, ставала додатковим джерелом центрів кристалізації, різко знижуючи стабільність в'язучих і стійкість до старіння під дією факторів навколишнього середовища.

Таким чином, рішенням даної проблеми і поставлених завдань повинна стати технологія поєднання відходів гуми з нафтовими бітумами, яка

враховує всю складність і хімізм процесів, що відбуваються як в самих в'язучих, так і в кінцевих продуктах – асфальтобетонних дорожніх покриттях при їх влаштуванні і експлуатації. В результаті застосування такої технології повинні бути сконструйовані і отримані в'язучі матеріали, які повинні помітно і, головне, довготривало покращувати асфальтобетонні покриття доріг. І основна увага повинна бути приділена поліпшенню властивостей вітчизняних низькоякісних окислених бітумів. Саме в такому випадку можливо економічно і технічно ефективно рішення задачі утилізації відходів гуми, а також отримання бітумних в'язучих з поліпшеними показниками [11].

Висока якість каучуку, що йде на виготовлення покришок, дозволяє істотно поліпшити характеристики асфальтобетону. Гуми для покришок спочатку розроблялися стійкими до інтенсивних динамічних навантажень, стирання, хімічно агресивних дій.

Сучасні гумовмісні модифікатори досить коштовні, з огляду на те що, вони складаються з великої кількості органічних і мінеральних компонентів. Висока ціна цих модифікаторів відповідно підвищує ціну і асфальтобетонного покриття, для виробництва якого вони застосовуються.

Виробництво більш дешевого модифікованого за допомогою гумової крихти (результат переробки утилізованих автопокришок) бітуму утруднено, через відсутність надійної технології змішування бітуму з гумовою крихтою.

Пропонується в основу технологічного процесу покласти реакцію взаємодії ароматичних олій та олій з кільцевою структурою, що входять до складу бітуму, з частками гуми. В результаті цієї реакції частки гуми розбухають, покриваючись деякою подобою гелю, що забезпечує стійку гумобітумну матрицю.

За рахунок того, що в бітум вводиться близько 12–20% гумової крихти, отриманої від утилізації автопокришек, що в 2 – 2,5 рази дешевше бітуму – вартість отриманого в'язучого для виробництва асфальтобенної суміші

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		53

зменшується на менше, ніж на 5%. Якість отриманого продукту відповідає нормативним вимогам.

Крім того, для модифікації бітуму у якості сировини використовується гумова крихта – продукт утилізації автопокришек, що забруднюють довкілля, що має позитивний екологічний ефект [22].

2.2 Опис технологічної схеми

Гудрон з заданою витратою від насосів Н1 подається в теплообмінник Т1.

В теплообміннику Т1 потік сировини нагрівається до температури не вище 220 °С. Нагрівання здійснюється гарячим маслом, що надходить з вузла теплоносія.

Потім потік сировини надходить в теплообмінник Т2, де нагрівається за рахунок рекуперації тепла бітуму, що виходить з реактора Р.

Нагріта сировина з теплообмінника Т2 надходить в реактор окислення Р. Витрата сировини в реактор Р контролюється датчиком поз. FICSA-1101 і підтримується клапаном, встановленим на трубопроводі подачі гудрону в теплообмінник Т1. Відображення стану датчика витрати винесені в ЦПУ з попереджувальною сигналізацією низького значення витрати (11,5 т / год). При досягненні мінімального значення витрати (10,5 т / год) передбачено закриття клапана, встановленого на трубопроводі подачі хімоочищеної води в реактор Р, і через 5 секунд закриття клапана, встановленого на трубопроводі подачі повітря в реактор Р, з видачею сигналу в ЦПУ.

Технічне повітря з тиском не нижче 0,2 МПа (2,0 кгс / см²) з ресивера подається в реактор окислення Р за чотирма повітроводами, в які через розпилювачі подається хімоочищена вода для зниження температури в кубі реактора Р в процесі окислення бітуму.

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		54

Витрата технічного повітря в реактор Р контролюється датчиком поз. FICSA-1104 і підтримується клапаном, встановленим на трубопроводі подачі повітря в реактор Р. Показання датчика винесені в ЦПУ з попереджувальною сигналізацією низького значення витрати (500 м³ / год). При досягненні мінімального значення витрати повітря (300 м³ / год) спрацьовує система ПАЗ: закривається клапан, встановлений на трубопроводі подачі хімічещеної води в реактор Р з видачею сигналу в ЦПУ.

Процес окислення гудрону екзотермічний, тому для підтримки постійної температури в реакторі Р передбачено охолодження реакційної суміші в кубі реактора Р хімічещеною водою.

З ємності Е1 хімічещена вода надходить на прийом насоса Н2, яким подається в повітроводи подачі повітря окислення в реактор Р і в лінію виведення газів окислення з реактора Р в сепаратор С для охолодження газів окислення (останнє на схемі не показано). Для забезпечення оптимального розпилення хімічещеної води в кожному повітроводі передбачено по два розпилювача. У разі меншого споживання води працюють по одному розпилювачу. Також передбачені розпилювачі в кожній лінії виведення газів окислення з реактора Р.

Температура у верхній частині реактора Р контролюється датчиком поз. ТІА-1104, показання якого винесені в ЦПУ з попереджувальною сигналізацією при досягненні високого значення температури (280 °С).

Температура верху реактора Р (газова фаза) контролюється датчиком поз. ТІСА-1103, показання якого винесені в ЦПУ з попереджувальною сигналізацією при досягненні високого (260 °С) значення температури. При досягненні максимального значення температури (290 °С) вгорі реактора Р передбачено закриття клапана, встановленого на трубопроводі подачі хімічещеної води в реактор Р, і через 5 секунд закриття клапана, встановленого на трубопроводі подачі повітря в реактор Р з видачею сигналу в ЦПУ.

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		55

Для запобігання аварійної ситуації, яка може виникнути при самозаймання продукту в реакторах, передбачена подача в реактори водяної пари.

Температура низу реактора Р контролюється датчиком поз. ТІ-1101 с виносом показань в ЦПУ.

Додатково температура в реакторі Р контролюється датчиком поз. ТІ-1102 з виносом показань в ЦПУ, а також за допомогою встановленого за місцем термометра ТІ-1105.

Тиск в реакторі Р контролюється датчиком поз. ПІСА-1023 і підтримується клапаном, встановленим на лінії газів окислення, що надходять з реактора Р в сепаратор С. Показання датчиків винесені в ЦПУ з сигналізацією високого тиску 0,23 МПа (2,3 кгс / см²). При досягненні максимального значення тиску 0,28 МПа (2,8 кгс / см²) спрацьовує система ПАЗ: закриваються клапани, встановлені на трубопроводах подачі сировини в теплообмінники Т1, Т2, клапан, встановлений на трубопроводі подачі хімічещеної води в реактор Р, і через 5 секунд клапан, встановлений на трубопроводі подачі повітря в реактор Р, з видачею сигналу в ЦПУ.

Додатково тиск в реакторі Р контролюється за допомогою встановленого за місцем манометра поз. РІ-1101.

Для запобігання підвищенню тиску в реакторі Р вище робочого встановлені розривна запобіжна мембрана з тиском спрацьовування 0,45 МПа (4,5 кгс / см²) і запобіжний клапан з тиском спрацьовування 0,5 МПа (5,0 кгс / см²).

Рівень в реакторі Р контролюється рівнеміром поз. ЛІС-1103 і підтримується клапаном, встановленим на трубопроводі відкачування бітуму з реактора Р.

Максимальний рівень в реакторі Р контролюється сигналізатором рівня поз. LA-1102, стан якого винесено в ЦПУ з попереджувальною сигналізацією високого рівня 14 470 мм.

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		56

Для запобігання аварійного переповнення реактора Р встановлений сигналізатор високого рівня поз. LSA-1104. При досягненні максимального 17 050 мм значення рівня в реакторі Р спрацьовує система ПАЗ: закривається клапан, встановлений на трубопроводі подачі гудрону в теплообмінник Т1, і клапан, встановлений на трубопроводі подачі вакуумного газойля в трубопровід гудрону, що надходить в теплообмінник Т1, з видачею сигналу в ЦПУ .

Мінімальний рівень в реакторі Р контролюється сигналізатором рівня поз. LA-1101, стан якого винесено в ЦПУ з попереджувальною сигналізацією низького рівня 13 470 мм.

Гази окислення, які утворюються в ході процесу, збираються в верхній частині реактора Р і надходять в сепаратор С. В лінію газів окислення інжектуються хімоочищена вода для зниження температури газів окислення, що надходять в сепаратор С (дана лінія на схемі не показана).

Сепаратор С призначений для конденсації і відділення рідких вуглеводнів – так званого «чорного соляру», що використовується в якості компонента пічного палива.

Відпрацьований газ з верху сепаратора С направляється на установку термічного знешкодження газів окислення.

«Чорний соляр» з низу сепаратора С надходить на прийом насоса Н3, яким подається в повітряний холодильник ХП, де охолоджується до температури не вище 50 °С.

Після холодильника ХП чорний соляр надходить в ємність Е2. Для створення «азотної подушки» в ємність Е2 подається азот.

Частина чорного соляру від насоса Н3 повертається в сепаратор С для зрошення насадки.

Чорний соляр з ємності Е2 подається в парк гудрону.

Бітум з температурою не вище 280 °С з реактора Р надходить на прийом насоса Н4, яким подається в теплообмінник Т2. В теплообміннику Т2

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
						57
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

бітум охолоджується сировиною, що поступає на установку, до температури не вище 200 °С і виводиться в парк бітумів, в резервуари [19].

Таблиця 2.1 – Норми технологічного режиму й контроль виробництва [19]

Найменування параметра й одиниця виміру	Одиниці виміру	Границі припустимих значень параметрів
1	2	3
Реакторний блок		
Витрата гудрону в реактори з резервуарів в теплообмінники	т/год	6,7, не більше
Витрата хімоочищеної води в реактори з ємності Е1	м³/год	3,5, не більше
Витрата технічного повітря в реактори	нм³/год	500 – 3700
Витрата хімоочищеної води на інжекцію	м³/год	0,5, не більше
Витрата чорного соляра на зрошення насадки сепаратора С	м³/год	4,0, не більше
Температура сировини на вході до теплообміннику Т1	°С	160, не вище
Температура бітуму після теплообмінників Т2	°С	200, не вище
Температура верху реакторів Р (газова фаза)	°С	240, не вище
Температура в реакторах Р	°С	280, не вище
Температура низу реакторів	°С	280, не вище
Температура газів окислення на вході до сепаратор С	°С	200, не вище
Температура в сепараторі С	°С	145, не вище
Температура чорного соляра на виході з повітряного холодильника ХП	°С	50, не вище
Тиск технічного повітря в реактори	МПа (кгс/см²)	0,20 (2,0), не менше
Тиск в реакторі Р	МПа (кгс/см²)	0,2 (2,0), не більше
Тиск в сепараторі С	МПа (кгс/см²)	0,02 (0,2), не більше
Рівень в реакторах Р	м	13,47 – 14,47
Мінімальний рівень в реакторах Р	м	13,47
Максимальний рівень в реакторах Р	м	14,47
Аварійний рівень в реакторах Р	м	17,05
Рівень в сепараторі С	%	70, не більше
Вміст кисню в газах окислення після реакторів	% об.	4,8, не більше

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.11.01.ПЗ

Лист

58

2.3 Матеріальні розрахунки

Баланс складено на основі виробництва бітуму на ПрАТ «ЛИНІК» в перерахунку на потужність 200 тис. т/рік за бітумом марки БНД 60/90.

Вихідні данні для розрахунку:

Вихід бітуму X – 97,232%,

Склад вхідної суміші: гудрону – 89% мас,
повітря – 11% мас;

Температура розм'якшення – 36 °С;

Густина гудрону – 980 кг/м³;

Температура розм'якшення по КіШ – 47 °С;

Питомі витрати повітря g_n – 95 м³/т;

Температура процесу окиснення t – 250 °С;

Тиск процесу P – 0,5 МПа;

Об'ємна швидкість подачі гудрону w – 0,3;

Середнє число робочих днів – 220;

Густина повітря $\rho_{нов}$ – 1,293 кг/м³

Молекулярна маса диоксиду вуглецю M_{CO_2} – 44 г/моль;

Молекулярна маса кисню M_{O_2} – 32 г/моль;

Молекулярна маса води M_{H_2O} – 18 г/моль;

Кількість вуглеводневих газів, які утворюються в процесі $w_{в.г.}$ – 1,5%.

Визначаємо годинну продуктивність за формулою (11):

$$G_c = \frac{G_f \cdot 1000}{n \cdot 24}, \quad (11)$$

де G_c – годинна потужність установки;

G_f – річна потужність установки;

n – середнє число робочих днів.

$$G_c = \frac{200000 \cdot 1000}{220 \cdot 24} = 37878,8 \text{ кг/ГОД.}$$

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		59

Вихід готового продукту розраховується за формулою (12):

$$G_b = \frac{X \cdot G_c}{100}, \quad (12)$$

де X – вихід бітуму, %.

$$G_b = \frac{97,232 \cdot 37878,8}{100} = 36830,3 \text{ кг/год.}$$

Загальні витрати повітря для забезпечення заданої продуктивності розраховуємо за формулою (13):

$$G_n = \frac{g_n \cdot G_c}{1000}, \quad (13)$$

де g_n – питомі витрати повітря;

$$G_n = \frac{95 \cdot 1,293 \cdot 37878,8}{1000} = 4652,84 \text{ кг/год}$$

Азот та інерти не приймають участь в процесі окиснення, тому кількість азоту дорівнює сумі азоту та інертних компонентів, що потрапляють до колони із повітрям 77 % мас. Кількість азоту визначаємо за формулою (14):

$$GN_2 = \left(\frac{g_n \cdot G_c \cdot \rho_{пов}}{1000} \right) \cdot 0,77, \quad (14)$$

$$GN_2 = \left(\frac{95 \cdot 1,293 \cdot 3787,88}{1000} \right) \cdot 0,77 = 3582,7 \text{ кг/год.}$$

Кількість кисню, що подається на окиснення, знаходимо за формулою (15):

$$GO_2 = \left(\frac{g_n \cdot G_c \cdot \rho_{пов}}{1000} \right) \cdot 0,23, \quad (15)$$

$$GO_2 = \left(\frac{95 \cdot 1,293 \cdot 37878,8}{1000} \right) \cdot 0,23 = 1070,15 \text{ кг/год.}$$

Кількість залишкового кисню в газах окиснення визначаємо за формулою (16):

$$G'O_2 = \left(\frac{X_{пов} \cdot G_c \cdot \rho_{пов}}{1000} \right) \cdot 0,05, \quad (16)$$

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
						60
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$G'O_2 = \left(\frac{95 \cdot 1,293 \cdot 37878,8}{1000} \right) \cdot 0,05 = 232,64 \text{ кг/год.}$$

Для розрахунку кількості і складу побічних продуктів окислення, що виходять з колони, приймають, що на утворення CO_2 витрачається 30% мас. кисню, а на утворення H_2O – 65% мас. Утворення інших окислів несуттєво.

Кількість використаного повітря визначаємо за формулою (17):

$$G''O_2 = (GO_2 - G'O_2) \cdot 0,3 \cdot \left(\frac{MCO_2}{MO_2} \right), \quad (17)$$

$$G''O_2 = (1070,15 - 232,64) \cdot 0,3 \cdot \left(\frac{44}{32} \right) = 345,47 \text{ кг/год.}$$

Кількість води, що утворюється визначається за формулою (18):

$$G''H_2O = (GO_2 - G'O_2) \cdot 0,65 \cdot \left(\frac{MH_2O}{MO} \right), \quad (18)$$

$$G''H_2O = (1070,15 - 232,64) \cdot 0,65 \cdot \left(\frac{18}{16} \right) = 612,43 \text{ кг/год.}$$

де M_{CO_2} , M_{O_2} , M_{H_2O} – молекулярні маси відповідно CO_2 , O_2 и H_2O .

Кількість гудрону на утворення CO_2 та H_2O визначається за формулою (19):

$$G_z = G''O_2 - 0,3 \cdot (GO_2 - G'O_2) + GH_2O - 0,65 \cdot (GO_2 - G'O_2), \quad (19)$$

$$G_z = 345,47 - 0,3 \cdot (1070,15 - 232,64) + 612,43 - 0,65 \cdot (1070,15 - 232,64) = 162,27$$

Кількість гудрону від маси сировини визначаємо за формулою (20):

$$G'_z = \left(\frac{G_z}{G_c} \right) \cdot 100 = 0,428, \quad (20)$$

$$G'_z = \left(\frac{16,227}{3787,88} \right) \cdot 100 = 0,428 \text{ кг/год}$$

Кількість вуглеводневих газів і парів соляру в відведених газах процесу окислення залежить від температури окислення, змісту легких фракцій в сировині, витрати повітря. Кількість вуглеводневих газів, що утворюються в процесі, приймають рівним 1,5% мас.

										Лист
										61
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Кількість вуглеводневих газів знаходимо за формулою (21):

$$G_{y.z.} = Gc \cdot w_{y.z.}, \quad (21)$$

$$G_{y.z.} = 37878,8 \cdot 0,015 = 568,18 \text{ кг/год.}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці матеріального балансу

Таблиця 2.2 – Матеріальний баланс окислення гудрону

Прихід			Витрата		
Потік	%, мас.	кг/год	Потік	%,мас.	кг/год
1	2	3	4	5	6
1. Гудрон	89,1	37878,8	1. Бітум дорожній	86,6	36830,3
2. Повітря, в т.ч.	10,9	4652,84	2. Азот	8,4	3582,69
Кисень		1070,15	3. Кисень	0,6	345,47
Азот		3582,69	4. Вуглекислий газ	0,8	612,43
			5. Водяні пари	1,4	612,43
			6. Чорний соляр	1,3	568,18
			7. Відгін	0,9	359,91
Всього	100	42531,6	Всього	100	42531,6

2.4 Теплові розрахунки

Метою розрахунку теплового балансу колони є визначення надлишкового тепла, яке необхідно відводити циркуляційним зрошенням або підбором необхідної температури введення сировини в колону.

Розрахунок приходу тепла

Прихід тепла з сировиною:

$$Q_c = Gc \cdot c_r \cdot t, \quad (22)$$

де c_r – теплоємність гудрону, кДж/(кг*К).

$$Q_c = 37878,8 \cdot 2,1 \cdot 250 = 19886363,6 \text{ кДж/год}$$

Тепло, яке виділяється при окисненні визначаємо за формулою (23):

$$Q_p = Gc \cdot I_p, \quad (23)$$

де I_p – тепловий ефект реакції окиснення бітума.

$$Q_p = 37878,8 \cdot 235 = 8901515 \text{ кДж/год.}$$

Прихід тепла з повітрям (24):

$$Q_n = G_n \cdot t_n \cdot c_{pn} \quad (24)$$

де c_{pn} – теплоємність повітря при 25°C;

$$Q_n = 4652,84 \cdot 60 \cdot 1,009 = 281683 \text{ кДж/год}$$

Загальний прихід тепла визначається за формулою (25):

$$Q = Q_p + Q_n + Q_c, \quad (25)$$

$$Q = 19886363,6 + 281683 + 8901515 = 29069561,8 \text{ кДж/год.}$$

Розрахунок витрати тепла

Витрата тепла із бітумом визначається за формулою (26):

$$Q_b = G_b \cdot t \cdot c_b, \quad (26)$$

$$Q_b = 36830,3 \cdot 250 \cdot 2 = 18415151,5 \text{ кДж/год.}$$

Витрату тепла з газами окислення та відгону визначаємо за формулою (27):

$$Q_{g.o.} = G_{g.o.} \cdot t \cdot c_{g.o.}, \quad (27)$$

$$Q_{g.o.} = 568,1818 \cdot 1,3938 \cdot 250 = 197983,0 \text{ кДж/год.}$$

Витрату тепла в навколишнє середовище визначаємо за формулою (28):

$$Q_{n.c.} = Q \cdot w_{випр}, \quad (28)$$

$$Q_{n.c.} = 29069561,8 \cdot 0,05 = 1453478 \text{ кДж/год}$$

Всього витрати тепла знаходять за формулою (29):

$$Q' = Q_b + Q_{g.o.} + Q_{n.c.}, \quad (29)$$

$$Q' = 18415151,5 + 197983 + 1453478 = 20066612,6 \text{ кДж/год.}$$

Результати розрахунків заносимо до таблиці теплового балансу.

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		63

Таблиця 2.3 – Тепловий баланс колони окислення

Прихід тепла		Витрата тепла	
Потік	кДж/год	Потік	кДж/год
1	2	3	4
1. Тепло з сировиною	19886363,6	1. Тепло з бітумом	18415151,5
2. Тепло реакції сировини	8901515	2. Тепло з газами окиснення	197983
3. Тепло з повітрям	281683	3. Витрати тепла	1453478,1
Всього	29069561,8	Всього	20066612,6

Кількість тепла, що необхідно зняти 9002949,2 КДж/год.

2.5 Підбір і розрахунок основного апарату

Визначаємо користний обсяг колони, що необхідний для заданої продуктивності за вихідною сировиною:

$$V_{\text{полезн}} = V_{\text{час}} \cdot t = 37,878 \cdot 3,5 = 131,18 \text{ м}^3$$

Приймаємо діаметр колони, рівний 3,2 м.

Розраховуємо корисну висоту колони:

$$H = V_{\text{полезн}} / \pi r^2 = 131,18 / (3,14159 \cdot 1,62) = 16,31 \text{ м.}$$

Для окислювальної колони безперервної дії рівень повинен бути не менше 10 м.

З метою максимального використання кисню повітря висоту рідкої слід приймати не менше 14,7-15,3 м. На діючих установках колони Р повнозаповнені, тобто не мають газового простору. Таким чином, рівень газорідинної суміші дорівнює висоті колони та складає 21 м.

Перевіряємо діаметр окислювальної колони, виходячи з припустимої швидкості пару та газу, що покидають колону:

$$W_{\text{ср}} = 4V_{\text{сек}} / (\pi d^2);$$

Визначаємо секундний обсяг, $V_{\text{сек}}$ ($\text{м}^3/\text{с}$), суміші парів та газів:

$$V_{\text{сек}} = 22,4 \cdot (G/M) \cdot ((t+273)/273) \cdot (1/P) \cdot (1/3600), \text{ м}^3/\text{с};$$

$$t = 250 \text{ }^\circ\text{C}; P = 1 \text{ атм};$$

G - маса парів або газів, що покидають окислювальну колону;

										Лист
										64
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.11.01.ПЗ					

M - молекулярна маса парів або газів, що покидають окислювальну колону.

Визначаємо секундний обсяг водяної пари:

$$V_{\text{ВП}} = 22,4 \cdot (G_{\text{ВП}}/M_{\text{ВП}}) \cdot ((t+273)/273) \cdot (1/P) \cdot (1/3600) = \\ = 22,4 \cdot (612,43/18) \cdot ((250+273)/273) \cdot 1/3600 = 0,704 \text{ м}^3/\text{с};$$

Визначаємо секундний обсяг сухого газу:

$$V_{\text{сг}} = 22,4 \cdot (G_{\text{сг}}/M_{\text{сг}}) \cdot ((t+273)/273) \cdot (1/P) \cdot (1/3600) = \\ = 22,4 \cdot (37878,79/28) \cdot ((250+273)/273) \cdot 1/3600 = 1,612 \text{ м}^3/\text{с};$$

Оскільки вміст азоту к сухому газі складає 93%, то розрахунок ведемо по азоту.

Визначаємо секундний обсяг нафтопродуктів.

Молекулярну масу соляра, що покидає окислювальну колону, визначаємо по формулі Крега:

$$M = 44,29 \cdot p^{15/15} / (1,03 - p^{15/15}) = 44,29 \cdot 0,8833 / (1,03 - 0,8833) = 266,68;$$

$$p_{\text{соляра}} = p^{20/4} = 0,880;$$

$$p^{15/15} = p^{20/4} + 5a,$$

де a – середня температурна поправка;

$$p^{15/15} = 0,880 + 5 \cdot 0,000660 = 0,8833.$$

Тоді секундний обсяг парів нафтопродуктів дорівнює:

$$V_{\text{сол}} = 22,4 \cdot (G/M) \cdot ((t+273)/273) \cdot (1/P) \cdot (1/3600) = \\ = 22,4 \cdot (568,18/266,68) \cdot (250+273)/273 \cdot 1/3600 = 0,022 \text{ м}^3/\text{с};$$

Загальний секундний обсяг парів:

$$V_{\text{сек}} = V_{\text{ВП}} + V_{\text{сг}} + V_{\text{сол}} = 0,704 + 1,612 + 0,022 = 2,339 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Тоді:

$$W_{\text{ср}} = 4V_{\text{сек}} / (\pi d^2) = 2,339 / (3,14 \cdot 3,22) = 0,29 \text{ м}/\text{с};$$

$$W_{\text{доп}} = 0,10 + 0,34 \text{ м}/\text{с} \text{ (для повнозаповнених колон)}.$$

Таким чином, приймаємо остаточний діаметр окислювальної колони 3,2 м.

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		65

2.6 Вибір технологічного обладнання

Таблиця 2.4 – Перелік основного і допоміжного обладнання установки

[19]

Номер позиції за схемою	Найменування встаткування, тип, марка	К-ть	Основні технічні характеристики	Матеріал
1	2	3	4	5
Р	Реактор окислення гудрону	1	$V = 210 \text{ м}^3$ $D = 3\ 600 \text{ мм}$ $H = 24\ 200 \text{ мм}$ $P_{\text{расч.}} = 0,636 \text{ МПа (6,36 кгс/см}^2\text{)}$ $T_{\text{расч.}} = 300 \text{ }^\circ\text{C}$ Середовище: гудрон/бітум/гази окислення	СтЗсп5
С	Сепаратор газів окислення	1	$V = 11 \text{ м}^3$ $D = 1\ 600 \text{ мм}$ $H = 6\ 420 \text{ мм}$ $P_{\text{расч.}} = 0,2 \text{ МПа (2,0 кгс/см}^2\text{)}$ $T_{\text{расч.}} = 270 \text{ }^\circ\text{C}$ Насадка: кільця Рашига розмір $50 \text{ мм} \times 50 \text{ мм} \times 5 \text{ мм}$, в 1 м^3 6 000 шт.	Обечайка СтЗсп6 Днище СтЗпс5 Кераміка (фарфор)
T1	Спиральний теплообмінник для підігріву гудрону	1	$D = 1\ 095 \text{ мм}$ $H = 1\ 900 \text{ мм}$ $F_{\text{теплообміну}} = 76,0 \text{ м}^2$ Середовище: гудрон, гріюче масло $P_{\text{раб. гудрон}} = 0,7 \text{ МПа (7,0 кгс/см}^2\text{)}$ $P_{\text{раб. масло}} = 0,6 \text{ МПа (6,0 кгс/см}^2\text{)}$ $T_{\text{расч.}} = 250 \text{ }^\circ\text{C}$ <u>Гудрон</u> $T_{\text{раб. вход}} = 110 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{\text{раб. вихід}} = 160 \text{ }^\circ\text{C}$ <u>Гріюче масло</u> $T_{\text{раб. вход}} = 210 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{\text{раб. вихід}} = 175,4 \text{ }^\circ\text{C}$	Кришки: SA516Cr60 Листи для внутрішнього та зовнішнього каналу: 1.4401
T2	Спиральний теплообмінник для підігріву гудрону	1	$D = 1\ 465 \text{ мм}$ $H = 2\ 400 \text{ мм}$ $F_{\text{теплообміну}} = 230,7 \text{ м}^2$ Середовище: гудрон, бітум $P_{\text{раб. гудрон}} = 0,7 \text{ МПа (7,0 кгс/см}^2\text{)}$ $P_{\text{раб. масло}} = 0,6 \text{ МПа (6,0 кгс/см}^2\text{)}$ $T_{\text{расч.}} = 250 \text{ }^\circ\text{C}$ <u>Гудрон</u> $T_{\text{раб. вход}} = 100 \text{ }^\circ\text{C}$ $T_{\text{раб. вихід}} = 206,4 \text{ }^\circ\text{C}$ <u>Бітум</u>	Кришки: SA516Cr60 Листи для внутрішнього та зовнішнього каналу: 1.4401

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.11.01.ПЗ

Лист

66

Номер позиції за схемою	Найменування встаткування, тип, марка	К-ть	Основні технічні характеристики	Матеріал
1	2	3	4	5
			$T_{\text{раб. вх}} = 270 \text{ }^{\circ}\text{C}$ $T_{\text{раб. вих}} = 170 \text{ }^{\circ}\text{C}$	
ХП	Повітряний охолоджувач	1	$L = 5\,585 \text{ мм}$ $B = 2\,325 \text{ мм}$ $H = 2\,190 \text{ мм}$ Трубний простір: $P_{\text{расч.}} = 1,92 \text{ МПа (19,2 кгс/см}^2\text{)}$ $T_{\text{расч.}} = 190 \text{ }^{\circ}\text{C}$ Секція: $L = 5\,300 \text{ мм}$ $B = 2\,225 \text{ мм}$ $H = 300 \text{ мм}$ Труба теплообмінна: $D = 15 \text{ мм} \times 1,5 \text{ мм}$ $L = 5\,250 \text{ мм}$ $n = 216 \text{ шт.}$ Труба розподільвальна: $D = 88,9 \text{ мм} \times 2,9 \text{ мм}$ $L = 2\,065 \text{ мм}$ $n = 2 \text{ шт.}$ Електродвигун вентилятора: 8 шт. $W = 1,5 \text{ кВт}$ $n = 750 \text{ об/хв}$	X6CrNiTi18-10
Н1	Центробіжний (лопастний) насос для подачі вакуумного газойлю	1	Марка: СРК-ЕМФ 50-315 $Q = 30 \text{ м}^3/\text{год}$ $H_{\text{диф.}} = 1\,053,7 \text{ м ст. ж.}$ $P_{\text{нагн.}} = 0,85 \text{ МПа (8,5 кгс/см}^2\text{)}$ Електродвигун: тип 1LA5183-2AA90-Z $W = 22 \text{ кВт}$ $n = 2\,900 \text{ об/хв}$	Сталь

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.11.01.ПЗ

Лист

67

3 КОНТРОЛЬ ТА АВТОМАТИЗАЦІЯ ВИРОБНИЦТВА

Сучасні хіміко-технологічні процеси відрізняються високими швидкостями протікання технологічних процесів і хімічних реакцій, складними технологічними схемами, великою кількістю апаратів, складними умовами ведення процесу (високі температури і тиск). Виробництво оцтової кислоти є неперервним і крупнотонажним; характеризується наявністю вибухонебезпечних факторів, можливістю викиду токсичних речовин у навколишнє середовище.

Для вимірювання витрати у всіх випадках використовується метод змінного перепаду тиску. У трубопроводі, по якому транспортується потік, встановлюється звужуючий пристрій (діафрагма типа ДД), на якому при протіканні потоку створюється перепад тиску (вимірюється дифманометром „Роземаунт”). Вихідний сигнал даного пристрою є потоковим уніфікованим. По величині перепаду тиск визначає значення витрати.

Для вимірювання температури використовується термоелектричний перетворювач МТМ-402. В основі роботи даної термопари встановлений термоелектричний ефект. Якщо спай двох різнорідних провідників помістити в апарат, в якому необхідно зміряти температуру, то на вільних кінцях термопари утворюється термо-ЕДС, яка пропорційна вимірюваній температурі. По величині термо-ЕДС визначають значення температури. Вихідний сигнал термопари не уніфікований, тому їх використовують в комплекті з нормуючими перетворювачами Ш-78.

Для вимірювання рівня використовується буйковий рівнемір "Сапфір 22 ДУ". Для вимірювання тиску використовується вимірювальний перетворювач тиску "Сапфір 22 ДІ" [23].

					ДП.11.01.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№Докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Бас</i>				<i>Контроль та автоматизація виробництва</i>	<i>Літ</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Кер. Пр.</i>	<i>Потапенк</i>							
<i>Перев.</i>								
<i>Зав. Каф.</i>	<i>Суворін</i>							
						<i>СНУ ім. В. Даля гр. ТПВ-19дм</i>		

Таблиця 3.1 – Значення температури

Температура T							
КОНТУР АВТОМАТИЗАЦІЇ	Позначення за схемою			TISA 1103	TIA 1104	TI 1101, TI 1102	
	Функції контура	Періодичний вимір		O	+	+	+
		Свідчення		I	+	+	+
		Реєстрація		R	+	+	+
		Регулювання		C	-	-	-
Уставка спрацьовування сигналізації, °C		Макс.	A	H	260	280	
		Мін.					L
Уставка спрацьовування блокування, °C		Макс.	S	HH	290		
		Мін.					LL
Місце представлення інформації				ЦПУ	ЦПУ	ЦПУ	
Найменування вимірюваного середовища; напрямок її руху (звідки, куди) або найменування і позначення апарату				Верх реактору окислення (газова фаза)	Верхня частина реактору окислення	Температура низу реактору окислення	
Параметри вимірюваною середовища	Температура, °C		Макс.	290	280	280	
			Роб.	240			
			Мін.				
	Тиск над., МПа		Роб.	0,2	0,2	0,2	
Макс.			0,45				
Місце виміру параметра	Умов. прохід трубопроводу, мм						
	Матеріал поверхні, дотичний з середовищем						
	Поверхня ущільнювача фланц. з'єднань на апараті						
Обігрів трубопроводу, апарату							
Ізоляція трубопроводу, апарату							
Кількість вимірів	На апарат, трубопровід						
	На 1 агрегат						
	Всього						
Блокування №				+	-	-	
Примітка							

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.11.01.ПЗ

Лист

69

Таблиця 3.2 – Значення тиску

Тиск Р						
КОНТУР АВТОМАТИЗАЦІЇ	Позначення за схемою				PICSA 1023	
	Функції контура	Періодичний вимір		O	+	
		Свідчення		I	+	
		Реєстрація		R	+	
		Регулювання		C	+	
	Уставка спрацьовування сигналізації, МПа	Макс.	A	H	0,23	
		Мін.		L		
		Макс.	S	HH	0,28	
	Мін	LL				
	Місце представлення інформації					
Найменування вимірюваного середовища; напрямок її руху (звідки, куди) або найменування і позначення апарату (в кінці фрази вказати в дужках: для пари : насичений або перегрітий; для газу: сухий, вологий, заповнений)				Реактор окислення		
Параметри вимірюваною середовища	Тиск над., МПа/ кгс/см ²		Макс.	0,45		
			Раб.	0,2		
			Мін.			
	Температура, °C		Раб.	240		
Макс.			280			
Місце виміру параметра	Умов. прохід трубопроводу, мм					
	Матеріал поверхні дотичний з середовищем					
	Поверхня ущільнювача фланц. з'єднань на апараті					
Обігрів трубопроводу, апарату						
Ізоляція трубопроводу, апарату						
Кількість вимірів	На апарат, трубопровід					
	На 1 агрегат					
	Всього					
Блокування №				+		
Примітка						

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.11.01.ПЗ

Лист

70

Таблиця 3.3 – Значення витрати

Витрата (кількість) F							
КОНТУР АВТОМАТИЗАЦІЇ	Позначення за схемою			FICSA 1101	FICSA 1104		
	Функції контуру	Періодичний вимір		O	+	+	
Підсумовування		Q	+	+			
Свідчення		I	+	+			
Реєстрація		R	+	+			
Регулювання		C	+	+			
Уставка спрацьовування сигналізації, кг/год		Макс.	A	H			
		Мін.		L	11500	500	
Уставка спрацьовування блокування, кг/год		Макс.	S	HH			
		Мін.		LL	10500	300	
Місце представлення інформації				ЦПУ	ЦПУ		
Найменування вимірюваного середовища; напрямок її руху (звідки, куди) або найменування і позначення апарату (в кінці фрази вказати в дужках: для пари : насичений або перегрітий; для газу: сухий, вологий, заповнений)				Гудрон до реакторів окислення	Технічне повітря до реакторів окислення		
Параметри вимірюваною середовища	Витрата в годину: 1.Рідина, кг/год		Макс.				
	2.Водяна пара, кг		Раб.	16000– 17000	500 – 3700		
	3.Газ (при 760 мм и t=20 °C) м ³		Мін.	11500	500		
	Тиск над. макс., МПа перед датчиком		Раб.	0,2	0,2		
			Макс.				
	Температура макс., °C		Раб.	280			
			Макс.				
В'язкість кін. при Р макс. та t макс. x10 ⁶ , м ² /сек							
Місце виміру параметра	Умов. прохід трубопроводу, мм						
	Матеріал трубопроводу						
	Поверхня ущільнювача фланц. з'єднань на апараті						
Обігрів трубопроводу, апарату							
Ізоляція трубопроводу, апарату							
Кількість вимірів	На апарат, трубопровід						
	На 1 агрегат						
	Всього						
Блокування №				+	+		
Примітка							

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.11.01.ПЗ

Лист

71

Таблиця 3.4 – Значення рівня

Рівень L							
КОНТУР АВТОМАТИЗАЦІЇ	Позначення за схемою			LA 1101	LA 1102	LSA1104	
	Функції контуру	Періодичний вимір		O	+	+	+
Підсумовування		Q	+	+	+		
Свідчення		I	+	+	+		
Реєстрація		R	+	+	+		
Регулювання		C	-	-	-		
Уставка спрацьовування сигналізації, мм		Макс.	A	H		14470	
		Мин.		L	13470		
Уставка спрацьовування блокування, мм		Макс.	S	HH			
		Мин.		LL			17050
Місце представлення інформації							
Найменування вимірюваного середовища; напрям її руху (звідки, куди) або найменування і позначення апарату (в кінці фрази вказати в дужках: для пари : насичений або перегрітий; для газу: сухий, вологий, заповнений)				Мінімальний рівень в реакторі	Максимальний рівень в реакторі	Аварійний рівень в реакторі	
Параметри вимірюваною середовища	Рівень рідкої фази , мм шкали	Макс.					
		Раб.	13470 – 14470				
		Мин.					
	Тиск изб. макс. МПа перед датчиком витрати	Раб.	0,2	0,2	0,2		
		Макс.	0,45	0,45	0,45		
	Температура макс., °C	Раб.	280	280	240		
Макс.		290	290	260			
В'язкість кин.при Р макс. та t макс. $\times 10^6$, м ² /сек							
Місце виміру параметра	Умов. прохід трубопроводу, мм						
	Матеріал трубопровода						
	Поверхня ущільнювача фланц. з'єднань на апараті						
Обігрів трубопроводу, апарату							
Ізоляція трубопроводу, апарату							
Кількість вимірів	На апарат, трубопровід						
	На 1 агрегат						
	Всього						
Блокування №				-	-	+	
Примітка							

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.11.01.ПЗ

Лист

72

4 ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Характеристика застосовуваних і одержаних речовин

Основним процесом на установці є процес окислення гудрону до заданої марки бітуму. Технологічний процес бітумного блоку пов'язаний із застосуванням важких нафтопродуктів з температурою спалаху вище 45 ° С. Максимальна температура в реакційних апаратах 290 ° С. Приміщення та зовнішні апарати установки, в основному відносяться до пожежонебезпечного процесу виробництва. Блок окислювальних колон є вибухонебезпечним (в радіусі 5 м).

Всі продукти, що застосовуються на установці, є горючими речовинами.

Таблиця 4.1 – Показники вибухо- і пожежонебезпечності [24]

Найменування вихідної сировини, матеріалів, реагентів, каталізаторів, напівфабрикатів, виготовленої продукції, відходів виробництва	Відносна щільність парів (газу) по повітрю			Концентраційні межі поширення полум'я (% об.)		Можливість займання або вибуху при впливі на речовину
	самозаймання	займання	спалаху	нижній	верхній	
1	2	3	4	5	6	7
1. Гудрон прямогонний СБ	220	250-290	251, не нижче	-	-	ні
2. Вакуумний газойль (фракція 360-580 ° С)	250	91-135	110, не нижче	-	-	ні
3. Масло-теплоносій АРІАН АТ-4 зс	325, не нижче	215, не нижче	170, не нижче	163 ° С	220° С	ні
4. Масло-теплоносій ароматизоване АМТ-300 Туф	285, не нижче	221, не нижче	190, не нижче	163 ° С	220° С	ні
5. Масло компресорне Кп-8с	285, не нижче	225, не нижче	200, не нижче	163 ° С	220° С	ні

					ДП.11.01.ПЗ			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№Докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>	<i>Бас</i>				Охорона праці	<i>Літ</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Кер. Пр.</i>	<i>Потапенк</i>							
<i>Перев.</i>								
<i>Зав. Каф.</i>	<i>Суворін</i>							
						СНУ ім. В. Даля гр. ТПВ-19дм		

Продовження табл. 4.1

1	2	3	4	5	6	7
6. Масло турбінне Тп-22	265, не нижче	215, не нижче	186, не нижче	163 °С	220° С	ні
7. Дизельне паливо прямої перегонки (суміш фракцій дизельних 180-370 °С)	240-310	69-119	60, не нижче	2,0	3,0	ні
8. Гази окислення: - вуглеводні С1-С5 - сірководень - окис вуглецю - діоксид углецю - азот	300, не нижче 246 610 — —	— — — —	— — — —	1,4 4,3 12,5 —	15,0 46 74 —	ні
9. Чорний соляр	340	330	75, не нижче	—	—	ні
10. Бітуми нафтові дорожні в'язкі марок БНД 90/130, БНД 60/90, БНД 40/60	380, не нижче	300, не нижче	220, не нижче	—	—	ні
11. Бітуми нафтові будівельні марок БНБ 90/10, БНБ 70/30, БНБ 50/50	465	279	250, не нижче	—	—	ні
12. Бітуми нафтові покрівельні марок БНП 40/180, БНП 45/190	404, не нижче	298, не нижче	250, не нижче	—	—	ні

Таблиця 4.2 – Основні фізико-хімічні властивості речовин

Назва сполуки		Емпірична формула	Структурна формула	Агрегатний стан при н.у.	Температура плавлення, °С	Температура кипіння, °С
Раціональна номен-клатура	Система-тична но-менклатура					
1	2	3	4	5	6	7
Гудрон	гудрон	—		рідина	12–55	н/д
Азот	азот	N ₂	N≡N	газ	-210	-195,8
Водень	водень	H ₂	H-H	газ	-259.2	-252.8
Бітум	бітум	—	—	твердий	160–200	н/д

4.2 Небезпечні і шкідливі виробничі фактори на виробництві, що проектується або досліджується

Таблиця 4.3 – Характеристика токсичності [19]

Найменування вихідної сировини, матеріалів, реагентів, каталізаторів, напівфабрикатів, виготовленої продукції, відходів виробництва	клас небезпеки (ГОСТ 12.1.007-76)	Агрегатний стан при нормальних умовах	ГДК або ОБРВ в повітрі робочої зони, мг / м ³ (ГОСТ 12.1.005-88)	Характеристика токсичності, особливості впливу на організм людини, (НД)
1	2	3	4	5
1. Гудрон прямогонний	4	твердий	300(пари)	При систематичному попаданні на шкіру може викликати дерматит та інші шкірні захворювання. При попаданні гарячого гудрону на шкіру викликає термічний опік. Пари викликають головний біль.
2. Масло теплоносій АРІАН АТ-4 зс	3	рідина	300 пари вуглеводнів в перерахунку на вуглець)	Мас місцеву подразнюючу дію на шкіру та слизові оболонки очей. Кумулятивний ефект слабо виражений.
3. Азот газоподібний технічний	4	газ	не нормується)	Нетоксичний. У великих концентраціях викликає задуху.(ДСТУ ГОСТ 9293: 2009)
4 Гази окислення: - вуглеводні С ₁ -С ₅ - сірководень	4 2	газ газ	300 10	Надають наркотичну дію. Надходить в організм людини через дихальні шляхи. При концентраціях 0,01-0,02% об. потерпілий втрачає почуття нюху, відчуває печіння в очах і горлі. При концентрації 0,05% об. у потерпілого порушується мозкова діяльність, через кілька хвилин настає параліч дихання. При концентрації 0,07% об. постраждалий швидко

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.11.01.ПЗ

Лист

75

				втрачає свідомість, і через 30 хвилин настає смерть.
5. Чорний соляр	4	рідина	300	Діє аналогічно гудрону
6. Бітуми нафтові дорожні в'язкі марок БНД 90/130, БНД 60/90, БНД 40/60	4	твердий	не встановлена	Можуть мати помірно виражену здатність накопичувати ефект токсичної дії, слабо виражену здатність до сенсibiliзації, подразнюють слизові оболонки очей.. При попаданні гарячого бітуму на шкіру викликає термічний опік.
7. Бітуми нафтові будівельні марок БНБ 90/10, БНБ 70/30, БНБ 50/50	4	твердий	не встановлена	Діє аналогічно бітумам нафтові дорожні
8. Бітуми нафтові покрівельні марок БНП 40/180, БНП 45/190	4	твердий	не встановлена	Діє аналогічно бітумам нафтові дорожні
9. Вуглеводневий газ	4	газ	100	Надають наркотичну дію.

Найбільш шкідливими речовинами, що негативно діють на організм обслуговуючого і працюючого на установці персоналу, є пари нафтопродуктів і гази окислення, виділення яких можливо:

- При наливанні бітуму в крафт-мішки, бункера, автобітумовози;
- При аварійних порушеннях герметичності апарату.

Найбільш небезпечні місця на установці: каналізаційні колодязі, приямки, колодязі водопровідні, в яких можуть накопичуватися гази.

Найбільш небезпечними місцями в пожежному та вибухонебезпечному відношенні є: піч, блок теплообмінників, піч допалювання газів окислення, блок окислювальних колон.

За санітарними нормами процес відноситься до групи Ш-б. Крім того, процеси вакуумної перегонки мазуту і окислення гудрону пов'язані з наступними небезпеками:

- а) високими температурами в апаратах і трубопроводах;

б) наявністю відкритого вогню на сировинній печі і печі дожига газів окислення;

в) наявністю вуглеводнів і сірководню;

г) необхідністю обслуговування апаратів і арматури, що знаходяться на висоті;

д) наявністю високої напруги в електричних мережах;

е) наявністю обертових частин обладнання.

Основними причинами, що можуть призвести до аварій і нещасних випадків є наступне:

а) порушення норм технологічного режиму;

б) порушення герметичності апаратів, арматури, трубопроводів, внаслідок руйнування, корозії і т.п .;

в) несправність регулюючих і запобіжних клапанів;

г) загазованість приміщень і території установки;

д) припинення подачі води, пари, повітря КВП, електроенергії, сировини;

е) несправність приладів КВПіА, сигналізації, блокувань, апаратів, насосів, арматури, манометрів;

ж) потрапляння газового конденсату в топки печей;

з) порушення техніки безпеки, пожежної та газової безпеки обслуговуючим персоналом;

і) не дотримання термінів технічного опосвідчення обладнання, графіків ППР;

к) відсутність і несправність заземлення та грозозахисту;

л) порушення футерування, ізоляції трубопроводів і апаратів;

м) несправність огорожень, площадок, рухомих частин машин і механізмів;

н) потрапляння води в ємності і апарати.

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
						77
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

4.3 Класифікація і категорійність виробництва і його приміщень, що проектуються або досліджуються

Категорії виробництва за вибухо- та пожежебезпеку, клас зон згідно до правил упорядкування електроустановок, клас приміщення за ступенем ураження електричним струмом, а також клас і групу за санітарною характеристикою наведено в табл. 4.4.

Допустимі метеофактори: в приміщенні відносна вологість повітря не має перевищувати 60%, безпиліві, з нормальною температурою повітря.

Таблиця 4.4 – Характеристика всього виробництва по вибухо-пожежебезпеці, електроустаткуванню і санітарній характеристиці [19]

Найменування виробничих будівель, приміщень, зовнішніх установок	Категорія приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою по НАПБ Б.03.002-2007	Класифікація вибухонебезпечних зон по НПАОП 40.1-1.32-01, НПАОП 40.1-1.01-97			Група виробничих процесів по санітарній характеристиці ДБН В.2.2-28: 2010
		клас вибухонебезпечної зони	категорія і група вибухонебезпечної суміші	найменування речовин, що визначають категорію і групу вибухонебезпечних сумішей	
1	2	3	4	5	6
1. Установка з виробництва бітумів «Бітурокс» з зонами:					1в
- реакторний блок	Ан	2	ПА-ТЗ	Гудрон, вакуумний газойль (фракція 360-580 ° С), бітум, газ окислення	
- блок сепарації газу	Ан	2	ПА-ТЗ	Газ окислення, відпрацьований газ, паливо (чорний соляр)	
- блок теплообмінників, емності горячого масла	Бн	2	ПА-ТЗ	Гудрон, бітум, горяче масло	
2. Повітряна компресорна:					1в
- машинний зал	В	—	—	—	
- маслогосподарство	В	—	—	—	
- блок осушки	Д	—	—	—	

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
-----	------	----------	--------	------

ДП.11.01.ПЗ

Лист

78

повітря					
3. Вузол термообезврежівання газів окислення	Г	—	—	—	1в
4. вузол теплоносія					
Приміщення машинного вузла теплоносія	В	—	—	—	1в
5. Парк гудрону	Вн	—	—	—	1в
6. Насосна гудрону	В	—	—	—	1в
Установка «Бітуфіль»				—	
7. Парк бітума	Вн	—	—	—	1в
8. Насосна бітума	В	—	—	—	1в
9. Естакади наливу	Вн	—	—	—	1в

4.4 Заходи щодо запобігання шкідливих і небезпечних виробничих факторів

Вентиляція виробничих приміщень

Розрахунок проводиться для ЦПУ – операторної виробництва.

Розрахунок вентиляції.

Кількість повітря, який необхідно подати в приміщення, визначається за формулою [25]:

$$W=K \cdot V, \quad (4.1)$$

де К - кратність повітрообміну (6-10), 1/год;

V – об'єм робочого приміщення, м³.

Об'єм робочого приміщення ЦПУ дорівнює:

$$V=L \cdot H \cdot M, \quad (4.2)$$

де L - довжина приміщення, м; L=12

H - висота приміщення, м; H=4

M - ширина приміщення, м; M=6

$$V=12 \cdot 4 \cdot 6=288 \text{ м}^3$$

Тоді кількість повітря, що подається в приміщення дорівнює:

$$W=8 \cdot 288=2304 \text{ м}^3/\text{год}$$

Обираємо вентилятор:

										Лист
										79
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

ДП.11.01.ПЗ

- продуктивність, м³/год – 2800;
- номер вентилятора - 4,00;
- напір, мм. вод. ст. - 45;
- частота обертів, об/хв - 1500;
- тип електродвигуна - 4А71У4;
- потужність, кВт - 0,75.

Розрахунок опалення виробничого приміщення ЦПУ, сполученого із приточною вентиляцією

Витрати теплоти на вентиляцію в зимовий період можна визначити за формулою:

$$Q_B = W \cdot C_B \cdot (t_n - t_3) \cdot 1000 / 3600, \quad (4.3)$$

де W – об'єм повітря, що подається, м³/год; $W=2800$;

C_B – об'єм теплоємності повітря, кДж/ м³·град.; $C_B=1,257$;

t_n – температура повітря, що подається в приміщення; для підігрітого повітря приймається $t_n=22^{\circ}\text{C}$;

t_3 – температура зовнішнього повітря; приймається середня температура зовнішнього повітря $t_3=$ мінус 7°C ;

$$Q_B = 2800 \cdot 1,257 \cdot (22 - (-7)) \cdot 1000 / 3600 = 28579,2 \text{ Вт.}$$

Площа поверхні опалювальних пристроїв визначається за формулою:

$$H = Q / 506, \text{ екм} \quad (4.4)$$

де екм – еквівалентний квадратний метр – площа поверхні нагріву пристрою, що віддає 506 Вт теплоти при різниці середньої температури теплоносія й температури повітря в приміщенні, що прирівнюється $64,5^{\circ}\text{C}$; $1 \text{ екм}=0,82 \text{ м}^2$;

$$H = 28579,2 / 506 = 56,5 \text{ екм}$$

тоді $56,5 \cdot 0,82 = 46,31 \text{ м}^2$;

Обираємо характеристику багатоходових калориферів:

- тип: сталеві пластинчасті;
- модель: КВБ08Б-ПУЗ - велика;

						Лист
						80
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

- площа поверхні нагріву: велика модель – 25,96 м², у кількості 2 шт.;
- маса: велика модель - 97 кг.

На виробництві передбачена аварійна вентиляція, яка спрацьовує у аварійних ситуаціях. Для цих цілей використовують два вентилятори ВЦЧ-70№8 продуктивністю 3500м³/год. Вентилятори включаються автоматично. Кратність повітряобміну не менше 10 1/год.

Освітлення виробничих приміщень

Одним з найважливіших елементів сприятливих умов праці є раціональне освітлення приміщень і робочих місць. При правильному освітленні підвищується продуктивність праці, поліпшуються умови безпеки, знижується стомлюваність. Неправильне й недостатнє освітлення може призвести до створення небезпечної ситуації [21].

Природне освітлення розраховується по формулі:

$$S_B = (1/5 \div 1/6) \cdot S_n, \quad (4.5)$$

де S_B – площа віконних прорізів, м²;

S_n – площа приміщення, м².

$$S_B = 1/5 \cdot 72 = 14,4 \text{ м}^2$$

Габарити вікна: ширина – 2 м, висота – 2,5 м, площа вікна – 5 м².

Кількість вікон визначаємо за формулою:

$$P_{\text{вік}} = S_B / S_{\text{вікна}} \quad (4.6)$$

$$P_{\text{вік}} = 14,4/5 = 2,88 = 3 \text{ вікна.}$$

Число світильників, яке необхідно для освітлення:

$$n = \frac{E \cdot S \cdot K}{F \cdot U \cdot Z}, \quad (4.7)$$

де E - мінімальне припустиме освітлення робочих поверхонь; $E=400$ лк;

S – площа, що освітлюється, м²; $S=12 \cdot 6=72$ м²;

F - світловий потік лампи, лм; вибираємо тип лампи - БС(ЛБ); $F=3260$ лм;

K – коефіцієнт запасу; $K=1,5$;

Z - поправочний коефіцієнт; $Z=1$;

U - коефіцієнт використання установки, що освітлює; $U=1$.

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
						81
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$n = \frac{400 \cdot 72 \cdot 1,5}{3260 \cdot 1 \cdot 1} = 13,25 \text{шт.}$$

Приймаємо число світильників - 14 шт.

Потужність електроосвітлення установки з урахуванням місцевого освітлення визначаємо за формулою:

$$N = \frac{n \cdot W + (0,1 \div 0,2) \cdot n \cdot W}{1000}, \quad (4.8)$$

де n - розрахункова кількість ламп для даного приміщення;

W - потужність однієї лампи, Вт; $W=80$ Вт.

$$N = \frac{14 \cdot 80 + (0,1 \div 0,2) \cdot 14 \cdot 80}{1000} = 1,34 \text{кВт}$$

Відповідно до виконаних розрахунків, доцільно розмістити світильники на площі приміщення щитової у два ряди по сім світильників у кожному.

Схема розташування світильників на ЦПУ надана на рисунку 4.1.

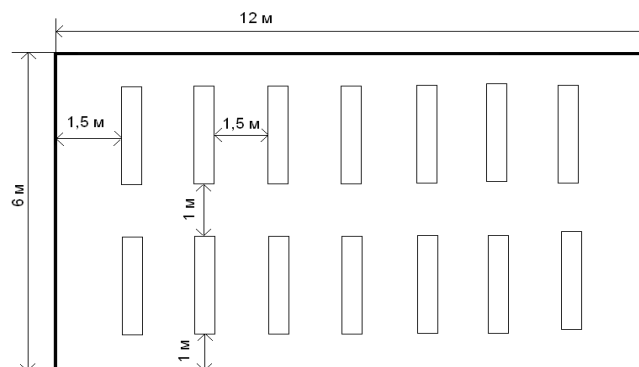


Рис. 4.1 – Схема розташування світильників.

Заходи боротьби з шумом і вібраціями.

Джерелами вібрацій і шуму на виробництві може бути працююче насосне обладнання та вентиляційні системи.

Боротьба з шумом та вібрацією:

- жорстке кріплення віброуючих деталей та вузлів, усунення надлишкових зазорів;

- вібродемпферування – зниження вібрацій за рахунок сили тертя демпферного пристрою, тобто переведення коливної енергії в тепло;
- динамічне гасіння – введення в коливну систему додаткових мас або збільшення жорсткості системи;
- віброізоляція – введення в коливну систему додаткового пружного зв'язку, з метою послаблення передавання вібрацій суміжному елементу конструкції, або робочому місцю;
- створення малошумних механічних передач;
- розробка способів зниження шуму в підшипникових вузлах, вентиляторах;
- зниження шуму звукопоглинанням та звукоізоляцією;
- зниження рівню шуму, що утворюється за руху газів і повітря у трубопроводах шляхом збільшення площі поперекового перетину газоходів;
- заміна ударного устаткування безударним;
- засоби індивідуального захисту: віброізолюючі чоботи і рукавиці; шлеми, вкладиші та навушники.

Заходи захисту від статичної електрики

До заходів захисту від статичної електрики відносять:

- запобігання накопичення зарядів на металевому устаткуванні (досягається заземленням всіх металевих частин, на яких можуть з'явитись заряди);
- послаблення генерації зарядів на твердих тілах і в рідинах (за рахунок збільшення їхньої провідності шляхом підвищення відносної вологості повітря, хімічної обробки поверхні, зменшення швидкості переміщення матеріалів, що заряджаються, тощо);
- запобігання можливості утворення вибухонебезпечних сумішей горючих речовин з повітрям в місцях, де можуть утворюватись і

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		83

накопичуватись заряди (шляхом вентиляції або використання інертних газів);

- нейтралізація накопичених зарядів на твердих і в рідких діелектриках у процесах їх виникнення або накопичення (шляхом іонізації навколишнього повітря або шляхом виконання поверхонь стикання з матеріалів з різними діелектричними проникністями);

- запобігання накопичення зарядів на твердих і в рідких діелектриках (шляхом збільшення їхньої електричної провідності з допомогою антистатичних присадок тощо).

Для відведення статичної електрики, яка накопичується на людині, передбачають:

- улаштування електропровідних підлог або заземлених зон, підмостів і робочих ділянок, заземлення ручок дверей, поручнів сходів або рукояток приладів, машин і апаратів;

- забезпечення працюючих струмопровідним взуттям;

- захоронення одягу з синтетичних матеріалів та шовку, а також обручок і металевих прикрас тощо.

Заходи електробезпеки

До таких заходів відносяться:

- забезпечення недоступності струмоведучих частин, що знаходяться під напругою;

- електричний розподіл мережі;

- усунення небезпеки за з'явлення напруги на корпусах, кожухах та частинах електроустаткування, що досягається використанням малих напруг, застосуванням подвійної ізоляції, вирівнюванням потенціалу, захисним заземленням, зануленням, захисним відключенням;

- застосування спеціальних електрозахисних засобів – переносних приладів і пристроїв;

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		84

- організація безпечної експлуатації електроустановок тощо.

Для усунення переходу напруги на корпус і на не струмоведучі частини електричного і технологічного обладнання за замкнення на них одної з фаз застосовують захисне заземлення або занулення.

Розрахунок заземлюючого контуру здійснюють, виходячи з умови, що загальний опір заземлюючого контуру $R_{ззн}$ повинен бути меншим за 4 Ом.

Загальний опір захисного заземлюючого пристрою визначається за формулою [18]:

$$R_{ззн} = \frac{R_3 R_{ш}}{R_{ш} \cdot n \cdot \eta_3 + R_3 \cdot \eta_{ш}}, \text{ Ом} \quad (4.9)$$

де R_3 – опір заземлювача, Ом;

$R_{ш}$ – опір штаби, яка з'єднує заземлювачі, Ом;

n – кількість заземлювачів;

η_3 – коефіцієнт екранування заземлювача; приймається в межах 0,2 – 0,9

$\eta_{ш}$ – коефіцієнт екранування з'єднуючої штаби; приймається 0,1 – 0,7.

Опір заземлювача визначається за формулою:

$$R_3 = \frac{\rho}{2\pi \cdot l} \left(\ln \frac{2 \cdot l}{d} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot t + l}{4 \cdot t - l} \right), \quad (4.10)$$

де ρ – питомий опір ґрунту, Ом*м; для суглинку $\rho=200$ Ом*м;

l – довжина заземлювача; для стержнів $l = 10$ м;

d – діаметр заземлювача, м; для стержнів $d = 0,01 - 0,03$ м;

t – відстань від середини забитого в ґрунт заземлювача до рівня землі, м;

$$t = \frac{l}{2} + 0,5 = \frac{10}{2} + 0,5 = 5,5 \text{ м}, \quad (4.11)$$

$$R_3 = \frac{200}{2 \cdot 3,14 \cdot 10} \left(\ln \frac{2 \cdot 10}{0,02} + \frac{1}{2} \ln \frac{4 \cdot 5,5 + 10}{4 \cdot 5,5 - 10} \right) = 23,56 \text{ Ом}$$

Опір штаби, яка з'єднує заземлювачі, визначається за формулою:

									Лист
									85
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата					

$$R_{ш} = \frac{\rho}{2\pi \cdot L} \cdot \ln \frac{2 \cdot L^2}{b \cdot t'}, \quad (4.12)$$

де L – довжина шваби, що з'єднує заземлювачі, м; приблизно дорівнює периметру виробничої будівлі; $L = 400\text{м}$;

b – ширина шваби; за прокладування зовні будівлі звичайно дорівнює $0,05\text{м}$,

t' – глибина заземлення від рівня землі, звичайно приймається рівною $0,5\text{м}$.

$$R_{ш} = \frac{200}{2 \cdot 3,14 \cdot 400} \cdot \ln \frac{2 \cdot 400^2}{0,05 \cdot 0,5} = 1,30\text{Ом}$$

Кількість заземлювачів захисного заземлюючого пристрою визначається за формулою:

$$n = \frac{2 \cdot R_3}{4 \cdot \eta_3} = \frac{2 \cdot 23,56}{4 \cdot 0,6} \approx 20, \quad (4.13)$$

де 4 – припустимий загальний опір, Ом; 2 – коефіцієнт сезонності.

Загальний опір заземлюючого пристрою:

$$R_{ззп} = \frac{23,56 \cdot 1,3}{1,3 \cdot 20 \cdot 0,5 + 23,56 \cdot 0,4} = 1,22\text{Ом}$$

$R_{ззп} < 4$ Ом. З цього можна зробити висновок, що розраховане заземлення забезпечить електробезпеку приміщення ЦПУ.

4.5 Заходи пожежної безпеки на виробництві

Виникнення пожежі у виробничих корпусах, відділеннях може відбутися при порушенні герметичності апаратів та трубопроводів, які містять горючі рідини та газі, через вибухи в них або з будь-якої іншої події. Це можливо тільки у випадку порушення технологічного режиму, правил і норм техніки безпеки, при експлуатації несправного обладнання. Тому основною вимогою пожежо- та вибухонебезпеки є додержання вказаних

норм та правив, а також своєчасний та якісний ремонт технологічного обладнання.

Для швидкої локалізації та послідууючої ліквідації, яка виникла, передбачені наступні міри:

- а) забезпечений вільний проїзд до корпусів відділення;
- б) корпуси обладнані електричною пожежною сигналізацією;
- в) у всіх корпусах відділення передбачено дистанційне відключення вентиляції при виникненні пожежі;
- г) у корпусах вмонтована схема автоматичного пожежотушіння;
- д) всі виробничі приміщення забезпечені первинними засобами пожежотушіння згідно з діючими нормами.

Пожежний захист виробничого об'єкту забезпечений правильним вибором ступеня вогнестійкості об'єкту і меж вогнестійкості елементів і конструкцій, обмеженням розповсюдження вогню у разі виникнення вогнища пожежі; застосуванням систем протидимного захисту; застосуванням засобів пожежної сигналізації, забезпеченням безпечної евакуації людей, організацією пожежної охорони об'єкту, газорятівної служби:

Ступінь вогнестійкості будівлі в проектуваному виробництві - I (будівлі що несуть і захищають з залізобетону).

Первинні засоби пожежогасіння, яка передбачена у виробничих приміщеннях:

- внутрішній пожежний кран - елемент внутрішнього пожежного водопроводу (він розташований на висоті 1,35 м від підлоги на сходових клітках у входів, в коридорах; забезпечений рукавом діаметром 50 мм і завдовжки 20 м, в приміщенні знаходяться 2 пожежників крана);
- вогнегасники - порошкові (ОП-14, ОП-9ММ) - для гасіння пожеж твердих горючих матеріалів, легкозаймистих і горючих рідин; пінні (ручні ОВП-5, ОВП-10 і стаціонарні ОВПС-250А, ОВ-ПУ-250).

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		87

Для ліквідації пожеж на підприємстві призначено протипожежне водопостачання. До нього віднесені:

– пожежні водоймища - надземний резервуар, споруджений із залізобетону, обладнаний люком з подвійними кришками і вентиляційною трубою, до нього влаштований під'їзд до майданчиків розміром 12x12 м для розвороту автомобілів і установки пожежних насосів;

– протипожежний водопровід низького тиску (збільшення натиску в нім створюється пересувними насосами, що подають воду від гідрантів до місця пожежі, внутрішній протипожежний водопровід призначений для гасіння пожеж в початковій стадії їх розвитку, він складається з двох струменів з витратою води на один струмінь 5 л/с, воду з внутрішнього протипожежного водопроводу відбирають через пожежні крани, встановлені в будівлі в досяжному місці (вестибулі, коридорі, проході) на висоті 1,35 м в спеціальних шафах; зовнішні мережі протипожежного водопроводу розташовуються поза будівлею, витрата води на одну пожежу 20 л/с, установка забезпечена автономною системою пожежогасінні, використовується механічна піна);

Пожежна сигналізація – автоматична. У виробничому приміщенні встановлені димові сповіщувачі - при горінні речовин що утворюються у виробництві, виділяється велика кількість диму і продуктів згорання. Димові сповіщувачі встановлені на стелі. Також встановлені ручні пожежники сповіщувачі (встановлені поза будівлею на стінах - на висоті 1,5 м від рівня землі, усередині приміщення - в коридорах, проходах, сходових клітках). Відстань між ручними пожежниками сповіщувачами - 50 м.

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		88

5 КОМПОНОВКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Сучасна нафтохімічна установка – це комплекс будівель та споруд, в якому розміщується обладнання, що визначається складом технологічної схеми виробництва, а також найбільш важливе обладнання, яке до складу технологічної схеми не входить.

В залежності від характеру виробництва та кліматичних умов обладнання можна розміщувати на відкритих майданчиках (відкрите компонування) та в закритих виробничих спорудах(закрите компонування).

Споруди для установки з відкритим компонуванням можуть бути одна або багатоповерховими; в першому випадку обладнання монтується на фундаментах, у другому – на постаментах.

За видом роботи постаменти поділяються на 2 типи: ті, що несуть (етажерки), та ті, що обслуговують апаратуру. Постаменти, що несуть апаратуру виконуються зі збірної або монолітної залізобетону та складаються з фундаментів, колон-стійок та ригелів, на які вкладаються збірні залізобетонні плити, що утворюють міжповерхові перекриття. Конструкції, що обслуговують, уявляють собою, як правило, металічні настройки на залізобетонних постаментах, чи виконані у вигляді самостійних конструкцій. Відстань між залізобетонними колонами та висота поверхів дорівнюють шести метрам.

Розташування технологічного обладнання поза спорудами є радикальним способом підвищення безпеки експлуатації обладнання, покращення умов праці, зниження капітальних вкладень в середньому на 15-20%.

Між промисловою зоною й житловим масивом передбачається санітарно-захисна зона, розміри якої обираються відповідно до «Санітарних норм проектування промислових підприємств».

					<i>ДП.11.01.ПЗ</i>			
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№Докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>				
<i>Розроб.</i>		<i>Бас</i>			<i>Компоновка технологічного обладнання</i>	<i>Літ</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Кер. Пр.</i>		<i>Потапенк</i>						
<i>Перев.</i>								
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Суворін</i>						
						<i>СНУ ім. В. Даля гр. ТПВ-19дм</i>		

6 ЕКОЛОГІЯ ТА ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

6.1 Характеристика відходів, що утворюються на виробництві

Таблиця 6.1 – Викиди до атмосфери [19]

Найменування викиду, джерело	Кількість викидів за видами, т / рік	Періодичність	Умови і місце ліквідації, знешкодження, утилізації	Встановлена норма вмісту забруднення у викидах, г / с		
1	2	3	4	5		
1. Джерело №0097 Димові гази, димова труба (X-120) циклонного реактора В-120 установки термічного знешкодження газів окислення	ангідрид сірчистий	135,88 55	постійно	розсіювання в повітрі	ангідрид сірчистий	,66
	вуглецю окис	12,900			вуглецю окис	,475
	азоту оксиди в перерахунку на NO ₂	21,250			азоту оксиди в перерахунку на NO ₂	,7363
2. Джерело № 0113 Димові гази, димова труба X-130 (X-135)	ангідрид сірчистий	30,368 1,13	постійно	розсіювання в повітрі	ангідрид сірчистий	,0544 ,039
	вуглецю окис	2,1488			вуглецю окис	,7343
	азоту оксиди в перерахунку на NO ₂	2,1488			азоту оксиди в перерахунку на NO ₂	,7343
3. Джерело № 0114 Димові гази, пічок В-130 (В-135) Вузла теплоносія	ангідрид сірчистий	30,368 1,13	постійно	розсіювання в повітрі	ангідрид сірчистий	,0544 ,039
	вуглецю окис	2,1488			вуглецю окис	,7343
	азоту оксиди в перерахунку на NO ₂	2,1488			азоту оксиди в перерахунку на NO ₂	,7343

ДП.11.01.ПЗ

Зм.	Арк.	№Докум.	Підпис	Дата				
Розроб.		Бас			Охорона навколишнього середовища	Літ	Арк.	Аркушіє
Кер. Пр.		Потапенк						
Перев.						СНУ ім. В. Даля гр. ТПВ-19дм		
Зав. Каф.		Суворін						

Таблиця 6.2 – Стічні води [19]

Найменування викиду рідини, джерело	Кількість стоків		Умови і місце ліквідації, об'єкти, утилізації	Періодичність викиду	напрямок скидання	Встановлена норма вмісту забруднення у викидах, мг/дм ³
	м ³ /год	тис. м ³ /рік				
1	3	2	4	5	6	7
Госпобутової стік в т.г:	23,882	18,518	очищення на очисних спорудах заводу	постійно	існуюча мережа господарської побутової каналізації заводу	згідно СНиП 2.04.03-85, п.6.4 т.25
АБК	14,0	6,374				
Адміністративний корпус	1,224	0,541				
Їдальня	5,0	9,28				
Майстерні та ПТО	2,7	1,0				
Прохідна	0,63	0,641				
По інших титулів	0,328	0,682				
Госпобутової стік	4,0*	0,048				
Виробничий стік I системи	9,363	31,611	очищення на очисних спорудах заводу	постійно	існуюча мережа виробничої зливової каналізації I системи заводу	нафтопродукти - 300 зважені речовини - 250, що не більше
Установка "Бітурокс", - реакторний блок;	2,8	22,4				
- блок теплообмінників						
- піч дожига;						
- вузел теплоносія.						
Повітряна компресорна, ЦПУ	0,1	0,8				
Насосна гудрона	0,803	2,268				
По інших титулів	0,3	2,4				
Приймальний резервуар,	3,04	1,143				
Дощовий стік	1,16*	0,001		періодично 1 раз на рік		
	<u>48,21*¹</u>	3,375	очищення на очисних спорудах заводу	періодично	існуюча мережа виробничої зливової каналізації I системи заводу	нафтопродукти - 300 зважені речовини - 250, що не більше
	554,43 (м ³ /сут)					

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.11.01.ПЗ

Лист

91

Таблиця 6.3 – Тверді викиди [19]

Найменування відходу	Місце складування, транспорт, тара	Кіл., т / рік	Періодичність	Умови (метод) і місце поховання, знешкодження, утилізації	Примітка
1	2	3	4	5	6
1. Лампи ртутні (люмінесцентні) відпрацьовані	Зберігається в спеціально відведеному місці	0,011	1 раз в квартал	Передається спеціалізованим підприємствам	Для освітлення виробничих приміщень та адміністративних будівель
2. Масло-теплоносій термостойкое	Ємності V-120, V-122 об'ємом 31 м ³ кожна	10,8-21,6	Повна заміна	Передається спеціалізованим підприємствам	Одноразова завантаження 240 м ³
3. Масло компресорне (турбінне)	Ємність відпрацьованого масла V-201, об'ємом 4 м ³	1,68	3 аналізу якості	Передається спеціалізованим підприємствам	Для змащення й охолодження компресорів повітря
4. Силікагель осушки повітря КВПіА	Зберігається в спеціально відведеному місці, спеціальний контейнер, бетонна площадка	0,3-0,6	У міру відпрацювання (раз на 5-10 років)	Использование на предприятии	Для осушки повітря КВПіА. Одноразова завантаження 0,16 м ³
5. Продукт очищення технологічного обладнання	Аналогічно силікагелю	1	У міру накопичення	Передається спеціалізованим підприємствам	При підготовці обладнання до ремонту (очищення після промивання)
6. Бітум некондиційний або забруднений	Аналогічно силікагелю	5	У міру накопичення	Передається спеціалізованим підприємствам	При виробничо-технологічному процесі
7. Матеріали обтиральні зіпсовані, відпрацьовані чи забруднені	Аналогічно силікагелю	0,209	У міру накопичення	Передається спеціалізованим підприємствам на утилізацію	Ганчір'я від обслуговування технологічного устаткування
8. Текстиль, одяг і взуття зіпсована або забруднена	Аналогічно силікагелю	0,0192	1 раз на рік	Передається спеціалізованим підприємствам	Після закінчення терміну придатності спецодягу
9. Сміття, кошторисів з майданчика, відходи побутові	Аналогічно силікагелю	380,35	Щодня	Вивозиться на полігон твердих побутових відходів	Утворюється робітниками і при прибиранні території від сміття

Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата

ДП.11.01.ПЗ

Лист

92

6.2 Розрахунок гранично-допустимого викиду

Максимальна разова $\Gamma ДК$ для вуглеводнів нафтових за довідниковими даними складає $5,0 \text{ мг/м}^3$.

Об'ємна витрата газоповітряної суміші з отвору джерела:

$$V = \frac{\pi D^2}{4} \cdot W_0 = \frac{3,14 \cdot 0,45^2}{4} \cdot 6 = 0,95 \text{ м}^3/\text{с}$$

Знаходимо значення параметру f :

$$f = \frac{10^3 \cdot W_0^2 \cdot D}{H^2 \cdot \Delta T} = \frac{10^3 \cdot 6^2 \cdot 0,45}{6^2 \cdot 115} = 3,91 \frac{\text{м}}{\text{с}^2 K}$$

При значенні параметру $f < 100$ розрахунок проводимо для нагрітої газоповітряної суміші.

Безрозмірний параметр m дорівнює:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}} = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{3,91} + 0,34\sqrt[3]{3,91}} = 0,71$$

Для визначення коефіцієнту n визначасмо V_{\max} :

$$V_{\max} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V \cdot \Delta T}{H}} = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{0,95 \cdot 115}{6}} = 1,7 \text{ м/с}$$

При значенні $0,3 < V_{\max} \leq 2$ та $f < 100$ значення n розраховуємо за формулою:

$$n = 3 - \sqrt{(V_{\max} - 0,3) \cdot (4,36 - V_{\max})} = 3 - \sqrt{(1,7 - 0,3) \cdot (4,36 - 1,7)} = 1,07$$

Гранично допустимий викид:

$$\Gamma ДВ = \frac{(\Gamma ДК - C_{\phi}) \cdot H^2 \cdot \sqrt[3]{V \cdot \Delta T}}{A \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta} = \frac{(5 - 1,25) \cdot 6^2 \cdot \sqrt[3]{0,95 \cdot 115}}{120 \cdot 2,5 \cdot 0,71 \cdot 1,07 \cdot 1,2} = 2,36 \text{ г/с}$$

Значення приземної максимальної концентрації:

$$C_{\max} = \frac{A \cdot \Gamma ДВ \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V \cdot \Delta T}} = \frac{120 \cdot 2,36 \cdot 2,5 \cdot 0,71 \cdot 1,07 \cdot 1,2}{6^2 \cdot \sqrt[3]{0,95 \cdot 115}} = 0,16 \text{ мг/м}^3$$

Розрахунок коефіцієнту d при $0,5 < V_{\max} \leq 2$ та $f < 100$:

$$d = 4,95 \cdot V_{\max} (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{f}) = 4,95 \cdot 1,7 \cdot (1 + 0,28 \cdot \sqrt[3]{3,91}) = 12,13$$

										Лист
										93
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата						

Відстань, на якій очікується найбільша концентрація речовини X_{max} :

при $F \geq 2$:
$$X_{max} = \frac{5-F}{4} \cdot d \cdot H = \frac{5-2,5}{4} \cdot 12,13 \cdot 6 = 45,49 \text{ м.}$$

Зону впливу підприємства визначає відстань L , яку знаходять:

$$L = 10 \cdot X_{max} = 10 \cdot 45,49 = 454,9 \text{ м.}$$

Відповідь: $ГДВ = 2,36 \text{ г/с}$; $C_{max} = 0,16 \text{ мг/м}^3$; $X_{max} = 45,49 \text{ м}$; $L = 454,9 \text{ м}$.

					<i>ДП.11.01.ПЗ</i>	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		94

7 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

7.1 Вихідні дані

Рівень собівартості продукції відображає результати всієї виробничо-господарської діяльності підприємства, зокрема, стан техніки і прогресивність технології, організацію виробництва і праці, ефективність використання всіх ресурсів.

Зниження собівартості продукції має велике значення, так як воно є основним джерелом внутрішньопромислових накопичень, це – чиста економія, отримана в результаті кращого використання споживаних засобів виробництва, робочої сили і послуг.

Вихідні дані:

продуктивність установки за сировиною – 37,9 т/год

продуктивність установки за окисленим бітумом – 36,83 т/год

продуктивність установки за модифікованим бітумом – 41,25 т/год

середня ціна за окислений дорожній бітум БНД 60/90 – 8200 грн/тн

середня ціна за модифікований дорожній бітум – 12000 грн/тн

кількість паралельно працюючих одиниць устаткування – 1

кількість персоналу – 12 люд.

вартість основних фондів – 55900 тис. грн

Розрахунок витрат на сировину і основні матеріали для приготування 1 тони модифікованого бітуму за рецептурою «Бітум + 12% мас. гумової крихти» представлені в таблиці 7.2

					ДП.11.01.ПЗ					
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№Докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>						
<i>Розроб.</i>		<i>Бас</i>			Економічна частина					
<i>Кер. Пр.</i>		<i>Потапенк</i>						<i>Літ</i>	<i>Арк.</i>	<i>Аркушів</i>
<i>Перев.</i>										
<i>Зав. Каф.</i>		<i>Суворін</i>								
					СНУ ім. В. Даля гр. ТПВ-19дм					

Таблиця 7.1 – Планова калькуляція собівартості продукції (ціни актуальні на 2013 р.)

Найменування статті витрат	Од. вим.	Витрата на випуск		
		Кількість	Ціна за одиницю	Сума, тис.грн.
1	2	3	4	5
1 Сировина				
1.1 Гудрон глибоокислений	тн	200000	4600	920000
<i>Всього за сировиною</i>	<i>грн</i>			<i>920000</i>
2 Енерговитрати				
2.1 Електроенергія	тис.кВт	11,58	0,90	10420
2.2 Вода оборотна	тис. м ³	0,139	0,20	27,8
2.3 Стисле повітря технологічне	тис.м ³	1,527	0,06	91,62
2.4 Пара	Гкал	5,6	1099	6155,5
2.5 Паливо (мазут)	тис.м ³	0,099	986,4	97,653
2.6 Азот	тис.м ³	1,627	0,21	0,34
<i>Всього енерговитрати</i>	<i>грн</i>			<i>16792,91</i>
3 Заробітна платня основних робітників з нарахуваннями	грн			12777,6
4 Витрати на дотримання та експлуатація устаткування, в т.ч. амортизація (8%), плановий ремонт (5%)	грн			7267
<i>Всього</i>	<i>грн</i>			<i>956837,5</i>
5 Загальнозаводські витрати (10%)	грн			95683,75
6 Позавиробничі витрати (витрати на завантаження продукції – 1%)	грн			9568,4
Повна собівартість	грн			1062090

Витрати на 1 тону виробництва окисленого бітуму складуть:

$$C/v_1 \text{ тони} = c/v_{\text{випуску}} / q \text{ рік}$$

де $c/v_{1\text{тону}}$ – собівартість 1 тони продукції;

$q_{\text{рік}}$ – річний випуск продукції.

$$C = 1062090 / 194462,4 = 5,46 \text{ тис.грн/т}$$

7.2 Організаційно-технічні заходи, що проектуються

У даному дипломному проекті розглядається модифікація окисленого бітуму гумовою крихтою, отриманою з утилізованих атопокришек, у кількості 12% мас. на бітум, що дозволить випускати марку дорожнього бітуму відповідно до нових нормативних вимог, яка матиме підвищену еластичність та довговічність.

7.3 Розрахунок річної виробничої потужності

У даному розділі розраховується річна виробнича потужність установки виробництва бітуму. Для безперервних нафтохімічних процесів розрахунок річної виробничої потужності визначається по формулі:

$$M_{\Gamma} = N \cdot q_{\text{ч}} \cdot T_{\text{еф}} \quad (7.1)$$

де M_{Γ} – величина річної виробничої потужності;

N – кількість однотипних апаратів основного устаткування;

$q_{\text{ч}}$ – годинна продуктивність одного апарата, т/год;

$T_{\text{еф}}$ – ефективний фонд робочого часу устаткування, час.

$$T_{\text{еф}} = T_{\text{кал}} - T_{\text{рем}} - T_{\text{тех}} \quad (7.2)$$

де $T_{\text{кал}}$ – календарний фонд робочого часу (8760 година);

$T_{\text{рем}}$ – час ремонтних простоїв, год.

$T_{\text{тех}}$ – час технологічних простоїв, год.

Згідно з регламентом у виробництві, що діє, передбачено 220 робочих днів. Технологічні простой відсутні [19].

$$T_{\text{еф}} = 220 \cdot 24 = 5280 \text{ годин}$$

Річна виробнича потужність установки у виробництві, що діє:

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		97

$$M_{Г0} = 1 \cdot 117,045 \cdot 7920 = 927000 \text{ т/рік}$$

Внаслідок впровадження нового технічного рішення потужність установки за сировиною не зміниться, $I_Q = 1,0$

7.4 Розрахунок вартості виробничого устаткування

Для впровадження запропонованого нового технічного рішення необхідно обладнати цех відділенням модифікації бітуму окисленого установкою безперервної дії по-типу «ENH Engineering» в комплекті:

Комплект поставки:

1. високопродуктивний млин «HIGH SHEAR» продуктивністю 5 т/год – 1 шт.
2. вертикальний змішувач – 2 шт.
3. бітумний насос – 2 шт.
4. блок подачі крихти – 1 шт.
5. трубопровідна мережа та обладнання – 1 шт. (труба для наповнення бітумом DN80, PN16, DIN2633 - 1 шт., напорна труба DN150, PN16 і DN80, PN16 - 2шт.), в комплекті з ізоляцією (100-мм армована мінеральна вата)
6. система панель керування – 1 шт

Вартість устаткування всього:

$$S = 3900000 \text{ грн.}$$

7.5 Розрахунок витрат на одиницю продукції у виробництві, що проектується

Калькуляція собівартості основної продукції на проектованому виробництві представлена в таблиці 7.3.

					<i>ДП.11.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		98

Таблиця 7.3 - Калькуляція собівартості основної продукції на
проектованому виробництві

Найменування статті витрат	Од. вим.	Витрата на випуск		
		Кількість	Ціна за одиницю	Сума, тис.грн.
1	2	3	4	5
1 Сировина				
1.1 Гудрон глибоокислений	тн	200000	4600	920000
1.2 Гумова крихта	тн	25456,9	1480	37713,9
<i>Всього за сировиною</i>	<i>грн</i>			<i>957713,9</i>
2 Енерговитрати				
2.1 Електроенергія	тис.кВт	11,58	0,90	10420
2.2 Вода оборотна	тис. м ³	0,139	0,20	27,8
2.3 Стисле повітря технологічне	тис.м ³	1,527	0,06	91,62
2.4 Пара	Гкал	5,6	1099	6155,5
2.5 Паливо (мазут)	тис.м ³	0,099	986,4	97,653
2.6 Азот	тис.м ³	1,627	0,21	0,34
<i>Всього енерговитрати</i>	<i>грн</i>			<i>16792,91</i>
3 Заробітна платня основних робітників з нарахуваннями	грн			12777,6
4 Витрати на дотримання та експлуатація устаткування, в т.ч. амортизація (8%), плановий ремонт (5%)	грн			7267
<i>Всього</i>	<i>грн</i>			<i>956837,5</i>
5 Загальнозаводські витрати (10%)	грн			95683,75
6 Позавиробничі витрати (витрати на завантаження продукції – 1%)	грн			9568,4
Повна собівартість	грн			1103952

$$C_1 = 1103952 / 217797,89 = 5,07 \text{ тис.грн/т}$$

7.6 Розрахунок техніко-економічних показників

1. Річний випуск бітуму:

а) у натуральному виразі

$$Q_0 = 200000 \text{ т}$$

$$Q_1 = 224000 \text{ т}$$

б) у вартісному виразі

$$Q_c = Q_n * C \quad (7.5)$$

де Q_n – річний випуск продукції в натуральному виразі

C – ціна продукції

$$Q_0 = 200000 * 8200 = 1640000 \text{ тис.грн.}$$

$$Q_1 = 2240000 * 12000 = 2688000 \text{ тис.грн.}$$

2. Чисельність персоналу 12 осіб, зокрема основні робочі:

$$N_0 = 12 \text{ осіб}$$

$$N_1 = 12 + 2 = 14 \text{ осіб}$$

3. Продуктивність праці основних робочих:

$$P_T = Q / N \quad (7.6)$$

$$P_{T(0)} = 200000 / 12 = 16670 \text{ т/люд.}$$

$$P_{T(1)} = 224000 / 14 = 16000 \text{ т/люд.}$$

4. Собівартість продукції за тону:

$$C_{0 \text{ осн.}} = 5,46 \text{ тис.грн.}$$

$$C_{1 \text{ осн.}} = 5,07 \text{ тис.грн.}$$

$$\Delta C_{\text{осн.}} = C_1 - C_0 = 5,07 - 5,46 = \text{мінус } 0,39 \text{ грн.} \quad (7.7)$$

5. Прибуток на випуск основної продукції:

$$P = (C - C_{\text{осн.}}) * Q \quad (7.8)$$

$$P_0 = (8200 - 5460) * 200000 = 548000 \text{ тис. грн./рік}$$

$$P_1 = (12000 - 5070) * 224000 = 1552320 \text{ тис. грн./рік}$$

6. Рентабельність витрат на виробництво основної продукції:

$$R_P = P / C * 100 \quad (7.9)$$

$$R_{P(0)} = (8200 - 5460) / 8200 * 100 = 33,4 \%$$

					<i>ДП.11.01.ПЗ</i>	Лист
						100
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		

$$R_{П(1)} = (12000 - 5070) / 5070 * 100 = 57,8 \%$$

$$\Delta\Pi = R_{П(1)} - R_{П(0)} = 57,8 - 33,4 = 24,4 \%$$

7. Вартість основних фондів:

$$S_0 = 55900 \text{ тис.грн.}$$

$$S_1 = 55900 + 3900 = 59800 \text{ тис. грн.}$$

$$\Delta S = 59800 - 55900 = 3900 \text{ тис. грн.}$$

8. Фондовіддача

$$f = Q^B / S \quad (7.10)$$

$$f_0 = Q^B_0 / S_0 = 1640000 / 55900 = 29,34 \text{ грн/грн}$$

$$f_1 = Q^B_1 / S_1 = 2688000 / 59800 = 44,95 \text{ грн/грн}$$

9. Економічний ефект:

$$- \text{ від зниження собівартості: } E_c = \Delta C * Q_1 = -0,39 * 224000 = -87360 \text{ тис.грн.}$$

Таблиця 7.4 – Техніко – економічні показники

Показники	Од. ізм	Діюче базове виробництво	Проектоване виробництво	Зміна показників	
				абс.	%
1.Річний об'єм виробництва продукції а) у натуральному виразі б) у вартісному виразі	т	200000	224000	24000	+12
	тис.грн.	1640000	2688000	1045000	+63,9
2. Чисельність персоналу у т.ч основних робочих	осіб.	12	14	2	+16,67
	осіб.	12	14	2	+16,67
3. Продуктивність праці	т/люд.	16670	16000	670	-4
4. Собівартість одиниці основної продукції	грн./т	5460	5070	-390	-7
5. Прибуток	тис. грн.	548000	1552320	1004320	64,7
6. Рентабельність продукції	%	33,4	57,8	24,4	-
7. Вартість основних фондів	тис.грн	55900	59800	3900	7
8. Фондовіддача	грн/грн	29,34	44,95	15,61	53,2
9 Річний економічний ефект -від зниження собівартості	тис. грн.		мінус 87360		

Аналіз основних показників виробництва 1 тони модифікованого бітуму дорожнього показав, що внаслідок проведення технічного заходу відбулося зниження собівартості продукції в проектованому виробництві на 3690 грн/т. У порівняльній таблиці техніко-економічних показників відбиті всі прораховані показники.

Окупність капіталовкладень:

$$3\,900\,000 / 87\,390\,000 = 0,04 \text{ року} = 1 \text{ міс.}$$

Виходячи з аналізу вище приведених розрахунків, можна зробити висновок, що запропоноване технічне рішення економічно ефективно і може бути упроваджено у виробництво.

					<i>ДП.11.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		102

ВИСНОВКИ

За результатами виконання дипломної роботи розроблена установка виробництва бітуму методом окислення гудрону потужністю 200 тис. т/ рік, реакторний блок. В ході написання роботи:

1. виконано аналітичний огляд з методів отримання бітуму, способів його модифікації та фізико-хімічних основ процесу окислення гудрону;

2. запропонований метод отримання бітуму, у якій новим є те, що окислений бітум модифікується гумовою крихтою, отриманою з утилізації автопокришек, у кількості 12–20%, що підвищує еластичність, довговічність та міцність кінцевих гумово-бітумних в'язучих;

3. виконано матеріальні та теплові розрахунки, розрахунок реактору;

4. перелічені контрольно-вимірювальні прилади, необхідні для безпечного та точного ведення процесу окислення гудрону;

6. приділено увагу питанням охорони праці на виробництві та вказано заходи запобігання небезпечних виробничих факторів;

7. розроблено план цеху установки;

8. надано характеристики утворених відходів у вигляді таблиць, розраховано ГДВ;

9. розраховані техніко-економічні показники.

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		103

АНОТАЦІЯ

В дипломному проекті розроблено виробництво бітуму методом безперервного окислення гудрону потужністю 200 тис. т/рік, блок реакторів.

Запропоновано модифікування окисленого бітуму гумовою крихтою, отриманою з відходів атопокришек з метою відповідності вимогам нормативних документів.

Розраховано матеріальні та теплові баланси процесу. Приведено розрахунок реактору окислення. Зроблено розрахунок собівартості виробництва продукції та техніко-економічних показників.

АННОТАЦИЯ

В дипломном проекте разработано производство битума методом непрерывного окисления гудрона мощностью 200 тыс. т / год, блок реакторов.

Предложено модифицировать окисленный битум резиновой крошкой, полученной из отходов атопокришек с целью соответствия требованиям нормативных документов.

Расчитаны материальные и тепловые балансы процесса. Приведен расчет реактора окисления. Произведен расчет себестоимости производства продукции и технико-экономических показателей.

ANNOTATION

In the diploma project, the production of bitumen by the method of continuous oxidation of tar with a capacity of 200 thousand tons / year, a block of reactors was developed.

It is proposed to modify the oxidized bitumen with crumb rubber obtained from the waste of atopokrishek in order to comply with the requirements of regulatory documents.

Material and heat balances of the process have been calculated. The calculation of the oxidation reactor is presented.

					ДП.11.01.ПЗ	Лист
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата		104

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бітумний розгон / Кудінов І. // Електронний журнал «НафтоРинок». – №6 (1083). – 2019. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.naftorynok.info/stati/bitumnyy-razgon>
2. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://inventure.com.ua/analytics/articles/analiz-rynka-bituma-v-ukraine>
3. Гун Р.Б. Нефтяные битумы / Р. Б. Гун – М: Химия, 1973. – 432 с.
4. Гохман Л. М. Битумы, полимерно-битумные вяжущие, асфальтобетон, полмерасфальтобетон. Учебно-методическое пособие / Л. М. Гохман. – М.: ЗАО «ЭКОН_ИНФОРМ», 2008. – 117 с.
5. Грудников И.Б. Производство нефтяных битумов / И. Б. Грудников – М.: Химия. – 1983. – 192 с.
6. Бровко В.Н. Современное состояние производства битумов / В. Н. Бровко, П. Г. Баннов – М: ЦНИИТЭнефтехим. – 1993. – №5. – 56 с.
7. Гуреев А. А. Дорожные битумы – вчера, сегодня, завтра. / А.А. Гуреев, Н.В. Быстров // Нефтепереработка и нефтехимия. – 2013. – №15 – С.3–6
8. Гуреев, А.А. Технология органических вяжущих материалов / А.А. Гуреев, Л.М. Гохман, Л.П. Гилязетдинов. – М.: МИНХ и ГП им. И.М.Губкина, 1986. – 126 с.
9. Гуреев А.А. Производство нефтяных битумов / Е. А. Чернышева, А. А. Коновалов, Ю. В. Кожевникова – М.: Изд. Нефть и газ, 2007. – 102 с.
10. Галдина В. Д. Модифицированные битумы: Учебное пособие / В. Д. Галдина. – Омск: СибАДИ, 2009. – 230 с.
11. Сибгатуллина Р. И. Изучение свойств нефтяных дорожных битумов, модифицированных резиновой крошкой / Р. И. Сибгатуллина, А. И. Абдулин, Е. А. Емельянычева и др. // Вестник технологического университета. – 2017. – Т.20. – №1. – С.76–79

									Лист
									105
Зм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата	ДП.11.01.ПЗ				

- 12.Беляев К. В. Модификация битума техническим углеродом / К. В. Беляев, И. Л. Чулкова // Вестник «СибАДИ». – Том 16, №4. – 2019. – С. 472–485
- 13.Левкович Т.И., Беляков А.И., А Билько.Е., Тищенко А.С. О модификации битумов и асфальтобетонных смесей для повышения сдвигоустойчивости асфальтобетонных покрытий автомобильных дорог // Приволжский научный вестник. 2016. №1. С.48–53
- 14.Патент РФ №2124038 Спосіб отримання бітуму С10С3/04
- 15.Патент РФ №2167906 Спосіб отримання бітуму С10С3/06
- 16.Патент РФ №2235109 Спосіб отримання бітуму 10С3/04
- 17.Патент РФ №2265639 Спосіб отримання неокисленого бітуму С10С3/04С10С3/06
- 18.Анализ эффективности различных технологий производства дорожных нефтяных битумов: сб. науч. тр. / Ю.А. Кутыин, Э.Г. Теляшев и др. – Уфа, 2001.
- 19.Технологический регламент установки по производству и отгрузке битумов, ЧАО «ЛИНИК», г. Лисичанск, 2014 г.
- 20.Гуреев, А.А., Коновалов А.А., Самсонов В.В. Состояние и перспективы развития производства дорожных вяжущих материалов в России // Мир нефтепродуктов. Вестник нефтяных компаний. – 2008. – №1. – С.12–16.
- 21.Алексеев В.В. Новые технологии получения битумо-резиновых композиционных вяжущих / В.В. Алексеев, Р.Г. Житов, В.Н. Кижняев, А.В.Митюгин // Наука и техника в дорожной отрасли. – 2010. – № 1
- 22.Вабищевич К. Ю. Использование отходов резины для модификации вяжущего в асфальтобетоне / К. Ю. Вабищевич, Н. П. Коновалов, П. Н. Коновалов, Е. О. Хозеев // Вестник БГТУ им. В. Г. Шухова. – №2. – 2020. – С. 18–24.

- 23.Стенцель Й.І. Автоматизація технологічних процесів хімічних виробництв: Навч. посіб.. – К.: ІСДО, 1995. – 360с.
- 24.Пожароопасность веществ и материалов и средств их тушения: Справ. изд. в 2 книгах / А.Н. Баратов, А.Я.Корольченко, Г.Н.Кравчук – М.: Химия, 1990. – 496 с.
- 25.Карнаух, Н.Н. Охрана труда: Учебник – М.: Юрайт, 2011. – 380 с.

					<i>ДП.11.01.ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Зм.</i>	<i>Арк.</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		107