

РЕФЕРАТ

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

## ЗМІСТ

|  |    |
|--|----|
| Вступ  | 7  |
| Стислий аналітичний огляд з обґрунтуванням методу виробництва        | 10 |
| 2. Характеристика сировини, напівфабрикатів, готової продукції       | 15 |
| 3. Опис технологічної схеми  | 22 |
| 4. Матеріальні і теплові баланси                                     | 24 |
| 5. Вибір і розрахунок основного апарату                              | 29 |
| 6. Вибір допоміжного обладнання                                      | 38 |
| 7. Контроль роботи, норми і правила обслуговування основного апарату | 40 |
| 8. Ресурсозбереження і охорона навколишнього середовища              | 47 |
| 9. Охорона праці   | 50 |
| Висновки   | 57 |
| Список використаної літератури                                       | 58 |
| Додатки  | 60 |

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

## ВСТУП

В даний час виробництво оцтової кислоти є достатньо великою галуззю хімічної промисловості. З кожним роком оцтова кислота набуває все більшого значення для виробництва ряду продуктів і товарів, що використовуються в багатьох галузях промисловості: хімічної, текстильної, харчової та ін. Вона використовується у виробництві штучних (ацетатних) волокон, лікарських засобів (ацетилсаліцилової кислоти, фенацетина), барвників, інсектицидів, різного роду пластичних мас.

Вперше синтез оцтової кислоти в промисловому масштабі був здійснений в 1917 році на Шавеніганському заводі (Канада), вже в 1918 році на цьому заводі було вироблено близько 18000т синтетичної оцтової кислоти з ацетальдегіду, який отримували з ацетилену. З цього часу зростання виробництва синтетичної оцтової кислоти стало збільшуватися з року в рік у багатьох зарубіжних країнах.

Зараз світові потужності по виробництві оцтової кислоти визначаються на рівні 6,8 млн. т у рік. У цей же час обсяг виробництва перебуває на рівні 5,6 млн. т у рік, що становить приблизно 80% наявних потужностей. Найбільш великі потужності по виробництві оцтової кислоти розташовані в країнах: США – 2500 тис.т/рік; Великобританії – 700 тис.т/рік; Південної Кореї – 550 тис.т/рік; Франції – 480 тис.т/рік.

Швидкими темпами нарощуються потужності по виробництві оцтової кислоти в Азіатсько–Тихоокеанському регіоні (АТР): уведено в експлуатацію дві установки в Китаї потужністю 100 і 150 тис.т/рік, завершується будівництво двох установок потужністю 500 тис.т/рік кожна, у Малайзії й Сінгапурі.

Оцтова кислота є базовим хімікатом у хімічній промисловості, а також знаходить широке застосування у виробничих процесах інших галузей промисловості. Цей продукт давно відомий людині як оцет, що утворюється при скисанні вина. Вона є одним з найважливіших нафтохімічних продуктів. Оцтова кислота й одержувані на її основі напівпродукти (кетен, оцтовий ангідрид, хлороцтова кислота, вінілацетат і ін.) відіграють більшу роль у виробництві розчинників, полімерів і в інших областях промислового органічного синтезу.

|             |             |                 |               |             |                    |      |
|-------------|-------------|-----------------|---------------|-------------|--------------------|------|
|             |             |                 |               |             | <i>ДП 06.01.ПЗ</i> | Арк. |
| <i>Змн.</i> | <i>Арк.</i> | <i>№ докум.</i> | <i>Підпис</i> | <i>Дата</i> |                    |      |

Оцтова кислота є реагентом, який використовується як в ацетиленовому, так і в етиленовому процесі синтезу вінілацетату. Багато складних ефірів оцтової кислоти (етилацетат, бутилацетат) добре розчиняють ацетати й нітрати целюлози, синтетичні полімери, природні масла й інші органічні речовини.

У цей час основним методом промислового виробництва оцтової кислоти є процес карбонілювання метанолу з родієвим каталізатором, відкритий у дослідницьких лабораторіях фірми Monsanto (США) у 60–х роках і опублікований в 1968 році. Основні переваги нового процесу полягали в різкому зниженні в порівнянні з відомим раніше процесом необхідного тиску (не більш 30 атм) і температури (160°C – 190°C). Уже в 1970 році розроблена технологія була реалізована фірмою Monsanto шляхом будівлі в Техасі (США) підприємства, орієнтованого на виробництво 135 тисяч тонн оцтової кислоти в рік. Незабаром даний процес був визнаний найбільш перспективним, і якщо в 1972 році питома вага даної технології в загальному виробництві оцтової кислоти не перевищував 10 %, то через 10 років його частка збільшилася до 40 %, а ще через 10 років, на початку 90–х років, перевищила 50 %. В 70–х роках по ліцензії американської фірми Lummus Company аналогічне виробництво було створено й у Радянському Союзі на об'єднанні “Азот” у м. Сєверодонецькі.

Дане виробництво є в цей час одним з основних постачальників оцтової кислоти на Україні й країнах СНД.

Згідно із прогнозом англійської консультативної фірми Теснон, світове виробництво оцтової кислоти буде рости в середньому на 2,9% у рік, тоді як установлені потужності будуть розширюватися на 3,1% у рік.

Найбільшими виробниками цього товару у світі в 2010 р. були країни Північної Америки –37,6% світового випуску. Далі впливали держави Західної Європи – 22,4% і Східної Азії – 8,4%. До 2009 р. частка перерахованих регіонів складе відповідно 37,3, 15,9 і 22,6%. В 2010 р. провідними споживачами оцтової кислоти у світі були країни Північної Америки –33% світового споживання. Далі впливали держави Східної Азії – 20,8%, Західної Європи –20,7% і Японія – 12%. Очікують, що в період до 2009 р. використання зазначеного хімікату в Північній

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |      |

ДП 06.01.ПЗ

Америці, Західній Європі і Японії буде рости невисокими темпами; у країнах Східної Азії даний показник оцінюється в середньому в 4,1% у рік.

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

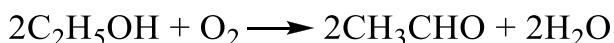
## 1. СТИСЛИЙ АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД З ОБҐРУНТУВАННЯМ МЕТОДУ ВИРОБНИЦТВА

В залежності від методу одержання оцтова кислота ділиться на біохімічну, лісохімічну та синтетичну.

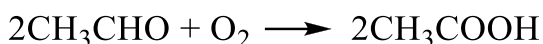
Для одержання оцтової кислоти біохімічним шляхом в якості вихідності вихідної речовини використовують легкі виноградні або фруктово–ягідні вина, а також розбавлений винний оцет. При цьому в усіх випадках кінцевим продуктом є винний, або натуральний, оцет, що містить не більше 10% оцтової кислоти.

Окиснення спирту, що проходить за рахунок кисню повітря, здійснюється за допомогою особливих бактерій, які називаються оцтовими. Ці бактерії знаходяться в повітрі та, потрапляючи в сприятливі умови, дуже швидко розмножуються, виробляючи роботу окиснення.

За своїм хімічним характером бродіння, що здійснюється за допомогою бактерій – каталітичний процес, у якому роль каталізатору грає ензим або фермент. Окиснювальним ферментом, що знаходиться в оцтових бактеріях є алкогольоксидаза, яка й окислює за допомогою вільного кисню спирт в оцтову кислоту. Окиснення протікає в 2 стадії: спочатку винний спирт окислюється в ацетальдегід:



а потім останній окислюється в оцтову кислоту:



Біохімічна оцтова кислота (винний оцет) виробляється порівняно в невеликих кількостях та використовується для харчових цілей.

Лісохімічна кислота виробляється шляхом розкладання мінеральними кислотами оцтово–кислого кальцію («сірого порошку») та екстракційним методом – шляхом вивільнення оцтової з продуктів (жижки) сухою перегонкою дерева без попередньої нейтралізації останніх.

В промисловості оцтову кислоту одержують наступними способами:

– рідкофазним окисненням бутану або легких фракцій нафти;

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

- рідко фазним окисненням етилену;
- через синтез–газ;
- карбонілюванням метанолу.

#### Рідкофазне окиснення бутану або легких фракцій нафти

Одним з промислових методів одержання оцтової кислоти є окиснення н–бутану або легкої бензинової фракції (C<sub>5</sub>–C<sub>8</sub>) в рідкій фазі.

Вперше промислове одержання оцтової кислоти окисненням н–бутану було реалізовано у США. Процес здійснюють в реакторі з нержавіючої сталі в розчині оцтової кислоти при температурі 140–180 °С і тиску 5–6 МПа в присутності солей кобальту або мангану. Окиснюючим агентом було повітря. На 1 т оцтової кислоти витрачалось 752–875 кг н–бутану. Разом з оцтовою кислотою (80–90 % від суми продуктів окиснення) утворюється ряд побічних кисневмісних сполук: мурашина та пропіонова кислоти, метиловий та етиловий спирти, метилетилкетон, етилацетат та ін. Тому в цілому економіку даного процесу визначають витрати на розділення продуктів окиснення. Окиснення н–бутану відбувається за реакцією:



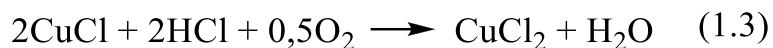
При використанні бензинових фракцій одержується ще більш широка гама речовин, і повне розділення оксид ата являє собою ще більш важку задачу через наявності ряду бінарних та трійних азеотропних сумішей. Але т.я. більшість нейтральних кисневмісних сполук утворюють з водою азеотропні суміші, що киплять низче температури кипіння мурашиної кислоти, відділити цю частину від водного розчину кислот порівняно легко. Нейтральні продукти повертають у колону окиснення, де вони перетворюються в низькомолекулярні кислоти.

#### Рідкофазне окиснення етилену

Велике значення має метод окислення ацетальдегіду. Каталізатором є PdCl<sub>2</sub>/CuCl<sub>2</sub>. Процес протікає по механізму:



|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

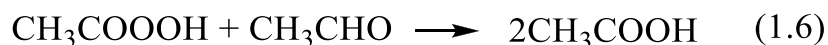
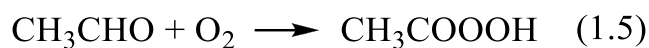


Загальне рівняння:



Конверсія етилену в ацетальдегід при температурі 125–130 °С і тиску 1,05 МПа складає 85 %.

Окислення ацетальдегіду в оцтову кислоту киснем або повітрям при каталізі ацетатом марганцю протікає по ланцюговому механізму, в якому проміжна оцтова кислота реагує з ацетальдегідом з утворенням оцтової кислоти:



Окислення протікає при температурі 66 °С і тиску 0,1 МПа з конверсією ацетальдегіду 95 %.

Синтез оцтової кислоти через синтез–газ

У 1975 році фірма «Union Carbide» розробила процес прямого синтезу оцтової кислоти через синтез–газ з використанням гетерогенного родієвого каталізатору. Синтез протікає при температурі 250–350 °С, тиску до 34 МПа та об'ємної швидкості синтез газу (CO:H<sub>2</sub>:CO<sub>2</sub>=77:20:3) 10<sup>3</sup>–10<sup>6</sup> год<sup>-1</sup>. Для забезпечення максимального виходу оцтової кислоти та ацетальдегіду процес необхідно проводити при низькій температурі та високому парціальному тиску СО. Наприклад, при пропусканні над каталізатором 5%Rh/SiO<sub>2</sub> газової суміші H<sub>2</sub>:CO=0,33 при 250 °С і тиску 17 МПа з об'ємною швидкістю 5400 год<sup>-1</sup> вихід оцтової кислоти складав 1,5 т/(м<sup>3</sup>\*добу). У продуктах реакції крім оцтової кислоти містилось 11% ацетальдегіду, 9% метану, 1% етанолу. При температурі 300 °С, тиску 10 МПа та об'ємною швидкістю 2000–10000 год<sup>-1</sup> одержується суміш метанолу, ацетальдегіду, етанолу та оцтової кислоти при конверсії СО

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |  |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |  |      |

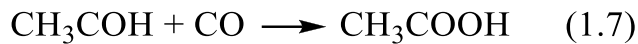
ДП 06.01.ПЗ



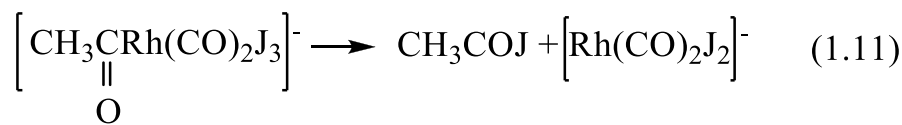
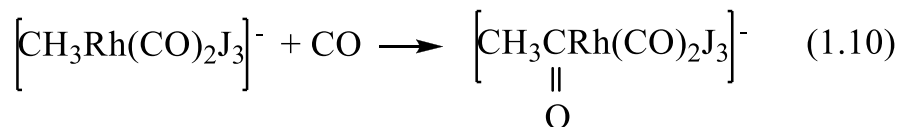
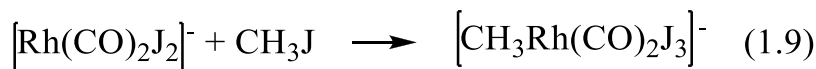
більше 90%. Недоліком цього процесу є зниження селективності каталізатора за мірою утворення оцтової кислоти.

### Карбонілювання метанолу

Сучасна технологія виробництва оцтової кислоти заснована на реакції карбонілювання метанолу:



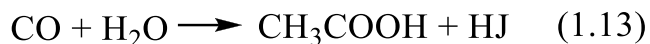
Дослідження механізму реакції із залученням спектральних даних, аналізу стехіометричних перетворень частинок, виявлених в реакції, привело до припущення стадій реакції:



Метіліодид, утворений в результаті рівноваги, приєднується до комплексу родію (1.9). Подальше приєднання Із з його впровадженням по зв'язку метил-родій приводить до утворення ацетілового комплексу (1.10). Відновне елімінування  $\text{CH}_3\text{COJ}$  регенерує каталізатор (1.11). Гідроліз ацетіліодида дає оцтову кислоту і  $\text{HJ}$  (1.12).

Процес синтезу оцтової кислоти характеризується високою селективністю по метанолу (> 99,9 %) і меншою по окислу вуглецю (> 85 %). Це обумовлено протіканням реакції:

|      |      |          |        |      |  |             |      |
|------|------|----------|--------|------|--|-------------|------|
|      |      |          |        |      |  | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |             |      |



Наявність побічної реакції (1.13) обумовлює продування газового циклу у виробничому процесі для підтримки необхідного парціального тиску оксиду вуглецю. За технологією, що діє, оцтова кислота проводиться в газорідинному реакторі з механічним перемішуванням при температурі 185<sup>0</sup>С тиску 2,75 МПа.

Технологічний процес характеризується малою кількістю рідких відходів: не більше 2 кг на 1 т оцтової кислоти.

Для виробництва оцтової кислоти методом карбонілювання метанолу із застосуванням каталізатора на основі родію потрібно менше сировини і енергоресурсів, чим по методу окислення ацетальдегіду. Разом з тим, для практичної реалізації процесу необхідне устаткування з корозіоностійких матеріалів, таких як цирконій і хастеллой.

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

## 2. ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, НАПІВФАБРИКАТІВ, ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Характеристика вироблюваної продукції.

Готовим продуктом є оцтова кислота.

*Оцтова кислота*

Синтетична оцтова кислота за фізико-хімічними показниками повинна відповідати вимогам і нормам, вказаним в ГОСТ 19814-74 «Кислота, – оцтова синтетична» СОРТ 1.

|  |  |
|--|--|
| Молекулярна маса -                     | 60,05                                  |
| Хімічна формула -                      | CH <sub>3</sub> COOH                   |
| Зовнішній вигляд -                     | безкольорова прозора рідина            |
| без механічних домішок                 |  |
| Густина при 0 °С -                     | 1,07 кг/м <sup>3</sup>                 |
| при 15 °С -                            | 1,049 кг/м <sup>3</sup>                |
| розчинність в воді -                   | змішується в будь яких співвідношеннях |
| Температура кристалізації -            | + 16,7 °С                              |
| Температура кипіння -                  | + 118,1 °С                             |
| Теплоємність при 0 °С -                | 2039 Дж/кг                             |
| Щільність пари по повітрю -            | 2,1                                    |
| Масова частка CH <sub>3</sub> COOH % - | не меншого 99,5                        |
| Масова частка оцтового ангідриду %     | не більше 0,004                        |
| Масова частка мурашиної кислоти %      | не більше 0,05                         |

Оцтова кислота розчиняється в органічних розчинниках: спирті, ефірі.

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

Оцтова кислота надзвичайно стійка по відношенню до окислювачів, навіть таким як хромова кислота, марганцевий калій.

Токсичні властивості: дратівлива дія на слизисті оболонки верхніх дихальних шляхів і очей. Викликає захворювання носа, носоглотки і гортані. Попадання на шкіру викликає шкірні захворювання.

Гранично допустимі концентрації пари в повітрі робочих приміщень – 5 мг/м<sup>3</sup>, на території – 1,5 мг/м<sup>3</sup>.

Межі вибуховості в суміші з повітрям в об'ємних долях:

ніжній – 3,3 %

верхній – 20,0 %

Залежність температури замерзання водного розчину оцтової кислоти від концентрації.

Таблиця 2.1 Залежність температури від концентрації

|                 |      |      |      |       |       |       |       |       |       |      |       |
|-----------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| Концентрація, % | 84,7 | 82,6 | 80,6 | 66,4  | 61,9  | 55,5  | 50,6  | 41,5  | 30,1  | 16,2 | 11,9  |
| Температура, °C | -2,1 | -5,1 | -7,4 | -20,5 | -24,2 | -22,3 | -19,8 | -15,9 | -10,9 | -5,2 | -3,99 |

Характеристика сировини.

*Йодистий водень*

Міститься в невеликих кількостях в продуктах, що поступають на колону обезводнення

Молекулярна маса - 127,93

Хімічна формула - HJ

Зовнішній вигляд – безбарвний газ або блідо-жовта рідина

Густина газу - 5,688 кг/м<sup>3</sup>

розчинника - 1,033 кг/м<sup>3</sup>

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

Розчинність у воді -

у 1 об'ємі води  
розчиняється 500 об'ємів  
газу

Не горючий, не вибухонебезпечний. ГДК = 1 мг/м<sup>3</sup>

### *Метанол*

Подається в колону обезводнення і колону відпарювання.

Молекулярна маса -

32,04

Хімічна формула -

CH<sub>3</sub>OH

Зовнішній вигляд –

безбарвна, прозора  
рідина без нерозчинних домішок

Питома вага при 20 °С -

0,792 кг/м<sup>3</sup>

Температура плавлення -

- 97,8 °С

Температура кипіння -

+ 64 ч 65,5 °С

Температура спалаху -

+ 8 °С

Межі займання -

від 7 до 38 °С

### *Окисел карбону*

Застосовується для створення тиску в колоні обезводнення і для продування датчиків рівнемірів.

Молекулярна маса -

28

Хімічна формула -

CO

Зовнішній вигляд –

безбарвний газ

Густіна -

1,25 кг/м<sup>3</sup>

Межі вибуховості -

від 12,5 до 75 %

Гранично допустима концентрація

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

у робочих приміщеннях - 20 мг/м<sup>3</sup>  
на території цеху - 6 мг/м<sup>3</sup>

*Кислота пропіонова*

Відбирається з куба колони продукту, є відходом виробництва.

Молекулярна маса - 74  
Хімічна формула -  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$   
Зовнішній вигляд – безбарвна, прозора рідина  
Густина - 0,993 кг/м<sup>3</sup>  
Температура плавлення - мінус 22 °С  
Температура кипіння - 141,1 °С  
Температура спалаху - 34 °С  
Температура самозаймання - 402 °С  
Густина щодо повітря - 2,6  
Гранично допустима концентрація - 20 мг/м<sup>3</sup>

*Гіпофосфаріста (фосфорноватіста) кислота*

Застосовується для скріплення вільного йоду в колоні продукту.

Молекулярна маса - 66,0  
Хімічна формула -  $\text{H}_3\text{PO}_2$   
Зовнішній вигляд – безбарвна, масляниста рідина

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

Густина - 1,493 кг/м<sup>3</sup>

Гранично допустима концентрація - 0,1 мг/м<sup>3</sup>

*Гідроокис калію*

Застосовується для скріплення вільного йоду в колоні продукту.

Молекулярна маса - 56,1

Хімічна формула - КОН

Зовнішній вигляд – кристалічна речовина  
від білого до ясно сірого

Густина - 2,04 кг/м<sup>3</sup>

Гранично допустима концентрація - 0,5 мг/м<sup>3</sup>

*Йодистий метил*

Міститься в продуктах синтезу.

Молекулярна маса - 141,95

Хімічна формула - CH<sub>3</sub>I

Зовнішній вигляд – безбарвна рідина з  
слабким ефірним запахом

Питома вага при 20 °С - 2,279 кг/м<sup>3</sup>

Гранично допустима концентрація у виробничих приміщеннях – 1 мг/м<sup>3</sup>

*Азот*

Застосовується для створення подушки інертного газу, для продування п'єзометричних трубок.

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

Молекулярна маса -

28

Хімічна формула -

N<sub>2</sub>

Зовнішній вигляд – безбарвний газ, без запаху і смаку; при високих концентраціях надає задуху через нестачу кисню

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |



### 3. ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

Уксусная кислота-сырец с «глухой» тарелки № 6 колонны DA-1201 насосом GA-1203 подается в качестве питания на одну из тарелок (№ 30, 34 или 38) колонны обезвоживания DA-1202, где из сырой уксусной кислоты с верхним отгоном удаляют воду, йодистый метил и другие легкокипящие примеси.

Для очистки уксусной кислоты от йодистого водорода на тарелку №7 колонны обезвоживания подается метанол. Подача метанола автоматически регулируется клапаном регулятора FIC-235 (от 65 до 135 кг/ч). Метанол, взаимодействуя с HI, образует йодистый метил. Йодистый метил, а также часть уксусной кислоты отгоняются вместе с водой из верхней части колонны. Пары воды, кислоты, йодистого метила и других легких примесей конденсируются в конденсаторе EA-1205, накапливаются в сборнике флегмы FA-1203 и насосом GA-1204 через клапан регулятора FIC-220 подаются на всас насоса GA-1206. Насосом GA-1206 жидкость из сборника флегмы FA-1203 возвращается в реактор синтеза совместно с легкой фазой декантатора FA-1201. Регулятор FIC-220 включен в каскадную схему регулирования уровня жидкости в реакторе синтеза DC-1101. В зависимости от изменения уровня в реакторе регулятор LIC-107 выдает задание регулятору FIC-220, изменяя расход потока (не более 12000 кг/ч). Часть потока с нагнетания насоса GA-1204 через клапан регулятора уровня LIC-206 из сборника FA-1203 подается в виде флегмы в верхнюю часть колонны DA-1202. Расход флегмы измеряется прибором FI-211 (не более 16000 кг/ч). При снижении расхода до 4,8 м<sup>3</sup>/ч срабатывает сигнализация (FAL-211). Уровень в сборнике флегмы FA-1203 поддерживается в пределах от 20 до 80 %. Предусмотрена сигнализация при повышении уровня до 50 % и снижении до 10 % (LAN-206 и LAL-206).

При отсутствии подачи метанола йодистый водород выводится из колонны обезвоживания с боковым отбором жидкости, содержащим максимальное количество HI. Отбор производится с одной из тарелок: № 14, 16, 17, 19, 21 или 23 — из зоны, в которой массовая доля воды в уксусной кислоте составляет от

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

3,5 до 7,5%. Этот поток отводится на тарелку №3 колонны отгонки легких фракции DA-1201 через клапан регулятора FIC-205 в количестве от 800 до 1500 кг/ч (при подаче метанола не более 800 кг/ч). При снижении расхода до 0,4 м<sup>3</sup>/ч срабатывает сигнализация (FAL-205). Температура потока измеряется прибором TI-1/18. Предусмотрена также линия вывода этого потока в сборник отходов FA-1503.

Процесс очистки уксусной кислоты в колонне обезвоживания проводится при температуре куба колонны от 150 до 160 °С и верха колонны от 125 до 135 °С. Температура в кубе колонны измеряется прибором TI-1/19, верха - прибором TI-1/21.

Основным необходимым условием получения в колонне обезвоживания кислоты требуемого качества, является тщательное регулирование температуры в зоне тарелки №22 в пределах от 140 до 152 °С, оптимальный режим — от 145 до 148 °С. Регулирование температуры производится изменением расхода пара 1,4 МПа (14 кгс/см<sup>2</sup>) в кипятильник EA-1204 посредством регуляторов температуры TIC-223 и расхода FIC-210, работающих в каскадной схеме. В случае отклонения температуры от заданной величины регулятор TIC-223 выдает задание регулятору FIC-210, который изменяет расход пара (не более 21000 кг/ч) в кипятильник EA-1204. Предусмотрено также измерение температуры в зоне тарелки № 24 прибором TI-1/20 – от 140 до 152 °С.

Давление в колонне обезвоживания поддерживается от 0,13 до 0,15 МПа (от 1,3 до 1,5 кгс/см<sup>2</sup>) подачей оксида углерода в сборник флегмы FA-1203 и регулируется клапаном регулятора PIC-222. При повышении давления до 0,2 МПа (2 кгс/см<sup>2</sup>) предусмотрена сигнализация PАН-222. Через клапан регулятора PIC-222 избыток газа выдается на стадию улавливания легких фракций – стадию «300». Расход оксида углерода в систему колонны обезвоживания регулируется клапаном регулятора FIC-221 (не более 16 кг/ч).

Степень нагрузки колонны определяется перепадом давления между верхом и низом колонны, который контролируется прибором PDI-223 и поддерживается в пределах от 0,03 МПа до 0,06 МПа (от 0,3 до 0,6 кгс/см<sup>2</sup>). Схемой предусмотрено

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ДП 06.01.ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

автоматическое отключение подачи пара в кипятильник колонны обезвоживания при увеличении давления в колонне более 0,3 МПа или 3 кгс/см<sup>2</sup> (блокировка №7, PSH-224).

В колонне DA-1202 проводится обезвоживание уксусной кислоты до массовой концентрации воды не более 150 ppm и снижение массовой концентрации йодистого водорода до не более 1 ppm.

Для окончательной очистки кислоты от йодистого водорода в обезвоженную уксусную кислоту, выводимую из куба колонны DA-1202, подается раствор КОН концентрацией от 20 до 30 % через клапан регулятора расхода FIC-234 — от 1 до 10 кг/ч.

Уровень в колонне обезвоживания регулируется в пределах от 20 до 80 % клапаном регулятора LIC-209, установленным на линии выдачи обезвоженной уксусной кислоты из колонны. При повышении уровня в кубе колонны до 80 % и понижении до 20 % предусмотрена сигнализация (LAI-209 и LAL-209). Расход потока из куба колонны DA-1202 измеряется прибором FI-212 — от 13000 до 25000 кг/ч.

Обезвоженная уксусная кислота с минимальным содержанием йодистого метила из куба колонны DA-1202 насосом GA-1205 (или за счет разницы в давлении) направляется в колонну продукта DA-1203.

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

#### 4. МАТЕРІАЛЬНІ І ТЕПЛОВІ БАЛАНСИ

Завдання на проектування:

1. Тиск в колоні – 0,15МПа
2. Суміш, що розділяється – вода – оцтова кислота
3. Потужність за вихідною сумішшю –140000 т/рік
4. Вміст води в: долі
  - вихідній суміші,  $\bar{\delta}_F$  – 0,39
  - дистилляті,  $\bar{\delta}_D$  – 0,98
  - кубовим остатку,  $\bar{\delta}_W$  – 0,0013
5. Температура вихідній суміші,  $t_F$  – 109 °С
6. Тип колони – з сітчастими тарілками

##### 4.1 Розрахунок матеріального балансу

Годинна потужність колони за вихідною сумішшю:

$$G_F = \frac{140000}{8000} = 17,5 \text{ т/год} = 17500 \text{ кг/год}, \quad (4.1)$$

де 175000 – річна потужність, т/рік

8000 – кількість робочих годин в році

Позначимо масову витрату

- дистилляту через  $G_D$ , кг/год

кубового залишку через  $G_W$ , кг/год

Рівняння матеріального балансу можна представити в вигляді:

$$G_D + G_W = 17500 \quad (4.2)$$

$$0,98 \cdot G_D + 0,0013 \cdot G_W = 0,39 \cdot 17500 \quad (4.3)$$

Вирішуючи систему знаходимо

$$G_W = 10549,71 \text{ кг/год}$$

$$G_D = 6950,29 \text{ кг/год}$$

Для подальших розрахунків виразимо концентрації живлення, дистилляту і кубового залишку в молярних долях.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ДП 06.01.ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Живлення

$$x_F = \frac{\overline{x_F} / \dot{I}_{\hat{A}}}{\frac{x_F}{\dot{I}_{\hat{A}}} + \frac{1-x_F}{\dot{I}_{\hat{O}.\hat{E}}}}, \quad (4.4)$$

де  $M_B$  – молекулярна маса води, 18 кг/кмоль

$M_{у.к.}$  – молекулярна маса оцтової кислоти, 60 кг/моль

$$x_F = \frac{0,39/18}{\frac{0,39}{18} + \frac{1-0,39}{60}} = 0,6803$$

Дистилят

$$x_D = \frac{\overline{x_D} / \dot{I}_{\hat{A}}}{\frac{x_D}{\dot{I}_{\hat{A}}} + \frac{1-x_D}{\dot{I}_{\hat{O}.\hat{E}}}}, \quad (4.5)$$

$$x_D = \frac{0,98/18}{\frac{0,98}{18} + \frac{1-0,98}{60}} = 0,9945$$

Кубовий остаток  $x_W = \frac{\overline{x_W} / \dot{I}_{\hat{A}}}{\frac{x_W}{\dot{I}_{\hat{A}}} + \frac{1-x_W}{\dot{I}_{\hat{O}.\hat{E}}}}, \quad (4.6)$

$$x_W = \frac{0,0013/18}{\frac{0,0013}{18} + \frac{1-0,0013}{60}} = 0,0042$$

Таким образом, відносна мольна витрата живлення складе

$$F = \frac{x_D - x_W}{x_D - x_W} = \frac{0,9945 - 0,0042}{0,6803 - 0,0042} = 1,4647 \quad (4.7)$$

Рівноважний склад рідини і пари для бінарної системи вода – оцтова кислота представлений в таблиці 4.1.

Виходячи з даних таблиці 4.1 побудуємо рівноважну криву рідину – пару (рис. 4.1).

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

Таблиця 4.1

| Вода – оцтова кислота |             |      |           |       |
|-----------------------|-------------|------|-----------|-------|
| t, °C                 | В рідині, x |      | В парі, y |       |
|                       | % (мол.)    | долі | % (мол.)  | долі  |
| 118,1                 | 0           | 0    | 0         | 0     |
| 115,4                 | 5           | 0,05 | 9,2       | 0,092 |
| 113,8                 | 10          | 0,1  | 16,7      | 0,167 |
| 110,1                 | 20          | 0,2  | 30,2      | 0,302 |
| 107,5                 | 30          | 0,3  | 42,5      | 0,425 |
| 105,8                 | 40          | 0,4  | 53,0      | 0,53  |
| 104,4                 | 50          | 0,5  | 62,6      | 0,626 |
| 103,2                 | 60          | 0,6  | 71,6      | 0,716 |
| 102,1                 | 70          | 0,7  | 79,5      | 0,795 |
| 101,3                 | 80          | 0,8  | 86,4      | 0,864 |
| 100,6                 | 90          | 0,9  | 93,0      | 0,93  |
| 100                   | 100         | 1    | 100       | 1     |

Знаходимо  $B_{max}$  з кривої рівноваги (рис. 4.1):

$$B_{max} = 0,292$$

Мінімальне флегмове число визначаємо за рівнянням:

$$R_{min} = \frac{x_D}{B_{max}} - 1 = \frac{0,9945}{0,292} - 1 = 2,4058 \quad (4.8)$$

Робоче флегмове число визначаємо за рівнянням:

$$R_{раб.} = 1,5 \cdot R_{min} = 1,5 \cdot 2,4058 = 3,608 \quad (4.9)$$

Рівняння робочих ліній:

а) верхня (зміцнюючі) частина колони:

$$y = \frac{R_{\delta\delta a} \cdot \delta + \tilde{\delta}_D}{R_{\delta\delta a} + 1} \quad (4.10)$$

$$y = 0,7830 \cdot \delta + 0,2158$$

б) нижня (вичерпна) частина колони:

$$y = \frac{R_{\delta\delta a} + F}{R_{\delta\delta a} + 1} \cdot \delta - \frac{F - 1}{R_{\delta\delta a} + 1} \cdot x_w \quad (4.11)$$

$$y = 1,10 \cdot \delta - 0,0004$$

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

ДП 06.01.ПЗ

## 4.2 Тепловий розрахунок установки

Витрата теплоти, охолоджуючій воді в дефлегматорі – конденсаторі, знаходимо по рівнянню:

$$Q_D = G_D \cdot (1 + R_{\text{раб}}) \cdot r_D = \frac{6950,29}{3600} \cdot (1 + 3,608) \cdot 2221,16 \cdot 10^3 = 19753753,19 \text{ Вт}$$

$$\text{Тут } r_D = \bar{x}_D \cdot r_A + (1 - \bar{x}_D) \cdot r_{\text{о.е.}}$$

$$r_D = 0,98 \cdot 2258,2 \cdot 10^3 + (1 - 0,98) \cdot 60 = 2221,16 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг,}$$

де  $r_B = 2258,2 \cdot 10^3$ ,  $r_{\text{у.к.}} = 406,2 \cdot 10^3$  Дж/кг – питомі теплоти паротворення при  $100,5 \text{ }^\circ\text{C}$  (табл. XLV, стр. 541, [6]).

Витрата теплоти, що отримують в кубі – випарнику від гріючої пари, знаходимо по рівнянню:

$$Q_K = Q_D + G_D \cdot c_D \cdot t_D + G_W \cdot c_W \cdot t_W - G_F \cdot c_F \cdot t_F + Q_{\text{Пот}} \quad (4.11)$$

Теплові втрати  $Q_{\text{Пот}}$  прийняті у розмірі 3 % від теплоти, що корисно витрачається;

Питомі теплоємності узяті відповідно (рис. XI, стр.562, [6])

при  $t_D = 100,05 \text{ }^\circ\text{C}$

$$c_D = 2346,4 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$$

$$t_W = 117,8 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c_W = 2388,3 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$$

$$t_F = 109 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$c_F = 2367,35 \text{ Дж/(кг}\cdot\text{K)}$$

$$Q_K = 1,03 \cdot \left( 19753753,19 + \frac{6950,29}{3600} \cdot 2346,4 \cdot 100,05 + \frac{10549,71}{3600} \cdot 117,8 \cdot 2388,3 - \frac{17500}{3600} \cdot 109 \cdot 2367,35 \right) = 20360089,63 \text{ Вт}$$

Витрата теплоти в паровому підігрівачі початкової суміші:

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

$$Q = 1,05 \cdot G_F \cdot c_F \cdot (t_F - t_{нач}) = 1,05 \cdot \frac{17500}{3600} \cdot 2367,35 \cdot (109 - 80) = 350417,120 \text{ Вт}$$

(4.12)

Тут теплові втрати прийняті в розмірі 5%.

Витрата теплоти, охолоджуючій воді, що віддається, у водяному холодильнику дистиляту:

$$Q = G_D \cdot c_D \cdot (t_D - t_{кон}) = \frac{8687,86}{3600} \cdot 2346,4 \cdot (100,05 - 25) = 424974,68 \text{ Вт} \quad (4.13)$$

Витрата теплоти, охолоджуючій воді, що віддається, у водяному холодильнику кубового залишку:

$$Q = G_W \cdot c_W \cdot (t_W - t_{кон}) = \frac{13187,14}{3600} \cdot 2388,3 \cdot (117,8 - 25) = 811867,15 \text{ Вт} \quad (4.14)$$

Витрата гріючої пари, що має тиск  $P_{абс.} = 4 \text{ кгс/см}^2$  і вологість 5 %:

а) в кубі – випарнику

$$G_{г.п.} = \frac{Q_{\dot{E}}}{r_{\dot{A}.l.} \cdot 0,95} = \frac{20360089,63}{2141 \cdot 10^3 \cdot 0,95} = 10,01 \text{ кг/с}, \quad (4.15)$$

де  $r_{г.п.} = 2141 \cdot 10^3 \text{ Дж/кг}$  – питома теплота конденсації гріючої пари;

б) у підігрівачі початкової суміші:

$$G_{г.п.} = \frac{Q}{r_{\dot{A}.l.} \cdot 0,95} = \frac{350417,12}{2141 \cdot 10^3 \cdot 0,95} = 0,17 \text{ кг/с} \quad (4.16)$$

Всього:  $10,01 + 0,17 = 10,18 \text{ кг/с} = 36,64 \text{ т/ч}$

Витрата охолоджуючої води при нагріві її на  $20 \text{ }^\circ\text{C}$ :

а) в дефлегматорі

$$V_B = \frac{Q_{\dot{A}}}{\tilde{n}_{\dot{A}} \cdot (t_{\dot{A}i} - t_{\dot{A}z}) \cdot \rho} = \frac{19753753,19}{4190 \cdot 20 \cdot 1000} = 0,236 \text{ м}^3/\text{с} \quad (4.17)$$

б) у водяному холодильнику дистиляту:

$$V_B = \frac{Q}{\tilde{n}_{\dot{A}} \cdot (t_{\dot{A}i} - t_{\dot{A}z}) \cdot \rho} = \frac{350417,12}{4190 \cdot 20 \cdot 1000} = 0,0042 \text{ м}^3/\text{с} \quad (4.18)$$

Всього  $0,2402 \text{ м}^3/\text{с}$  або  $0,86 \text{ м}^3/\text{с}$ .

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |



## 5. ВИБІР І РОЗРАХУНОК ОСНОВНОГО АПАРАТУ

### *Визначення швидкості пари і діаметру колони*

Середні концентрації рідини:

а) у верхній частині колони

$$x'_{\text{ND}} = \frac{(\delta_F + x_D)}{2} = \frac{0,6803 + 0,9945}{2} = 0,8374 \quad (5.1)$$

б) у нижній частині колони

$$x''_{\text{ND}} = \frac{(\delta_W + x_W)}{2} = \frac{0,6803 + 0,0042}{2} = 0,3423 \quad (5.2)$$

Середню концентрацію пари знаходимо по рівняннях робочих ліній (5.3, 5.4)

а) у верхній частині колони

$$y'_{\text{CP}} = 0,7830 \cdot \delta + 0,2158 = 0,7830 \cdot 0,8374 + 0,2158 = 0,8715$$

б) у нижній частині колони:

$$y''_{\text{CP}} = 1,10 \cdot \delta - 0,0004 = 1,10 \cdot 0,3423 - 0,0004 = 0,3761$$

Середню температуру пари визначаємо по діаграмі t–x,y, побудовану на підставі таблиці 4.1.

а) при  $y'_{\text{CP}} = 0,8715$                        $t'_{\text{CP}} = 101,2 \text{ }^\circ\text{C}$

б) при  $y''_{\text{CP}} = 0,3716$                        $t''_{\text{CP}} = 108,2 \text{ }^\circ\text{C}$

Середні молярні маси і густина пари:

а)  $M'_{\text{CP}} = 0,8715 \cdot 18 + (1 - 0,8715) \cdot 60 = 23,397 \text{ кг/кмоль}$

$$\rho'_{\text{CP}} = \frac{M'_{\text{ND}} \cdot \dot{O}_0}{22,4 \cdot (t'_{\text{ND}} + 273)} = \frac{23,397 \cdot 273}{22,4 \cdot (101,2 + 273)} = 0,7620 \text{ кг/м}^3 \quad (5.5)$$

б)  $M''_{\text{CP}} = 0,3761 \cdot 18 + (1 - 0,3761) \cdot 60 = 44,2038 \text{ кг/кмоль}$

$$\rho''_{\text{CP}} = \frac{M''_{\text{ND}} \cdot \dot{O}_0}{22,4 \cdot (t''_{\text{ND}} + 273)} = \frac{44,2038 \cdot 273}{22,4 \cdot (108,2 + 273)} = 1,41 \text{ кг/м}^3 \quad (5.6)$$

Середня щільність пари в колоні:

$$\rho''_{\text{CP}} = \frac{(\rho'_{\text{ND}} + \rho''_{\text{ND}})}{2} = \frac{0,7620 + 1,41}{2} = 1,086 \text{ кг/м}^3 \quad (5.7)$$

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |      |

ДП 06.01.ПЗ

Температура вверху колони при  $u_D = 0,995$ , дорівнює  $100,05$  °C, а в кубі – випаровувачі при  $x_w = 0,0042$  дорівнює  $117,8$  °C.

Густина рідкої води при  $100,05$  °C дорівнює  $\rho_B = 957,96$  кг/м<sup>3</sup>, а рідкої оцтової кислоти при  $117,8$  °C дорівнює  $\rho_{у.к.} = 922,36$  кг/м<sup>3</sup>

Дані значення густини знайдені інтерполяцією даної густини з [6] (табл. IV, стор. 512).

Таким чином, приймаємо середню густина рідини в колоні:

$$\rho_{ж} = \frac{(\rho_A + \rho_{о.э.})}{2} = \frac{957,96 + 922,36}{2} = 940,16 \text{ кг/м}^3 \quad (5.8)$$

Визначаємо швидкість пари в колоні. За даними каталогу – довідника «Колонні апарати» приймаємо відстань між тарілками  $300$  мм.

Для сітчастих тарілок по рис.7.2, стр.323 [6] знаходимо  $C = 0,032$

Швидкість пара в колоні складе:

$$w = C \cdot \sqrt{\frac{\rho_{ж}}{\rho_l}} = 0,032 \cdot \sqrt{\frac{940,16}{1,086}} = 0,942 \text{ м/с} \quad (5.9)$$

Об'ємна витрата пари, що проходить через колону, при

$$t_{CP} = (t'_{CP} + t''_{CP})/2 = (101,2 + 108,2)/2 = 104,7 \text{ °C} \quad (5.10)$$

складе

$$V = \frac{G_D \cdot (R_{\text{дод}} + 1) \cdot \dot{O}_{NB} \cdot \rho_0}{3600 \cdot M_D \cdot T_0 \cdot P} \quad (5.11)$$

$$V = \frac{6950,29 \cdot (3,608 + 1) \cdot (104,7 + 273) \cdot 1,033}{3600 \cdot 18,231 \cdot 273 \cdot 1,5} = 0,465 \text{ м}^3/\text{с},$$

де  $M_D$  – мольна маса дистилляту

$$M_D = 0,9945 \cdot 18 + (1 - 0,9945) \cdot 60 = 18,231 \text{ кг/кмоль}$$

Діаметр колони:

$$D = \sqrt{\frac{V}{0,785 \cdot w}} = \sqrt{\frac{0,465}{0,785 \cdot 0,942}} = 0,880 \text{ м} \quad (5.12)$$

Приймаємо найближчий більший діаметр

$$D_K = 1000 \text{ мм}$$

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

Таким чином, швидкість пара в колоні складе

$$w = \frac{V}{0,785 \cdot D_k^2} = \frac{0,465}{0,785 \cdot 1^2} = 0,74 \text{ м/с} \quad (5.13)$$

#### Гідравлічний розрахунок тарілок

Приймаємо наступні розміри сітчастої тарілки: діаметр отворів  $d_0 = 4\text{мм}$ , висота зливної перегородки  $h_{\Pi} = 40\text{ мм}$ . Вільний перетин тарілки (сумарна площа) 8 % від загальної площі тарілки. Площа, займана двома сегментними переливними стаканами, складає 20 % від загальної площі тарілки.

Розрахуємо гідравлічний опір тарілки у верхній і нижній частині колони по рівнянню:

$$\Delta p = \Delta p_{\text{сух}} + \Delta p_{\sigma} + \Delta p_{\text{ПЖ}} \quad (5.14)$$

а) Верхня частина колони.

Гідравлічний опір сухої тарілки:

$$\Delta p_{\text{сух}} = \zeta \cdot w_0^2 \cdot \rho'_{\text{CP}} / 2 = 1,82 \cdot 9,64^2 \cdot 0,762 / 2 = 64,44 \text{ Па}, \quad (5.15)$$

де  $\zeta = 1,82$  – коефіцієнт опору незрошуваних сітчастих тарілок з вільним перетином 7–10 %;

$w_0 = 0,772/0,08 = 9,64\text{ м/с}$  – швидкість пари в отворах тарілки.

Опір, обумовлений силами поверхневого натягнення:

$$\Delta p_{\sigma} = 4 \cdot \sigma / d_0 = 4 \cdot 58,66 \cdot 10^{-3} / 0,004 = 58,7 \text{ Па}, \quad (5.16)$$

де  $\sigma = 58,66 \cdot 10^{-3}\text{ Н/м}$  – поверхневе натягнення рідини при середній температурі у верхній частині колони при 101,2 °С (табл. XXIV, стр. 526 [6]);

$d_0 = 0,004\text{ м}$  – діаметр отворів тарілки.

Опір парорідинного шару на тарілці:

$$\Delta p_{\text{ПЖ}} = 1,3 \cdot h_{\text{ПЖ}} \cdot \rho_{\text{ПЖ}} \cdot g \cdot k \quad (5.17)$$

Висота парорідинного шару :

$$h_{\text{ПЖ}} = h_{\Pi} + \Delta h \quad (5.18)$$

Величину  $\Delta h$  – висоту шару над зливною перегородкою розраховуємо по формулі:

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |  |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |  |      |

ДП 06.01.ПЗ

$$\Delta h = \left( \frac{V_{\mathcal{E}}}{1,85 \cdot \dot{I} \cdot k} \right)^{2/3}, \quad (5.19)$$

де  $V_{\mathcal{E}}$  – об'ємна витрата рідини, м<sup>3</sup>/с;

$\Pi$  – периметр сливної перегородки;

$k = \rho_{\text{пж}} / \rho_{\text{ж}}$  – відношення густини парорідинного шару (піни) до густини рідини, що приймається приблизно рівним 0,5.

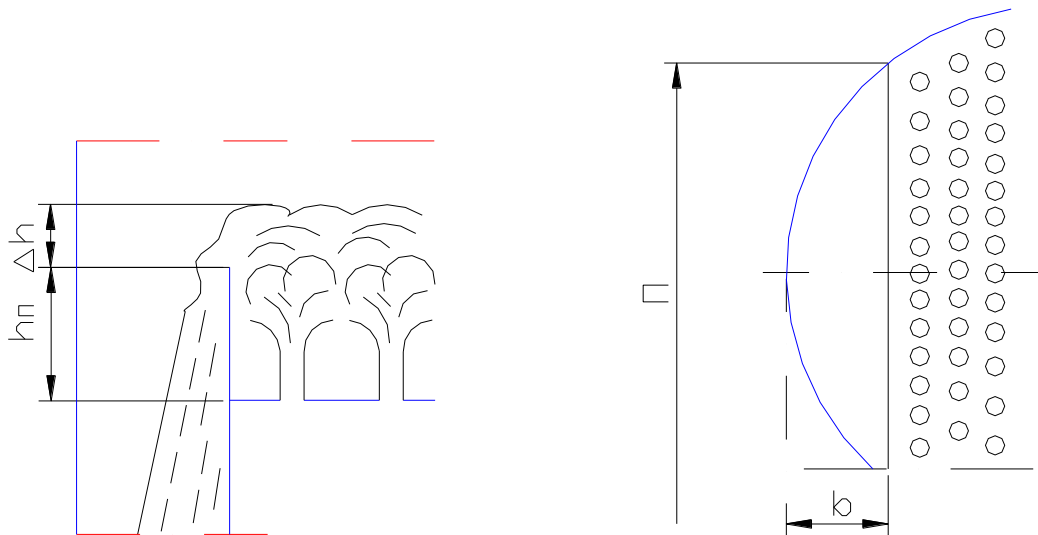


Рисунок 4.1. Схема сітчастої тарілки.

Об'ємна витрата рідини у верхній частині колони:

$$V_{\mathcal{E}} = \frac{G_D \cdot R_{\text{ддд}} \cdot \dot{I}_{\text{НД}}}{3600 \cdot M_D \cdot \rho_{\mathcal{E}}} = \frac{8687,86 \cdot 3,608 \cdot 24,8292}{3600 \cdot 18,231 \cdot 940,16} = 0,0126 \text{ м}^3/\text{с}, \quad (5.20)$$

де  $M_{\text{CP}} = 0,8374 \cdot 18 + (1-0,8374) \cdot 60 = 24,8292$  кг/кмоль – середня молярна маса рідини, кг/кмоль

Периметр сливної перегородки  $\Pi$  (рис.3.3) знаходимо, вирішуючи систему рівнянь:

$$\left( \frac{\dot{I}}{2} \right)^2 + (R - \hat{a})^2 = R^2, \quad (5.21, 5.22)$$

$$0,1 \cdot \pi \cdot R^2 = 2/3 \cdot \dot{I} \cdot \hat{a}$$

де  $R = 0,5$  м – радіус тарілки;

$2/3\pi v$  – наближене значення площі сегменту.

Рішення дає  $\Pi = 0,733$  м;  $v = 0,161$  м. Знаходимо  $\Delta h$ :

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |      |

$$\Delta h = \left( \frac{0,0126}{1,85 \cdot 0,733 \cdot 0,5} \right)^{2/3} = 0,070 \text{ м};$$

Висота парорідинного шаруючи на тарілці:

$$h_{\text{ПЖ}} = 0,04 + 0,070 = 0,11 \text{ м}$$

Опір парорідинного шару:

$$\Delta p_{\text{ПЖ}} = 1,3 \cdot 0,11 \cdot 0,5 \cdot 9,81 \cdot 940,16 = 659,44 \text{ Па}$$

Загальний гідравлічний опір тарілки у верхній частині колони:

$$\Delta p' = 64,44 + 58,7 + 659,44 = 782,58 \text{ Па}$$

а) Нижня частина колони.

Гідравлічний опір сухої тарілки:

$$\Delta p_{\text{сух}} = \zeta \cdot w_0^2 \cdot \rho''_{\text{СР}} / 2 = 1,82 \cdot 9,65^2 \cdot 1,41 / 2 = 119,5 \text{ Па}$$

$$\Delta p_{\sigma} = 4 \cdot \sigma / d_0 = 4 \cdot 23,5 \cdot 10^{-3} / 0,004 = 23,5 \text{ Па},$$

де  $\sigma = 23,5 \cdot 10^{-3} \text{ Н/м}$  – поверхневе натягнення рідини при середній температурі в нижній частині колони при 108,2 °С (табл. XXIV, стр. 526 [6]).

$$V_{\text{Ж}} = \left( \frac{G_D \cdot R_{\text{ддд}}}{M_D} + \frac{G_F}{M_F} \right) \cdot \frac{\dot{V}_{\text{НД}}}{\rho_E}; \quad (5.23)$$

$$M_F = 0,6803 \cdot 18 + (1 - 0,6803) \cdot 60 = 31,427 \text{ кг/кмоль}$$

$$M_{\text{СР}} = 0,3423 \cdot 18 + (1 - 0,3423) \cdot 60 = 45,623 \text{ кг/кмоль}$$

$$V_{\text{Ж}} = \left( \frac{6950,29 \cdot 3,608}{18,231} + \frac{17500}{31,427} \right) \cdot \frac{45,623}{3600 \cdot 940,16} = 0,0351 \text{ м}^3/\text{с}$$

$$\Delta h = \left( \frac{0,0351}{1,85 \cdot 0,733 \cdot 0,5} \right)^{2/3} = 0,139 \text{ м}$$

$$h_{\text{ПЖ}} = 0,04 + 0,139 = 0,179 \text{ м}$$

$$\Delta p_{\text{ПЖ}} = 1,3 \cdot 0,179 \cdot 0,5 \cdot 9,81 \cdot 940,16 = 1073,09 \text{ Па}$$

Загальний гідравлічний опір тарілки в нижній частині колони:

$$\Delta p'' = 119,5 + 23,5 + 1073,09 = 1216,09 \text{ Па}$$

Перевіримо, чи дотримується при відстані між тарілками  $h = 0,3 \text{ м}$  необхідна для нормальної роботи тарілок умова:

$$h > 1,8 \cdot \frac{\Delta \delta}{\rho_E \cdot g}$$

|      |      |          |        |      |             |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |             |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |             |  |  |  |  |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ДП 06.01.ПЗ |  |  |  |  |      |

Для тарілок нижньої частини колони, у яких гідравлічний опір  $p$  більший, ніж у тарілок верхньої частини:

$$1,8 \cdot \frac{\Delta\delta''}{\rho_{\text{ж}} \cdot g} = 1,8 \cdot \frac{1216,09}{940,16 \cdot 9,81} = 0,237 \text{ м} \quad (5.24)$$

Отже, вищезгадана умова дотримується.

Перевіримо рівномірність роботи тарілок – розрахуємо мінімальну швидкість пари в отворах  $w_{O,\text{мин}}$ , достатню для того, щоб сітчаста тарілка працювала всіма отворами:

$$w_{O,\text{мин}} = 0,67 \cdot \sqrt{\frac{g \cdot \rho \cdot h_{\text{л.ж.}}}{\zeta \cdot \rho_{\text{нд}}''}} = 0,67 \cdot \sqrt{\frac{9,81 \cdot 940,16 \cdot 0,179}{1,82 \cdot 0,3761}} = 33,1 \text{ м/с} \quad (5.25)$$

Розрахована швидкість  $w_{O,\text{мин}}=33,1$  м/с;

Отже, тарілки працюватимуть всіма отворами.

#### *Визначення числа тарілок і висоти колони*

а) На діаграмі  $y-x$  наносимо лінії робочих концентрацій (робочі лінії) для оптимального флегмового числа  $R = 3,608$  (рис. 4.1): для цього на осі  $y$  відкладаємо відрізок,

$$B = \frac{x_D}{R+1} = \frac{0,9945}{3,608+1} = 0,216$$

кінець якого сполучаємо прямою з крапкою 1 ( $x_D = y_D$ ); точку перетину цієї прямої з вертикальною лінією, проведеною з абсциси  $x_F$ , позначимо крапкою 2 ( $x_F, y_F$ ) і, нарешті, крапку 2 сполучаємо з крапкою 3 ( $x_W = y_W$ ). Лінії 1–2 і 2–3 є робочими лініями для верхньої і нижньої частин колони, відповідно.

Знаходимо число ступенів зміни концентрації  $n_T$ . В верхній частині колони  $n'_T \approx 11$ , в нижній частині колони  $n''_T \approx 13$ , всього 24 ступені.

Число тарілок розраховуємо за рівнянням:

$$n = n_T / \eta \quad (5.26)$$

Для визначення середнього к.к.д. тарілок  $\eta$  знаходимо коефіцієнт відносної летючості компонентів, що розділяються  $\alpha = P_B/P_{y,\text{к}}$  і динамічний

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

ДП 06.01.ПЗ

коефіцієнт в'язкості початкової суміші  $\mu$  при середній температурі в колоні, рівній  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

При цій температурі тиск насиченої пари води  $P_B = 950\text{ мм.рт.ст.}$  оцтової кислоти  $P_{y.k.} = 450\text{ мм.рт.ст.}$  (рис. XIV, стр.565, [6]), звідки

$$\alpha = 950/450 = 2,11$$

Динамічний коефіцієнт в'язкості води при  $105\text{ }^{\circ}\text{C}$  дорівнює  $0,225 \cdot 10^{-3}\text{ Па}\cdot\text{с}$ , оцтової кислоти  $0,425 \cdot 10^{-3}\text{ Па}\cdot\text{с}$ . Приймаємо коефіцієнт в'язкості початкової суміші  $\mu = 0,325 \cdot 10^{-3}\text{ Па}\cdot\text{с} = 0,325\text{ сП}$

$$\text{Тоді } \alpha \cdot \mu = 2,11 \cdot 0,325 = 0,656 \quad (5.27)$$

По графіку рис.7.5 (стор. 323, [6]) знаходимо  $\eta = 0,53$ . Довжина шляху рідини на тарілці (рис.1.3) дорівнює

$$\ell = D - 2 \cdot b = 1,0 - 2 \cdot 0,161 = 0,678\text{ м} \quad (5.28)$$

По графіку (рис.7.5, стор.324, [6]) знаходимо значення поправки на довжину шляху  $\Delta = 0,001$ .

Середній к.к.д. тарілок за рівнянням:

$$\eta_l = \eta (1 + \Delta) = 0,53 (1 + 0,001) = 0,531 \quad (5.29)$$

Число тарілок в верхній частині колоні:

$$n' = n'_T / \eta = 12 / 0,531 = 23,$$

в нижній частині колоні:

$$n'' = n''_T / \eta = 13 / 0,531 = 25$$

Загальне число тарілок  $n = 48$ , с запасом  $n = 50$ , з них в верхній частині колоні  $n_B = 24$  и в нижній  $n_H = 26$  тарілки.

Висота тарілчастої частини колоні:

$$H_T = (n - 1) h = (50 - 1) 0,3 = 14,7\text{ м} \quad (5.30)$$

Загальний гідравлічний опір тарілок:

$$\Delta p = \Delta p' \cdot n_B + \Delta p \cdot n_H = 788,34 \cdot 57 + 1186,12 \cdot 23 = 90348\text{ Па} \approx 0,91\text{ кгс/см}^2$$

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

*Наближений розрахунок діаметрів штуцерів колони ректифікації*

Незалежно від призначення штуцера, його діаметр розраховується по рівнянню постійності витрати.

$$d = \sqrt{\frac{V}{0,785 \cdot w}}, \quad (5.31)$$

де  $V$  – об'ємна продуктивність, м<sup>3</sup>/с

$w$  – швидкість руху потоку, м/с

У зв'язку з тим, що швидкість руху потоків приймається орієнтування, можна приймати щільність флегми рівної щільності води, а щільність кубового залишку – оцтової кислоти.

Штуцер подачі початкової суміші

$$d = \sqrt{\frac{V_F}{0,785 \cdot w_F}},$$

$$V_F = \frac{G_F}{\rho_F}, \quad (5.32)$$

$$\rho_F = \frac{\rho_A \cdot \rho_{\text{о.ѐ.}}}{\rho_{\text{о.ѐ.}} \cdot \bar{x}_F + (1 - \bar{x}_F) \cdot \rho_A}. \quad (5.33)$$

При 109 °С  $\rho_{\text{в.}} = 944,4$  кг/м<sup>3</sup>,  $\rho_{\text{у.к.}} = 923,9$  кг/м<sup>3</sup>

$$\rho_F = \frac{944,4 \cdot 923,9}{923,9 \cdot 0,39 + (1 - 0,39) \cdot 944,4} = 931,79 \text{ кг/м}^3$$

$$V_F = \frac{17500}{931,79 \cdot 3600} = 0,0052 \text{ м}^3/\text{с}$$

приймаємо  $w_F = 0,8$  м/с, тоді

$$d = \sqrt{\frac{0,0052}{0,785 \cdot 0,8}} = 0,10002 \text{ м}$$

приймаємо  $\text{Ø } 100$ .

Штуцер подачі флегми

$$d = \sqrt{\frac{V_R}{0,785 \cdot w_R}}, \quad (5.34)$$

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |      |

ДП 06.01.ПЗ



$$V_D = \frac{G_R}{\rho_A} = \frac{G_D \cdot R_{\partial \dot{a} \dot{a}}}{\rho_A}, \quad (5.35)$$

При 100,05 °C  $\rho_B = 579 \text{ кг/м}^3$ ,

$$V_D = \frac{17500 \cdot 3,608}{3600 \cdot 579} = 0,030 \text{ м}^3/\text{с}$$

приймаємо  $w_F = 0,5 \text{ м/с}$ , тоді

$$d = \sqrt{\frac{0,030}{0,785 \cdot 0,5}} = 0,310 \text{ м}$$

приймаємо  $\varnothing 300$ .

Штуцер виходу кубового остатку

$$d = \sqrt{\frac{V_W}{0,785 \cdot w_W}}, \quad (5.36)$$

$$V_W = \frac{G_W}{\rho_{\text{о.Е}}}, \quad (5.37)$$

При 117,8 °C  $\rho_{\text{у.к.}} = 940 \text{ кг/м}^3$ ,

$$V_W = \frac{10549,71}{3600 \cdot 940} = 0,0031 \text{ м}^3/\text{с}$$

приймаємо  $w_F = 0,3 \text{ м/с}$ , тоді

$$d = \sqrt{\frac{0,0031}{0,785 \cdot 0,3}} = 0,126 \text{ м}$$

приймаємо  $\varnothing 150$ .

Штуцер виходу пари з колони

$$d = \sqrt{\frac{V_Y}{0,785 \cdot w_Y}}, \quad (5.38)$$

$$V_Y = 0,606 \text{ м}^3/\text{с}$$

приймаємо  $w_F = 12 \text{ м/с}$ , тоді

$$d = \sqrt{\frac{0,606}{0,785 \cdot 12}} = 0,254 \text{ м}$$

приймаємо  $\varnothing 250$ .

|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|--|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |  |  |  |  |  |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |  |  |  |  |      |

ДП 06.01.ПЗ

## 6. ВИБІР ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ

Таблиця 6.1 Перелік основного і допоміжного устаткування технологічної схеми виробництва оцтової кислоти.

| Буквено-цифрове позначення апарату (пристрої) | Найменування устаткування (пристрої) | Призначення і коротка характеристика   | Матеріал                         | Кіл |
|---|--------------------------------------|--|----------------------------------|-----|
| 1   | 2                                    | 3  | 4                                | 5   |
| КЛ1   | Колона зневоднення                   | Для обезводнення оцт. кислоти і зниження в ній НІ;<br>Вертикальна циліндрова судина<br>Д = 1,0 м, Н = 27,775 м,<br>V=21,8 м <sup>3</sup> , Р <sub>расч</sub> =1,04МПа,<br>кіл-сть тарілок – 80 шт.<br>середовище – вода, оцт. кислота, метанол, НІ | Хастелой В2,<br>Цирконій-705     | 1   |
| Е1  | Збірка флегми колони зневоднення     | Горизонтальна циліндрова судина;<br>Д = 138+5 мм, Н = 1,372 м,<br>V=2,65 м <sup>3</sup> , Р <sub>расч</sub> =1,04МПа,<br>середовище – вода, оцт. кислота, сліди НІ і СН <sub>3</sub> І   | Не іржа-віюча сталь 3162         | 1   |
| АТ1   | Кип'ятильник колони зневоднення      | Для випаровування кубової рідини колони осушення;<br>Вертикальний кожухотрубчастий теплообмінник одноходовий по трубному простору;<br>Д = 1,0 м, Н = 4,8 м,<br>середовище – пара, оцт. кислота, конденсат  | Цирконій, вугл. сталь            | 1   |
| ХК1   | Конденсатор колони зневоднення       | Для конденсації пари колони осушення;<br>Горизонтальний кожухотрубчастий теплообмінник, одноходовий<br>Д = 720x5 мм, Н = 7,095 м,<br>середовище – охол. вода, водний орг. розчин   | Титан, цирконій, сталь 12Х18Н10Т | 1   |

|      |      |          |        |      |             |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |             |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |             |  |  |  |  |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ДП 06.01.ПЗ |  |  |  |  |      |

| Буквено-цифрове позначення апарату (пристрої) | Найменування устаткування (пристрої)           | Призначення і коротка характеристика  | Матеріал                      | Кіл |
|---|--|---|-------------------------------|-----|
| 1   | 2  | 3   | 4                             | 5   |
| КЛ2   | Колона продукту                                | Призначена для очистки оцт. кислоти від пропіонової кислоти;<br>Вертикальна циліндрова судина<br>Д = 2,4 м, Н = 30,4 м,<br>V=119 м <sup>3</sup><br>кіль-сть тарілок – 54 шт.<br>середовище – оцт. кислота, пропіонова кислота | Не іржа-віюча сталь, цирконій | 1   |
| Е2, Е4  | Збірка флегми і кубової рідини колони продукту | Горизонтальна циліндрова судина;<br>Д = 2,0 м, Н = 1885 м,<br>V= 8 м <sup>3</sup>   | Не іржа-віюча сталь           | 1   |
| АТ2   | Кип'ятильник колони продукту                   | Для випаровування кубової рідини колони продукту;<br>Вертикальний кожухотрубчастий теплообмінник одноходовий по трубному простору;<br>Д = 0,8 м, Н = 2,0 м,<br>середовище – пара, оцт. кислота, конденсат                     | Вугл. сталь                   | 1   |
| ХК2   | Конденсатор колони продукту                    | Для конденсації пари колони продукту;<br>Горизонтальний кожухотрубчастий теплообмінник, одноходовий Д = 600 мм, Н = 4,0 м, середовище – охол. вода, водний орг. розчин  |                               | 1   |

|      |      |          |        |      |             |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |             |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |             |  |  |  |  |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ДП 06.01.ПЗ |  |  |  |  |      |

## 7 КОНТРОЛЬ РОБОТИ, НОРМИ І ПРАВИЛА ОБСЛУГОВУВАННЯ ОСНОВНОГО АПАРАТУ

Контроль та керування процесу конверсії метану проводиться з використанням АСКТП на базі мікропроцесорного керуючого обчислювального комплексу МСКУ.

У стандартній конфігурації МСКУ задіяні наступні блоки:

РГ 1 і РГ 2 – блоки вхідних та вихідних гальванічних розв'язок. Основне призначення їх в захисті мікропроцесорного контролера від коротких замикань в схемах живлення датчиків та виконавчих механізмів;

АЦП і ЦАП – блоки аналого-цифрового і цифро-аналогового перетворювання сигналів;

ЦДП і ДЦП - блоки цифро-дискретного і дискретно-цифрового перетворювання;

ЦПП - блок цифро-імпульсного перетворювання;

АЛГО - блок алгоритмічного перетворення сигналів;

МСКУ працює із уніфікованими струмовими сигналами.

Робоче місце оператора-технолога обладнане пристроями контролю (дисплеї, монітори, екрани, принтери тощо), панелями ручного керування і схемою сигналізації, яка, як правило виконується на мнемосхемі виробництва.

Через те, що виробництво є пожежо - і вибухонебезпечним, всі регулюючі клапана пневматичні. Враховуючи те, що вихідний сигнал МСКУ є електричним, використовується електропневмоперетворювач ЕПП-86 [9, 20].

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

### *Контроль основных технологических параметров процесса*

На стадии ректификации оцетовой кислоты вимірюються та виводяться на пульт ЦПК такі технологічні параметри:

*тиск:* метанолу і оцетової кислоти на лінії подачі в колону обезводнення КЛ1 (контролюється приладами поз. PIRA-26 і поз. PIRA-46); реакційній суміші в колоні обезводнення КЛ1 і в колоні продукту КЛ2 (контролюється приладами поз. PIRA-136 і поз. PIRA-146);

*температури:* реакційній суміші після конденсаторів ХК1, ХК2 і ХК3 (контролюються приладами поз. TIRA-9В, TIR-10В і TIRA-11В); у колоні обезводнення КЛ1 (контролюється приладом поз. TIRA-6В); у ськуббере АР1 (контролюється приладом поз. TIRA-18В); після збірки флегми Е3 (контролюється приладом поз. TIRA-15В); на виході після конденсатора-холодильника ХК4 (контролюється приладом поз. TIRA-20В);

*витрата:* витрата метанолу і оцетової кислоти на лінії подачі в колону обезводнення КЛ1 (контролюється приладами поз. FIR-1а, FIR-3 в); витрата пари у випарнику АТ1 і АТ2 (контролюється приладами поз. FIRA-1В і поз. FIR-23В); витрата розчину КОН на лінії подачі в колону продукту КЛ2 (контролюється приладом поз. FIR-12В); витрата кубової рідини після колони продукту КЛ2 на лінії подачі в колону виділення оцетової кислоти КЛ3 (контролюється приладом поз. FIR-22В);

*рівень:* у збірці флегми Е2 (контролюється приладом поз. LIRA-176), в сховищі добової продукції Е4 (контролюється приладом поз. LIRA-196);

*концентрація:* оцетова кислота на вході в колону обезводнення КЛ1 із стадії синтезу (контролюється приладом поз. QIRA-3 в); оцетова кислота після колони продукту КЛ2 на лінії подачі в колону доочистки КЛ3 (контролюється приладом поз. QIRA-16 в).

Для вимірювання витрати у всіх випадках використовується метод змінного перепаду тиску. У трубопроводі, по якому транспортується потік, встановлюється звужуючий пристрій (діафрагма типа ДД), на якому при протіканні потоку створюється перепад тиску (вимірюється дифманометром „Роземаунт”).

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

Вихідний сигнал даного пристрою є потоковим уніфікованим. По величині перепаду тиск визначає значення витрати.

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

Для вимірювання рівня використовується буйковий рівнемір "Сапфір 22 ДУ". Чутливим елементом рівнеміра є буйок, який виготовляється з неіржавіючої сталі, і встановлюється безпосередньо в апарат. Робота рівнеміра основана на законі Архімеда. При зміні рівня в апараті змінюється висота занурення буйка в робоче середовище. При цьому змінюється сила, яка виштовхує буйок, виходить змінюється і його вага. Вимірювальна схема перетворить зміну ваги буйка в уніфікований поточковий сигнал 4-20 мА, який подається на вторинний прилад і на УЕВМ. Для вимірювання тиску використовується вимірювальний перетворювач тиску "Сапфір 22 ДІ". В основі роботи даного перетворювача встановлений тензометричний принцип. Він має уніфікований поточковий вихідний сигнал 4-20 мА. Вторинним пристроєм є міліамперметр А-542 з пристроєм сигналізації (у тих випадках, коли це необхідно).

Проходження уніфікованого потокового сигналу від датчиків по блоках МСКУ-М має наступну послідовність. Вихідний сигнал датчика поступає на перетворювач (якщо він необхідний), а далі через вхідну гальванічну розв'язку РГ1 і аналого-цифровий перетворювач подається в блок АЛГО. У блоці АЛГО проходить первинна обробка технологічної інформації і виробництво управляючих впливів на процес. Управляючі впливи і вимірювана інформація з блоку АЛГО через блок ЦАП і вихідну гальванічну розв'язку РГ2 виводиться на

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

пристрої контролю (УК), розміщені на робочому місці оператора-технолога (РМОТ).

У випадку якщо ведеться управління, з панелей ручного управління (РУ) сигнал через електропневматичний перетворювач подається на виконавчий механізм.

Якщо необхідно сигналізувати відхилення від норми, то сигнал з блоку АЛГО, через ЦДП виводиться в схему сигналізації. [9, 15, 20]

### *Регулювання параметрів технологічного процесу*

Для того, щоб вести процес ректифікації оцтової кислоти в умовах близьких до оптимальних, у даному дипломному проекті запропоновані наступні системи автоматичного регулювання:

Співвідношення між витратами оцтової кислоти і метанолу стабілізується автоматично за рахунок ЦАСР співвідношення потоків. Контур стабілізації витрати оцтової кислоти є таким, що веде, а контур стабілізації витрати метанолу є шкідливим. Витрата оцтової кислоти і метанолу в колону обезводнення КЛ1 стабілізується автоматично. Регулюючі клапана (поз. РСУ-1Д і поз. FCV-3д) розташовані на лініях подачі відповідних компонентів. Витрата пари в підігрівач АТ2 стабілізується автоматично.

Регулюючий клапан (поз. FCV-23д) розташований на лінії подачі пари.

Витрата оцтової кислоти після колони продувки КЛ2 в колону виділення оцтової кислоти КЛ3 стабілізується автоматично за допомогою одноконтурної АСР. Регулюючий клапан (поз. РСУ-22Д) розташований на лінії подачі оцтової кислоти в колону КЛ3.

Витрата розчину КОН на лінії подачі КОН в колону продукту КЛ2 стабілізується автоматично за допомогою одноконтурної АСР. Регулюючий клапан (поз. РСУ-12Д) розташований на лінії подачі КОН.

Температура реакційної суміші після конденсаторів ХК1, ХК2 і ХК3 стабілізується автоматично за допомогою одноконтурної АСР за рахунок зміни витрати прямої води (оборотною), яка подається в конденсатори. Регулюючі

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |

клапани (поз. ТСУ-9д, поз. ТСV-10 д і поз. ТСV-11д) розташовані на лінії подачі води.

Температура реакційної суміші після холодильника ХК4 стабілізується автоматично за допомогою одноконтурної АСР за рахунок зміни витрати прямої (оборотною) води, яка подається в холодильник ХК4.

1 Регулюючий клапан (поз. ТСУ-20д) розташовано на лінії подачі води (прямої).

Рівень в сховищі добової продукції Е4 стабілізується одноконтурним АСР рівня. Регулюючий клапан (поз. LCV-19e) розміщений на лінії відведення з сховища добової продукції.

Рівень в збірнику флегми Е2 стабілізується одноконтурним АСР рівня. Регулюючий клапан (поз. LCV-17e) розміщений на лінії відведення реакційної рідини із збірки флегми Е2 в реактор синтезу.

Насоси перекачування кубової рідини з колони КЛ1, КЛ2, а так само готового продукту з КЛЗ і подач флегми у відповідні колони включаються дистанційно з ЦПУ за допомогою електромагнітних пускачів (поз. NSA-24а і поз. NSA-32а).

### *Сигналізація і блокування процесу*

Для повідомлення оперативного персоналу про відхилення технологічного процесу від норми схема автоматичної сигналізації спрацьовує в наступних випадках:

максимальний та мінімальний тиски по колоні ректифікації

мінімальна витрата флегми на орошення колони

максимальна температура після холодильника

максимальний рівень у збірнику флегми;

Для попередження аварій та захисту технологічного устаткування запропоновані наступні системи автоматичного блокування:

при надлишковому тиску у колоні продукту спрацьовує реле, які відключають надання пари у кип'ятильник колони 9б газу на вході до установки.

Арк.

ДП 06.01.ПЗ

|      |      |          |        |      |
|------|------|----------|--------|------|
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |
|------|------|----------|--------|------|



Прилади і засоби, що використані в даному проекті наведені у таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 – Відомість приладів

| № поз.                       | Технологічний параметр  | Найменування та тип приладу                     | Технічна характеристика   |
|------------------------------|---|---|---|
| 1                            | 2   | 3   | 4   |
| 1а,3а,8а,12а,22а, 23а        | Витрата<br>-оцетової кислоти;<br>-метанолу;<br>-кубовій рідині;<br>-розчину КОН;<br>-пари   | Діафрагма камерна типу ДКП                      | Клас точності 0.1   |
| 1б, 3б, 8б, 12б, 22б, 23б    |   | Діафрагма «Сапфир 22ДД»                         | Клас точності 0.5 Р=63кПа Р=5атм  |
| 1в, 3в, 8в, 12в, 22в, 23в    |   | Вторинний прилад А-542                          | Клас точності 0.5 Шкала 0-10 м /с   |
| 1г, 3г, 8г, 12г, 22г, 23г    |   | Електропневматичний перетворювач ЕПП-63         | Клас точності 1,0 Вихідний сигнал 0,2-1м/с                                |
| 1д, 3д, 8д, 12д, 22д, 23д    |   | Виконавчий механізм тип МІМ                     | Тип НЗ  |
| 6а, 9а - 11 а, 15а, 18а, 20а | Температура;<br>-в колоні КЛ1;<br>-після конденсаторів ХК1, ХК2 і ХК3;<br>1-після збірника флегми ЕЗ;<br>-в скрубєрі АР 1;<br>- після ХК4 | Термоелектричний перетворювач ТХК-0М5           | Клас точності 3 Діапазон вимірювання 0-400 °С Інерційність не більше 45 с |
| 6б, 9б - 11б, 15б, 18б, 20б  |   | Нормуючий перетворювач Ш-78                     | Клас точності 0.5 Вихідний сигнал 4-20 мА                                 |
| 6в, 9в - 11в, 15в, 18в, 20в  |   | Вторинний прилад А-542 з пристроєм сигналізації | Клас точності 0.5 Шкала 0-400 °С  |

|      |      |          |        |      |             |  |  |  |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|--|--|--|--|------|
|      |      |          |        |      |             |  |  |  |  | Арк. |
|      |      |          |        |      |             |  |  |  |  |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата | ДП 06.01.ПЗ |  |  |  |  |      |

| № поз.                | Технологічний параметр   | Найменування та тип приладу                     | Технічна характеристика                        |
|-----------------------|--|---|--|
| 1                     | 2  | 3   | 4  |
| 9г-11г, 20г           |  | Електропневматичний перетворювач ЕПП-63         | Клас точності 1.0 Вихідний сигнал 0,02-0,1 Мпа |
| 9д-11д, 20д           |  | Мембранний виконавчий механізм МІМ              | Тип НЗ   |
| 2а, 4а, 13а, 14а, 21а | Тиск<br>-оцтової кислоти;<br>- метанолу на лінії подачі в КЛ1;<br>- у колонах КЛ1 і КЛ2;<br>-на лінії подачі пари в АТ 3 | Вторинний прилад А-542 з пристроєм сигналізації | Клас точності 0.5 Шкала 0-0,5 Мпа              |
|                       | Включення насосів  | Електромагнітний пускач з сигналізацією         |  |

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ДП 06.01.ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## 8. РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

На діючому виробництві мають місце газові, рідкі та тверді відходи.

Газові викиди містять шкідливості, такі як оксиди вуглецю, оксиди азоту, двоокис сірки.

Викиди газів в атмосферу розділяються на:

а) постійні і періодичні викиди газів, обумовлені веденням нормального технологічного процесу;

б) періодичні викиди газів, обумовлені порушенням технологічного режиму (аварійні викиди);

в) періодичні викиди газів в період пуску і зупинки виробництва.

Гази повинні викидатися через вихлопні труби на висоті, що забезпечує розсіювання шкідливостей в приземному шарі атмосфери до концентрацій, не перевищуючих гранично допустимих.

Всі періодичні скидання газів на виробництві при пусках і виходах на нормальний режим, а також при зупинках на ремонт прямують на спалювання на факел, що входить до складу виробництва, з остаточним продуванням системи азотом.

У виробництві є як постійні, так і періодичні стоки, що містять шкідливі речовини.

Всі стоки прямують в насосну хімічно забруднених стічних вод.

У разі аварійної зупинки і зупинки відділення для спорожнення устаткування, передбачена установка аварійної дренажної ємності для запобігання залповим викидам в навколишнє середовище [4, 5].

У виробництві є тверді відходи – каталізатори.

Характеристика основних відходів виробництва наведена в таблиці 8.1 [15]. Кількість відходів наведена у кілограмах на тону оцтової кислоти

|      |      |          |        |      |             |  |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|--|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ |  | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |  |      |

Таблиця 8.1 – Характеристика основних відходів виробництва

| Найменування відходів, склад. Апарат або стадія, де утворюється відхід   | Напрямок використання, утилізація. Метод очищення або знищення | Кількість                                      |
|--|--|--|
| 1  | 2  | 3  |
| Газові відходи:  |  |  |
| Димові гази печі конверсії<br>Об'ємна доля кисню – не менше 3 %<br>Масова концентрація, мг/м <sup>3</sup> :<br>окис вуглецю – не більш 20<br>окиси азоту – не більш 20<br>двоокис сірки - не більш 12<br>інше - N <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O | Не використовуються. Викидаються в атмосферу без очищення      | 4209,619<br><br>0,068<br>0,068<br>0,04<br>—    |
| Димові гази, що утворюються при спалюванні некондиційних газів після печі конверсії в період пусків і зупинок:<br>оксид вуглецю<br>оксиди азоту<br>вуглеводні<br>N <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O  | Не використовуються. Викидаються в атмосферу без очищення      | 78,17<br><br>0,167<br>0,025<br>0,00018<br>інше |
| Рідкі відходи:   |  |  |
| Масло мінеральне з маслосистеми компресорів .  | Прямує в цех регенерації масел                                 | 0,08   |
| Масло мінеральне з поршневого компресора .   | Прямує в цех регенерації масел                                 | 0,02   |
| Стоки  | Прямують на  | 1688,9   |

|      |      |          |        |      |
|------|------|----------|--------|------|
|      |      |          |        |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |

ДП 06.01.ПЗ

Арк.

Продовження табл.. 8.1

| 1  | 2                                  | 3   |
|--|------------------------------------|---|
| Промислово-брудні води із збірки станції перекачування<br>Масова концентрація, мг/дм <sup>3</sup> :<br>оцтова кислота – не більш 1000<br>спирт метиловий<br>метилдиетаноламін<br>йодний метил<br>йодиди<br>родій<br>вода | физико - хімічне очищення          | 0,56<br>0,224<br>0,099<br>0,0373<br>0,0712<br>0,0000001<br>інше |
| Тверді відходи:  |                                    |   |
| Відпрацьований нікелевий каталізатор з печі конверсії .<br>Масова частка нікелю в перерахунку на NiO - не менше 17 %. Масова доля калію в перерахунку на K <sub>2</sub> O - не більш 1.8 %                               | Відправляється в господарський цех | 0,025   |
| Відпрацьований кобальтмолібденовий каталізатор гідрування сірчистих сполук з реактора . Масова частка молібдену в перерахунку на MoO <sub>3</sub> - 8-12 %. Масова доля кобальту в перерахунку на CoO - 2-3 %            | Відправляється в господарський цех | 0,016   |
| Відпрацьований каталізатор уловлювання сірчистих сполук з реакторів<br>Масова частка цинку в перерахунку на ZnO - не менше 85 %  | Відправляється в господарський цех | 0,05  |

## 9. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 9.1 Небезпечні і шкідливі виробничі фактори

У цеху виконуються і застосовуються шкідливі для організму людини речовини в умовах високих і низьких температур, високого, середнього та низького тиску в апаратах.

При виготовленні продукції можуть мати місце наступні небезпеки.

Отруєння шкідливими хімічними речовинами від дії на організм газів, паров, рідин і твердих речовин у вигляді пилу, які можуть попадати через легені, до шлунково-кишкового тракту та шкіру.

Газонебезпека – можливість отруєнь при виконанні робіт без протигаза. Отруєння шкідливими хімічними речовинами: оксидом та двоокисом карбону, метаном. Хімічні опіки – це опіки, спричинені хімічними речовинами (лугом, кислотами) при попаданні на відкриті ділянки тіла або очі.

Термічні опіки – це опіки гарячою водою, конденсатом, паром, запалюючимися газами, парами і рідинами, нагрітими поверхнями апаратів, трубопроводів, розжареними матеріалами.

Обмороження вуглекислотою, зрідженими газами (СО, СН<sub>4</sub>).

Механічні травми: порізи, подряпини, вивихи, удари, переломи, які можуть відбутися при порушенні правил техніки безпеки і вимог інструкцій при обслуговуванні частин механізмів і апаратів, підйомних пристосувань, що обертаються і рухомих, при роботі на висоті, при роботі з несправним інструментом або на несправному устаткуванні, виступаючими частинами, при вибухах парогазоповітряних сумішей, при зіткненні з транспортом і ін.

Ураження електричним струмом – може відбутися унаслідок несправності заземлення електроустаткування, порушення ізоляції електропроводів, несправності електроустаткування, при виконанні робіт під напругою, при відсутності засобів захисту, при несправності засобів захисту.

Перевищення параметрів технологічного режиму і недотримання вимог інструкцій при ведення технологічного процесу, зупинці і пуску

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ДП 06.01.ПЗ</b> | Арк. |
|      |      |          |        |      |                    |      |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

устаткування, при підготовці устаткування до ремонтних робіт може привести до руйнування окремих апаратів та установки взагалі.

Задуха від недоліку кисню при роботі в кабельних тунелях, колодязях, прямках, колекторах і судинах при проривах природного газу, двоокису вуглецю, азоту [7].

### 9.2 Заходи запобігання шкідливих і небезпечних виробничих факторів

- Вентиляція і опалення

Виробництво оцтової кислоти розташовано на відкритому майданчику, тому розрахунок вентиляції й опалення зробимо для хімічної лабораторії (з габаритами 12 х 6 х 3 м). У розглянутому приміщенні можливе виділення шкідливих речовин і мається на увазі постійна присутність лаборантів. Отже, у ньому необхідно організувати комбіновану (природну й механічну витяжну) вентиляцію із кратністю повітрообміну  $1/2$ . Згідно норм, для даного приміщення, де на один працюючого доводиться більше 20 м<sup>3</sup>, подача зовнішнього повітря на кожного робітника повинна становити не менш 20 м<sup>3</sup>/год [7].

- Аварійна вентиляція

На виробництві передбачена аварійно-витяжна вентиляція, яка повинна спрацювати в аварійних ситуаціях. У разі перевищення ГДК оксиду вуглецю ( $>20$  мг/л) включається витяжний аварійний вентилятор. Кратність повітрообміну не менше 10 I/годину [7].

- Освітлення приміщень. Приміщення хімічної лабораторії, освітлюються природним та штучним світлом. За умовами зорових робіт воно ставиться до III розряду.

### 9.3 Заходи боротьби із шумом та вібраціями

Виробничий шум – це шум на робочих місцях, на ділянках або на територіях підприємств, що виникає під час виробничого процесу. Під його дією знижується продуктивність, вражаються нервова й серцево–судинна системи й органи травлення, а також на психіку.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ДП 06.01.ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Вібрація серед всіх видів механічних впливів для технічних об'єктів і людського організму найнебезпечніша. Знакозмінні напруги, викликані вібрацією, сприяють нагромадженню ушкоджень як матеріалах так і у органах людини, появі тріщин і руйнуванню, особливо швидко це відбувається при резонансі.

Найбільш ефективним способом боротьби із шумом і вібрацією є боротьба з ними в місці їхнього виникнення: створення малозумних механізмів, передач, зрівноважування мас, застосування матеріалів з більшим внутрішнім тертям, зменшенням технологічних допусків при виготовленні встаткування.

Часто також застосовують звуко– і вібропоглинання (використання спеціальних матеріалів, динамічних пружинних і гідравлічних віброгасників) і звуко– і віброізоляції (чергування безшумних приміщень із гучними, установка джерел вібрації на віброізолятори, у комунікаціях трубопроводів розташовуються гнучкі вставки або пружинні прокладки).

Робітникам необхідно користуватися засобами індивідуального захисту. Від шуму застосовуються протишумні (шумозахисні) навушники й шоломи, що закривають повністю вушні раковини; заглушки (антифони або беруші), які вставляють у слуховий прохід.

Від вібрації передбачається віброізолюючий спецодяг (взуття, рукавички) [7].

#### 9.4 Заходи захисту від статичної електрики

Для захисту устаткування від утворення статичної електрики не допускається наповнення ємностей, цистерн, контейнерів вільно падаючим струменем рідких органічних продуктів. Заповнення повинне водитись по патрубках доходючи до дна, щоб уникнути вільного падіння струменя.

Для уникнення накопичення статичної електрики на стінках ємностей, збірників, цистерн, автоконтейнерів та інших апаратів вони повинні заземлятися при сливі і наливанні.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ДП 06.01.ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |



Справність заземлюючого проводу необхідно перевіряти постійно при проведенні сливо–наливних операцій.

Всі шлангові вузли на сливо–наливних естакадах і точках затоки цистерн, контейнерів і інших апаратів повинні мати справні заземляючі пристрої [16].

#### 9.5 Заходи електробезпеки

Експлуатація електроустаткування повинна виконуватися відповідно до «Правил технічної експлуатації й безпеки обслуговування електроустановок промислових підприємств» й «Правил устрою електроустановок». Ремонт електроустаткування, арматури і електродвигунів під напругою не допускається.

Електричний струм небезпечний для життя людини. Струм силою 0,05 А небезпечний, струм силою 0,1 А – смертельний.

У виробничих приміщеннях заміна електроламп, що перегоріли, проводиться при знятій напрузі.

Заміну плавких вставок необхідно проводити в запобіжних окулярах, діелектричних рукавичках, стоячи на ізолюючій поверхні.

При роботі із переносним електроінструментом повинні бути вжиті заходи обережності: працювати в діелектричних рукавичках, галошах, електроінструмент повинен бути заземлений.

Перед початком роботи із електроінструментом він повинен бути перевірений на справність.

Постійно здійснювати контроль за станом ізоляції дротів, переносного електроінструменту і переносних світильників. Несправна ізоляція може бути причиною травматизму.

Контроль за станом електроінструменту повинен бути покладений на спеціально виділену особу.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ДП 06.01.ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

Все електроустаткування цеху виконана у вибухозахищеному стані. Тому розгерметизація електроустаткування, заміна арматури без зняття напруги забороняється.

При виявленні торкання токоведучих дротів із землею, корпусами будівель, підлогою і т.д. забороняється наближатися до місця пошкодження, до відключення напруги на відстані 4–5 м в закритих приміщеннях і 8–10 м поза приміщеннями.

До виконання робіт на електроустановках допускається тільки електротехнічний персонал, який повинен мати посвідчення про перевірку знань на право допуску до роботи на електротехнічних установках із вказівкою кваліфікаційної групи [16].

Переносне заземлення повинне бути виготовлене із затисків і неізолюваних мідних багатожильних проводів, що мають перетин не менш 16 мм<sup>2</sup>.

Розрахунок заземлюючого контуру будинку виконується, виходячи з умови, що найбільший припустимий опір заземлюючого контуру повинен бути не більше 4 Ом.

## 9.6 Пожежобезпека

Пожежі або вибухи можуть виникнути внаслідок порушення технологічного режиму, несправності устаткування, порушенні герметичності устаткування і комунікацій, порушення правил пожежної безпеки. З метою попередження виникнення пожежі або вибуху необхідно дотримуватися наступних правил:

- всі приміщення цеху, робочі місця і територія навколо цеху повинні бути забезпечені справним пожежним інвентарем (вогнегасниками, пожежними рукавами, пінними установками і інщі). Відсутність або несправність пожежного інвентаря підвищує пожежну небезпеку при виникненні невеликого загоряння;

|      |      |          |        |      |  |             |      |
|------|------|----------|--------|------|--|-------------|------|
|      |      |          |        |      |  | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |  |             |      |

- не допускається застосування пожежного інвентаря не за призначенням;
- не захащувати проїзди, проходи, виходи і доступи до первинних засобів пожежогасінні;
- для освітлення усередині апаратів, траншеях, колодязях, приямок, для огляду механізмів допускається застосування акумуляторів або переносних світильників у вибухозахищеному виконанні напругою не більш 12В.
- освітлення, електроустаткування, пускова апаратура, електроапаратура повинні бути справні, у вибухозахищеному виконанні;
- при іскрінні або горінні електроустаткування або електропроводки, несправності мережі освітлення необхідно негайно їх знеструмити. Для гасіння електропроводів, що горять, або електроустаткування застосовувати азот, вуглекислотний вогнегасник, азбестове полотно, пісок. Водою і пінними вогнегасниками гасити електропроводку або електроустаткування забороняється.

Територія навколо цеху повинна бути у чистоті. Не допускається забруднення її горючими матеріалами, сміттям і відходами виробництва.

Всі дороги навколо цеху і проїзди в зимовий час повинні очищатися від снігу і в нічний час освітлюватися.

Не можна залишати спецодяг після роботи на робочому місці.

Для пожежогасіння в цеху застосовують наступні протипожежні засоби [18]:

- вогнегасники: порошкові, пінні ВХП-10, вуглекислотні; стаціонарні лафетні установки;
- пожежні рукави і пожежні крани;
- ящики з піском;
- азбестове полотно;
- азот.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ДП 06.01.ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

На виробництві оцтової кислоти застосовують вогнеприпинювачи для не пропускання полум'я. Їх встановлюють на дихальних лініях резервуарів, мірників і апаратів з легко спалахуючими рідинами і горючими газами. Вогнеприпинювачі є корпусами з металевою насадкою в вигляді гофрованих пластин, пакету металевих сіток, фольгованих касет, гравію, мінеральної вати або кільця Рашига.

Принцип дії вогнеприпинювача оснований на тому, що горюча суміш, яка проходить через нього, розбивається у насадці на тонкі струмені. За окислення горючої суміші в каналах малого діаметра можливість тепловтрати перевищує тепловиділення, і горіння припиняється.

На особливих відповідальних ділянках газопроводів, газоходів, пилопроводів в сполученні з вогнеприпинювачами ставлять розривні мембрани.

Рекомендовано також застосувати автоматичні системи відсікання полум'я механічної або гідравлічної дії (перекриття заслоноками газопроводу, подача води для охолодження).

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ДП 06.01.ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

## ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті розглянута розробка процесу виробництва оцтової кислоти (стадії ректифікації) потужністю 140 тис. тон/рік.

На підставі розглянутих у дипломному проекті способів одержання оцтової кислоти, віддаємо перевагу методу карбонілювання метанолу.

Стадія ректифікації проходить у ректифікаційній колоні із сітчатими тарілками. Обґрунтовані та вибрані основні технологічні параметри процесу та основне обладнання.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <i>ДП 06.01.ПЗ</i> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |



14. Рябов А.М. Пожарная безопасность веществ и материалов, применяемых в химической промышленности. Справочник. М.;Химия.1970.– 336 с.

15. Регламент «Азот» Производство уксусной кислоты стадия перегонка. 2006

16. Безопасные уровни содержания вредных веществ в окружающей среде. –Северодонецк: ВНИИТБ ХП, 1994. –571 с.

17. Радионов А.И., Клушин В.Н. Техника защиты окружающей среды. М.; 1999.–455с.

18. Акимов Н.И., Атаманюк В.Г., Ширшее Л.Г.Гражданская оборона: Учебное пособие для вузов. 2–е издание.– М.; Высшая школа 1987.–288 с.

|      |      |          |        |      |                    |      |
|------|------|----------|--------|------|--------------------|------|
|      |      |          |        |      | <b>ДП 06.01.ПЗ</b> | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |                    |      |

# ДОДАТКИ

|      |      |          |        |      |             |      |
|------|------|----------|--------|------|-------------|------|
|      |      |          |        |      | ДП 06.01.ПЗ | Арк. |
| Змн. | Арк. | № докум. | Підпис | Дата |             |      |