

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ

СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

Кафедра «Хімічна технологія високомолекулярних сполук»

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

Тема: Виробництво бензилового спирту.

Завідувач кафедри

_____ (підпис)

_____ (П.І.Б.)

Керівник

_____ (підпис)

Павленко О.В.

_____ (П.І.Б.)

Консультанти:
з охорони праці

_____ (підпис)

_____ (П.І.Б.)

з економічної частини

_____ (підпис)

_____ (П.І.Б.)

Студент - дипломник

_____ (підпис)

Шевченко Є.С.

_____ (П.І.Б.)

Група ХТм-01

2021р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
Спеціальність: 161

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедрою

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ

Студенту: Шевченко Є.С.

група ХТМ-01ш курс V

1. **Тема роботи:** «Виробництво бензилового спирту.»

2. **Вихідні дані:** В'язкість суміші $\mu_c = 1,21 \cdot 10^{-3}$ Па · с; щільність суміші $\rho_c = 1109$ кг/м³; тиск в апараті атмосферний.

3. Перелік обов'язкового графічного матеріалу (листи А1)

3.1 Складальний кресленик основного апарату (2 листи А1);

3.2 Технологічна схема з автоматизацією А1;

3.3 Будівельно-компанувальне креслення А1;

3.4 Техніко-економічні показники А1.

4. Література та матеріали, які рекомендуються: Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств: Примеры и задачи: Учеб. пособие для студентов вузов / М.Ф. Михайлев, Н.П. Третьяков, А.И. Мильченко, В.В. Зобнин; Под общ. ред. М.Ф. Михайлева. Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1984. - 301 с., ил.

5. Контрольні терміни виконання: Грудень

Етапи і розділи магістерської роботи	Т И Ж Д Е Н Ь					

6. Дата видачі завдання Листопад 2021 р

7. Термін захисту курсової роботи Грудень 2021р.

Керівник комплексної курсової роботи Павленко О.В.

Реферат

Пояснювальна записка: 95 с., 5 рис., 9 табл., 18 джерел літератури.

Графічні матеріали: технологічна схема виробництва з автоматизацією, складальний кресленник апарату, будівельно-компонувальне креслення, техніко-економічні показники, всього 5 аркуші формату А1.

Тема роботи: " Виробництво бензилового спирту".

У першому розділі зроблено техніко-економічний аналіз.

У другому, технологічна частина – описані фізичні та хімічні властивості продукту та процесу. Також описано технологічний процес та основне обладнання. Наведено технологічні розрахунки, необхідні для проектування промислового об'єкта.

У розділі автоматика та автоматизація технологічного процесу наведено аналіз стану автоматизації, зроблений вибір та обґрунтування параметрів контролю.

У розділі охорона праці надано аналіз потенційних небезпек, що виникають у процесі виробництва, описані вимоги до охорони праці та техніки безпеки, а також вимоги підприємства до самого виробництва, зроблений розрахунок освітлення.

У розділі будівельно-монтажна частина зроблено обґрунтування компонування обладнання та рекомендації щодо проведення монтажно-ремонтних робіт.

У розділі економічна частина проведений аналіз існуючої конструкції, розрахована собівартість конструкції та розрахований економічний ефект від виробництва.

Ключові слова: БЕНЗИЛОВИЙ СПИРТ, БЕНЗИЛХЛОРИД, КАЛЬЦІНОВА СОДА, РЕАКТОР СИНТЕЗУ.

Зміст

Вступ.....	6
1 Техніко-економічне обґрунтування проекту.....	7
1.1 Обґрунтування вибору технологічного обладнання	7
1.2 Новизна проектної розробки.....	7
1.3 Економічне обґрунтування проектної новизни	9
2 Технологічна частина	10
2.1 Фізико-хімічні властивості бензилового спирту	10
2.2 Характеристика сировини, допоміжних матеріалів	11
2.3 Фізико-хімічні властивості аналогових спиртів цієї групи	12
2.4 Фізико-хімічні властивості процесу.....	17
2.5 Опис технологічної схеми.....	19
2.6 Опис конструкції апарату.....	21
2.7 Технологічні розрахунки та визначення конструктивних розмірів апарата.....	25
2.8 Розрахунок та вибір допоміжного обладнання.....	35
3 Автоматика та автоматизація технологічного процесу	39
3.1 Аналіз стану автоматизації процесу виробництва бензилового спирту	39
3.2. Вибір та обґрунтування параметрів контролю та регулювання.....	41
3.3 Вибір та обґрунтування технічних засобів автоматизації	43
4 Охорона праці.....	55
4.1 Аналіз потенційних небезпек, що виникають під час експлуатації обладнання	55
4.1.1 Відомості про вибухо-, пожежонебезпечність, електростатичні властивості, токсичність.....	55
4.1.2 Загальні правила техніки безпеки, виробничої санітарії та пожежної безпеки.....	56
4.2 Система протипожежної безпеки. Система протипожежного захисту	68

4.2.1 Заходи безпеки під час технологічного процесу, при виконанні регламентних виробничих операцій	68
4.2.2 Гасіння можливих загорань	70
4.3 Розрахунок освітлення.....	71
5 Будівельно-монтажна частина	75
5.1 Обґрунтування компонування обладнання цеху	75
5.2 Організація монтажних та ремонтних робіт	76
6 Економічна частина	82
6.1 Техніко-економічний аналіз існуючих конструкцій	82
6.2 Визначення собівартості та оптової ціни конструкції	83
6.3 Визначення економічного ефекту від виробництва та експлуатації нової техніки	88
Висновки	99
Література	100

Вступ

Бензиловий спирт застосовують у парфумерії, як розчинник лаків, також для знезараження масляних розчинів та препаратів для внутрішньо м'язового введення у медицині. Бензиловий спирт набирає широкого застосування і в інших галузях.

Через розповсюдження застосування бензилового спирту виникає потреба в отриманні якісного спирту в великій кількості.

При виробництві виникає ряд проблем для отримання якісного продукту, через необхідність дотримання великої кількості режимів та технологічних операцій для отримання бензилового спирту потрібної концентрації.

Із всього технологічного процесу основною частиною приготування бензилового спирту є приготування реакційної суміші в реакторах. В яких від контролю виконання технології дозування та перемішування напряму впливає кінцевий результат отримання необхідного якісного компоненту. Для отримання якісного кінцевого результату в стандартизованих апаратах додають конструктивні зміни.

Процес отримання якісного бензилового спирту полягає в правильно підбраному обладнанні, що в свою чергу, забезпечить дотримання необхідних температур, точність дозування використовуваних компонентів, дотримання часу виконання необхідних операцій. Для вибору необхідного обладнання треба враховувати фізичні та хімічні процеси, які виникають при виробництві бензилового спирту.

Основними факторами вибору процесу виготовлення та підбору обладнання є безпечність персоналу, автоматизація виробництва, економічна доцільність монтажу та використання обладнання.

1 Техніко-економічне обґрунтування проекту

1.1 Обґрунтування вибору технологічного обладнання

Через розповсюдження застосування бензилового спирту виникає потреба в отриманні якісного спирту в великій кількості.

Отримання якісного продукту викликає ряд проблем, через необхідність дотримання великої кількості режимів та технологічних операцій для отримання бензилового спирту потрібної концентрації.

Процес отримання якісного бензилового спирту полягає в правильно підбраному обладнанні, що в свою чергу, забезпечить дотримання необхідних температур, точність дозування використовуваних компонентів, дотримання часу виконання необхідних операцій. Для вибору необхідного обладнання треба враховувати фізичні та хімічні процеси, які виникають при виробництві бензилового спирту.

Основним обладнанням при даному виробництві є реактори з перемішувачами пристроями. Для виконання великої кількості процесів з дотриманням всіх необхідних режимів необхідно розрахувати та вибрати економічно доцільне обладнання з можливістю введення автоматизації на виробництві з дотриманням всіх правил безпеки.

1.2 Новизна проектної розробки

Завдання створення нової технологічної схеми полягає в розробці комплексу взаємопов'язаних процесів, що забезпечують вироблення необхідних продуктів потрібної якості за мінімальних капітальних витрат і експлуатаційних витрат, або інакше, за мінімальної собівартості.

Розробка технологічної схеми включає:

- порівняльний аналіз та обґрунтування обраного методу відповідно до конкретних умов;
- визначення основних та допоміжних фізико-хімічних процесів та їх послідовності;
- апаратне оформлення технологічного процесу;
- вирішення питання про способи прийому, видачі сировини і готового продукту, а також передавальних операцій на проміжних фазах виробництва;
- механізацію та автоматизацію технологічних процесів;
- забезпечення техніки безпеки та охорони праці;
- складання перспективних планів розширення виробництва.

На основі перерахованих вище факторів застосування технологічного процесу синтезу бензилового спирту з використанням реакторів з мішалками, визначило створення технологічного процесу з відповідним апаратним вмістом.

При розробці апаратів враховувалися сучасні розробки щодо вдосконалення конструкцій обладнання та їх елементів, заходи щодо зниження металоємності обладнання та оснащення; бралися до уваги режими руху компонентів та їх змішування.

Також враховувалося компактне розташування апаратів, що дозволило раціонально використати виробничі площі.

Оптимальний апаратний вміст виробництва синтезу бензилового спирту, раціональне трубопровідне обв'язування обладнання багато в чому визначають успішне здійснення всього технологічного процесу. При цьому при виборі обладнання враховано такі умови: характер технологічного процесу та необхідність підтримання температурного режиму в апаратах.

Одним із факторів при виборі обладнання була вимога будь-якої розробки до максимальної уніфікації обладнання з метою здешевлення виготовлення спеціалізованими підприємствами. Відомо,

що вартість виготовлення індивідуальної конструкції апарату мінімум в 1,5 рази вища за аналогічну типову конструкцію за рахунок створення відповідного оснащення та пристосувань для виготовлення деталей та складання апарату.

1.3 Економічне обґрунтування проектної новизни

Економічне обґрунтування проекту проводиться шляхом зіставлення основних техніко-економічних показників:

- капітальних витрат;
- експлуатаційних витрат;
- терміну окупності;

та інших показників за проектованим об'єктом з тими самими показниками за аналогічними об'єктами.

Економічне обґрунтування проекту доповнюється якісним аналізом, що характеризує рівень організації праці:

- покращення умов праці;
- ступінь його механізації;
- рівень автоматизації виробничого процесу;
- підвищення загальної культури виробництва.

Застосування розробленого технологічного процесу з урахуванням підвищення якості готового продукту, зниження питомих витрат за одиницю готової продукції, збільшення автоматизації технологічного процесу дозволило скоротити, за інших рівних умов, витрати живої праці. А чим вищі витрати живої праці на виробництво одиниці продукції, тим вищі вимоги до культури виробництва.

При цьому підвищується кваліфікація обслуговуючого персоналу, зменшується ймовірність отримання некондиційної продукції, так як засоби автоматизації дозволяють контролювати

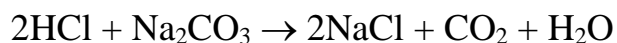
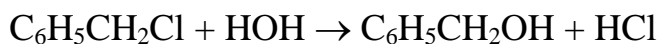
технологічний процес по всіх технологічних фазах і оперативно втрутитися в його хід у разі будь-яких відхилень або зміни режимів його проведення.

Застосування розробленого технологічного процесу передбачає більш раціональне розміщення обладнання на виробничих площах, що зменшує питомі капітальні витрати на облаштування технологічного потоку.

2 Технологічна частина

2.1 Фізико-хімічні властивості бензилового спирту

Основи технологічного процесу отримання бензилового спирту в основному складається з омилення хлористоро бензилу розчином кальцинованої соди для нейтралізації хлористого водню, який виділяється під час реакції.



Бензиловий спирт, найпростіший ароматичний спирт, $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{OH}$, безбарвна рідина зі слабким приємним запахом, $t_{\text{кип}} 302$ °С. Розчинний в органічних розчинниках, нерозчинний у воді. Має хімічні властивості ароматичних спиртів. Міститься у багатьох ефірних оліях та природних бальзамах. Одержують бензиловий спирт лужним гідролізом бензилхлориду або бензилацетату, окисленням толуолу. Бензиловий спирт та його ефіри (наприклад, бензилацетат) застосовують як фіксатори запаху, запашні речовини у парфумерії та виробництві мила, компоненти харчових есенцій, розчинники лаків та інші [14].

Основні характеристики готового продукту наведено у таблиці 1.

Найменування матеріалу	Відомості про сировину	Відомості про електростатичні властивості	Токсичність та характер дії на організм людини	Гранично допустима концентрація, мг/м ³
1	2	3	4	5
Спирт бензиловий	Горюча безбарвна рідина Температура кипіння -302°C, температура спалаху - 90°C, температура займання - 100°C, температура самозаймання - 600°C	Питомий об'ємний електричний опір - $1,2 \cdot 10^{10}$ Ом·м, мінімальна енергія запалювання - $2,2 \cdot 10^3$ Дж	Має наркотичну дію. Може спричинити отруєння, головний біль, травні розлади, шкірні захворювання, подразнення слизових оболонок. Належить до класу помірно небезпечних речовин.	У повітрі робочої зони - 5

Таблиця 1 - Основні характеристики готового продукту

2.2 Характеристика сировини, допоміжних матеріалів [12]

Характеристики сировини, допоміжних матеріалів наведено у таблиці 2.

Таблиця 2 – Характеристики сировини, допоміжних матеріалів

Найменування матеріалу	Відомості про сировину	Відомості про електростатичні властивості	Токсичність та характер дії на організм людини	Гранично допустима концентрація, мг/м ³
1	2	3	4	5
Бензил хлористий	Легкозаймиста рідина. Температура кипіння - 145,6°C, температура спалаху - 60°C межі вибуховості 4,7-39,0% об'ємні, температурні межі займання - 12-43°C	Питомий об'ємний електричний опір - $8,7 \cdot 10^6$ Ом·м, мінімальна енергія запалювання - 0,21 мДж. Допустима швидкість руху по трубопроводах - 2 м/с	Має різкий запах. У людини викликає подразнення слизових оболонок, особливо очей. На шкірі викликає тяжкі запальні процеси.	У повітрі робочої зони – 0,5

Сода кальцинована	Непожежовибухоне безпечна речовина.	Питомий об'ємний електричний опір - $1 \cdot 10^3$ Ом·м	Може спричиняти виразки. Можливі подразнення слизових оболонок	В повітрі - 2
-------------------	-------------------------------------	---	--	---------------

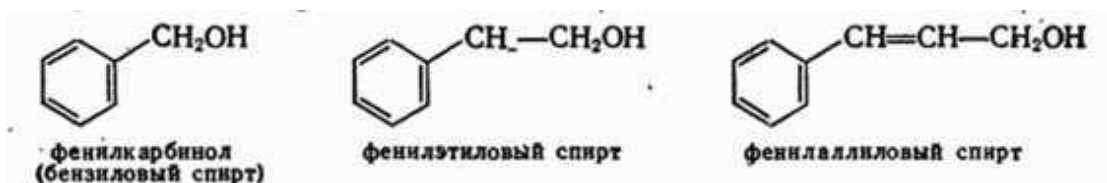
2.3 Фізико-хімічні властивості аналогових спиртів цієї групи

Бензиловий спирт відноситься до групи ароматичних спиртів.

Ароматичними спиртами називаються похідні жирно-ароматичні вуглеводні, які містять гідроксильні групи у бокових ланцюгах.

Номенклатура. Ароматичні спирти зазвичай називають за раціональною номенклатурою, розглядаючи їх як заміщені спирти жирного ряду:

Властивості. Найпростіші ароматичні спирти за звичайних умов являють собою рідини або кристалічні речовини з ароматичним



запахом [12].

Ароматичні спирти від фенолів передусім тим, що немає різко виражених кислотних властивостей. Вони дуже близькі до спирту жирного ряду: при дії лужних металів утворюють алкоголяти; при окисленні, залежно від будови, перетворюються на відповідні альдегіди або кетони; легко утворюють прості та складні ефіри тощо[12].

Способи одержання. Ароматичні спирти у вільному стані і особливо у вигляді ефірів широко поширені в природі. Вони зазвичай перебувають у ефірних оліях[12].

Методи синтезу ароматичних спиртів такі ж, як і спиртів

жирного ряду, наприклад дія лугів на відповідні галоїдопохідні.

Має слабкий приємний запах. У вигляді складних ефірів, що мають приємний запах, зустрічається в рослинних смолах і в ефірному маслі жасмину (у вигляді ефіру "оцтової кислоти). Складні ефіри бензилового спирту застосовуються в парфумерній промисловості [12].

Фенілетиловий спирт [13]

Опис: Є прозорою, безбарвною рідиною із запахом, що нагадує запах троянд.

Щільність: 1,017-1,020 г/см³ (20°C).

Температура плавлення: -27 °C.

Температура кипіння: 219–221°C.

Розчинність: Розчинний у бензилбензоаті, хлороформі, діетилфталаті, етанолі, ефірі, жирних оліях, гліцерині, пропіленгліколі, мало розчинний у мінеральній олії, розчинний у воді 1:60.

Спосіб отримання: Міститься в рожевому, гвоздиковому, геранієвому, неролієвому, іланговому та інших ефірних оліях. У промислових масштабах одержують синтетичним шляхом.

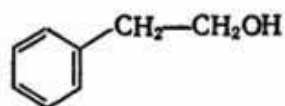
Несумісність: Несумісний із сильними окислювачами. Антимікробна активність знижується у присутності білків, пептидів та амінокислот.

Стабільність: Фенілетиловий спирт стабільний у чистому вигляді та у водних розчинах у кислих та у лужних умовах. Водні розчини витримують стерилізацію автоклавування. Легко сорбується поліетиленом низької щільності, не сорбується поліпропіленом та гумою.

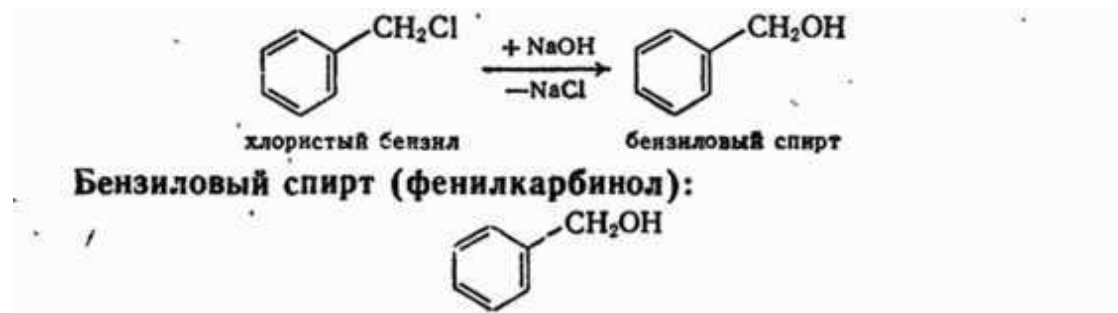
Функціональна категорія: консервант, запашна речовина, розчинник.

Властивості та застосування: запобігає або уповільнює зростання бактерій, і таким чином захищає косметику та засоби особистої гігієни від псування. Фенілетиловий спирт також надає аромату продуктам. Ефективний по відношенню до грампозитивних та грамнегативних бактерій: для *Staphylococcus aureus* мінімальна ефективна концентрація 5 мг/мл; *Salmonella typhi* - 1.25 мг/мл; *Pseudomonas aeruginosa* 2.5 мг/мл; *Escherichia coli* 5.0 мг/мл. Мало ефективний проти грибів, дріжджів, і навіть спор. Повна консервуюча здатність при додаванні 0,2%. Фенілетиловий спирт виявляє помірну антимікробну активність, максимальну при значенні рН менше 5,0, при значенні рН більше 8,0 вона знижується. Антимікробна активність фенілетилового спирту частково пригнічується такими популярними емульгаторами, що використовуються в косметичній промисловості, як полісорбати (твіни), хоча і не так сильно, як парабени. Ця властивість робить фенілетиловий спирт незамінним консервантом для продуктів, що містять полісорбати. Має хорошу розчинність у воді та жирних оліях і може бути використаний для водних продуктів, а також в емульсіях. Має хороші сольватируючі властивості і сприяє створенню стабільного косметичного препарату. Як і багато інших амфіфільних молекул, може допомогти утримувати вологу в шкірі [12].

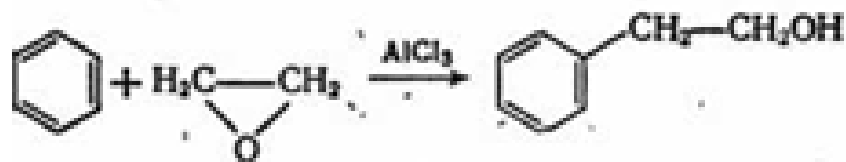
β- Фенілетиловий спирт:



Це рідина з температурою кипіння 220 ° С, із запахом троянд. Це - головна складова частина (до 60%) рожевого масла, ефірної олії, що міститься в пелюстках троянд. Безбарвна рідина з темпом. кіп. 205 °С, погано розчинна у воді, добре розчинна в органічних розчинниках.



β -Фенілетиловий спирт — дуже цінна речовина для парфумерної промисловості, що виготовляється у великих кількостях синтетично. Один із промислових способів одержання β -фенілетилового спирту полягає у взаємодії бензолу з окисом етилену в присутності безводного хлористого алюмінію.



Серед багатьох відомих способів отримання β -фенілетилового спирту найбільш ефективним є рідкофазне гідрування окису стиролу (ОС) на суспендованому каталізаторі гідрування в присутності лужної речовини (такого як гідроксиду натрію, калію, кальцію, барію, карбонати натрію, калію, окису та інших).

Відомий спосіб отримання β -ФЕС гідруванням ОС у спиртовому середовищі в присутності каталізатора паладієвого. Основним недоліком даного способу є утворення значної кількості побічних продуктів, зокрема етилбензолу (>10 мас.), що володіє неприємним запахом і знижує розчинність β -ФЕС у воді настільки, що останній не проходить стандартне випробування на відповідність до "парфумерного" ступеня чистоти.

Відомий також спосіб отримання β -ФЕС гідруванням ОС, в якому, з метою підвищення виходу та поліпшення якості β -ФЕС процес ведуть у воді при високому співвідношенні ОС: вода, що

дорівнює 20-100:100, використовуючи як каталізатор Ni (Co) Ренея[12].

Бензиловий спирт:

Опис: Бензиловий спирт (фенілкарбінол) - органічна сполука, найпростіший ароматичний спирт.

Властивості: Безбарвна рідина із слабким приємним запахом; ткіп 205,8°C; щільність 1045,5кг/м³ (1,0455г/см³) при 20°C. Бензиловий спирт добре розчинний в органічних розчинниках і рідких SO₂ та NH₃.

Хімічні властивості:

Взаємодія з лужними та лужноземельними металами:

$2C_6H_5CH_2OH + 2Na \rightarrow 2C_6H_5CH_2ONa + H_2\uparrow$ утворюється бензалат натрію.

Взаємодія з трихлористим фосфором:

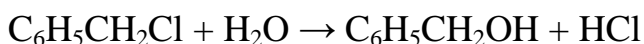
$3C_6H_5CH_2OH + PCl_3 \rightarrow 3C_6H_5CH_2Cl + H_3PO_3$ утворюється бензил хлорид.

Взаємодія з оцтовим ангідридом:

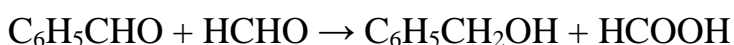
$2C_6H_5CH_2OH + H_3C-C(O)-O-(O)C-CH_3 \rightarrow 2C_6H_5CH_2O-(O)C-CH_3 + H_2O$ утворюється бензиловий ефір оцтової кислоти (бензилацетат)

Перебування в природі: у вільному стані або у вигляді складних ефірів бензойної, саліцилової та оцтової кислот бензиловий спирт міститься в ефірних оліях, наприклад: жасминному, гвоздиковому, перуанському бальзамі та інші.

Отримують бензиловий спирт омиленням бензилхлориду в основному в присутності лугу:



а також дією лугу на суміш бензойного альдегіду та формальдегіду:



Бензиловий спирт застосовують у парфумерії, а також як розчинник лаків. Також застосовується для знезараження масляних розчинів препаратів для внутрішньо м'язового введення у фармакології. Зареєстрований як харчова добавка E1519 [14].

2.4 Фізико-хімічні властивості процесу

Основною операцією у виробництві бензинового спирту є перемішування. Якість вихідного компоненту залежить від багатьох факторів та явищ які виникають під час перемішування (швидкість хімічної реакції, температура під час перемішування та інше).

Для отримання якісного продукту необхідний рівномірний розподіл твердої фази в рідинній. Для отримання суспензії необхідно дотримуватися певну кількість обертів перемішуючого пристрою (мішалки), при якому значення осьової швидкості потоку дорівнює або більше швидкості осідання ω_0 найбільших частинок. Через це отримання більш рівномірного перемішування з підвищеною ефективністю перемішування з дотриманням необхідної кількості обертів n_0 мішалки. Кількість обертів перемішуючого пристрою n_0 в залежності від фізичних властивостей рідинної та твердої фаз можна визначити з рівняння:

$$Re_m = \frac{n_0 d^2 \rho}{\mu} = C \cdot Ga^k \left(\frac{\rho_{тв}}{\rho} \right)^l \left(\frac{d_c}{d} \right)^m \left(\frac{D}{d} \right)^n$$

де $Ga = \frac{d^3 \rho^2 g}{\mu^2}$ - критерій Галілея;

d_c - діаметр твердих частинок;

$\rho_{тв}$ - щільність твердої фази.

Значення коеф. C та показання ступенів в рівнянні вказані нижче:

Мішалки	C	k	ℓ	m	n
Пропелерна	0,105	0,6	0,8	0,4	1,9
Турбінна закрита	0,25	0,57	0,37	0,33	1,15

Дане рівняння застосовують для розрахунків із ваговим співвідношенні твердої з рідкою фазами $T : P \geq 1 : 5$ та висоті суспензійного рівня $H = D$. Вказане співвідношення визначено з результатів дослідним методом, які відповідають наступних умовам:

$$Re_m = 7,3 \cdot 10^2 - 3,8 \cdot 10^5,$$

$$Ga = 3,5 \cdot 10^6 - 7 \cdot 10^{10},$$

$$\frac{d_q}{d} = (0,23 - 8,25) \cdot 10^{-3},$$

$$D/d = 2 - 3.$$

Під час емульгування якість перемішування залежить від рівномірного розподілу, капель дисперсної фази [11]. Задана кількість обертів перемішуючого пристрою мішалки n_0 при отриманні емульсій з нерозчинних компонентів в реакторах перемішування без внутрішніх перегородок можна визначити по рівнянню:

$$Re_m = C \cdot Ga^{0,01} \left(\frac{d\rho\sigma}{\mu^2} \right)^{0,47} \left(\frac{\Delta\rho}{\rho} \right)^{0,13}$$

(2.1)

де μ - в'язкість дисперсійної фази;

ρ - щільність фази;

$\Delta\rho$ - різниця щільностей фаз;

σ - критичний натяг між фазами.

Для пропелерних перемішуючих пристроїв значення буде дорівнювати

$C = 68,9$ для турбінних закритих перемішуючих пристроїв буде $C = 62,9$.

Рівняння застосовується в наступних значеннях величин:

$$Re_m = 3,4 \cdot 10^2 - 2 \cdot 10^5,$$

$$Ga = 1,74 \cdot 10^5 - 1,24 \cdot 10^{11},$$

$$\frac{d\rho\sigma}{\mu^2} = 24,5 - 11,8 \cdot 10^6,$$

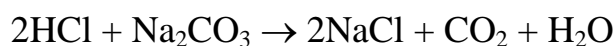
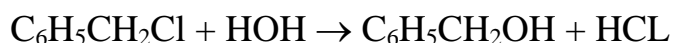
$$\frac{\Delta\rho}{\rho} = 0,02 - 0,6.$$

2.5 Опис технологічної схеми

Технологічний процес для отримання якісного бензилового спирту складається з наступних стадій:

1. Отримання в реакторах бензилового спирту технічного;
2. Ректифікація в насадочних колонах бензилового спирту;
3. Фракціювання готового продукту.

Основи процесу отримання бензилового спирту полягають в омиленні хлористого бензилу розчином кальцинованої соди для нейтралізації виділяється хлористого водню [7].



Содовий розчин готується в реакторі-розчиннику 4, що представляє собою вертикальний циліндричний нержавістальний апарат зі сферичною кришкою і днищем. В апараті змонтовано якорний перемішуючий пристрій та має місткість $V = 3200$ л. В реакторі

розтворюється 390 кг кальцинованої соди в артезіанській воді протягом 1,5-2 годин [11].

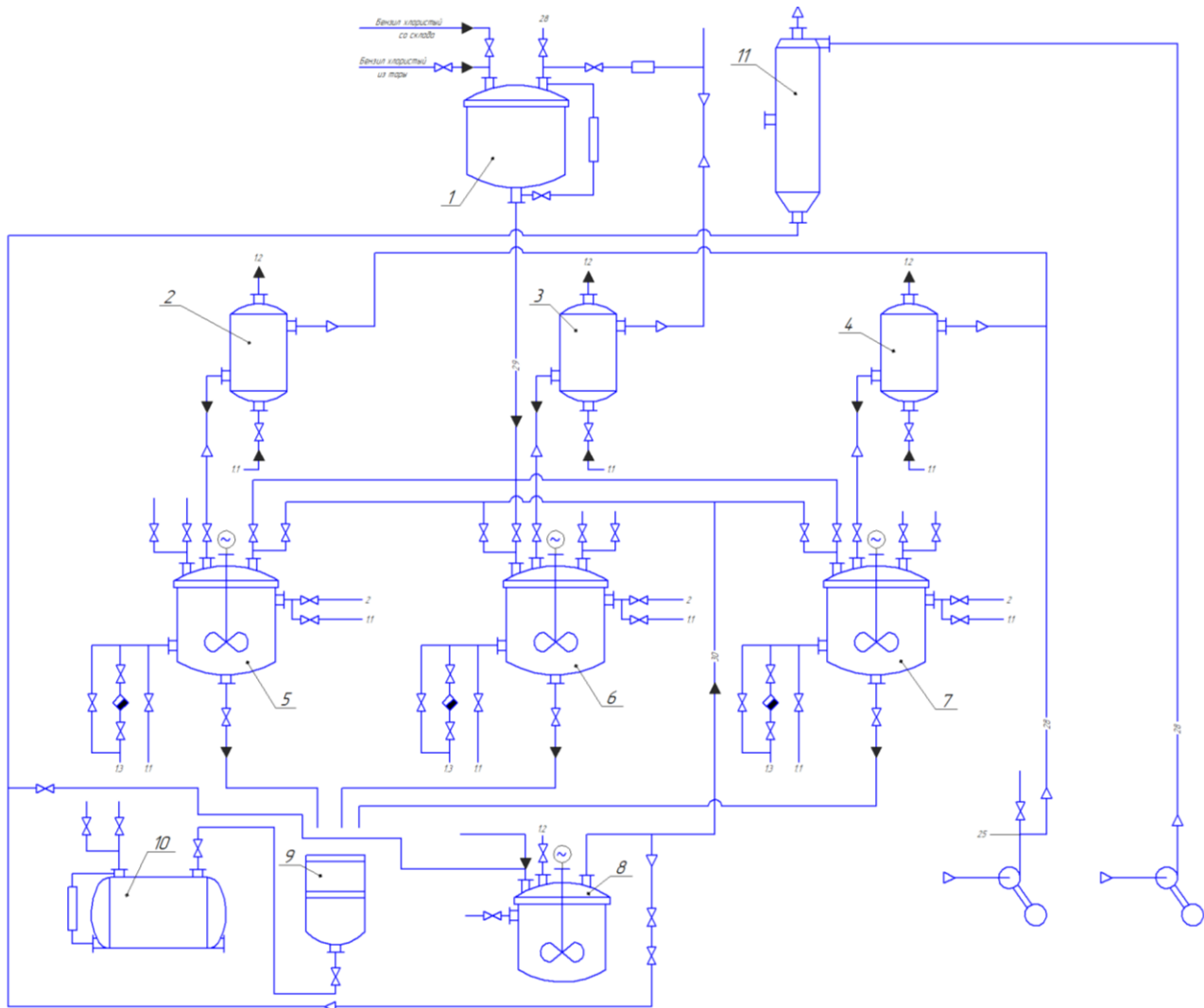


Рис. 1 Технологічна схема виробництва технічного бензилового спирту

- 1 – мірник; 2, 3, 4 – холодильник ; 5,6,7 – реактор синтезу;
8 – реактор содового розчину; 9 – Нутч-фільтр;
10 – збірник спирту; 11 – абсорбер.

Омилення бензилу хлористого відбувається в реакторах синтезу 1, 2, 3. Надходження бензилу хлористого в реактори з перемішувачами здійснюється з мірника 5. Компоненти , які реагують в реакторі підігріваються до середньої температури 98-

104°C та витримується в даних умовах з перемішуванням реакційної маси впродовж 10-15 годин. Для концентрації парів води і бензилу хлористого застосовуються холодильники 6, 7, 8. Роз'єднання реакційної маси після зупинки реактора з мішалкою відбувається впродовж 30 хвилин [12].

З реакторів бензиловий спирт через нутч-фільтр 9 зливається в збірник-накопичувач 10, з якого витрачається в проміжну напірну ємність. З напірної ємності бінарна суміш вода-бензиловий спирт подається в ректифікаційну насадочну колону для отримання бензинового спирту технічного [12].

У верхній частині колони розташований дефлегматор і холодильник дистилляту, а технічний бензиловий спирт концентрований 93% мас збирається в кубі колони. З куба бензиловий спирт направляється в ємності, в залежності від подальшого застосування готового продукту [12].

2.6 Опис конструкції апарату

Головним обладнанням при даному виробництві є вертикальний реактор з перемішуючим пристроєм.

Реактори з перемішуючи пристроєм представляє собою порожнисті ємності, з мішалками та перегородками (за необхідністю) в яких відбувається перемішування всіх компонентів [13].

Вертикальні ємнісні апарати з мішалками набули широкого застосування в багатьох галузях (хімічній, нафтопереробній та інші). В хімічній промисловості використовуються для дотримання процесів в рідкісній фазі як основного обладнання так і допоміжного.

Апарати з перемішуючими пристроями застосовують для проведення періодичних процесів, але й трапляються випадки застосування в безперервних процесах. Всі реактори, зазвичай,

відрізняються конструкцією днища, вибір яких залежить від тиску під яким працює апарат перемішуючого пристрою та конструкцією підігрівуючого обладнання. Але і трапляються апарати з специфічними пристроями.

Апарати з мішалками від 50-60 л до 40-50 м³. Апарати малої ємності застосовують для лабораторних цілей і в малотоннажних виробництвах. Великогабаритні апарати з мішалками ємністю 25-50 м³ знаходять поки обмежене застосування [4].

В ємкісних апаратах, які працюють під підвищеним тиском зазвичай застосовують еліптичні днища, рідше сферичне. Апарати, які працюють без підвищеного тиску оснащені плоским днищем та плоскою кришкою. Плоскі кришки великих діаметрів оснащені ребрами жорсткості.

В апаратах де проходить перемішування в'язких рідин або емульсій використовують еліптичні днища, їх конструкція забезпечує легке розвантаження [4].

Ємнісні апарати виготовляють з різних матеріалів, залежно від середовища в якому вони працюють (вуглецевої і кислотостійкої сталі, кольорових металів, чавуну і пластичних мас). Найбільш поширені сталеві зварні ємнісні апарати.

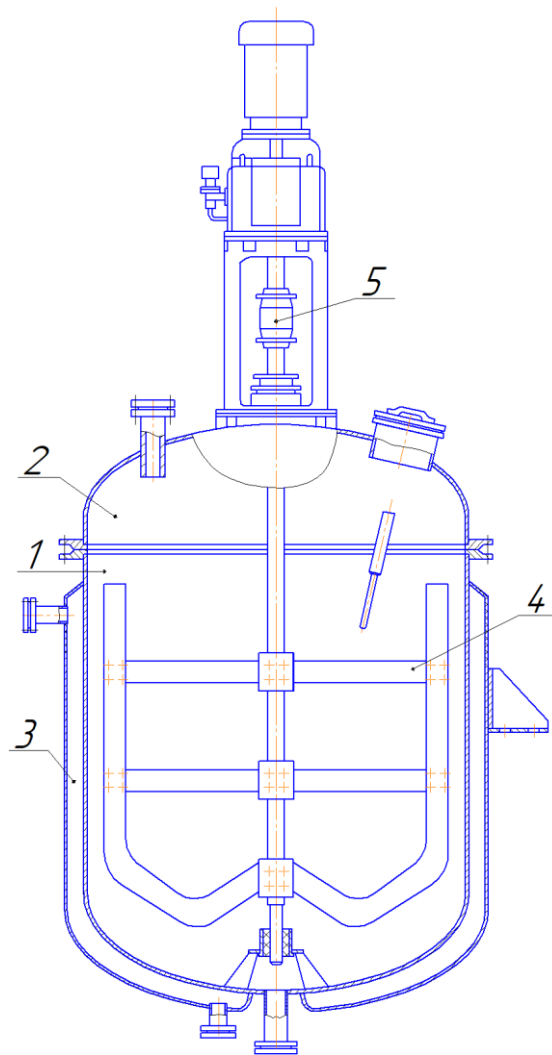


Рис. 2 – Типовий апарат з перемішувачим пристроєм

1 – корпус, 2 - кришка, 3 - рубашка,
4 - мішалка, 5 - привід мішалки

Якщо необхідна велика поверхня теплообміну, в апараті поміщають змійовики. Апарати з кольорових металів (міді та алюмінію) внаслідок невисокої механічної міцності виготовляють для роботи під незначним надлишковим тиском [4].

Емальовані ємнісні апарати, як правило, виготовляють з рубашками і застосовують для процесів, що вимагають високої чистоти продукту, а також коли потрібно теплообмін при обробці особливо корозійних середовищ, в яких нестійкі метали. До таких середовищ відноситься, наприклад, соляна кислота [4].

Мішалки та інші внутрішні пристрої емальованих апаратів захищають емаллю або виготовляють з матеріалів, стійких в даному середовищі [5].

Невеликі ємнісні апарати з неметалевих матеріалів-фаоліту і вініпласту-знаходять обмежене застосування. Внаслідок низької механічної міцності апарати з пластичних мас застосовують при надмірному тиску не більше $0,2 \text{ МН/м}^2$ [5].

Ємнісні апарати можуть мати знімну верхню кришку або бути суцільнозварними. Роз'ємними роблять апарати невеликих розмірів, діаметром до 1400 мм. апарати великої ємності доцільно виготовляти суцільнозварними, так як наявність фланцевого роз'єму ускладнює апарат, ускладнює його конструкцію і погіршує герметичність [6].

Мішалку і інші внутрішні пристрої суцільнозварних апаратів роблять розбірними, що дозволяє монтувати їх через лаз.

Знімну кришку на апаратах великого діаметру необхідно робити при установці нерозбірних внутрішніх пристроїв (змійовиків) і при наявності футеровки в апараті, так як футерувальні роботи, особливо із застосуванням отруйних і горючих розчинників, виробляють при відкритій кришці. На кришці апарату розміщують бобишку для сальника, платики або плиту для стійки приводу, люк і штуцера [6].

Штуцери служать для наповнення апарату, підведення повітря, пари, установки контрольно-вимірювальних приладів та інших технологічних цілей. При подачі хімічно агресивних рідин в штуцера вставляють патрубкі наповнення, щоб уникнути стікання рідини по стінках. Легкозаймісті рідини подають по довгих патрубках, опущеним до дна апарату, щоб уникнути накопичення на струмені рідини статичної електрики [6].

Видаляється рідина з апарату через нижній спуск або по трубі передавлювання. Для передавлювання рідини необхідно тиск 0,3-0,4 МН/м², що забезпечує підйом рідини на висоту 10-25 м (в залежності від щільності рідини). Трубу передавлювання в апаратах з мішалками доводиться робити зігнутою, але вона повинна вільно вийматися через штуцер [4].

Рубашку приварюють до корпусу апарату [6].

Апарати з мішалками, призначені для складних технологічних процесів, доцільно постачати оглядовими вікнами для спостереження за процесом і контролю справності внутрішніх пристроїв і футеровки [4].

На апараті встановлюють два вікна: одне для установки світильника, інше – для спостереження [4].

2.7 Технологічні розрахунки та визначення конструктивних розмірів апарата

Так як реакційна маса є в'язкою речовиною то слід застосовувати лопатеві, рамні або якірні перемішувачі пристрої. Однак лопатеві мішалки не дають значних вертикальних потоків, тому їх не рекомендується застосовувати при роботі з розшаровуються рідинами, рамні ж мішалки зазвичай застосовуються для апаратів великої ємності. В даному випадку у зв'язку з технологічними особливостями перемішуваних речовин (небезпека виробництва, більш якісне змішування обсягів реагентів, необхідність сталості температурного режиму змішування і інш.). А також заданою продуктивністю, ємність апарату має стандартну величину м³. Отже, вибір перемішувачого пристрою залишений за якірною мішалкою, які застосовують для перемішування в'язких, забруднених і застигаючих рідин [1].

Недоліком таких мішалок є їх тихохідність, громіздкість, значні пускові перевантаження.

Далі виконаємо розрахунок мішалки апарату

Вихідні дані для мішалки:

номінальний обсяг апарату $V = 5,0 \text{ м}^3$;

в'язкість суміші $\mu_c = 1,21 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$;

щільність суміші $\rho_c = 1109 \text{ кг/м}^3$;

тиск в апараті атмосферний.

Діаметр реактора з номінальним об'ємом $5,0 \text{ м}^3$ [табл.9.4, 3]

$$D_{\text{ВН}} = 1,8 \text{ м}$$

Діаметр мішалки

$$d_{\text{М}} = \frac{D_{\text{ВН}}}{1,1} \quad (2.2)$$

$$d_{\text{М}} = \frac{1,8}{1,1} = 1,636 \text{ м.}$$

Приймаємо $d_{\text{М}} = 1,6 \text{ м}$.

Відповідно до таблиці 9.1[3] рекомендоване значення окружної швидкості

$$v = 0,5 \dots 4 \text{ м/с.}$$

У цьому випадку діапазон частот обертання мішалки

$$n_{\text{min}} = \frac{v_{\text{min}}}{\pi \cdot d_{\text{М}}} \quad (2.3)$$

$$n_{\text{min}} = \frac{0,5}{3,14 \cdot 0,65} = 0,24 \text{ с}^{-1} = 14,7 \text{ об/хв};$$

$$n_{\text{max}} = \frac{v_{\text{max}}}{\pi \cdot d_{\text{М}}} \quad (2.4)$$

$$n_{\text{max}} = \frac{4}{3,14 \cdot 0,65} = 1,96 \text{ с}^{-1} = 117,6 \text{ об/хв};$$

Попередньо приймаємо:

$$n = 63 \text{ об/хв} \text{ чи } n = 1,05 \text{ с}^{-1}$$

Для визначення глибини воронки в апараті знайдемо значення параметрів Γ і $Re_{цб}$.

При коефіцієнті заповнення судини $\varphi = 0,75$ висота рівня рідини по таблиці 9.4[3]

$$H_{ж} = 1,63 \text{ м.}$$

В цьому випадку

$$\Gamma = \frac{8H_{ж}}{D} + 1 \quad (2.5)$$

$$\Gamma = \frac{8 \cdot 1,63}{1,8} + 1 = 8,2.$$

Критерій Рейнольдса при перемішуванні

$$Re_{цб} = \frac{nd_m^2 \cdot \rho_c}{\mu_c} \quad (2.6)$$

$$Re_{цб} = \frac{1,05 \cdot 1,6^2 \cdot 1109}{1,21 \cdot 10^{-3}} = 2463630$$

Значення параметрів E знайдемо за формулою 9.13[3] для якірної мішалки $\xi = 1,2$

$$E = \frac{\Gamma}{\xi \cdot z \cdot Re_{цб}^{0,25}} \quad (2.7)$$

де z – кількість мішалок на одному валу. При цьому значення E по рисунку 9.2[3] знаходимо значення коефіцієнта пропорційності $B = 0,8$

$$E = \frac{8,2}{1,2 \cdot 1 \cdot 2463630^{0,25}} = 0,17.$$

Глибина воронки в посудині без перегородок за формулою 9.12[3]

$$h_B = \frac{Bn^2 d_m^2}{2} \quad (2.8)$$

$$h_b = \frac{0,8 \cdot 1,05^2 \cdot 1,6^2}{2} = 1,13 \text{ м}$$

При установці мішалки на висоту $h = 180$ мм гранично допустима глибина воронки за формулою 9.11[3]

$$h_{пр} = H_{ж} - h = 1,63 - 1,13 = 0,5 \text{ м}$$

т. к. $h_b < h_{пр}$, то відбивні перегородки в апараті встановлювати не слід.

Для вибору торцевого ущільнення розрахуємо попередньо Діаметр валу мішалки [3] за формулою

$$d_b = c \cdot d_m. \quad (2.9)$$

Для якірних мішалок (див. с. 245) [3]

$$c = 0,04$$

тоді орієнтовне значення діаметра валу мішалки

$$d_b = 0,04 \cdot 1600 = 64 \text{ мм.}$$

Однак, враховуючи велику в'язкість середовища і як наслідок великі крутні моменти при пуску, ґрунтуючись за даними таблиці 31.10.[11], приймаємо діаметр валу під ущільненням мм, діаметр валу мішалки

$$d_b = 70 \text{ мм.}$$

За даними таблиці 9.3[3] і умовами експлуатації апарату вибираємо торцеве ущільнення ТД – 25.

Потужність, що втрачається в торцевому ущільненні, згідно з формулою 9.20 [3]

$$N_{уп} = 6020 d_b^{1,3} \quad (2.10)$$

$$N_{уп} = 6020 \cdot 0,06^{1,3} = 155 \text{ Вт.}$$

Для розрахунку потужності електродвигуна приймемо додаткові умови, тобто встановлена гільза термопари. Тоді величина коефіцієнта, що враховує наявність в посудині внутрішніх пристроїв

$$k_i = 1,2.$$

По рисунку 9.3 [3] для якірної мішалки в апараті без перегородок при $Re_{цб} = 2453630$ знаходимо значення критерію $K_N = 0,3$. В цьому випадку потужність, що витрачається на перемішування, за формулою 9.15[3]

$$N = K_N \cdot \rho \cdot n^3 d_M^5 \quad (2.11)$$

$$N = 0,3 \cdot 1109 \cdot 1,05^3 \cdot 1,6^5 = 2039 \text{ Вт.}$$

Коефіцієнт рівня рідини в апараті

$$\kappa_H = \left(\frac{H_{ж}}{D} \right)^{0,5} \quad (2.12)$$

$$\kappa_H = \left(\frac{1,63}{1,8} \right)^{0,5} = 0,95$$

При цих даних для апарату без перегородок згідно формули 9.14[2] отримаємо

$$N_э = \frac{\kappa_n \cdot \kappa_H \cdot \kappa_i \cdot N + N_{уп}}{\eta} \quad (2.13)$$

де $\kappa_n = 1,25$ - для апаратів без перегородок, $\eta = 0,85 \dots 0,9$ к. к. д. приводу.

Тоді

$$N_э = \frac{1,25 \cdot 0,95 \cdot 1,2 \cdot 2039 + 155}{0,87} = 3518 \text{ Вт.}$$

По таблиці II додатка[2] вибираємо в якості приводу мішалки мотор – редуктор типу МПО – 2 з потужністю електродвигуна $N = 4$ кВт (запас потужності вибираємо з урахуванням можливих великих пускових моментів).

Тепловий розрахунок апарата

Метою розрахунку є визначення часу нагріву реакційної маси

$$\tau = \frac{Q}{K \cdot \Delta t_{cp} \cdot F} \quad (2.14)$$

де Q – теплове навантаження, Вт;

K – коефіцієнт теплопередачі, Вт/м²·К;

Δt_{cp} – середній температурний напір, К;

F – дійсна поверхня теплообміну, м².

Фізичні параметри реакційної маси: суміш содового розчину і бензилу хлористого (2760 і 570 літрів відповідно):

щільність $\rho = 1109$ кг/м³;

в'язкість $\mu = 1,21 \cdot 10^{-3}$ Па·с;

теплоємність $c = 3,922$ кДж/(кг·К);

теплопровідність $\lambda = 0,649$ Вт/(м·К).

Параметри, що гріє пара:

Тиск $p_1 = 2,37$ ата;

температура $t = 125$ °С ;

щільність $\rho = 1,3$ кг/м³;

теплота конденсації $r = 2191$ кДж/кг.

Обсяг реакційної маси

$$V = 2,76 + 0,57 = 3,33 \text{ м}^3$$

Кількість реакційної маси

$$G = V \cdot \rho$$

$$G = 3,33 \cdot 1109 = 3692 \text{ кг}$$

Теплота, витрачена на нагрівання реакційної маси

$$Q = G \cdot c \cdot (t_k - t_n)$$

$$(2.15)$$

$$G_1 = \frac{3692}{3600} \cdot 3,922 \cdot (104 - 20) = 338 \text{ кВт.}$$

Зобразимо температурну схему процесу взаємодій теплоносіїв

$$\begin{array}{ccc} 125 & \rightarrow & 125 \\ 104 & \leftarrow & 20 \end{array}$$

$$\Delta t_M = 21 \text{ K}$$

$$\Delta t_6 = 105 \text{ K}$$

Середня різниця температур:

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_M}{\ln \frac{\Delta t_6}{\Delta t_M}}$$

(2.16)

$$\Delta t_{cp} = \frac{105 - 21}{\ln \frac{105}{21}} = 52,2 \text{ K};$$

Значення критерію Pr для реакційної маси

$$Pr = \frac{c \cdot \mu}{\lambda}$$

(2.17)

$$Pr = \frac{3,922 \cdot 10^3 \cdot 1,21 \cdot 10^{-3}}{0,649} = 7,3$$

При теплообміні зі стінками судини значення критерію Nu можна визначити за формулою

$$Nu = 0,36 \cdot Re^{0,67} \cdot Pr^{0,33}. \quad (2.18)$$

$$Nu = 0,36 \cdot 2463630^{0,67} \cdot 7,3^{0,33} = 22639.$$

$$\alpha = \frac{Nu \cdot \lambda}{D_{BH}} \quad (2.19)$$

$$\alpha_1 = \frac{22639 \cdot 0,649}{1,8} = 8163 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

Коефіцієнт тепловіддачі пару

$$\alpha_2 = 2,04 \cdot \frac{At}{\sqrt[4]{H \cdot \Delta t}}$$

(2.20)

де At – значення функції;

H – висота вертикальної спинки, м;

Δt – різниця температури конденсації і температури стінки, °C.

В цій формулі $\Delta t = t_{\text{конд}} - t_{\text{ст}}$, приймаємо $\Delta t = 3,5^\circ\text{C}$, що не призведе до значної помилки.

$$\alpha_2 = 2,04 \cdot \frac{7240}{\sqrt[4]{1,19 \cdot 3,5}} = 10445 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град.}$$

Тоді коефіцієнт теплопередачі

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + \frac{\delta_{\text{ст}}}{\lambda_{\text{ст}}} + \tau}$$

(2.21)

$$K = \frac{1}{\frac{1}{8162,5} + \frac{0,014}{16,6} + \frac{1}{10445} + 0,00018 \cdot 2} = 704,5 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{град.}$$

Час нагріву складе

$$\tau = \frac{337938,8}{704,5 \cdot 52,17 \cdot 10,1} = 0,91 \text{ години,}$$

що задовольняє технологічні вимоги.

Визначаємо кількість пари для нагріву реакційної маси з запасом 5%

$$G_{\text{пара}} = \frac{Q \cdot 1,05}{r}, \quad (2.22)$$

де Q – теплове навантаження, кВт;

r – теплота пароутворення, кДж/кг.

$$G_{\text{пара}} = \frac{338 \cdot 1,05}{2191} = 0,16 \text{ кг/с} = 576 \text{ кг/ч.}$$

Відповідно до даних таблиці 9.1[3] маємо співвідношення параметрів:

$$\frac{D_M}{d} = 1,05 \dots 1,50;$$

$$\frac{h_M}{d_M} = 0,6 \dots 1,0;$$

$$\frac{h}{d_M} = 0,01 \dots 0,06.$$

Стандартне значення діаметра апарату з ємністю m^3 становить величину [3]

$$D = 1800 \text{ мм.}$$

Отже, рекомендований діаметр мішалки

$$d_M = \frac{D}{1,05 \dots 1,30} \quad (2.23)$$

$$d_M = \frac{1800}{1,05 \dots 1,50} = 1200 \dots 1714 \text{ мм}$$

З метою зменшення величини пускових моментів і ґрунтуючись на досвіді експлуатації подібних апаратів, приймаємо

$$d_M = 1600 \text{ мм.}$$

Висота мішалки

$$h_M = (0,6 \dots 1,0) \cdot d_M \quad (2.24)$$

$$h_M = 960 \dots 1600 \text{ мм,}$$

приймаємо

$$h_M = 1200 \text{ мм.}$$

Величина зазору між стінкою апарату і мішалкою

$$S = \frac{D - d_M}{2} \quad (2.25)$$

$$S = \frac{1800 - 1600}{2} = 100 \text{ мм.}$$

Ширина лопаті мішалки [3]

$$b \approx 0,09 \cdot d_M = 0,09 \cdot 1600 = 144 \text{ мм,}$$

приймаємо

$$b = 150 \text{ мм.}$$

Відстань від основи апарату до низу мішалки

$$h = (0,01 \dots 0,06) \cdot d_M \quad (2.26)$$

$$h = (0,01 \dots 0,06) \cdot 1600 = 160 \dots 260 \text{ мм},$$

приймаємо

$$h = 180 \text{ мм}.$$

Вибрані розміри перемішуючого пристрою є попередніми, їх необхідно уточнити при проведенні розрахунків міцності елементів конструкції мішалки.

Гідравлічні розрахунки

З теплового балансу витрата теплоносія в рубашці

$$G_B = 0,16 \text{ кг/с}.$$

Площа поперечного перерізу рубашки

$$f = 0,785 \cdot [D_1^2 - (D + 2 \cdot s)^2] \quad (2.27)$$

$$f = 0,785 \cdot [1,9^2 - (1,8 + 2 \cdot 0,014)^2] = 0,21 \text{ м}^2.$$

Таким чином швидкість течії теплоносія

$$\omega_0 = \frac{G_B}{\rho_B \cdot f} \quad (2.28)$$

$$\omega_0 = \frac{0,16}{1,3 \cdot 0,21} = 0,99 \text{ м/с}.$$

Еквівалентний діаметр каналу рубашки

$$d_3 = D_1 - (D + 2 \cdot s) \quad (2.29)$$

$$d_3 = 1,9 - (1,8 + 2 \cdot 0,014) = 0,072 \text{ м}.$$

Значення критерію Re для теплоносія

$$Re = \frac{\omega_0 \cdot d_3 \cdot \rho}{\mu} \quad (2.30)$$

$$Re = \frac{0,99 \cdot 0,072 \cdot 1,3}{0,0123 \cdot 10^{-3}} = 7534$$

отже, режим руху відноситься до перехідної області.

Коефіцієнт тертя для гідравлічно гладких циліндричних поверхонь

$$\lambda = \frac{0,316}{\text{Re}^{0,25}} \quad (2.31)$$

$$\lambda = \frac{0,316}{7534^{0,25}} = 0,034$$

Втрата тиску на тертя по довжині сорочки

$$\Delta p_1 = \lambda \cdot \frac{H}{d_s} \cdot \frac{\omega^2 \cdot \rho}{2} \quad (2.32)$$

$$\Delta p_1 = 0,034 \cdot \frac{1,9}{0,072} \cdot \frac{0,99^2 \cdot 1,3}{2} = 6 \text{ Па.}$$

Втрата напору на подолання гідростатичного тиску конденсату в рубашці

$$\Delta p_2 = \rho \cdot g \cdot H \quad (2.33)$$

$$\Delta p_2 = 1000 \cdot 9,81 \cdot 1,9 = 18639 \text{ Па.}$$

Втрата тиску на місцеві опори (вхід в рубашку $\xi = 1,5$ і вихід з рубашки $\xi = 1,5$), т.б.

$$\Delta p_3 = (1,5 + 1,5) \cdot \frac{0,99^2 \cdot 1000}{2} = 1470 \text{ Па.}$$

Загальна втрата тиску

$$\Delta p = \Delta p_1 + \Delta p_2 + \Delta p_3 = 6 + 18639 + 1470 = 20115 \text{ Па.}$$

2.8 Розрахунок та вибір допоміжного обладнання

Для подачі компонентів реакційної суміші в реактор і витратні ємності розрахуємо відцентрові насоси. Вихідні дані:

- щільність суміші, $\rho = 1109 \text{ кг/м}^3$;
- в'язкість, $\mu = 1,21 \cdot 10^{-3} \text{ Па} \cdot \text{с}$;
- продуктивність насоса при закачуванні з цистерни, $V = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$;
- геометричний напір, $H_r = 6 \text{ м}$;
- тиск в ємкостях-атмосферний;

- діаметр трубопроводу, $d = 25$ мм;

- довжина трубопроводу, $L = 10$ м.

Швидкість рідини

$$\omega = \frac{V}{0,785 \cdot d^2} \quad (2.34)$$

$$\omega = \frac{3,2 \cdot 10^{-2}}{0,785 \cdot 0,025^2} = 6,5 \text{ м/с.}$$

Швидкісний напір

$$h_{\text{ск}} = \frac{\omega^2}{2 \cdot g} \quad (2.35)$$

$$h_{\text{ск}} = \frac{6,5^2}{2 \cdot 9,81} = 0,33 \text{ м.}$$

Критерій Re

$$\text{Re} = \frac{\omega \cdot d \cdot \rho}{\mu} \quad \text{Re} = 10000 \quad (2.36)$$

$$\text{Re} = \frac{6,5 \cdot 0,025 \cdot 1109}{1,21 \cdot 10^{-3}} = 145974 > \text{Re} = 10000.$$

Коефіцієнт опору

$$\lambda = \frac{0,316}{\text{Re}^{0,15}} \quad (2.37)$$

$$\lambda = \frac{0,316}{145974^{0,15}} = 0,016.$$

Прийmemo коефіцієнт втрат на місцеві опору

$$\xi = 5,0.$$

Втрата напору на тертя і місцеві опору

$$h = \lambda \cdot \frac{L}{d} \cdot h_{\text{ск}} + \xi \cdot h_{\text{ск}} \quad (2.38)$$

$$h = 0,016 \cdot \frac{10}{0,025} \cdot 0,33 + 5,0 \cdot 0,33 = 3,8 \text{ м.}$$

Необхідний напір насоса

$$H = \frac{p_2 - p_1}{\rho \cdot g} + H_r + h \quad (2.39)$$

$$H = 0 + 6 + 3,8 = 9,8 \text{ м.}$$

Необхідна потужність електродвигуна

$$N = \frac{V \cdot \rho \cdot g \cdot H}{1000 \cdot \eta} \quad (2.40)$$

$$N = \frac{3,2 \cdot 10^{-3} \cdot 1109 \cdot 9,81 \cdot 9,8}{1000 \cdot 0,6} = 0,54 \text{ кВт.}$$

Приймаємо насос ЦНС 60 198 з електродвигуном потужністю $N = 0,8$ кВт.

Для подачі содового розчину в реактор встановлюємо насос-дозатор типу НД. Визначимо параметри, необхідні для вибору типорозміру насоса-дозатора.

Вихідні дані:

- продуктивність, $G = 108$ кг/год;
- щільність розчину, $\rho = 1400$ кг/м³;
- тиск в реакторі-атмосферний.

Прийmemo стандартне значення діаметра поршня

$$D = 50 \text{ мм,}$$

тоді при відношенні $D/s = 0,8$, хід поршня

$$s = \frac{50}{0,8} = 62,5 \text{ мм.}$$

Площа поперечного перерізу поршня

$$F = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \quad (2.41)$$

$$F = \frac{3,14 \cdot 0,05^2}{4} = 1,96 \cdot 10^{-3} \text{ м}^2.$$

З інтервалу значень $\eta_v = 0,8 \dots 0,9$ прийmemo коефіцієнт подачі

$$\eta_v = 0,85.$$

Тоді з формули для насоса прямої дії

$$Q = \eta_v \cdot \frac{F \cdot s \cdot n}{60} \quad (2.42)$$

знаходимо число оборотів при

$$Q = \frac{G}{\rho} = \frac{108}{1400} = 77,3 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с};$$

$$n = \frac{60 \cdot Q}{\eta_v \cdot F \cdot s} \quad (2.43)$$

$$n = \frac{60 \cdot 21,4 \cdot 10^{-6}}{0,85 \cdot 1,96 \cdot 10^{-3} \cdot 0,0625} = 12,4 \text{ об/хв.}$$

Напір розвивається насосом з урахуванням геометричного напору

$$H_r = 4,0 \text{ м}$$

$$H = \frac{0,1 \cdot 10^4}{930} + 4,0 = 5,1 \text{ м.}$$

Потужність, споживана насосом

$$N = \frac{Q \cdot \rho \cdot g \cdot H}{1000 \cdot \eta} \quad (2.44)$$

$$N = \frac{21,5 \cdot 10^{-6} \cdot 1400 \cdot 9,81 \cdot 5,1}{1000 \cdot 0,8} = 0,158 \text{ кВт.}$$

Необхідно встановити (з запасом на перевантаження) електродвигун потужністю

$$N_{\text{дв}} = \beta \cdot N \quad (2.45)$$

$$N_{\text{дв}} = 1,6 \cdot 0,158 = 0,25 \text{ кВт.}$$

За отриманими даними приймаємо насос-дозатор типу НД-4400-1 з електродвигуном потужністю $N_{\text{дв}} = 0,25 \text{ кВт.}$

3 Автоматика та автоматизація технологічного процесу

3.1 Аналіз стану автоматизації процесу виробництва бензилового спирту

Схема автоматизації процесу одержання бензилового спирту передбачає контроль наступних технологічних параметрів:

- температура середовища у холодильниках 2, 3, 4;
- тиск у реакторах синтезу 5, 6, 7;
- рівень у мірнику хлористого бензилу 1;
- рівень у збірнику технічного спирту 10;
- рівень середовища у нутч-фільтрі 9.

Автоматично регулюється температура середовища в реакторах синтезу 5, 6, 7. Вище перераховані параметри суттєво впливають на якість та кількість кінцевого продукту.

Контури контролю температури середовища в холодильниках 2, 3, 4 містить термоперетворювач опору мідний типу ТСМ та вторинний електронний прилад типу КСМЗ.

Контури регулювання температури середовища в реакторах синтезу 5, 6, 7 складаються з датчика температури типу ТСМ, вторинного приладу з регулятором типу КСМЗ, панелі дистанційного керування пневматичного та регулюючого клапана типу 25ч30НЖ.

Контури контролю та сигналізації min і max тиску в реакторах синтезу 5, 6, 7 містять електроконтактний манометр типу ВЕ-16, встановлений за місцем та дві сигнальні лампочки на щиті в операторній.

Контури контролю рівня в мірнику 1, збірнику 10 і фільтр-нутч 9 складаються з сигналізатора типу ЕСУ встановленого за місцем і сигнальної лампочки max рівня на щиті в операторній.

Провівши аналіз існуючої схеми автоматизації, пропоную для підвищення якості кінцевого продукту, покращення умов праці обслуговуючого персоналу, підвищення техніки безпеки, покращення екології підприємства замінити застарілі, частково зняті з виробництва прилади на більш точні, надійні, швидкодіючі та додати відсутні:

- контур автоматичного контролю та реєстрації вакууму в лініях глибокого вакууму;

- контур контролю та регулювання температури в реакторі приготування розчину кальцинованої соди;

- контур контролю основного параметра, що визначає якість бензилового спирту – це вміст хлору у ньому;

- контури дозування витрати бензилу хлористої та кальцинованої соди, що подається в реактор синтезу.

3.2. Вибір та обґрунтування параметрів контролю та регулювання

На основі аналізу технологічних та фізико-хімічних основ процесу виробництва бензилового спирту та можливості проходження в об'єкт управління збурювальних впливів необхідно особливу увагу приділити контролю та регулюванню вхідних та режимних параметрів. До них відносяться:

Температура середовища в холодильниках 1, 2, 3. Контроль та автоматичне регулювання даного параметра дозволяють уникнути викиду парів води та бензилового спирту в атмосферу та сприяє екологічній безпеці виробництва.

Температура середовища у реакторах синтезу. Автоматичний контроль та регулювання цього параметра безпосередньо пов'язані з часом омилення в апаратах синтезу, тобто з продуктивністю установки, а також з якістю технічного спирту, що отримується.

Тиск у реакторах синтезу. Автоматичний контроль даного параметра дозволяє вести процес у встановленому технологічному регламенті, а також уникати виникнення аварійних ситуацій.

Рівень у мірнику хлористого бензилу. Автоматичний контроль цього параметра сприяє точному дозуванню вихідних компонентів і цим забезпечує вихід бензилового спирту з встановленим регламентом якістю.

Рівень у збірнику технічного спирту. Автоматичний контроль даного параметра інформує оператора про ступінь заповнення ємності та запобігає виникненню аварійних ситуацій.

Рівень середовища у нутч-фільтрі. Автоматичний контроль цього параметра інформує оператора про ступінь заповнення робочого

об'єму фільтра, що сприяє якіснішій фільтрації кінцевого продукту – бензилового спирту.

Число оборотів мішалок у реакторах синтезу та реакторі приготування розчину кальцинованої соди. Автоматичний контроль та регулювання зазначених параметрів істотно впливає на якість вихідного продукту та на продуктивність установки.

Вакуум у транспортній магістралі установки. Контроль та регулювання даного параметра істотно впливає на продуктивність установки, що зумовлено швидкістю переміщення компонентів та вихідного продукту.

Температура у реакторі приготування розчину кальцинованої соди. Даний параметр є визначальним у процесі виробництва та безумовно підлягає автоматичному контролю та стабілізації, оскільки впливає на продуктивність установки в цілому та на концентрацію спирту.

Концентрація хлору у реакційній масі апаратів синтезу. Контроль даного параметра необхідний, оскільки його відхилення від норми ведуть до того, що спирт, що виробляється за одну операцію, спрямовується на додаткову переробку, що значно знижує продуктивність установки і якості спирту, що отримується.

Дозування витрати хлористого бензилу на операцію синтезу. Автоматичний контроль та регулювання даного параметра забезпечує рівномірний розподіл реагентних обсягів компонентів та задану якість одержуваного спирту.

Вибрані параметри контролю та регулювання вносимо до таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – Параметри контролю та регулювання

Апарати	Вимірюваний параметр	Вимога регламенту		Необхідно забезпечити								Основні параметри апарату	Примітка
		Номінальне значення параметра	Допустимий діапазон в %	Клас точності виміру	Періодичність вимірів	Місцевий контроль	Централізований контроль	Сигналізація світлова	Сигналізація звукова	Запис	Інтегрування		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Холодильник 2, 3, 4	T	45°C	±5%	1,0	H	-	+	-	-	+	-	-	-
Реактори синтезу 5, 6, 7	T	100°C	±5%	1,0	H	-	+	-	-	+	-	-	-
Реактори синтезу 5, 6, 7	P	0,1МПа	±4%	1,0	H	+	-	-	-	-	-	-	-
Мірник хлористого бензилу 1	L	2м	±1%	0,5	H	-	+	-	-	+	-	-	-
Збірник спирту 10	L	2м	±5%	1,0	H	-	+	-	-	+	-	-	-
Нітч-фільтр 9	L	2м	±2%	1,0	H	-	+	-	-	+	-	-	-
Реактори синтезу 5, 6, 7	S	60об/хв	±2%	1,0	H	-	+	-	-	+	-	-	-
Реактор соли 8	S	50об/хв	±2%	1,0	H	-	+	-	-	+	-	-	-
Магістраль вакууму	P	-1кгс/см ²	±1%	0,5	H	-	+	-	-	+	-	-	-
Реактор соли 8	T	40°C	±2%	1,0	H	-	+	-	-	+	-	-	-
Апарати синтезу 5, 6, 7	C, концентрація залишкового хлору	0,3%	±0,5%	0,25	H	-	+	-	-	+	-	-	-
Трубопровід хлористого бензилу	F	300л/год	±0,5%	0,25	H	-	+	-	-	+	-	-	-

3.3 Вибір та обґрунтування технічних засобів автоматизації

Виробництво бензилового спирту за протипожежними нормами відноситься до категорії «Б», за шкідливістю прирівнюється до виробництва ароматичних галогенових.

Відповідно до ПУЕ приміщення належить до класу В-1а. У процесі виробництва бензилового спирту застосовуються токсичні, шкідливі та вогненебезпечні речовини.

Виходячи з характеристик технологічних параметрів (табл.3.1), характеристики та властивостей застосовуваних речовин вибираємо прилади переважно пневматичної гілки ДСП (державна система приладів).

Контури контролю та автоматичного регулювання температури в холодильниках, реакторах синтезу та реакторі соди використовуються наступні прилади:

- манометричний вимірник температури з пневматичним вихідним сигналом типу 13ТД73;
- вторинний пневматичний реєструючий прилад зі станцією керування типу ПВ10.1Е;
- пневматичний ПІ-регулятор типу ПР3.22;
- регулюючий клапан з мембранним пневмоприводом типу 25ч30нж.

Для контролю надлишкового тиску реакторах синтезу використовуємо манометр типу МПЧ-V [5]. Прилад забезпечує показ тиску в апаратах на місцевому щиті. На центральному щиті контролюється поточний тиск в апаратах, оскільки пристрій має дистанційну передачу показань на відстань. Вторинний прилад – пневматичний, реєструючий прилад типу ПВ4.2Е.

Контури контролю рівня в мірнику хлористого бензилу, у збірнику спирту та нутч-фільтрі містять:

- резонансний рівнемір модульно-блоковий типу РУМБ-2, виконання вибухозахищене.

Рівномір призначений для автоматичного безперервного дистанційного виміру рівня рідких агресивних середовищ. В основі роботи рівнеміра РУМБ-2 лежить принцип перетворення підвищення рівня частоти. Рівномір складається з первинного перетворювача, призначеного для перетворення значень рівня контрольованого середовища в електричний сигнал, вторинного перетворювача, призначеного для перетворення сигналу первинного перетворювача на уніфікований вихідний сигнал постійного струму 0-5мА, вторинний прилад КСУ-2.

Для контролю та регулювання кількості обертів мішалок у реакторах синтезу та в реакторі приготування содового розчину застосовується частотний перетворювач японської фірми «Mitsubishi electric» типу FR-A540. Діапазон зміни частоти 3-хфазної мережі, що живить електродвигун приводу мішалки 0-400Гц. Зі зміною частоти пропорційно змінюється і кількість обертів двигуна та мішалки. Для реєстрації показань служить 4-розрядний цифровий індикатор.

Для вимірювання вакууму в магістралі глибокого вакууму використовуємо рівнемір з автоматичним вихідним сигналом дистанційної передачі типу ВПЛ-V. Вторинний прилад ПВ4.2Е.

Для автоматичного дистанційного вимірювання концентрації хлору у розчинах реакторів синтезу використовується концентратомер [5] залишкового хлору КОХ-1. Датчик приладу складається з вимірювального осередку з трьома електродами (ртутним, хлорсрібним та допоміжним), який занурюється в контрольований розчин. Як вторинний прилад використовується електронний автоматичний потенціометр КСП-2 з межами вимірювання 0-10мВ.

Контур автоматичного дистанційного контролю та витрати хлористого бензилу містить такі прилади:

- датчик витрати – ротаметр із пневматичною дистанційною передачею та місцевою шкалою показань типу РПФ-0,4 ЖУЗ;

- вторинний прилад – пневматичний реєструючий прилад
ПВ4.2Е.

Специфікація обладнання. Прилади та засоби автоматизації.

Таблиця 2

Позиція	Найменування та технічні характеристики обладнання та матеріалів	Тип, марка обладнання. Позначення документа.	Одиниця вимірювання		Код заводу-виробника	Код обладнання, матеріалу.	Ціна одиниці, грн	Кількість	Маса	Примітка
			Назва	Код						
1	2 Автоматичний контроль та регулювання температури в холодильнику 2 (45°С)	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1-1	Вимірювальний перетворювач температури пневматичний. Межі виміру 0 – 100 °С. Довжина сполучного капіляра 10м. Живлення 0,14 МПа. Вихідний сигнал 0,02 ... 0,1 МПа. Клас точності 1,0.	13ТД73	шт.	796			догов.	1		
1-2	Вторинний пневматичний реєструючий прилад зі станцією управління. Шкала 0...100°С. Вхідний сигнал 0,02-0,1 МПа. Клас точності 1,0. Запис та показ одного параметра	ПВ10.1Э	шт.	796			догов	1		
1-3	Пневматичний ПІ-регулятор. Вхідний сигнал 0,02 ... 0,1 МПа. Вихідний сигнал 0,02 ... 0,1 МПа. Коефіцієнт посилення 2...300% Час інтегрування 3...100 хв	ПР3.22	шт.	796			догов	1		
1-4	Регулюючий клапан з мембранним пневмоприводом. P _y =1,6МПа, T _{max} =300°С, D _y =50мм	25ч30нж	шт.	796			догов	1		
2-1	Автоматичний контроль та регулювання температури в холодильнику 3 (45°С) Вимірювальний перетворювач температури пневматичний. Межі виміру 0 – 100 °С. Довжина сполучного капіляра 10м. Живлення 0,14 МПа. Вихідний сигнал 0,02 ... 0,1 МПа. Клас точності 1,0.	13ТД73	шт.	796			догов.	1		

4-1	Вимірювальний перетворювач температури пневматичний. Межі виміру 50 - 150 °С. Довжина сполучного капіляра 10м. Живлення 0,14 МПа. Вихідний сигнал 0,02 ... 0,1 МПа. Клас точності 1,0.	13ТД73	шт.	796				1	догов.	
4-2	Вторинний пневматичний ресструючий прилад зі станцією управління. Шкала 0...150°С. Вхідний сигнал 0,02 ... 0,1 МПа. Клас точності 1,0. Запис та показ одного параметра	ПВ10.1Э	шт.	796				1	догов	
4-3	Пневматичний ПІ-регулятор. Вхідний сигнал 0,02 ... 0,1 МПа. Вихідний сигнал 0,02 ... 0,1 МПа. Коефіцієнт посилення 2...3000% Час інтегрування 3...100 хв	ПР3.22	шт.	796				3	догов	
4-4	Регулюючий клапан з мембранним пневмоприводом. $P_y=1,6$ МПа, $T_{max}=300^{\circ}C$, $D_y=50$ мм	25ч30нж	шт.	796				3	догов	
	Автоматичний контроль та регулювання температури у реакторі синтезу 6 (100°С)									
5-1	Вимірювальний перетворювач температури пневматичний. Межі виміру 50 - 150 °С. Довжина сполучного капіляра 10м. Живлення 0,14 МПа. Вихідний сигнал 0,02 ... 0,1 МПа. Клас точності 1,0.	13ТД73	шт.	796				1	догов.	
5-2	Вторинний пневматичний ресструючий прилад зі станцією управління. Шкала 0...150°С. Вхідний сигнал 0,02 ... 0,1 МПа. Клас точності 1,0. Запис та показ одного параметра	ПВ10.1Э	шт.	796				1	догов	
5-3	Пневматичний ПІ-регулятор. Вхідний сигнал 0,02 ... 0,1 МПа. Вихідний сигнал 0,02 ... 0,1 МПа. Коефіцієнт посилення 2...300% Час інтегрування 3...100 хв	ПР3.22	шт.	796				3	догов	
5-4	Регулюючий клапан з мембранним пневмоприводом. $P_y=1,6$ МПа, $T_{max}=300^{\circ}C$,	25ч30нж	шт.	796				3	догов	

4 Охорона праці

4.1 Аналіз потенційних небезпек, що виникають під час експлуатації обладнання [13]

4.1.1 Відомості про вибухо-, пожежонебезпечність, електростатичні властивості, токсичність

Відомості про вибухо-, пожежонебезпечність, токсичність та електростатичні властивості застосовуваних матеріалів в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1.

Найменування матеріалу	Відомості про сировину	Відомості про електростатичні властивості	Токсичність та характер дії на організм людини	Гранично допустима концентрація, мг/м ³
1	2	3	4	5
Бензил хлористий	Легкозаймиста рідина. Температура кипіння - 145,6°C, температура спалаху - 60°C межі вибуховості 4,7-39,0% об'ємні, температурні межі займання - 12-43°C	Питомий об'ємний електричний опір - $8,7 \cdot 10^6$ Ом·м, мінімальна енергія запалювання - 0,21 мДж. Допустима швидкість руху по трубопроводах - 2 м/с	Має різкий запах. У людини викликає подразнення слизових оболонок, особливо очей. На шкірі викликає тяжкі запальні процеси.	У повітрі робочої зони - 0,5
Спирт бензиловий	Горюча безбарвна рідина. Температура кипіння - 302°C, температура спалаху - 90°C, температура займання - 100°C, температура самозаймання - 600°C	Питомий об'ємний електричний опір - $1,2 \cdot 10^{10}$ Ом·м, мінімальна енергія запалювання - $2,2 \cdot 10^3$ Дж	Має наркотичну дію. Може спричинити отруєння, головний біль, травні розлади, шкірні захворювання, подразнення слизових оболонок. Належить до класу помірно небезпечних речовин.	У повітрі робочої зони - 5
Сода кальцинована	Непожежовибухонебезпечна речовина.	Питомий об'ємний електричний опір - $1 \cdot 10^3$ Ом·м	Може спричинити виразки. Можливі подразнення	В повітрі - 2

			слизових оболонок	
--	--	--	----------------------	--

4.1.2 Загальні правила техніки безпеки, виробничої санітарії та пожежної безпеки [13]

Під час виконання всіх технологічних операцій треба дотримуватись правил внутрішнього розпорядку, які діють на підприємстві. Категорично забороняється розпивати спиртні напої, курити та мати при собі курильні приналежності.

У всіх приміщеннях пожежонебезпечного виробництва має підтримуватися чистота та порядок. У кожній робочій зміні має проводитися ретельне прибирання робочих місць та приміщень, куди дозволено вхід обслуговуючого персоналу. У приміщеннях, куди вхід під час роботи обладнання заборонено, збирання проводять при непрацюючому обладнанні у строки, передбачені технологічною документацією.

Не допускаються накопичення пилу і конденсату продуктів на обладнанні, стінах і підлозі приміщень, вентиляційних трубах і на іншому основному і допоміжному обладнанні, особливо на частинах, що труться і судять, на обладнанні, що має нагріту поверхню (паропроводи та ін.).

Легкозаймисті пил і конденсат в процесі роботи повинні періодично видаляти шляхом мокрого прибирання. Терміни періодичного прибирання приміщень та очищення обладнання від пилу, конденсату, плівок та налиплих продуктів передбачені в інструкціях з охорони праці.

Речовини, випадково розсипані або пролиті під час роботи на підлогу або обладнання, повинні бути обережно зібрані за допомогою віника та совка з кольорового металу та поміщені в тару для змішування, а місце, на якому знаходилися просипані або пролиті речовини, має бути ретельно промито.

Забороняється використовувати у виробництві просипані чи розлиті речовини.

Тара для збору кмітливих та безповоротних відходів повинна мати чіткі відмітні ознаки, щоб її не можна було сплутати з тарою для основної продукції.

Відходи та кмітливість повинні вивозитися з приміщень у міру накопичення, але не рідше одного разу на зміну.

Коштори повинні змочуватися водою і зберігатися у вологому стані.

Кількість пожежонебезпечних продуктів на робочих місцях та у приміщеннях не повинна перевищувати кількості, передбаченої нормами зберігання.

У кожному виробничому приміщенні мають бути відведені місця для зберігання сировини, напівфабрикатів та готового продукту у межах встановленої норми. Ці місця повинні бути позначені лініями, нанесеними на підлозі приміщення, згідно з технологічними плануваннями.

У місцях зберігання забороняється виконання будь-яких технологічних операцій, крім прийому та видачі сировини, напівфабрикатів та готового продукту.

Приміщення, де знаходяться пожежонебезпечні матеріали, не повинні залишатися без нагляду або незачиненими.

Для кожного виробничого приміщення повинен бути складений, підписаний начальником цеху та вивішений перелік використовуваного інструменту, необхідного для виконання операцій у даному приміщенні, із зазначенням його кількості та матеріалу, з якого він виготовлений. Застосовуваний інструмент повинен відповідати кресленням, мати відповідне маркування та зберігатися у спеціально відведених місцях.

Забороняється зберігати у виробничих приміщеннях предмети та матеріали, які не використовуються безпосередньо на даній операції, і особливо сторонні предмети та горючі матеріали.

Температура теплоносія (пар, повітря) у пожежонебезпечних виробничих приміщеннях має бути регламентована і не повинна перевищувати значень 80 ° C – для повітря, 135 ° C – для пари.

Забороняється класти будь-які предмети або матеріали та спецодяг на паропроводи, нагрівальні прилади, обладнання та комунікації.

Забороняється починати та проводити роботу, якщо в приміщенні на робочому місці більше людей, ніж це передбачено інструкцією.

Працюючим у виробництві забороняється мати при собі годинник, ключі, авторучки, гаманець, брошки, кільця, гребінець, шпильки, значки тощо.

Забороняється працюючим заходити у виробничі приміщення, де вони не працюють.

Забороняється робітникам у спецодязі та спецвзутті, забруднених пожежонебезпечними матеріалами, заходити у приміщення, де ведеться робота з матеріалами, а також у машинні відділення та підсобні приміщення, де можливе іскроутворення або наявність вогню.

Забороняється носіння технологічного та спеціального одягу, що не відповідає вимогам технологічної документації та інструкції з охорони праці.

Робочі столи для проведення робіт, пов'язаних з можливістю розсипання та розпилення пожежонебезпечних матеріалів, повинні бути гладкими, без щілин, мати борти, не мати цвяхів, що виступають, і повинні бути покриті струмопровідним заземленим матеріалом, що

не дає іскри. Забороняється зафарбовувати або закривати будь-якими ізолюючими матеріалами струмопровідну поверхню столу.

Тара, призначена для міжопераційного транспортування пожежонебезпечних напівфабрикатів та готового продукту, має бути закріплена за окремими операціями та призначена лише для одного виду напівфабрикатів.

Забороняється користуватися тарою, що не передбачена технологічною документацією та інструкціями.

Матеріал для протирання обладнання, не використаний у виробництві, повинен зберігатися у металевих ємностях із кришками.

Протиральні матеріали, забруднені розчинником, збирають і зберігають у металевих ємностях з кришками та в міру накопичення, але не рідше одного разу на зміну, видаляють на спеціально відведені майданчики або приміщення для зберігання використаної ганчірки.

Протиральні матеріали, забруднені виробничими речовинами, зберігають в окремих ємностях у зволоженому стані.

Протиральні матеріали, забруднені оліфою або масляними фарбами, збирають окремі ємності з кришками і заливають водою.

Усі апарати, обладнання, вузли, деталі, інструменти та інші предмети, що прийшли в непридатність, що були в дотику до пожежонебезпечних матеріалів (прилади, лотки, труби, ящики, частини обладнання, запірні арматура та ін.), що підлягають будь-якому подальшому використанню або знищенню, перед здаванням у ремонт або утилізацією повинні бути попередньо ретельно очищені від забруднень. Очищення повинно проводитись відповідно до інструкції з охорони праці під керівництвом ІТП (майстра або технолога). Обладнання, вузли, деталі, достатнє очищення методом промивання та нейтралізації яких не можна гарантувати, перед здаванням їх у ремонт або утилізацію (після очищення від забруднень пожежонебезпечними матеріалами) повинні зазнавати випалення.

Очищене та неочищене обладнання та інші предмети повинні зберігатись окремо на відведених майданчиках.

При багатозмінній роботі робітникам, майстрам змін забороняється йти з роботи доти, доки вони не здадуть свої робочі місця, ділянки та не оформлять здачу та прийом зміни з реєстрацією та розписами в журналі.

При однозмінній роботі робітники здають свої робочі місця майстру, який у свою чергу здає ділянку начальнику виробництва.

Після закінчення роботи приміщення закривають, опечатують, а ключі здають охороні у встановленому порядку. Якщо у виробництві є ділянки з цілодобовим чергуванням персоналу нетехнологічного призначення, допускається зберігання ключів від непрацюючих технологічних приміщень на цих ділянках.

Все обладнання виробництв, де ведуться роботи з пожежонебезпечними матеріалами, має відповідати вимогам проектно-конструкторської документації та повинно мати:

- технічні паспорти та технічні описи;
- Інструкції з експлуатації.

Забороняється експлуатація обладнання у разі його невідповідності паспорту заводу-виробника, вимогам проектної, конструкторської та нормативної документації.

Все виробниче обладнання має утримуватися у справності, чистоті, порядку. Відповідальність за правильну експлуатацію технологічного обладнання, пристроїв та оснащення несуть начальник, технолог виробництва та особа, яка безпосередньо експлуатує обладнання.

Ремонт та контроль за станом обладнання повинен здійснюватися у строки, передбачені графіком планово-попереджувального ремонту.

За наявність та справність огорожі до обладнання несе відповідальність механік виробництва, а за правильність їх використання – майстер зміни.

Все обладнання має бути заземлене. За справністю та надійністю заземлення має бути встановлений постійний контроль службою енергетика виробництва.

Все обладнання та ємності повинні бути доступні для внутрішнього огляду та очищення від залишків пожежонебезпечних матеріалів.

Конструкція та стан апаратів та окремих вузлів обладнання повинні виключати потрапляння пожежонебезпечних речовин продуктів у зазори між металевими або іншими жорсткими частинами обладнання, що труться.

Поверхня апаратів і комунікацій має бути гладкою, легко очищається від продукції.

Для очищення та промивання обладнання використовують переважно воду.

Повсякденне спостереження за роботою контрольно-вимірювальної апаратури (КВА) веде виробничий майстер, а метрологічний нагляд – майстер КВА.

На шкалах контрольно-вимірювальних приладів або біля приладів повинні бути чітко позначені показники гранично допустимих значень заданих параметрів (червона риса, стрілка, цифрові показники і т.д.).

Усі транспортні пристрої повинні бути доступні та зручні для огляду та очищення від продукту. Звільнення засувки, вентилів, кранів має бути зручним і доступним з підлоги або зі спеціальних майданчиків.

Ремонт, розбирання та складання технологічних транспортуючих засобів можна проводити тільки після повного очищення їх від продукції зі складанням акта про проведені роботи.

Захисні пристрої та огорожі призначені для захисту працюючих від механічних пошкоджень частинами, що рухаються. Знімати огороження у разі ремонту обладнання допускається після повної зупинки обладнання та лише з дозволу виробничого майстра. За наявності захисних огорож, їх утримання та експлуатацію несуть відповідальність майстер зміни та начальник виробництва.

Роботу вентиляційних установок (перевірку їх справності та відповідності проекту, перевірку ефективності дії з відбором проб для аналізу повітряного середовища, ефективності очищення повітря, що викидається в атмосферу, своєчасність очищення вентиляційної системи, чистоти подається в припливну систему повітря та відповідності його заданому контролю) основного механіка (енергетика).

Ремонт вентиляційних систем не дозволяється проводити без попереднього очищення, промивання, продування та оформлення відповідного акта про очищення системи.

Усі роботи у пожежонебезпечному виробництві повинні проводитись під безпосереднім керівництвом майстра зміни.

Перед початком роботи повинні бути ретельно перевірені справність обладнання, комунікацій, пристосувань, контрольно-вимірювальних приладів, приладів автоматики дистанційного керування, мережі електричного освітлення, вентиляції, допоміжного обладнання, захисно-захисних та блокувальних пристроїв, засобів пожежогасіння та сигналізації, аварійних та запасних пристроїв пуску та зупинки обладнання, наявність інструменту, а також наявність електроенергії, пари, води, стисненого повітря та підготовленість

сировини та матеріалів, про що має бути зроблений відповідний запис у журналі прийому та здавання змін.

Все обладнання має бути оглянуто та перевірено пуском на холостому ході.

Забороняється залишати без безпосереднього нагляду або контролю з пульта обладнання, що працює.

Забороняється вести роботу на несправному чи забрудненому обладнанні та з несправними приладами, некондиційними чи забрудненими матеріалами та невідповідним інструментом, а також при непрацюючій вентиляції, несправній системі пожежогасіння або за відсутності відповідних засобів пожежогасіння.

Для поточного обслуговування обладнання у розпорядження виробничого майстра виділяються спеціально навчені та проінструктовані слюсарі та електрики. Технічне керівництво ними здійснюють механік, енергетик та майстер КВП.

Всі види ремонту, що проводяться при поточному обслуговуванні обладнання, слюсар і електрик заносять в журнал прийому і здачі зміни.

Обладнання пожежонебезпечних виробництв під час підготовки до монтажних чи ремонтних робіт очищається від залишків продукції шляхом промивання, протирання, випалу тощо. Підготовленість обладнання (або всього приміщення) перевіряють комісії, що призначаються розпорядженням начальника провадження.

Приміщення та обладнання при підготовці до монтажних та ремонтних робіт із застосуванням вогню (газоелектрозварювання та ін.) приймає комісія під головуванням начальника виробництва у складі начальника ділянки, механіка (енергетика), заступника начальника виробництва з охорони праці та техніки безпеки та представника пожежної охорони.

Приміщення та обладнання при підготовці до монтажних та ремонтних робіт без застосування вогню приймає комісія у тому самому складі, але без участі представника пожежної охорони.

Комісія складає акт перевірки із висновком щодо можливості проведення ремонтно-монтажних робіт.

Забороняється проводити ремонт без зупинки решти обладнання на ділянках, де працююче обладнання може становити загрозу для осіб, зайнятих ремонтними роботами.

Дрібні ремонтні роботи, проведення яких допускається (як виняток) без зупинки виробництва або без звільнення обладнання, повинні бути організовані так, щоб вони не могли стати причиною загоряння або вибуху устаткування, що ремонтується. Місце проведення ремонту має бути рясно змочене водою та підтримуватись у мокрому чи вологому стані. Інструмент має бути виготовлений із іскробезпечного матеріалу.

Виробничі стоки, канали, жолоби, люки та ін. повинні бути завжди закриті кришками або ґратами, виготовленими з матеріалу, що виключає накопичення продукції в непрогляданій зоні і не дає іскор при зіткненні з матеріалом жолоба або стоку. Очищення стоків, каналів, відстійників має проводитись за графіком, затвердженим головним інженером.

У тих випадках, коли необхідно залишити продукцію в робочому приміщенні при перервах у роботі (некруглодобова робота, вихідний день), приміщення прибирають, знеструмлюють електрообладнання, закривають вікна та двері та після перевірки стану приміщення майстер замикає та пломбує приміщення.

У тих випадках, коли в будівлі залишається черговий, він повинен знаходитися в приміщенні, забезпеченому телефонним зв'язком і, по можливості, вільному від продукції.

У виробничих приміщеннях стіни, стелі і підлоги повинні бути в такому стані, щоб запобігти засміченню продукту будівельними матеріалами і щоб можна було легко зробити мокре прибирання приміщення.

У приміщеннях, де в процесі роботи виділяються пари, осідає пил пожежонебезпечних речовин, стіни і стелі повинні бути пофарбовані масляною фарбою або мати інше покриття, що легко промивається і знаходиться у справному стані. Не допускаються вибоїни та тріщини на підлозі, забруднення підлоги продуктами виробництва.

Не допускати попадання на матеріали прямих сонячних променів. Для запобігання попаданню прямих сонячних променів вікна приміщення повинні бути пофарбовані білою олійною фарбою.

Тара для зберігання і транспортування ЛЗР і ГР повинна бути електропровідною, небиткою, з кришками, що щільно закриваються, і справною. Під кришками повинні бути прокладки (свинцеві, картонні або гумові) для запобігання іскроутворенню при ударі у разі необережного відкривання або закривання кришки.

Забороняється транспортування та зберігання ЛЗР та ГР у відкритій тарі. Тара може бути заповнена трохи більше, ніж 85% обсягу.

Зливно-наливні пристрої повинні бути заземлені, а перед початком роботи перевірені на надійність заземлення.

При переливанні ЛЗР та ГР не повинно бути розбризкування, розпилення або бурхливого перемішування. Переливання ЛЗР і ГР вільно падає струменем не допускається.

Забороняється проводити злив та налив ЛЗР під час грози.

При відкритті та закриванні тари необхідно користуватися інструментом, що не дає іскор при ударі.

Порожні ємності повинні звільнятися від залишків та парів ЛЗР, промиватися та просушуватись.

У приміщеннях, де зберігаються ЛЗР та ГР або проводяться роботи з ними, забороняється курити, виконувати роботи, що супроводжуються іскрінням або пов'язані із застосуванням відкритого вогню.

Забороняється використовувати ЛЗР та ГР не за прямим призначенням (для миття підлог, прання та чищення одягу тощо).

Забороняється проведення робіт з ЛЗР та ГР в одязі (спецодезії) із синтетичних, вовняних та шовкових тканин та у взутті, що не забезпечують відведення електростатичних зарядів з людини, або забруднених маслами, окислювачами, кислотами.

Адміністрація підприємства зобов'язана забезпечити працюючих на підприємстві справними засобами індивідуального захисту: спецодягом, спецвзуттям, засобами захисту органів дихання.

Спецодяг: нижня білизна бавовняна, костюм бавовняний, комбінезон бавовняний, халат бавовняний, косинка, бере бавовняні; фартух із прогумованої тканини, спецвзуття: тапочки (без металевих цвяхів, підковок тощо), калоші гумові, чоботи гумові.

Для захисту органів дихання працюючих на операціях з виділенням пилу – респіратор, для захисту рук від впливу розчинників та шкідливих речовин – рукавички гумові та бавовняні.

Періодичність зміни спецодягу (халатів, костюмів, білизни, комбінезонів) встановлюється залежно від операцій виробництва у міру забруднення, але не рідше одного разу на тиждень.

Для зберігання спецодягу та спецвзуття передбачають вбиральні. Промаслений спецодяг повинен зберігатися у розвішаному вигляді окремо від іншого спецодягу.

Забороняється носити та залишати в кишенях спецодягу продукти виробництва чи виробничі відходи, промаслену тканину.

Забороняється залишати після закінчення роботи та протягом робочої зміни спецодяг та спецвзуття у виробничих приміщеннях, на обладнанні, на робочих місцях, а також виносити спецодяг та взуття, забруднене пожежонебезпечними та шкідливими речовинами, за межі підприємства.

Зміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони при виконанні технологічних операцій не повинен перевищувати встановлені гранично допустимі концентрації.

У виробничих приміщеннях і на робочих місцях має бути забезпечене освітлення, що не осліплює.

У всіх виробничих приміщеннях у спеціально відведених місцях мають бути аптечки та інші засоби надання першої допомоги (ноші, джгути, перев'язувальний матеріал та ін.). Місця розташування коштів для надання першої допомоги повинні знати всі, хто працює.

Виробничі будівлі та споруди мають бути обладнані системами (установками) автоматичного пожежного захисту (АПЗ), а також автоматичної пожежної сигналізації.

Усі виробничі, допоміжні, складські та інші приміщення мають бути забезпечені первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники, пісок, кошма тощо).

Забороняється проводити роботи у пожежонебезпечних виробництвах за несправних або незабезпечених водою систем пожежогасіння (дренчерні, локальні АТП-П), при несправності водопровідної мережі, пожежних гідрантів, кранів, сповіщувачів. Перевірка їх має проводитися за графіком. Забороняється проводити роботи при тиску води в дренчерній системі нижче 0,2 МПа (2 кгс/см²).

Підходи до кранів і кнопок ручного включення системи пожежогасіння забороняється захаращувати будь-якими предметами, які можуть спричинити утруднення при користуванні кранами та

кнопками. Заміна кранів вентилями не допускається. Місця розташування кранів повинні знати всі працюючі.

Усі засувки пожежної водопровідної мережі, крім внутрішніх пожежних кранів, мають бути у відкритому стані.

Не допускається захаращувати проходи та коридори в будинках, а входи та виходи повинні постійно утримуватися у справному стані.

Для кожної операції мають бути розроблені та затверджені норми завантаження приміщень та робочих місць, а також допустима кількість працюючих. Затверджені норми завантаження та кількість одночасно працюючих повинні бути вивішені у робочих приміщеннях у вигляді табличок за підписом начальника та виробництва або написані олійною фарбою на стіні.

Для всіх виробничих приміщень, де проводяться роботи, повинні бути розроблені та суворо дотримуватися технологічних планувань.

Контроль за величиною відносної вологості повітря повинен проводитися на пульті управління по приладах та візуально за психрометром (гігрометром) у кількох точках приміщення поблизу робочих місць через кожну годину протягом зміни із записом у журналі. Перший замір відносної вологості робиться перед початком роботи.

4.2 Система протипожежної безпеки. Система протипожежного захисту [12]

4.2.1 Заходи безпеки під час технологічного процесу, при виконанні регламентних виробничих операцій [12]

Для безпечного ведення процесу, дотримання вимог безпеки виробництва та забезпечення нормальних санітарно-технічних умов праці працюючих необхідно дотримуватися наступних умов:

1. Усі роботи на установці проводити при безперервно-працюючій припливно-витяжній вентиляції;
2. Не допускати негерметичність апаратів, трубопроводів, запірної арматури;
3. Зливні та забірні шланги повинні бути закріплені джгутами, повинні бути з металевими неіскристими наконечниками та обвиті мідним дротом діаметром не менше 2 мм або мідним кабелем перерізом не менше 4 мм² з кроком витка не більше 10 см з'єднаної (для виключення утворення статичної електрики) або болтовим з'єднанням з металевим трубопроводом та наконечником;
4. Фланцеві з'єднання повинні бути закріплені на всі болти та закриті захисними кожухами;
5. Не дозволяється працювати на несправному обладнанні та з несправними інструментами;
6. Не можна проводити ремонтні роботи на працюючому обладнанні та непідготовлених комунікаціях;
7. Користуватися лише перевіреними та справними КВП;
8. Рухомі частини обладнання повинні бути захищені від корозії і підтримуватися в чистоті;
9. Усі парові трубопроводи та сорочки парокубів повинні бути ізольовані;
10. Апарати, трубопроводи, кріпильні вироби, арматура повинні бути захищені від корозії та підтримуватись у чистоті;
11. Апарати не можна заповнювати вище зазначених норм завантаження;
12. Необхідно стежити за нормальним освітленням робочих місць, проходів, майданчиків, сходів;
13. Забороняється застосування відкритого вогню на установках, вогневі роботи проводити лише з письмового дозволу, затвердженого головним інженером, погодженим з ОТБ та ВПЛ-15, після проведення

передбачених протипожежних заходів у присутності відповідального за проведення цих робіт;

14. При ремонтних роботах користуватися неіскристим інструментом;

15. Все обладнання та комунікації повинні бути заземлені;

16. Завантажувальні лінії на установці повинні бути виконані у вигляді сифона, опущеного вертикально майже до дна апарата;

17. Неприпустимо захаращувати проходи та аварійні виходи з приміщення;

18. Не можна залишати працююче обладнання без нагляду;

19. Прийом їжі на робочому місці заборонено;

20. Після роботи кожен працюючий повинен прийняти душ;

21. Технологічний процес проводити відповідно до регламенту та інструкції.

4.2.2 Гасіння можливих загорань [12]

При загорянні бензилу хлористого - гасити можна звичайною водою, повітряно-механічною піною, вуглекислотними вогнегасниками, піною, порошок ПСБ-3.

При загорянні бензилового спирту – гасити розпорошеною водою, піною, порошок ПСБ, вуглекислотними вогнегасниками.

Особливої обережності слід дотримуватися при роботі з хлористим бензилом, ЛЗР т.к. при зливі та завантаженні може виникнути статична електрика.

Шланги для завантаження і зливу хлористого бензилу повинні бути заземлені і мати металеві наконечники, виконані з матеріалу, що не дає іскри (алюміній, мідь та ін.). Дозування вести безперервно струмені через сифон.

Для захисту від статичної електрики, блискавки (вторинних проявів при ударі блискавки) застосовується заземлення всього обладнання, комунікацій. Заземлення металевих трубопроводів забезпечується установкою всіх болтів кріплення на фланцевих з'єднаннях. Заземлення повітроводів вентиляторів, установкою кріпильних болтів та заземлювальних провідників через капелюшки вставки. Захист від прямих ударів блискавки виконаний блискавковідводами, що окремо стоять, накладенням блискавкоприймальної сітки на дах будівлі.

4.3 Розрахунок освітлення [16]

У виробничому приміщенні застосовується природне та штучне освітлення.

Оскільки освітленість 150 лк є недостатньою для нормального освітлення, у зв'язку з цим зробимо розрахунок штучного освітлення методом коефіцієнта використання світлового потоку.

У зв'язку з тим, що у нашому виробничому приміщенні висота 5 м доцільно застосувати лампи типу ДРЛ (ртутні лампи високого тиску). У кварцовій трубці, що містить дозовану частку ртуті та інертного газу, відбувається електричний розряд.

а) розрахунок штучного висвітлення.

Необхідний потік шкірного світильника визначається за формулою:

$$\Phi = \frac{E \cdot K_z \cdot S_n \cdot Z}{N \cdot \eta},$$

де Φ - потужність світлового потоку, лк;

E – норма освітлення, лк;

K_z – коеф. запасу освітлення;

S_n – площа освітленого приміщення, $S_n=A \cdot B$, м²;

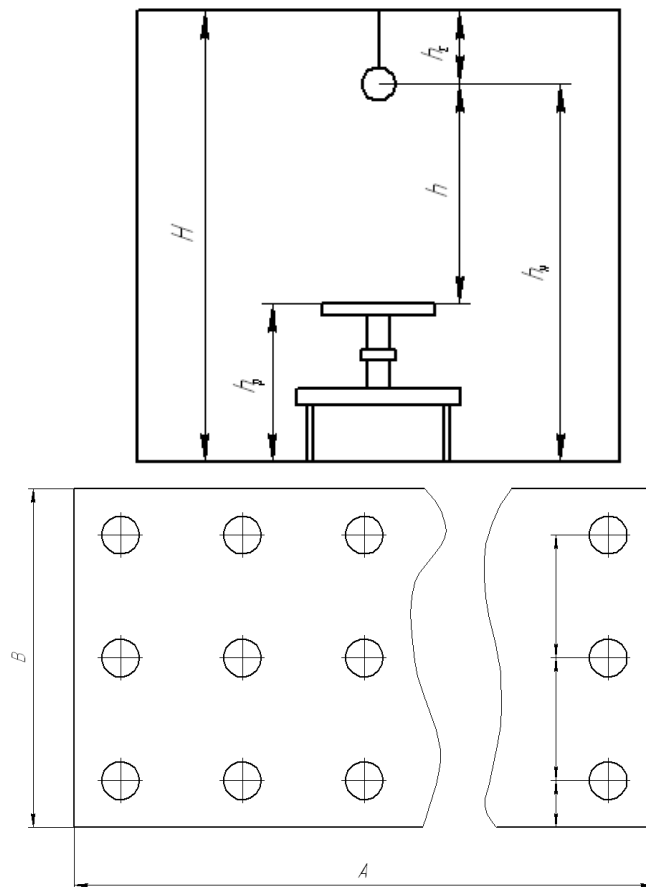
Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення (приймаємо рівним 1,15);

N – число світильників;

η – коефіцієнт використання світлового потоку

Визначимо кількість ламп.

Схема підвісу світильників:



H – висота приміщення, $H=5$ м;

h_p – висота від підлоги до робочої поверхні приймаємо середню, $h_p=1,2$ м;

h_c – висота від стелі до низу світильника, $h_c=0,25$ м.

Тоді висота підвісу світильника над робочою поверхнею дорівнює:

$$h_{св}=H-h_p-h_c=5-1,2-0,25=3,1 \text{ м.}$$

Визначимо відстань між світильниками.

Оскільки в аналізі тип світильника не визначено, визначимо необхідний тип світильника. Відповідно до рекомендації СНиП 23-05-95, для роботи з невисокими вимогами до кольоророзрізнення та освітленості 150-200 лк рекомендуються лампи типу ДРЛ. Відповідно до стандарту, вони входять у світильники типу РСП (Р – з лампою типу ДРЛ, С та П – підвісний, стельовий) з кривою сили світла (КСС) Г-1 по ГОСТ 17677-82.

Основна вимога при виборі висоти розташування світильників – доступність обслуговування.

Для типу КСС Г рекомендується відношення

$$\frac{L}{h}=0,8\div 1,2. \text{ Приймаємо } \frac{L}{h}=1.$$

Звідси $L=1\cdot h=1\cdot 3,1=3,1$ м.

Лампи підвісимо на вершинах квадрата, тобто. приймемо, що L - це відстань між світильниками в ряду і між рядами.

Відстань від крайніх світильників до стіни, м, визначаємо за формулою

$$l=(0,3\div 0,5)\cdot L=0,4\cdot 3,1=1,24 \text{ м.}$$

Для визначення коефіцієнта використання світлового потоку знайдемо індекс приміщення i , який визначається за формулою:

$$i = \frac{A \cdot B}{h \cdot (A + B)},$$

де A і B – довжина та ширина приміщення.

$$i = \frac{36 \cdot 18}{3,1 \cdot (36 + 18)} = 3,9$$

Округлюємо отриману величину i до найближчого табличного значення $i=5,0$ [16, табл. 9.14].

Оцінюємо значення коефіцієнта відображення стелі $\rho_{\text{п}}$ та стін $\rho_{\text{ст}}$. У зв'язку з тим, що стеля бетонна чиста, коефіцієнт відображення від стелі $\rho_{\text{п}}=0,5$, а стіни бетонні з вікнами, коефіцієнт відбиття від

стіни $\rho_{\text{ст}}=0,3$. Тоді приймаємо коефіцієнт використання світлового потоку по [16, табл. 9.15] $\eta=0,88$.

Знаходимо коефіцієнт запасу (K_3) по СНиП 25-05-95 залежно від типу приміщення та типу світильників. $K_3 = 1,5$.

Визначаємо кількість світильників в одному ряду за довжиною приміщення:

$$N_j = \frac{A - 2 \cdot 0,4 \cdot L}{L} + 1 = \frac{36 - 2 \cdot 0,4 \cdot 3,1}{3,1} + 1 = 11,8 \text{ шт.}$$

Приймаємо 12 світильників.

Визначаємо кількість світильників по ширині приміщення:

$$N_i = \frac{B - 2 \cdot 0,4 \cdot L}{L} + 1 = \frac{18 - 2 \cdot 0,4 \cdot 3,1}{3,1} + 1 = 6 \text{ шт.}$$

Приймаємо 6 світильників.

Тоді загальна кількість світильників $N=N_j \cdot N_i=12 \cdot 6=72$ шт.

Нормована освітленість $E=200$ лк.

Потужність світлового потоку:

$$\Phi = \frac{200 \cdot 1,5 \cdot 36 \cdot 18 \cdot 1,15}{72 \cdot 0,88} = 3528 \text{ лм.}$$

За отриманим значенням потужності світлового потоку і [16, табл. 9.5] вибираємо найближчу стандартну лампу типу ДРЛ із потужністю світлового потоку 4000лм. Потужність лампи $P=100$ Вт ДРЛ ГОСТ16354-70.

5 Будівельно-монтажна частина

5.1 Обґрунтування компоновання обладнання цеху [10]

З метою забезпечення стабільних умов експлуатації обладнання, а також зручності його обслуговування, технологічне та допоміжне обладнання встановлюємо в будівлі. При цьому враховано, що будівля складається із залізобетонних елементів прямокутної форми в плані з використанням уніфікованих типових прольотів і по можливості однакової висоти.

Розміри прольотів, розташування розбивочних осей (кроків колон) і висоти будівлі приймаємо по ГОСТ 23838-79 і ГОСТ 24336-80; розміри прольотів і кроки колон одноповерхових будівель – кратними 6 м.

При розміщенні обладнання передбачені проходи, що забезпечують безпечне обслуговування обладнання, рух обслуговуючого персоналу і транспортних пристроїв, а також зручне очищення робочих поверхонь обладнання. Проходи в світлі (між більш виступаючими частинами обладнання, щитів, конструкцій) по фронту обслуговування беруться не менше 1,0 м. по фронту обслуговування насосів ширина проходу в світлі – не менше 1,5 м.

проходи, службовці для періодичного обслуговування обладнання та щитів управління, повинні мати ширину не менше 0,8 м.

В цілому, компоновка обладнання здійснена по ходу технологічного процесу з раціональним використанням виробничих площ, максимальним скороченням довжини трубопроводів, дотриманням необхідних умов для зручного і безпечного обслуговування машин і апаратів, їх монтажу і ремонту.

При розміщенні обладнання здійснювалася мета щодо спрощення виробничого потоку, скорочуючи при цьому кількість передавальних пристроїв і використовуючи, по можливості, гравітаційні сили для переміщення продукту на окремих ділянках технологічного процесу.

Грунтуючись на перерахованих вище умовах компоновки обладнання передбачається розміщення напірних ємкостей, дефлегматорів на естакадах у верхній частині виробничого приміщення, а габаритне і масивне обладнання – на нульовій позначці.

Для зручності обслуговування технологічного обладнання, огляду і ремонту, за місцем встановлені майданчики і сходи, які не повинні порушувати міцність і стійкість обладнання. Висота обслуговуючих майданчиків не менше 2,0 м.

5.2 Організація монтажних та ремонтних робіт [10]

У більшості випадків апарати з перемішувачами являють собою пустотілі циліндри з конусним або еліптичним нижнім днищем, тому монтаж і ремонт їх корпусу не відрізняються специфічністю. Конструктивна відмінність апаратів визначається способом перемішування, тобто типом перемішувачів.

Апарати з механічним перемішуванням відрізняються один від одного головним чином формою і конструкцією мішалок. Поширені

лопатеві, рамні і якірні мішалки. Для більш інтенсивного перемішування середовищ застосовують турбінні мішалки з відкритим або закритим колесом, а також пропелерні мішалки.

При монтажі вертикальних апаратів дуже важливо забезпечити сувору вертикальність осі вала і виключити можливість помітного дисбалансу зібраних мішалок щодо осі обертання. Перевірку стійкості і збалансованості мішалки виробляють за допомогою рейсмуса в процесі пробного пуску ротора.

Мішалки встановлюють на валу на шпонках, тому втулки їх повинні бути ретельно підігнані на валу. У разі застосування різних втулок після складання і затягування болтів потрібно переконатися в щільному приляганні втулки до вала по всій поверхні сполучення. Часто вали мішалок виготовляють складовими. З'єднання валів за допомогою муфт - дуже відповідальна операція, особливо при використанні підвісних валів.

Мішалки виконують литими, зварними або розбірними. Їх ставлять в апарат за допомогою кранів разом з валом або окремо. В останньому випадку посадку на вал виробляють всередині апарату, що значно складніше.

Більш точного монтажу вимагають турбінні мішалки. Мішалки великих діаметрів збирають з окремих елементів всередині апарату. Турбінні колеса перед монтажем повинні бути добре відбалансовані. Бажано, крім одиночного балансування кожної турбіни перевіряти на балансування весь зібраний ротор мішалки.

Ремонт мішалок виробляють в разі зносу або поломки деталей і вузлів. Для ремонту вдаються до зварювання, наплавлення, заміни шпонок і кріпильних деталей і інш. якщо наплавляються поверхні, що сполучаються з валом (маточина, пази під шпонки), їх до складання піддають механічній обробці.

Більш складний монтаж і ремонт мішалок, що представляють собою лопатеві і якірні мішалки, осі валів яких обертаються щодо будь-якої центральної осі. Крім вимог, що пред'являються до всіх мішалок, при монтажі мішалок необхідна точна взаємна ув'язка всіх паралельних валів, пов'язаних єдиною передачею.

Конструктивні елементи мішалок. Корпуси апаратів, в яких необхідно підтримувати задану температуру процесу, забезпечені рубашкою або трубними змійовиками. Наявність рубашки ускладнює можливість швидкого визначення дефекту, тому після кожного ремонту простір між рубашкою і корпусом перевіряють обпресуванням. Змійовики, розташовані всередині апаратів, піддаються зносу поряд з іншими внутрішніми пристроями. Зовнішні змійовики більш довговічні.

Для захисту від корозії корпусу мішалок гумують, покривають шаром емалі або іншими антикорозійними покриттями. Особливо велику увагу слід приділяти покриттям, нанесеним на роз'ємні ділянки (люки, Лази, штуцера, кріплення опор, вузол введення вала і ін.).

Привід (мотор-редуктор) передає крутний момент валу мішалки за допомогою проміжного пристрою, що виключає дію поперечних сил на вихідний вал редуктора. Мотор-редуктор поставляється заводом-виробником зібраним на мішалці або окремо. У першому випадку перед транспортуванням як приводу, так і всього ротора (всередині корпусу апарату) встановлюють Розпірки, що запобігають їх поломку. На монтажному майданчику ці Розпірки знімають (іноді зрізають газорізкою) і перевіряють легкість провертання. Потім запускають двигун і перевіряють вхолосту привід і ротор. При цьому стежать за навантаженням мотора, температурою підшипників і прослуховують шум, що супроводжує роботу редуктора. Виявлені дефекти уточнюють після розбирання відповідного вузла.

При роздільній поставці приводу його транспортування і установку на апарат виробляють тільки за допомогою спеціальних стропових пристроїв на приводі. При установці двигуна на підставі необхідно забезпечити вільний доступ до маслоказателя і маслосливній пробці. Вали роторів мішалок з'єднують з валом приводу за допомогою муфт. Для валів вертикальних роторів, підвішених за привід, застосовують поперечно-згортні і поздовжньо-згортні глухі муфти. Напівмуфту на вал редуктора необхідно насаджувати до упору в бурт вала, попередньо підігрів до $120 \cdot 150^{\circ}\text{C}$. При насадці напівмуфти не рекомендується користуватися молотком, так як при сильних ударах можна пошкодити підшипники. Болти, що стягують обидві половинки кожної муфти, повинні бути затягнуті так, щоб сила виникає при цьому тертя була достатня для передачі крутного моменту. Проте на обидва вала все ж встановлюють шпонки.

Найбільш важливою умовою монтажу приводу і корпусу апарату є необхідність суворої вертикальності валів і їх співвісності, які перевіряються відомими способами. Після монтажу приводу і затоки в його картер масла виробляють холосту обкатку протягом 10 · 15 хв. При кожному ремонті приводи мішалок піддають ревізії: перевіряють люфти в зачепленнях і підшипниках, а також центрування мотора з редуктором. Особливу увагу звертають на справність системи подачі мастила. Виявлені дефекти виправляють відомими способами.

Якщо апарат працює під тиском або у вакуумі або призначений для перемішування вибухонебезпечних і токсичних середовищ, до монтажу системи герметизації апарату в вузлі виходу з нього вала ротора пред'являють особливо високі вимоги. Найбільш часто зустрічаються сальники з м'якою набивкою і торцеві ущільнення. Зібране ущільнення перевіряють шляхом подачі ущільнювальної рідини, яка не повинна виступати за межі випробуваного ділянки.

Зібрану або відремонтовану мішалку здають в експлуатацію після гідравлічного опресування корпусу і пробного пуску приводу під навантаженням.

Особливості ремонту і монтажу емальованих апаратів. Оскільки емаль, як і скло, при необережному поводженні з нею легко ламається, при монтажі та ремонті емальованих апаратів з перемішувачими пристроями необхідно всебічно забезпечувати цілісність емалевого покриття. Такі покриття мають гарну зчіплюваність з металом, мають гладку глянсову поверхню і при правильному зверненні надійно служать довгий час.

При монтажі першою умовою є запобігання ударів по корпусу, оскільки при цьому емаль тріскається або місцями відстає від основного шару (сколюється). Тому апарати незалежно від того, чи знаходяться вони в упаковці чи ні, не можна кантувати, кидати, встановлювати один на одного і інш. При транспортуванні до місця монтажу і при установці в проектне положення стропування апарату виробляють тільки за спеціальні пристрої (вушка, помилкові штуцера і т. д.). Не можна виробляти стропування за емальовані штуцера і люки. Не можна також в якості стропа застосовувати ланцюга. Паспортом емальованого апарату зазвичай передбачаються схеми стропування для підйому і установки його в проектне положення.

Перед початком монтажу апарат ретельно оглядають і переконуються в цілісності конструкції. Потім знімають консерваційну мастило так, щоб не пошкодити емальовану поверхню. Збірку апарату виробляють за інструкцією відповідно до умов експлуатації. Застосовувані прокладки і набивання повинні відповідати технічним вимогам. Для ущільнення емальованих поверхонь допускаються тільки м'які ущільнюючі матеріали (головним чином гума і азбест), вільні від твердих включенні (можна також застосовувати фторопласт). Ущільнювальні поверхні, покриті

емаллю, не відрізняються точністю, тому зазвичай застосовують прокладку дещо більшої товщини, ніж для неемальованих поверхонь, і регулюють її по всьому периметру ущільнення.

Зварювати емальований апарат не можна. Слід також уникати виробництва зварювальних робіт в безпосередній близькості від нього; в іншому випадку емальовані поверхні необхідно надійно захистити від попадання бризок розплавленого металу. При виробництві зварювальних робіт на неемальованій частині апарату (наприклад, на рубашці) відстань від місця зварювання до емальованої стінки має бути не менше 50 мм.

В процесі монтажних і ремонтних робіт слід уникати падіння кріпильних деталей, інструменту та інших металевих предметів на емальовану поверхню.

Затягування болтів фланцевих з'єднань виробляють поступово, рівномірно і послідовно але всьому периметру. Всі внутрішні деталі апарату повинні бути надійно закріплені, обертові деталі не повинні зачіпати корпус.

Характерною операцією при ремонті емальованих апаратів є усунення дефектів на емальованій поверхні за допомогою замазок арзаміт, діабазової, на епоксидній смолі, на бакелітовому лаку. Безпосередньо перед нанесенням замазки пошкоджену поверхню зачищають наждаком або шкіркою, потім волосяною щіткою, а після цього промивають розчинником (ацетоном або бензином). Приготовлену згідно з рецептурою і встановленою технологією замазку наносять шпателем на пошкоджену поверхню і просушують при температурі 40-60°C протягом 12 год.

6 Економічна частина

6.1 Техніко-економічний аналіз існуючих конструкцій

У хімічній та нафтопереробній промисловості знаходять застосування різного виду ємностей з мішалкою, основна відмінність яких полягає в основному в конструкціях пристроїв, що перемішують, формі кришок і днищ, а також у конструкціях приводів. Основним параметром, що вказує на габарити апарату, є значення площі теплообміну та ємності апарату. Тривалий період експлуатації ємності дозволив значно спростити конструкційні особливості апаратів та

збільшити надійність їх роботи, що суттєво полегшило їх виготовлення та обслуговування. Таким чином, при виборі базової конструкції для проведення економічних розрахунків приймаємо стандартний циліндричної ємності з якірною мішалкою, що використовується в діючому виробництві.

Розроблений апарат по конструкції трохи відрізняється від базового за конструктивними параметрами. Застосування даної конструкції економічно виправдане загалом збільшенням ємності апарату.

6.2 Визначення собівартості та оптової ціни конструкції

Обґрунтування методу калькулювання собівартості нової конструкції

Дипломним проектом передбачається внесення незначних змін до наявного типу конструкції обладнання, тому собівартість розраховують «методом корективів».

Розрахунок матеріальних витрат у собівартості нової конструкції

Вихідними даними для розрахунку собівартості нової конструкції є калькуляція собівартості базової (аналогічної конструкції), яка наведена у таблиці 6.2.

Розрахунок матеріальних витрат (C_M) виконують за формулою:

$$C_M = C_M^0 \cdot G,$$

де

C_M^0 – питомі матеріальні витрати під час виготовлення конструкції аналога, грн./т,

G – маса конструкції, що проектується, 0,8 т.

Питомі матеріальні витрати за конструкцією - аналогом визначаю за формулою:

$$C_M^0 = M^0 / G^0,$$

де:

M^0 - матеріальні витрати у собівартості конструкції - аналога, визначаю відповідно до калькуляції собівартості конструкції-аналогу підприємства - виробника;

G^0 - маса конструкції - аналога, 0,6 т

Тоді $C_m^0 = 69052 / 0,6 = 115087$ грн./т

$C_m = 115087 \cdot 0,8 = 92069,6$ грн

Розрахунок трудомісткості нової конструкції та основної заробітної плати виробничих робітників

Розрахунок основної заробітної плати виробничих робітників

(C_3) заносимо до таблиці 6.1:

Таблиця 6.1 - Основна заробітна плата

№ п/н	Вид робіт	Розряд	Годинна тарифна ставка	Трудомісткість, н-год	Основна заробітна плата, грн.
1	2	3	4	5	6
1	Розкрий	4	18,94	102	1932
2	Гнуття	4	18,94	219	4148
3	Зварка	5	19,05	189	3600
4	Складання	4	18,94	63	1193
5	Стругання	4	18,94	108	2045
6	Точіння	5	19,05	120	2286
7	Сверління	4	18,94	45	852
8	Фрезування	5	19,05	86	1638
9	Фарбування	4	18,94	48	909
	Всього			980	18603

Додаткова заробітна плата виробничих робітників визначається відсотком від основної заробітної плати. Відсоток додаткової заробітної плати приймається у розмірі 16%. Тоді додаткова заробітна плата складає:

$18603 \cdot 0,16 = 2976$ грн

Відрахування на соціальні потреби приймається у розмірі 22% від основної та додаткової заробітної плати, складають:

$$(18603 + 2976) \cdot 0,22 = 4747 \text{ грн}$$

Розрахунок непрямих витрат

Витрати на підготовку та освоєння виробництва нової техніки визначаються відсотком від основної заробітної плати основних виробничих робітників. Розмір відсотка приймається на рівні 60%. Витрати на цю статтю становлять:

$$18603 \cdot 0,6 = 11161,8 \text{ грн}$$

Витрати на спеціальний інструмент та оснащення, що використовується у виробництві нової техніки, визначаються відсотком від основної заробітної плати основних виробничих робітників. Розмір відсотка приймається на рівні 50%. Витрати на цю статтю становлять:

$$18603 \cdot 0,5 = 9301,5 \text{ грн}$$

Витрати на утримання та експлуатацію обладнання визначаються відсотком від основної заробітної плати основних виробничих робітників. Розмір відсотка приймається на рівні 350%. Витрати на цю статтю становлять:

$$18603 \cdot 3,5 = 65110,5 \text{ грн}$$

Загальновиробничі витрати визначаються відсотком від основної заробітної плати основних виробничих робітників. Розмір відсотка приймається на рівні 160%. Витрати на цю статтю становлять:

$$18603 \cdot 1,6 = 29764,8 \text{ грн}$$

Сума вище за розраховані витрати складає виробничу собівартість нової конструкції:

$92069,6+18603+2976+4747+11161,7+9301,5+65110,5+29764,8=233734,2$ грн.

Загальногосподарські витрати визначаються відсотком від основної заробітної плати основних виробничих робітників. Розмір відсотка приймаються на рівні 150%.

Витрати на цю статтю становлять:

$$18603 \cdot 1,5 = 27454,5 \text{ грн}$$

Позавиробничі витрати визначаються відсотком від виробничої собівартості нової конструкції. Розмір відсотка приймається на рівні 13%. Витрати на цю статтю становлять:

$$233734,2 \cdot 0,13 = 30385,4 \text{ грн}$$

Сума вище за розраховані витрати складає повну собівартість нової конструкції:

$$233734,2+27454,5+30385,4=291574,1 \text{ грн.}$$

Результати розрахунку собівартості нової конструкції заносимо до таблиці 6.2.

Визначення оптової ціни нової конструкції

Оптова ціна нової конструкції (без ПДВ) визначається за формулою:

$$Ц_n = C_n + П_n,$$

де C_n – повна собівартість нової конструкції;

$П_n$ – нормативний прибуток.

Нормативний прибуток визначається множенням повної собівартості нової конструкції на норматив рентабельності. Норматив рентабельності

приймається на рівні 25%.

Тоді $P_n = 291574,1 \cdot 0,25 = 72893,5$ грн

$C_n = 291574,1 + 72893,5 = 364467,6$ грн.

Величина оптової ціни з урахуванням ПДВ для нової конструкції визначається як сума оптової ціни (без ПДВ) та величини ПДВ. Норматив ПДВ визначається відповідно до чинного законодавства та складає 20%.

Сума $НДС = 364467,6 \cdot 0,2 = 72893,5$ грн

Тоді оптова ціна з урахуванням ПДВ складає:

$364467,6 + 72893,5 = 467361,1$ грн.

Результати розрахунку оптової ціни проекрованої конструкції заносимо до таблиці 6.2.

Таблиця 6.2 - Калькуляція собівартості виробу грн.

п/н	Стаття витрат	Варіант	
		Базовий	Новий
1	2	3	4
1	Сировина і матеріали	69052	92069,6
2	Напівфабрикати та покупні вироби	13810	15562
6	Відходи (віднімаються)	6905	8056
7	Транспортно-заготівельні витрати	8286	9667
	<i>Усього прями матеріальні витрати</i>	84243	98283
8	Основна заробітна плата	2566	18603
9	Додаткова заробітна плата	411	2976
10	Єдиний соціальний внесок	1101	4747
11	Витрати на підготовку та освоєння виробництва	770	11161,8
12	Витрати на спецоснащення та інструмент	642	9301,5
13	Витрати на утримання та експлуатацію обладнання	6415	65110,5
14	Загальновиробничі витрати	2053	29764,8
	<i>Виробнича собівартість</i>	98201	233734,2
15	Загальногосподарські витрати	3079	27454,5
16	Інші витрати	-	-
17	Втрати від браку	-	-
18	Позавиробничі витрати (13% від виробничої собівартості)	2946	30385,4
	<i>Повна собівартість</i>	104226	291574,1
	Прибуток	26057	72893,5
	Оптова ціна (без ПДВ)	130283	364467,6

	ПДВ	26057	72893,5
	Оптова ціна (з ПДВ)	156340	437361,1

6.3 Визначення економічного ефекту від виробництва та експлуатації нової техніки

Розрахунок капітальних витрат споживача нової та базової техніки

Капітальні витрати споживача нової техніки включають прямі та супутні капітальні витрати.

До прямих капітальних витрат відноситься вартість обладнання, яка визначена у сумі 437361,1 грн.

Визначаємо супутні витрати:

1. Витрати на транспортування обладнання = $437361,1 \cdot 0,2 = 87472,2$ грн.
2. Витрати на фундамент та монтаж обладнання = $437361,1 \cdot 0,6 = 262416,7$ грн
3. Витрати на комунікації = $437361,1 \cdot 0,4 = 174944,4$ грн.
4. Інші одноразові витрати = $437361,1 \cdot 0,3 = 131208,3$ грн.

Тоді капітальні витрати споживача нової техніки становитимуть:

$K_2 = 437361,1 + 87472,2 + 262416,7 + 174944,4 + 131208,3 = 1093402,7$ грн.

Капітальні витрати споживача базової техніки включають прямі та супутні капітальні витрати.

До прямих капітальних витрат відноситься вартість обладнання, визначена в сумі 156340 грн.

Визначаємо супутні витрати:

1. Витрати транспортування устаткування = $156340 \cdot 0,1 = 15634$ грн

2. Витрати на фундамент та монтаж обладнання $=156340 \cdot 0,3 = 46902$ грн.

3. Витрати на комунікації $=156340 \cdot 0,2 = 31268$ грн.

4. Інші одноразові витрати $=156340 \cdot 0,15 = 23451$ грн.

Тоді капітальні витрати споживача базової техніки становитимуть:

$$K_1 = 156340 + 15634 + 46902 + 31268 + 23451 = 273595 \text{ грн.}$$

Розрахунок річних експлуатаційних витрат споживача нової та базової техніки

Річні експлуатаційні витрати споживача нової техніки наступні:

- на заробітну плату обслуговуючого персоналу;
- на поточний ремонт обладнання;
- на амортизаційні відрахування;
- на гріючу пару;
- на електроенергію.

Витрати із заробітної плати обслуговуючого персоналу з урахуванням відрахувань на соціальні потреби розраховують за формулою:

$$Z_o = Ч_{оп} * C_ч * \Phi_o * K_{доп} * (1 + K_{соц}),$$

де $Ч_{оп}$ - чисельність обслуговуючого персоналу, чол.

$C_ч$ – годинна тарифна ставка робочого відповідного розряду, грн.

Φ_o – річний дійсний фонд часу одного робітника, год.

Приймаємо в середньому на рівні 1860 годин.

$K_{доп}$ - коефіцієнт доплат до прямої заробітної плати, приймаємо у розмірі 1,22 (за даними споживача).

$K_{соц}$ - коефіцієнт відрахувань на соціальні потреби, визначається відповідно до чинного законодавства та приймається у розмірі 0,22 (за даними споживача).

Для обслуговування обладнання в цеху використовуються наступні допоміжні робітники (за даними споживача):

- Слюсар 6 р. – 1 чол. Годинна тарифна ставка - 20,74 грн.
- Слюсар 5 р. – 3 чол. Годинна тарифна ставка - 19,73 грн.
- Слюсар 4 р. – 1 чол. Годинна тарифна ставка – 18,56 грн.
- Слюсар КВП 5 р. – 3 чол. Годинна тарифна ставка - 19,73 грн.

Тоді

$$Z_o = (20,74 \cdot 1 + 19,73 \cdot 3 + 18,56 \cdot 1 + 19,73 \cdot 3) \cdot 1,22(1 + 0,22) \cdot 1860 = 436525 \text{ грн}$$

Але оскільки вищезазначені допоміжні робітники обслуговують і все обладнання цеху – споживача, тоді сума заробітної плати з єдиним соціальним внеском тільки для нової техніки (реактора) буде розраховуватися за формулою:

$$Z_{он} = Ц_n * Z_o / C_{заг}$$

де, $C_{заг}$ - вартість всього обладнання цеху грн. (згідно з даними споживача складає 35056366 грн з урахуванням нової техніки)

$$Z_o = 437361,1 \frac{436525}{35056366} = 5446,1 \text{ грн}$$

Витрати на поточний ремонт нового обладнання визначають відсотком від його вартості, який беруть у розмірі 6%.

Тоді витрати на поточний ремонт нової техніки складають:

$$437361,1 \cdot 0,06 = 26241,7 \text{ грн}$$

Річні амортизаційні відрахування визначають за формулою:

$$A = K * H_A / 100,$$

де K - прямі та супутні капітальні витрати споживача нової техніки;

H_A - річна норма амортизаційних відрахувань, що приймаються у розмірі 25 %.

$$\text{Тоді } A = 1093402,7 \cdot 0,25 = 273350,7 \text{ грн}$$

Затрати на обогрев апарата паром

$$C_{ож} = Ц_{ож} * П_{ож} ,$$

де $C_{ож}$ - ціна за одиницю водяної пари складе 0,87 грн.;

$P_{ож}$ - річна потреба в парі, м³.

Тоді річна потреба пари буде:

$$P_{ож} = P_c * T_r$$

де: P_c - Потреба пари на добу для нового обладнання,

складає 125 м³;

T_r - річний дійсний фонд часу нового варіанта, дорівнює 251 діб

$$125 \cdot 251 = 31375 \text{ м}^3,$$

Витрати на пару становитимуть:

$$C_{ож} = 31375 \cdot 0,87 = 27296 \text{ грн}$$

Витрати на електроенергію, що використовується обладнанням, визначають за формулою:

$$C_{э2} = N_m * T_d * v,$$

де N_m - потужність обладнання, 6,6 кВт-год ;

T_d - дійсний фонд часу роботи, 6024;

v - тариф на електроенергію, всередині заводська згідно з даними споживача складе 3,09 грн./кВт-год;

Тоді

$$C_{э2} = 6,6 \cdot 6024 \cdot 3,09 = 122853,5 \text{ грн}$$

Тоді річні експлуатаційні витрати споживача нової техніки будуть:

$$C_2 = 122853,5 + 27296 + 273350,7 + 26241,7 + 5446,1 = 455188 \text{ грн.}$$

Річні експлуатаційні витрати споживача базової техніки:

- на заробітну плату обслуговуючого персоналу;
- на поточний ремонт обладнання;
- на амортизаційні відрахування;
- на гріючу пару;
- на електроенергію.

Витрати із заробітної плати обслуговуючого персоналу з урахуванням відрахувань на соціальні потреби розраховую за формулою. Для обслуговування обладнання в цеху приймаються такі допоміжні робітники (за даними споживача):

- Слюсар 6 р. – 3 чол. Годинна тарифна ставка -20,74 грн.
- Слюсар 5 р. – 5 чол. Годинна тарифна ставка -19,73 грн.
- Слюсар 4 р. – 3 чол. Годинна тарифна ставка -18,56 грн.
- Слюсар КИП 5 р. – 3 чол. Годинна тарифна ставка -19,73 грн.

Тоді $Z_0 = (20,74 \cdot 3 + 19,73 \cdot 5 + 18,56 \cdot 3 + 19,73 \cdot 3) \cdot 1,22(1 + 0,22) \cdot 1860 = 763365,2$ грн

Але оскільки вищезазначені допоміжні робітники обслуговують і інше обладнання цеху, то тоді сума заробітної плати з єдиним соціальним внеском тільки для базової техніки (даного апарату) буде розраховуватися за формулою з урахуванням вартості всього обладнання цеху - споживача базової техніки (за даними споживача 12965731 грн):

$$Z_0 = 156340 \frac{763365,2}{12965731} = 9204,6 \text{ грн}$$

Витрати на поточний ремонт базового обладнання визначаю відсотком його вартості, який приймаю у розмірі 12%.

Тоді витрати на поточний ремонт базової техніки складають:

$$156340 \cdot 0,12 = 18760 \text{ грн}$$

Річні амортизаційні відрахування визначаю за формулою:

$$A = K \cdot H_A / 100,$$

де K- прямі та супутні капітальні витрати споживача базової техніки;

H_A - річна норма амортизаційних відрахувань, що приймається у розмірі 25%.

Тоді,

$$A = 273595 \cdot 0,25 = 68398,7 \text{ грн}$$

Витрати на пар визначаємо за формулою. Потреба у парі за добу становить 178 м^3 для базового обладнання. А вартість усередині заводської енергії за даними споживача дорівнює $0,87 \text{ грн. за } 1 \text{ м}^3$.

Тоді річна потреба у парі буде:

$$178 \cdot 251 = 44678 \text{ м}^3,$$

Витрати на пар становитимуть:

$$C_{\text{ож}} = 44678 \cdot 0,87 = 38869,9 \text{ грн},$$

Витрати на електроенергію, що використовується обладнанням, для подачі пари в базову техніку визначають за формулою:

$$C_{3,2} = 8 \cdot 6024 \cdot 3,09 = 148913,3 \text{ грн}$$

Тоді річні експлуатаційні витрати споживача базової техніки

$$C_1 = 148913,3 + 38869,9 + 68398,7 + 18760 + 9204,6 = 284146,5 \text{ грн.}$$

Забезпечення сумісності варіантів

Проводжу розрахунки для порівняння варіантів базової та нової техніки. Приведення у порівняний вид експлуатаційних (поточних) та капітальних витрат за варіантами за продуктивністю на рік проводять за формулами:

Продуктивність на рік визначаю за формулами:

$$B_1 = N_1 \cdot T_{\text{д1}}$$

$$B_2 = N_2 \cdot T_{\text{д2}},$$

де N_1, N_2 - продуктивність на добу техніки відповідно до базового та варіанта, що проектується, кг/с,

$P_1 = 2050 \text{ л/год}$ (за даними споживача), $P_2 = 4995 \text{ л/год}$ по новій технології.

$T_{\text{д1}}, T_{\text{д2}}$ - річний дійсний фонд часу відповідно до базового та варіанта, що проектується, доби.

$$T_{\text{д1}} = (T_1 - T_{01} - T_{\text{тех}}) / 24$$

$$T_{д2}=(T_2-T_{02}-T_{тех})/24,$$

де T_1, T_2 – календарний час для базового та нового варіантів, 8784 години;

T_{01}, T_{02} – час зупинки обладнання на ремонт для базового та нового варіантів;

$T_{тех}$ – час на технологічні простоя, 864 години (3 доби на місяць).

За заводськими даними міжремонтний цикл обладнання складає:

капітальний ремонт (Ц) – 17280 годин;

поточний ремонт (ЦТ) – 1440 годин.

Кількість капітальних ремонтів протягом ремонтного циклу:

$$a_k = Ц/Ц = 17280/17280 = 1;$$

Кількість поточних ремонтів протягом ремонтного циклу:

$$a_T = Ц/Ц_T - a_k = 17280/1440 - 1 = 11.$$

Визначимо кількість ремонтів на рік (А) за формулою:

$$A = (T * K_{и} * a) / Ц,$$

де $K_{и} = 1$ – коефіцієнт використання устаткування за безперервного процесу роботи.

За даними споживача, час простою обладнання при капітальному ремонті – 129 годин, а при поточних ремонтах – 38 годин.

$$A_k = (8784 * 1 * 1) / 17280 = 0,51;$$

$$A_T = (8784 * 1 * 11) / 17280 = 5,59.$$

Таким чином, на рік необхідно планувати 1 капітальний ремонт та 5 поточних ремонтів.

$$\text{Тоді } T_{01} = T_{02} = 129 + 38 * 5 = 319 \text{ год}$$

$$T_{д1} = (8784 - 319 - 864) / 24 = 317 \text{ доби,}$$

$$T_{д2} = (8784 - 319 - 864) / 24 = 317 \text{ доби,}$$

Отже,

$$B_1 = 2050 * 317 = 649850 \text{ л}$$

$$B_2 = 4995 * 317 = 1583415 \text{ л.}$$

Розрахунок показників економічної ефективності нової техніки

Річна економія споживача від впровадження нової техніки визначаю за формулою:

$$E_{\text{ек}} = (C_{1\text{т}} - C_{2\text{т}}) * B_2 ,$$

де $C_{1\text{т}}$, $C_{2\text{т}}$ – питомі поточні витрати (експлуатаційні) на утримання та експлуатацію відповідно до базової та нової техніки, визначаю за формулами:

а) базовий варіант

$$C_{1\text{т}} = C_1 / B_1$$

б) новий варіант

$$C_{2\text{т}} = C_2 / B_2 ,$$

де C_1 , C_2 – поточні витрати (експлуатаційні) на утримання та експлуатацію техніки відповідно за базовим та новим варіантами;

B_1 , B_2 - продуктивність на рік, що виконується відповідно базовою та новою технікою.

Отже,

$$C_{1\text{т}} = 284146,5 / 649850 = 0,44 \text{ грн.}$$

$$C_{2\text{т}} = 455188 / 1583415 = 0,29 \text{ грн.}$$

Тоді

$$E_{\text{ек}} = (0,44 - 0,29) * 1583415 = 237512,2 \text{ грн.}$$

Річний економічний ефект споживача від запровадження нової техніки визначають за формулою:

$$E_{\text{эф}} = E_{\text{эк}} - \Delta K \cdot E_n,$$

де ΔK – додаткові капітальні витрати, пов'язані з придбанням та введенням в експлуатацію нової техніки, визначають за формулою:

$$\Delta K = K_2 - K_1,$$

де K_2 – капітальні витрати, пов'язані з придбанням та введенням в експлуатацію нової техніки, грн.;

E_n – нормативний коефіцієнт порівняльної економічної ефективності капітальних вкладень, приймаю на рівні чинної банківської процентної депозитної ставки для юридичних осіб у розмірі 12%.

$$\Delta K = 1093402,7 - 273595 = 819807,7 \text{ грн.}$$

Тоді

$$E_{\text{эф}} = 237512,2 - 819807,7 \cdot 0,12 = 139135,3 \text{ грн}$$

Коефіцієнт економічної ефективності нової техніки визначають за формулою:

$$K_{\text{эф}} = E_{\text{эф}} / K_2$$

$$K_{\text{эф}} = 139135,3 / 1093402,7 = 0,13$$

Термін окупності капітальних витрат споживача нової техніки визначають за формулою:

$$T_{\text{ок}} = K_2 / E_{\text{эк}}$$

$$T_{\text{ок}} = 1093402,7 / 237512,2 = 4,6 \text{ роки}$$

Рентабельність нової техніки визначають за формулою:

$$P = E_{\text{эф}} / K_2 \cdot 100\%$$

$$P = 139135,3 / 1093402,7 \cdot 100 = 13\%$$

Результати розрахунків економічної ефективності нової техніки наведено у таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 - Показники економічної ефективності нової техніки

Найменування показника	Значення
------------------------	----------

1	2
Річна економія споживача на експлуатаційних витратах, грн.	237512,2
Річний економічний ефект споживача, грн.	139135,3
Коефіцієнт економічної ефективності	0,13
Термін окупності капітальних витрат споживача, років	4,6
Рентабельність нової техніки, %	13

Висновки:

1. Капітальні витрати, вкладені у нову техніку, окупляться за 4,6 року за рахунок економії від впровадження нової техніки.

2. Розрахований коефіцієнт економічної ефективності $K_{\text{еф}} = 0,13$ показує, що кожна гривня капітальних витрат, що вкладаються, в нову техніку щорічно забезпечить економію від зниження витрат.

3. Розрахований коефіцієнт економічної ефективності $K_{\text{эф}} = 0,13$ більше прийнятого нормативного коефіцієнта порівняльної економічної ефективності $E_n = 0,12$, отже, капітальні вкладення в нову техніку є ефективними.

Тому проєктована нова техніка є економічно доцільною.

Техніко-економічні показники нової техніки

Найменування показника	Показники обладнання за варіантами	
	базовий	новий
Показники призначення		
Продуктивність на добу, л	2050	4995
Продуктивність на рік, л тис	649850	158341
		5
Показники технічного рівня		
Маса конструкції, т	0,6	0,8
Об'єм апарата, м ³	0,5	0,25
Економічні показники		
Оптова ціна, грн.	156340	437361, 1
Капітальні витрати споживача, грн.	273595	109340 2,7
Експлуатаційні витрати споживача, грн., у тому числі:	245276,6	427892
- заробітна плата обслуговуючого персоналу	9204,6	5446,1
- поточний ремонт обладнання	18760	26241,7
- амортизаційні відрахування	68398,7	273350, 7
- витрати на енергоресурси	148913,3	122853, 5

Річна економія споживача на експлуатаційних витратах, грн.	-	237512, 2
Річний економічний ефект споживача, грн.	-	139135, 3
Коефіцієнт економічної ефективності	-	0,13
Термін окупності капітальних вкладень, років	-	4,6
Рентабельність, %	-	13

Висновки

У цьому проекті було розроблено установку для виробництва бензилового спирту.

У першому розділі зроблено техніко-економічний аналіз.

У другому, технологічна частина – описані фізичні та хімічні властивості продукту та процесу. Також описано технологічний процес та основне обладнання. Наведено технологічні розрахунки, необхідні для проектування промислового об'єкта.

У розділі автоматика та автоматизація технологічного процесу наведено аналіз стану автоматизації, зроблений вибір та обґрунтування параметрів контролю.

У розділі охорона праці зроблено аналіз потенційних небезпек, що виникають у процесі, описані вимоги до охорони праці та техніки безпеки, а також вимоги підприємства до самого виробництва, зроблений розрахунок освітлення.

У розділі будівельно-монтажна частина зроблено обґрунтування компонування обладнання та рекомендації щодо проведення монтажно-ремонтних робіт.

У розділі економічна частина проведений аналіз існуючої конструкції, розрахована собівартість конструкції та розрахований економічний ефект від виробництва.

Література

1. Плановский А. Н. Процессы и аппараты химической технологии / Плановский А. Н., Рам В. М., Каган С. З. – Москва: Химия, 1968, 848 с.
2. Павлов К. Ф. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. / Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. – Ленинград: Химия, 1987, 576 с.
3. Соколов В. Н. Машины и аппараты химических производств. Примеры и задачи / Соколов В.Н. – Ленинград: Машиностроение, 1982, 384 с.
4. Дытнерский Ю. И. Основные процессы и аппараты химической технологии. Пособие по проектированию / Дытнерский Ю. И. - Москва, Химия: 1983, 272 с.
5. Генкин А. Э. Оборудование химических заводов. / Генкин А. Э. - Москва, Высшая школа: 1978, 272 с.

6. Михалев М. Ф. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств. Примеры и задачи / Михалев М. Ф. - Ленинград, Машиностроение: 1984, 301 с.
7. Иоффе И. Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии / Иоффе И. Л. - Ленинград, Химия: 1991, 352 с.
8. Лащинский А. А. Конструирование сварных химических аппаратов, Справочник / Лащинский А. А. - Ленинград, Машиностроение: 1981, 382 с.
9. Стабников В. Н. Процессы и аппараты пищевых производств / Стабников В. Н. - Москва, Легкая и пищевая промышленность: 1983, 328 с.
10. Бакластов А. М. Проектирование, монтаж и эксплуатация теплоиспользующих установок / Бакластов А. М. - Москва, Энергия: 1970, 568 с.
11. Лащинский А. А. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Справочник / Лащинский А. А., Толчинский А. Р. - Ленинград, Машиностроение: 1970, 752 с.
12. Исагулянц, В. И. Синтетические душистые вещества / В. И. Исагулянц. – Ереван: АН АССР, 1946. – 881 с.
13. Гайле А.А. Варшавский О.М. Ароматические углеводороды: Выделение, применение, рынок. Справочник. – СПб. / Гайле А.А., Сомов В.Е., Варшавский О.М.: Химиздат, 2000. – 544 с.
14. Брюсова Л.Я. Химия и технология синтетических душистых веществ. М. Пищепромиздат: 1947 - 1948г. 536с.
15. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці / В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, О.В. Мельников. – вид. 2-е, стереотипне. – Львов: Афіша, 2000. – 348 с.
16. Жидецький В.Ц. Практикум з охорони праці / В.Ц. Жидецький, В.С. Джигирей, В.М. Сторожук, Л.В. Туряб, Х.І. Лико. – Львів: Афіша, 2000. – 352 с.
17. Пат. 2405765 Российская Федерация, С07С33/22. Способ получения бензилового спирта / Ускач Я. Л. Зотов С. Б., Попов Ю. В.;

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Волгоградский государственный технический университет (ВолгГТУ). Дата подачи заявки 15.06.2009, дата публикации патента 10.12.2010.

18. Пат. 2086528 Российская Федерация, С07С33/22. Способ получения β фенилэтилового спирта/Хейфец В.И., Пивоненкова Л.П., Якубенко В.В., Масленникова Т. А., Милицин И.А., Шкуро В.Г., Нагоров А.М.; Акционерное общество открытого типа “Научно-исследовательский и проекторный институт мономеров с опытным заводом”. Акционерное общество открытого типа “Химпром”. Дата подачи заявки 05.06.1995, дата публикации патента 10.08.1997.