Зміст

Вступ 2

1. Стислий аналітичний огляд з обґрунтуванням методу виробництва 3

2. Характеристика сировини, напівфабрикатів, готової продукції 18

3. Опис технологічної схеми 24

4. Матеріальні і теплові баланси 28

5. Вибір і розрахунок основного апарату 50

6. Вибір допоміжного обладнання 55

7. Контроль роботи, норми і правила обслуговування основного апарату 56

8. Ресурсозбереження і охорона навколишнього середовища 63

9. Охорона праці 66

Висновки 76

Список використаної літератури 77

Додатки

ВСТУП

Хімія високомолекулярних сполук розвивається з прискореними темпами та охоплює виробництво пластичних мас, плівок, синтетичного каучуку та синтетичного волокна.

З розвитком промисловості пластичних мас значно зросло значення вінілацетату, як сполуки здатної до реакції полімеризації та сополімеризації з утворенням смол, що мають хороші механічні та оптичні властивості. Сополімеризація вінілацетату відкриває широкі можливості для отримання багатьох нових сполук з заданими властивостями. Вінілацетат мономер застосовують у виробництві полівінілацетату, полівінілового спирту, полівінілацеталей, також в якості сополімера з вінілхлоридом та етиленом. Полівінілацетат застосовується для виробництва водорозчинних латексних фарб, клеїв, для апретування тканин і т.д., для гарячої укупорки покриттів. Полівініловий спирт використовується як емульгатор і згущувач водних розчинів, а також для виготовлення бензостійких і маслостійких шлангів, ущільнювачів, маслонепроникного паперу і волокна. Полівінілацеталі застосовуються у клейових композиціях, як зв'язуючі у виробництві склотекстолітів, для електроізоляційних покриттів і т.д. Сополімерам з вінілхлоридом (97 – 75% мас. останнього) часто присвоюються торгову назву «полівінілхлорид» (ПВХ). Сополімери з етиленом знаходять широке застосування у виробництві різних типів плівок, кабельних оболонок, транспортерних стрічок, присадок, що поліпшують низькотемпературні характеристики нафтопродуктів, клеїв і в інших областях техніки.

Огляд європейського ринку вінілацетату за 2008 рік показує, що обсяг поставок вінілацетату в Європу дорівнює приблизно 150 тис. тонн за рік. У 2008 році більшість виробників вінілацетату провели розширення та реструктуризацію потужностей на заводах.

Потужності основних виробників по випуску вінілацетату в 2008 році.

Компанія	Потужності (тис. т)
Acetex Chimse (Франція)	165
Achema (Литва)	20
Celenese (м. Бэй–Сіті, США)	300
Celenese (м. Кліар–Лайк, США)	310
Celenese (Германія)	285
Celenese (Мексика)	115
Celenese (Іспанія)	200
Companhia Alccoiquimica Nacional (Бразилія)	80
Doljchim (Румунія)	20
Dom Chemical (США)	365
Duront (США)	335
INEOS (Великобританія)	250
LyondellBasell (США)	380
SSME Azot Association (Україна)	30
Stavrlen (Росія)	60
Wacker Chemie (Германія)	200

За даними експертів світовий ринок вінілацетату планує розширення на 3 – 6% щорічно. Основну долю складатимуть азійські країни (Китай, Індія, Іран, Саудівська Аравія) [3].

Завдяки все зростаючому використанню вінілацетату в промисловості, питання про розробку ефективного, раціонального методу виробництва має велике значення.

Найпоширенішими методами синтезу вінілацетату є синтези на основі етилену або ацетилену. Єдиним способом одержання вінілацетату в Україні є ацетиленовий.

1. СТИСЛИЙ АНАЛІТИЧНИЙ ОГЛЯД З ОБҐРУНТУВАННЯМ МЕТОДУ ВИРОБНИЦТВА

1.1 Сучасний стан процесу

Серед кисневмісних сполук, які отримують в промисловості основного органічного та нафтохімічного синтезу, складні вінілові ефіри, найбільш важливим з яких є вінілацетат, займають одне з перших місць. Широке розповсюдження у промисловості вінілацетат знайшов, перш за все, у якості мономеру. Найважливішою властивістю вінілацетата виступає його здатність до полімеризації.

Серед полімерних продуктів, які отримують з вінілацетату, найбільш широке застосування знайшли полівінілацетат, полівініловий спирт та полівінілацеталі. Причому полівінілацетат завдяки високим адгезійним властивостям та еластичності володіє високою склеювальною властивістю і застосовується для виробництва водорозчинних латексних фарб, клеїв, для апретування тканин і т. ін. Крім того, широко розповсюджені його сополімери з вінілхлоридом (вініліт), етиленом, ефірами акрилової кислоти, стиролом та ін.

Ще більша кількість вінілацетату витрачається на отримання полівінілового спирту та полівінілацеталей. Полівініловий спирт розчинний у воді, і використовується в якості емульгатора і згущувача водних розчинів, а також для виготовлення бензо– і маслостійких шлангів, ущільнювачів, маслонепроникного паперу і, головним чином волокна, що випускається під різними назвами: «вінол», «вінал» (США), «куралон», «вінілон» (Японія) та ін. [2].

Полівінілацеталі володіють високою адгезією до різних поверхонь і застосовуються у клейових композиціях в якості єднальних у виробництві склотекстоліту, для електроізоляційних покриттів та ін.

Зокрема, промислове значення мають: полівінілформаль – при виробництві емалей (у поєднанні з резольними смолами) для покриття електропроводів, при виготовленні єднальних, а також бензостійких плівок і баків для бензину, в яких мимоволі затягуються отвори, що виникають при пошкодженні, й ін.; полівінілетилаль – при виробництві високостійких безкольорових плівок і єднальних для покриття по дереву; полівінілбутираль (бутвар) – в якості матеріалу для прошарків у багатошаровому автомобільному і літаковому безосколковому склі, при виробництві клеїв, плівок, покриттів та ін. [2].

Вінілацетат $CH_2{=}CHOCOCH_3$ представляє собою рідину (т.кип. 72°С), яка дає з повітрям вибухонебезпечні суміші. Він являється одним з найважливіших мономерів і дає при полімеризації полівінілацетат.[1]

За останні шість років світове виробництво вінілацетату збільшилось у 2,2 рази і складає 3500 тис. т/рік, в тому числі в США – 1048 тис. т/рік, Бразилії – 180 тис. т/рік, Японії – 600 тис. т/рік, Франції – 160 тис. т/рік, Великобританії 170 тис. т/рік, Германії – 280 тис. т/рік, Турції – 30 тис. т/рік.

По даним експертів деяких закордонних фірм світове споживання вінілацетату на період до 2005 р. буде збільшуватись щорчно на 5%.

Основна сфера споживання вінілацетату на світовому ринці – це промисловість пластичних мас. Область застосування похідних вінілацетату широка і різноманітна. Вони завоювали інші позиції в автомобілебудуванні, медицині, поліграфії, текстильній, лакофарбній, будівельній, радіотехнічній, харчовій та інших галузях промисловості. [3]

Об’єми виробництва вінілацетату у 2004 р. у зв’язку з пуском нової лінії на ПрАТ «Об’єднання Азот» майже подвоїлися. У серпні виробництво вінілацетату склало 2140 т, що більш ніж у 2 рази перевищує показник серпня 2003 р. [32].

Зовнішньоторгівельний оборот по вінілацетату за перше півріччя 2004 р.

Період	Кіл–ть, т	Вартість, тис. $	Середня ціна, $/т
Експорт			
Січень–червень	8249	5409,70	655,8
Січень–червень 2003 р.	3774	2322,14	615,3
Імпорт			
Січень–червень	492	328,5	617,7
Січень–червень 2003 р.	226	150,9	605,3

1.2 Основні методи синтезу вінілацетату

Розглянемо детальніше деякі з методів одержання вінілацетату.

1.2.1 Синтез вінілацетату з ацетилену і оцтової кислоти

У промисловості вперше вінілацетат був отриманий в 1938 р. рідкофазним способом з ацетилену і оцтової кислоти на Кусковському хімзаводі. За цим методом ацетилен пропускають через оцтову кислоту, в якій розчинений каталізатор. В якості каталізатора використовуються солі ртуті в присутності мінеральних і органічних кислот (сірчана, фосфорна, сульфокислоти та ін.). Основна реакція протікає при температурі 60–66 С. В якості побічного продукту в значних кількостях утворюється етілідендіацетат. Вихід же вінілацетату за один прохід становить всього 3–5%. Такий спосіб не знайшов практичного застосування головним чином через токсичності солей ртуті, сильного корозійного дії каталітичної системи та низького виходу вінілацетату.

Широко поширений парофазний метод отримання вінілацетату з ацетилену і оцтової кислоти. В якості каталізаторів використовує ацетат цинку та/або кадмію, нанесені на оксид алюмінію, силікагель або пемзу. Процес реалізований в реакторах зі стаціонарним і псевдозрідженим шаром каталізатора. Цей метод є єдиним, що використовується у промисловості України.

Процес парофазного методе отримання вінілацетату із ацетилену та оцтової кислоти має наступні переваги:

- він достатньо легкий, протікає в одну стадію;
- вихідні реагенти у газовій фазі легко перемішуються;
- парогазова реакційна суміш забруднюється, головним чином, твердими частками каталізатора, які достатньо легко відділяються пиловловлюючими пристроями;
- характеризується незначними затратами тепла на синтез, на випаровування оцтової кислоти і підігрів реакційної суміші;
- основне обладнання (за виключенням випарника) може бути виготовлено з вуглецевої сталі, так як вихідні речовини знаходяться у вигляді перегрітої парогазової суміші і корозія практично відсутня;
- відносно висока конверсія по оцтовій кислоті;
- утилізація та випаровування теплоти реакції і тепла різних потоків. Зокрема тепло реакторних газів використовується для підігріву вихідної суміші і т. ін.;
- застосування безперервного процесу;
- можливість підвищення одиничної потужності реакційного апарату та всієї технологічної лінії.

В промисловості найчастіше застосовується трубчатий реактор. Об'ємна швидкість пари у ньому складає 300–400 год$^{-1}$. Проте може застосовуватися і реактор із псевдозрідженим шаром каталізатору.

Основний недолік такого реактору – значне стирання каталізатору, а, отже, і втрата носія. Крім того, спостерігається сильне віднесення ацетату цинку, підпитка якого ускладнена. У зв'язку з цим, у випадку використання дорогого механічно неміцного активованого вугілля, слід використовувати реактор зі стаціонарним шаром каталізатору. Якщо ж застосовується

механічно міцний носій, а замість ацетату цинку менш леткий ацетат кадмію, то використання реактору з псевдозрідженим шаром каталізатору сповна виправдано.

Оскільки присутність води у вихідних ацетилені та оцтовій кислоті приводить до збільшення виходу побічних продуктів і більш інтенсивному протіканню гідролізу вінілацетату, вихідні реагенти повинні бути заздалегідь осушені. Зокрема, ацетилен може містити вологи не більше 0,000835 кг на 1 кг ацетилену.

Більшість домішок, які містяться в технічному ацетилені, не впливають на первинну активність каталізатору. Проте їх накопичення у результаті адсорбції викликає зниження активності каталізатору і, отже, скорочує термін його служби. Тому для подовження терміну служби каталізатору ацетилен заздалегідь очищають.

З причини високої екзотермічності реакції вінілування, необхідно відводити з реактора тепло. З цією метою в між трубний простір реактору зі стаціонарним шаром каталізатору подається висококиплячий теплоносій.

1.2.2 Синтез вінілацетату з оцтового ангідриду і ацетальдегіду

У 1953 р. був здійснений синтез вінілацетату з оцтового ангідриду і ацетальдегіду в рідкій фазі при підвищеній температурі у присутності каталізатора. Процес протікає через проміжне утворення етілідендіацетата за наступною схемою:

$$CH_3CHO + (CH_3CO)_2O \rightarrow (CH_3COO)_2CHCH_3 \quad (1.1)$$

$$CH_3CH(O–CO–CH_3)_2 \rightarrow CH_3COOH + CH_2{=}CHCOOCH_3 \quad (1.2)$$

Побічним продуктом є оцтова кислота. Якщо врахувати, що вихідні продукти (ацетальдегід і оцтовий ангідрид) виходять з етилену і кисню, то сумарний процес отримання вінілацетату виходить багатостадійним. Саме ця обставина і стало перешкодою для його широкого розповсюдження.

1.2.3 Синтез вінілацетату з етилену, кисню й оцтової кислоти

В останні роки в промисловості ацетилен як сировина для одержання ацетальдегіду, вінілхлорид і вінілацетату заміняють більше дешевим етиленом. У реакціях з етиленом відбувається пряме окисне заміщення атома водню в молекулі етилену групами OH–, CH_3COO– на комплексних каталізаторах, що містять перехідні метали. У промисловості в такий спосіб одержують ацетальдегід, використовуючи як каталізатор комплекси солей палладія.

Вітчизняними вченими (Я.К. Сиркін, И.И. Моісеєв, М.Н. Варгафик) було показано, що при пропущенні етилену через розчин $PdCl_2$ в оцтовій кислоті в присутності ацетату натрію утвориться вінілацетат. При цьому ж утвориться ацетальдегід і етилендіацеат. В основі процесу лежить наступна реакція:

$$CH_2{=}CH_2 + 0{,}5O_2 + CH_3COOH \rightarrow CH_2{=}CHOOCCH_3 + H_2O \qquad (1.3)$$

Ця реакція ацетоксилірування етилену в присутності відновленого каталізатора, у якому відбувається заміщення водню з етиленом групою CH_3COO– у присутності кисню. Як каталізатор використовують хлорид і бромід палладія, ацетату палладія, металевий палладій і ін.

У промисловості одержали поширення два принципово відмінні один від одного методи одержання вінілацетату на основі етилену [1]:

1. Рідкофазний метод із застосуванням окислювально–відновної каталітичної системи;

2. Парофазний метод з гетерогенним каталізом на основі солей палладія або металевого палладія.

Для одержання вінілацетату застосовується реакція вінілування, що полягає в приєднанні до ацетилену оцтової кислоти, що має рухливий атом водню [1]:

$C_2H_2^{газ} + CH_3COOH^{газ} \leftrightarrow CH_3COOCH{=}CH_2^{газ}$ ΔH^0_{298}=–98кДж/моль (1.4)

Вінілацетат з ацетилену й оцтової кислоти може бути отриманий у рідкій або паровій фазі.

Метод синтезу вінілацетату в рідкій фазі не знайшов практичного застосування. Тому розглянемо парофазний процес.

Парофазний синтез вінілацетату

Цей типовий гетерогенно–каталітичний процес полягає у пропусканні пару оцтової кислоти й ацетилену через шар твердого каталізатору. У якості каталізаторів процесу найпоширенішими є ацетати Zn, Cd або їх суміші, що нанесені на носії (активоване вугілля, силікагель, оксид алюмінію, пемза та ін.). Каталізатори, що використовуються, мають задовільну продуктивність при температурах 180–270°С. У цих умовах реакція зворотна. Константа рівноваги має наступну залежність від температури:

$$\lg K_P = 4400/T - 7{,}22\cdot\lg T + 2{,}47\cdot10^{-3} + 11{,}3, \quad (1.5)$$

де Т – температура, К.

У таблиці 2.1 представлена залежність константи рівноваги та рівноважного виходу вінілацетату від температури. Через різке зниження виходу з підвищенням температури процес потрібно проводити при найменших температурах. На практиці процес проводять при температурі 230°С, що обумовлено кінетикою реакції.

Таблиця 1.1 Константи рівноваги та вихід вінілацетату

t, °С	Т, К	lg K_P	K_P	α
227	500	1,83	68,5	0,88
290	563	0,78	6,0	0,62

Кінетика розглянутих вище реакцій докладно вивчена на каталізаторах трьох типів:

1. $Zn(OAc)_2/C$ (t = 180 – 220 ^{0}C); $r = K * P_{C_2H_2} / (1 + b * P_{CH_3COOH})$; (6)

2. $Zn/\gamma Al_2O_3$ (t = 230 – 270 ^{0}C); $r = K * P_{C_2H_2} * P_{CH_3COOH;}$ (1.7)

3. $Cd(OAc)/\gamma Al_2O_3$(t = 170–230^{0}C); $r = K * P_{C_2H_2} * P_{CH_3COOH} /(1 + b * P_{CH_3COOH})$; (1.8)

Реакція протікає через утворення поверхневих π–комплексів ацетилену, що перетворюються за наступним механізмом:

$Zn(OAc)_2 + AcOH \leftrightarrow H[Zn(OAc)_3]$ (1.9)

$H[Zn(OAc)_3] + C_2H_2 \leftrightarrow H[Zn(OAc)_3(C_2H_2)]$ (1.10)

$H[Zn(OAc)_3(C_2H_2)] \rightarrow [Zn(OAc)_2(CH{=}CHOAc)]$ (1.11)

$H[Zn(OAc)_2(CH{=}CHOAc)] \rightarrow Zn(OAc)_2 + CH{=}CHOAc$ (1.12)

У випадку застосування реакторів зі стаціонарним шаром каталізатору в якості носія застосовується активоване вугілля. Активність каталізатору значно залежить від типу активованого вугілля, що застосовується. Найбільш активними є каталізатори, що приготовані на вугіллі з порами різного діаметру. Активність каталізатору зростає з підвищенням температури активації вугілля, але не залежить від часу активації. З підвищенням температури процесу різниця в активності каталізаторів, приготованих на різному вугіллі, зменшується. При застосуванні каталізатору в псевдозрідженому стані активоване вугілля сильно зношується через його недостатню міцність. Тому в таких реакторах застосовують ацетат кадмію та його суміш з ацетатом цинку, що нанесені на більш тверді носії: оксид алюмінію або силікагель. Процес проводять при температурі 160–220°С та невеликому надлишковому тиску (0,03 – 0,04 МПа).

У свіжо приготованому каталізаторі міститься до 30% ацетату цинку. Він має високу активність навіть при температурах 160–180°С.

При зміні вмісту ацетату цинку від 10 до 30% активність каталізатору змінюється не суттєво.

При зниженні активності каталізатору температуру поступову підвищують до 220–230°С, і якщо при цьому активність каталізатору падає,

то його направляють на регенерацію. Дезактивація каталізатору відбувається внаслідок: 1) унесення ацетату цинку; 2) розкладання ацетату цинку за реакцією:

$$Zn(OOCCH_3)_2 \rightarrow ZnO + CO_2 + CH_3COCH_3 \quad (1.13)$$

Утворений оксид цинку за основною реакцією неактивний. Однак в умовах отримання вінілацетату він (при заданих температурах) взаємодіє з оцтовою кислотою з утворенням ацетату цинку:

$$ZnO + 2CH_3COOH \rightarrow Zn(OOCCH_3)_2 + H_2O \quad (1.14)$$

Таким чином відбувається часткова регенерація каталізатору. Але активність каталізатору падає, ймовірно, внаслідок забивання пор каталізатору продуктами конденсації ацетону, альдегідів і інших побічних продуктів. Зниження активності каталізатору викликає необхідність підвищення температури реакції.

Конверсія оцтової кислоти й ацетилену в значній мірі залежить від їх співвідношення. У свою чергу, співвідношення між ацетиленом і оцтовою кислотою залежить від інтенсивності перебігу побічних процесів і від кінетичних співвідношень.

У процесі вінілування поряд з основною реакцією проходять побічні з утворенням ацетону, ацетальдегіду, кротонового альдегіду та етилідендіацетату:

$$2CH_3COOH \rightarrow (CH_3)_2CO + H_2O + CO_2 \quad (1.15)$$

$$C_2H_2 + H_2O \rightarrow CH_3CHO \quad (1.16)$$

$$2C_2H_2 + H_2O \rightarrow CH_2CH{=}CHCOH \quad (1.17)$$

$$CH_3COO + CH_3COOC{=}CH_2 \rightarrow (CH_3COO)_2CHCH_3 \quad (1.18)$$

При надлишку кислоти й недоліку ацетилену оцтова кислота перетворюється в ацетон з утворенням води й вуглекислоти. Далі реакції ацетилену з водою приводять до утворення ацетальдегіду й кротонового

альдегіду. Тут варто помітити, що присутність всіх цих карбонільних сполук у вінілацетаті негативно позначається на його полімеризації. Нарешті, послідовна реакція оцтової кислоти з вінілацетатом, що утвориться, приводить до утворення етілідендіацетату. Поряд із цими реакціями в присутності води протікає й гідроліз вінілацетату:

$$CH_3COOCH{=}CH_2 + H_2O \leftrightarrow CH_3COOH + CH_3CHO \qquad (1.19)$$

Таким чином, щоб зменшити утворення побічних продуктів, процес бажано проводити з надлишком ацетилену стосовно оцтової кислоти й у відсутності вологи. Цей висновок добре узгоджується й з кінетичними даними, оскільки при використанні $Zn(OAc)_2$ й $Cd(OAc)_2$ процес сильно гальмується оцтовою кислотою. До того ж кінетичними дослідженнями [2] встановлено, що швидкість реакції не залежить від концентрації оцтової кислоти і прямо пропорційна парціальному тиску ацетилену:

$$W = k \cdot P_{ац}.$$

У зв'язку із цим у промисловості процес проводять при мольному співвідношенні ацетилену й оцтової кислоти від 3,5:1 до 5:1. З метою зменшення виходу побічних продуктів і полегшення поділу продуктів реакції конверсію по оцтовій кислоті обмежують у межах 60–70%. Разом з тим вона може досягати більших значень при хорошій селективності процесу. З урахуванням усіх перерахованих побічних реакцій, а також самополімеризації вінілацетату вихід його досягає 95–99% по оцтовій кислоті, що прореагувала, й 92–95 % – по ацетилену, що вступив в реакцію [1].

2 ХАРАКТЕРИСТИКА СИРОВИНИ, НАПІВФАБРИКАТІВ, ГОТОВОЇ ПРОДУКЦІЇ

Ацетилен при нормальних умовах представляє собою безбарвний газ зі слабким ефірним запахом, який має наступні фізичні характеристики:

Молекулярна формула	C_2H_2	
Структурна формула	H–C≡C–H	
Молекулярна маса	26	
Густина	1,175 кг/м^3	
Температура:	°С	К
кипіння	мінус 83,8	189,2
плавлення	мінус 81	192
критична	35,6	308,6
Розчинність	Добре розчиняється в багатьох органічних та неорганічних рідинах.	

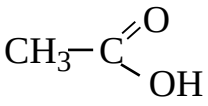
Ацетилен може горіти з виділенням великої кількості тепла. Теплотворна здатність його дорівнює 52200 кДж/м^3.

Концентраційні межі вибуховості сумішей ацетилену з повітрям залежать від температури і тиску суміші. Нижня межа – 2,53% об’ємних, верхня межа при температурі 250°С або при тиску 0,5МПа досягає 100%. Гранично допустима концентрація 500 мг/м^3. [22]

Оцтова кислота – безбарвна легкозаймиста рідина з різким запахом оцту, яка має наступні фізичні характеристики:

Молекулярна формула $C_2H_4O_2$

Структурна формула



Молекулярна маса 60

Густина	1049 кг/м^3	
Температура:	°С	К
кипіння	118	391
плавлення	16,6	289,6
спалаху	38	311
самозаймання	454	727
Межа вибуховості пари у суміші з повітрям	от 3,3% об. до 22,0% об.	
Розчинність	– добре розчинна у воді, етиловому спирті, діетиловому ефірі, бензолі; – нерозчинна у сірковуглецеві; – добре розчиняє багато органічних та неорганічних речовин.	

Вінілацетат – безбарвна, прозора легкозаймиста рідина з різким ефірним запахом. [1]

Вінілацетат схильний до мимовільної полімеризації.

Каталізатор цинкацетатний токсичний, вибухонебезпечний, горючий, так як в основному складається з активного вугілля. [22]

Температура:	°С	К
тління вугілля в шарі	455	728
самозаймання	729	1002

Аеросуспензія не займається до концентрації 800 г/м^3.

Пожежовибухонебезпека масла авіаційного МС–20 визначається температурою спалаху. Якщо масло нагріте до температури, яка перевищує температуру спалаху, то в суміші з повітрям воно здатне створити вибухонебезпечну суміш. [1]

Густина	897 кг/м^3	
Температура:	°С	К
застигання	мінус 18	255
спалаху	265	538
займання	228–254	501–527
самозаймання	306–380	579–653

Азот газоподібний – інертний газ без кольору, запаху та смаку. Нетоксичний, невибухонебезпечний, не горить і не підтримує горіння. Азот фізіологічно індиферентний газ, що має наступні фізичні характеристики:

Молекулярна формула	N_2	
Молекулярна маса	28	
Густина	1,25 кг/м^3	
Температура:	°С	К
кипіння	мінус 195	78
плавлення	мінус 210	63

Розсіл – водний розчин хлористого кальцію з домішкою біхромату натрію.

Густина	не менше 1240 кг/м^3	
Температура	°С	К
	від мінус 10 до мінус 18	від 263 до 255
pH середовища	від 8 до 10	

Таблиця 2.1. – Характеристика сировини, матеріалів і напівпродуктів [38]

№ пп	Найменування сировини, матеріалів, напівпродуктів	Держстандарт, ТУ або регламент	Показники й одиниці виміру	Значення показника
1	2	3	4	5
1	Оцтова кислота	Держстандарт 19814 – 74 зі зм. №1,2	Масова частка оцтової кислоти, %	не менше 99,5
2	Оцтова кислота регенерована	Дійсний регламент	Масова частка, % оцтової кислоти кротонового альдегіду води	не менше 98 не більше 0,5 не більше 0,7
3	Оцтова кислота змішана	Дійсний регламент	Масова частка, % оцтової кислоти кротонового альдегіду води	не менше 98 не більше 0,3 не більше 0,3
4	Ацетилен	За регламентом цеху ацетилену	Об'ємна частка, % ацетилену диоксиду вуглецю кисню + азоту гомологів ацетилену у тому числі: диацетилену метилацетилену	не менше 98,7 не більше 0,2 не більше 0,2 0,15–0,16 не більше 0,001

№ пп	Найменування сировини, матеріалів, напівпродуктів	Держстандарт, ТУ або регламент	Показники й одиниці виміру	Значення показника
5	Каталізатор цинкацетатний зернистий	ТУ 6–11–0209955–25–90	1.Зовнішній вигляд	Гранули чорних кольорів. Допускається наявність окремих гранул з білим нальотом
			2.Гранулометрична сполука: Масова частка залишку, %, на ситі із сітки за ДСТ 6613	
			№ 70	відсутність
			№ 50	не більше 30
			№ 28	не менш 68
			№ 11	не більше 2
			3. Масова частка ацетату цинку, %	не менше 22
			4. Масова частка вологи, %	не більше 2
			5. Насипна щільність, г/дм^3	660 – 740
			6. Питома поверхня, м^2/г	не менше 100
			7. Початкова активність каталізатора, г/дм^3·год при 170^{0}С	не менше 25
			при 200^{0}С	не менше150

6.	Каталізатор «MAVS–C» синтезу вінілацетату з ацетилену (Італія тип «MAVS–C»)		1. Масова частка вологи, % 2. Масова частка цинку, % 3. Співвідношення ацетату цинку: цинк, % 4. Насипна щільність, г/дм3 5. Питома поверхня, м2/г 6. Втрати при стиранні, % 7. Гранулометрична сполука, % сито >5 >6 >7 >20	не більше 2 111 не менш 85 490 – 580 не менше 400 не більше 4,5 не менше 50 не менше 90 не менше 95 не менше 99,6
7.	Масло авіаційне МС – 20	ДЕРЖСТАНДА РТ 21743 – 76	Масова частка, % води	відсутність
8.	Вінілацетат–сирець	Дійсний регламент	Масова частка, % вінілацетату оцтової кислоти ацетальдегіду кротонового альдегіду води дивінілацетилену	не менше 40 не більше 60 не більше 2,0 не більше 0,3 не більше 0,25 фактично
9.	Кокс ливарний	ДЕРЖСТАНДА РТ 3340 – 80	–	–
10.	Вода оборотна	–	Тиск, МПа Температура, ^{0}С улітку узимку	не менше 0,3 не більше 28 не більше 22

3 ОПИС ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ

Компримування ацетилену

Свіжий ацетилен з цеху ацетилену поступає в колектор всмоктування компресору поз. КМ1. Свіжий ацетилен компримується компресором поз. КМ1 до тиску не більш 0,049 Мпа, проходить циклон Ц1 і поступає на змішування з циркулюючим в системі ацетиленом.

Тиск у колекторі нагнітання компресору поз. КМ1 регулюється дією на регулюючий клапан, встановленим на лінії, що зв'язує всмоктуючий і нагнітальний колектори компресору поз. КМ1.

З метою попередження утворення вакууму, тиск ацетилену у всмоктуючому колекторі компресору поз. КМ1 підтримується не менше 0,0018 МПа.

Змішаний ацетилен (свіжий і циркуляційний) надходить до всмоктуючого колектору компресору поз. КМ2. Компримується до тиску не більш 0,069 МПа і подається до випарнику поз. ВП1.

Тиск в колекторі всмоктування компресору поз. КМ2 підтримується не менше 0,003 МПа з метою виключення утворення вакууму і підсмоктування кисню повітря до системи.

Регулювання тиску змішаного ацетилену в колекторі нагнітання компресору поз. КМ2 здійснюється дією на пневмоклапан, що встановлений на лінії, яка зв'язує всмоктуючий і нагнітаючий колектори компресору поз. КМ2.

Витрата змішаного ацетилену в контактний реактор поз. РТ1 змінюється залежно від тиску на нагнітанні компресору поз. КМ2.

Синтез вінілацетату в статичному шарі каталізатору

Змішаний ацетилен в кількості 8000–12000 м^3/год подається у випарник поз. ВП1, де змішується з парою оцтової кислоти, що поступає із стадії ректифікації. Для випаровування оцтової кислоти випарник поз. ВП1 оснащений внутрішнім теплообмінником, що обігрівається парою. Кількість

оцтової кислоти, що випарувалася, залежить від витрати пари, що подається у внутрішній теплообмінник випарника поз. ВП1.

Рівень у випарнику поз. ВП1 регулюється автоматично корекцією автоматичного регулювання витрати оцтової кислоти.

Таким чином, молярне співвідношення ацетилен:оцтова кислота, формується у випарнику парогазової суміші поз. ВП1, регулюється зміною витрати пари у внутрішній теплообмінник випарника поз. ВП1.

Парогазова суміш з випарника поз. ВП1 подається в трубний простір теплообмінного апарату поз. АТ1, де підігрівається реакційними газами, що поступають у міжтрубний простір теплообмінного апарату поз. АТ1 з реактора поз. РТ1, проходить через теплообмінний апарат поз. АТ2, де підігрівається маслом, циркулюючим в системі теплознімання реактора поз. РТ1, до температури близької до температури синтезу, і поступає в нижню частину трубного простору реактора поз. РТ1.

В труби реактора поз. РТ1 завантажений цинкацетатний каталізатор, на поверхні якого йде реакція синтезу вінілацетату. Нижня і верхня частина труб заповнена роздробленим коксом до висоти 150 мм для запобігання реакції синтезу в зонах реактора з незадовільним теплообміном, що обумовлене конструктивною особливістю реактора поз. РТ1.

Тепло реакції синтезу вінілацетату відводиться маслом, циркулюючим в міжтрубному просторі реактора поз. РТ1.

Початкова температура синтезу 155–175°С, і по мірі зниження активності каталізатору підвищується до 230°С. Швидкість підйому температури визначається залежно від навантаження, але не більш 2°С в добу. При перевищенні температури синтезу на 15°С вище заданим здійснюється автоматичне аварійне продування реактора поз. РТ1 чистим азотом.

Тиск в колекторі парогазової суміші на вході в реактор поз. РТ1 підтримується не більш 0,056 МПа. При тиску 0,057 МПа здійснюється автоматичне аварійне продування реактора поз. РТ1 чистим азотом.

Конденсація парогазової суміші

Після реактору поз. РТ1 реакційні гази проходять міжтрубний простір теплообмінного апарату поз. АТ1, де охолоджуються вихідною парогазовою сумішшю і поступають в нижню частину скрубера поз. СК1.

Корпус скрубера поз. СК1 розділений на дві секції – верхню і нижню. У кожній секції розташована насадка. В якості насадки використовуються металеві кільця Паля, які укладаються навалом.

Реакційні гази подаються під нижню секцію насадки скрубера поз. СК1. Одночасно через розподільні тарілки у верхню і нижню секції скрубера поз. СК1 подаються роздільно два потоки вінілацетату–сирцю. В процесі взаємного контакту, реакційні гази передають частину тепла рідині і охолоджуються. При цьому сконденсовані компоненти реакційних газів переходять в рідку фазу, а інертні гази, ацетилен, частина вінілацетату і оцтової кислоти, переходять в газову фазу. Концентрація вінілацетату і оцтової кислоти в газах, що відходять, визначається умовою рівноваги фаз при даному тиску і температурі.

Перед подачею на зрошування насадки вінілацетат–сирець охолоджується в холодильнику–конденсаторі поз. ХК2 розсолом до температури не більш 8°С.

Подача вінілацетату–сирцю на зрошування нижньої насадки скрубера поз. СК1 складає 10–45 $м^3$/год та верхньої секції насадки складає 5–22 $м^3$/год і регулюється автоматично.

Компоненти (вінілацетат–сирець), що сконденсувалися, з куба скрубера поз. СК1 зливаються в ємність поз. Є1, звідки насосом поз. Н1 подаються на зрошування скрубера поз. СК1, а надлишок, через автоматичний регулятор рівня в місткості поз. Є1, відкачується для переробки на стадію ректифікації. Гази, що відходять, після скрубера поз. СК1 проходять холодильник–конденсатор поз. ХК1, охолоджуваний розсолом, і сепаратор поз. С1. У холодильнику–конденсаторі поз. ХК1 відбувається остаточна конденсація

продуктів реакції синтезу, а сепаратор поз. С1 служить для запобігання краплинному віднесенню продуктів конденсації циркуляційним ацетиленом.

З сепаратора поз. С1 циркуляційний ацетилен поступає на всмоктування компресора поз. КМ2, змішуючись зі свіжим ацетиленом.

Для видалення інертних газів із системи, частина змішаного ацетилену через регулятор витрати подається до цеху ацетилену на переробку.

Система теплознімання реактора поз. РТ1

При зростанні температури в реакторі поз. РТ1 переходять на режим охолоджування масла: конденсат подається в трубний простір теплообмінного апарату поз. АТ3 через регулюючий клапан. В процесі випаровування конденсату відводиться тепло від масла, що проходить по міжтрубному простору теплообмінного апарату поз. АТ3. [38]

3.1 Норми технологічного режиму

Таблиця 3.1 – Норми технологічного режиму [38]

Місце вимірювання параметра	Контрольований параметр	Норма
1	2	3
1 Компресор поз. КМ1		
1.1 Колектор всмоктування	Тиск, МПа	Не менше 0,0018
1.2 Колектор нагнітання	Тиск, МПа	Не більше 0,049
	Витрата, $м^3$/год	Не більше 1100
2 Компресор поз. КМ2		
2.1 Колектор всмоктування	Тиск, МПа	Не менше 0,003
2.2 Колектор нагнітання	Витрата, $м^3$/год	3000–6000
	Тиск, МПа	Не більше 0,069
3 Випарник поз. ВП1	Рівень, %	35–85
3.1 Колектор парогазової суміші на виході з випарника поз. ВП1	Температура, °С	60–100

Продовження таблиці 3.1

1	2	3
3.2 Колектор оцтової кислоти на вході у випарник поз. ВП1	Витрата, $м^3$/год	1100–4000
3.3 Колектор пари на вході у випарник поз. ВП1	Витрата, кг/год	Фактично
4 Колектор масла на виході з теплообмінного апарату поз. АТ3	Температура, °С	Не більше 235
5 Реактор поз. РТ1		
5.1 Зона каталізатора	Температура, °С	155–230
6 Скрубер поз. СК1	Перепад тиску, МПа	Не більше 0,01
6.1 Колектор вінілацетату–сирцю на вході у верхню зону скрубера поз. СК1	Витрата, $м^3$/год	5–22
6.2 Колектор вінілацетату–сирцю на вході в нижню зону скрубера поз. СК1	Витрата, $м^3$/год	10–45
7 Колектор вінілацетату–сирцю на виході з холодильника–конденсатора поз. ХК2	Температура, °С	Не більше 8
8 Колектор вінілацетату–сирцю на виході з холодильника–конденсатора поз. ХК1	Температура, °С	Не більше 0
9 Колектор скидних газів на переробку	Витрата,$м^3$/год	Не більше 90
10 Ємність поз. Є1	Рівень, %	20–80
11 Колектор парогазової суміші на вході в реактор поз. РТ1	Тиск, МПа	Не більше 0,056
12 Колектор парогазової суміші на виході з реактора поз. РТ1	Температура, °С	155–230

4. МАТЕРІАЛЬНІ І ТЕПЛОВІ БАЛАНСИ

Вихідні дані:

Потужність установки по вінілацетату–сирцю, т/рік	37000
Кількість робочих годин на рік,	8760
Кількість годин на ремонт устаткування та техпростої на рік,	768
Витрати вінілацетату–сирцю, %мас.:	100
ацетилен	1.558
ацетальдегід	0.668
ацетон	0.026
вінілацетат	96.8
бензол	0.0074
кротоновий альдегід	0.137
оцтова кислота	0.691
етилідендіацетат	0.025
вода	0.0076
метилацетилен	0.08
Склад технічного ацетилену, %мас.	100
ацетилен	98.4
бутадієн	1.2
двоокис вуглецю	0.2
вода	0.2
Кількість циркулюючого ацетилену на 1 т вАінілацетату, т	2.4
Кількість оцтової кислоти, яка повертаєтьсяА, на 1 т вінілацетата, т	0.82
Густина частинок каталізатора, кг/м^3	1100

Розрахунок

Годинна потужність установки визначається Nг=(Nр*с*1000)/(А–В) (4.1)

Nр – річна потужність, т/рік

с – коефицієнт, який враховує втрати в розмірі 2,5%

А – кількість робочих годин на рік

В – кількість годин на ремонт устаткування та техпростої на рік

Nг=(37000*1,025*1000)/(8760–768) = 4745.37037 кг/год

Кількість вінілацетата згідно з %–вим складом вінілацетата

в технічному продукті: Qx=(Nг*100)/x (4.2)

x – масовий склад вінілацетата

Qx=(4745.37037*100)/96,8 = 4902.242118 кг/год

Кількість компонентів, які складають вінілацетат–сирець (кг/год):

ацетилен	4902.24212*1,558/100 = 76.38
ацетальдегід	4902.24212*0,668/100 = 32.7
ацетон	4902.24212*0,026/100 = 1.27
бензол	4902.24212*0,0074/100 = 0.36
кротоновий альдегід	4902.24212*0,137/100 = 6.72
оцтова кислота	4902.24212*0,691/100 = 33.87
етилідендіацетат	4902.24212*0,025/100 = 1.23
вода	4902.24212*0,0076/100 = 0.373
метилацетилен	4902.24212*0,08/100 = 3.92

Рівняння реакцій

Утворення вінілацетату

$CH{\equiv}HC+CH_3COOH \rightarrow CH_2{=}CH–O–CO–CH_3$ (4.3)

Утворення ацетальдегіду

$CH{\equiv}HC+H_2O \rightarrow CH_3–CHO$ (4.4)

Утворення ацетону

$2CH{\equiv}HC+3H_2O \rightarrow CH_3CO–CH_3+CO_2+2H_2$

(4.5)

Утворення бензола

$3CH{\equiv}HC \rightarrow C_6H_6$ (4.6)

Утворення кротонового альдегіда

$2CH{\equiv}HC+H_2O \rightarrow CH_3–CH=CH–CHO$ (4.7)

Утворення етилідендіацетата

$CH{\equiv}HC+2CH_3COOH \rightarrow CH_3–CH(OCOCH_{3)2}$ (4.8)

Утворення метилацетилена

$2CH{\equiv}HC+2H_2O \rightarrow CH_3–C{\equiv}CH+CO_2+2H_2$ (4.9)

Утворення води та ацетона

$2CH_3COOH \rightarrow CH_3–CO–CH_3+H_2O+CO_2$ (4.10)

Молекулярна маса, кг/кмоль

C_2H_2	26
CH_3COOH	60
$CH_2=CHOCOCH_3$	86
H_2O	18
CH_3CHO	44
CH_3COCH_3	58
CO_2	44
H_2	2

Молекулярна маса, кг/кмоль

C_6H_6	78
$CH_3CH=CHCHO$	70
$CH_3CH(OCOCH_3)_2$	146
CH_3CCH	40

Визначимо кількість речовини згідно рівнянь реакції:

за (1)

ацетилен 4745.37037*26/86 = 1434.65 кг/год

оцтова кислота 4745.37037–1434.65= 3310.72кг/год

за (2)

ацетилен 32.7*26/44 = 19.35 кг/год

вода 32.7*18/44 = 13.40 кг/год

за (3)

ацетилен 1.27*2*26/58 = 1.14 кг/год

вода 1.27*3*18/58= 1.1 кг/год

CO_2 1.27*44/58 = 0.97 кг/год

H_2 1.27*2*2/58 = 0.09 кг/год

за (4)

ацетилен 0.36*3*26/78 = 0.36 кг/год

за (5)

ацетилен 6.72*2*26/70 = 4.99 кг/год

вода 6.72*18/70 = 1.73 кг/год

за (6)

ацетилен 1.23*26/146 = 0.22 кг/год

оцтова кислота 1.23*2*60/146 = 1.01 кг/год

за (7)

ацетилен 3.92*2*26/40 = 5.10 кг/год

вода 3.92*2*18/40 = 3.53 кг/год

CO_2 3.92*44/40 = 4.31 кг/год

H_2 3.92*2*2/40 = 0.39 кг/год

за (8)

оцтова кислота 0.373*2*60/18 = 2.48 кг/год

CO_2 0.373*44/18 = 0.91 кг/год

ацетон 0.373*58/18 = 1.20 кг/год

Всього витрачається:

ацетилену 1434.65+19.35+1.14+0.36+4.99+0.22+5.10 = 1465.81 кг/год

оцтової кислоти 3310.72+1.01+2.48 = 3314.21 кг/год

води 13.40+1.19+1.73+3.53 = 19.84 кг/год

Баланс по ацетилену

на 1 т вінілацетату додатково витрачається ацетилену

здувка на факел,% 10.46

втрати крізь нещільності,%		0.93
невраховані втрати,%		7.98
Втрати, згідно заданої потужності		
здувка на факел	4745.37037*10,46/100 =	496.37 кг/год
втрати крізь нещільності	4745.37037*0,93/100 =	44.13 кг/год
невраховані втрати	4745.37037*7,98/100 =	378.68 кг/год
Всього		919.18 кг/год

Необхідно свіжого ацетилену	1465.81+919.18 =	2384.99	кг/год
Кількість технічного продукту	2384.99*100/98,4 =	2423.77	кг/год
склад технічного ацетилену:			
CO_2	2423.77*0,2/100 =	4.85кг/год	
бутадієн	2423.77*1,2/100 =	29.09кг/год	
вода	2423.77*0,2/100 =	4.85кг/год	

Баланс по оцтовій кислоті

на 1 т вінілацетата кількість оцтової кислоти витрачається

на здувку, %	0.87
втрати, %	55.34

Втрати оцтової кислоти на задану потужність

(0,87+55,34)/100*4745.37037 = 2667.37кг/год

Необхідно свіжої кислоти	3314.21+2667.37 =	5981.59 кг/год
Кількість технічної кислоти	5981.59*100/99,4 =	6017.69 кг/год
Кількість води в кислоті, яка поступає	6017.69–5981.59 =	36.11 кг/год
Кількість води в продуктах реакції	36.11+4.85–19.84 =	21.11 кг/год

Кількість газа, який циркулює, на задану потужність

2,4*4745.37037/1000 = 11.39 т/год = 11388.89 кг/год

Кількість компонентів в циркуляційному газі:

ацетилен 11.39*1000*0,723 = 8234.1667 кг/год

ацетальдегід 11.39*1000*0,0092 = 104.78 кг/год

вінілацетат 11.39*1000*0,0897 = 1021.58 кг/год

CO_2 11.39*1000*0,0458 = 521.61 кг/год

гомологи ацетилена 11.39*1000*0,007= 79.72 кг/год

бутан 11.39*1000*0,1254 = 1428.17 кг/год

Кількість оцтової кислоти, яка повертається, на задану потужність

0,82*4745.37037/1000 = 3.891203704т/год = 3891.2037 кг/год

Склад оцтової кислоти:

оцтова кислота 3.8912037*1000*0,992 =3860.07 кг/год

вода 3.8912037*1000*0,006=23.3472 кг/год

кротоновий альдегід 3.8912037*1000*0,002= 7.78 кг/год

Складемо таблицю матеріального балансу.

Табл. 4.1. Матеріальний баланс процесу.

ПРИХІД	кг/год	ВИТРАТИ	кг/год
Технічний ацетилен:	2423.77	*Вінілацетат–сирець:*	4902.24
етиловий спирт	7.78	вінілацетат	4745.37
ацетилен	2384.99	ацетон	1.27
CO_2	4.85	кротоновий альдегід	
бутадієн	29.09	етилідендіацетат	
вода	4.85	бензол	
Технічний ацетилен циркул.:	11388.89	ацетилен	
ацетилен	8234.17	ацетальдегід	
ацетальдегід	104.78	оцтова кислота	
вінілацетат	1021.58	метилацетилен	
CO_2	521.61	вода	

Продовження табл. 3.1

гомологи ацетилена	79.72	*Інші продукти:*	3642.15
бутан	1428.17	ацетилен	919.18
CH_3COOH, що повертається:	3891.20	CO_2	6.19
оцтова кислота	3860.07	бутадієн	29.09
кротоновий альдегід	7.78	оцтова кислота	2667.37
вода	23.35	вода	19.84
Технічна CH_3COOH:	6017.69	водень	0.48
оцтова кислота	5981.59	Технічний ацетилен циркул.	11388.89
вода	36.11	CH_3COOH,яка повертається	3891.20
Разом	23826.33	Разом	23824.48

Розрахунки витратних коефіцієнтів

Теоретичні видаткові коефіцієнти на одиницю продукції :

– по оцтовій кислоті:

$$K1 = \frac{M_{оц.к.}}{M_{BA}} \qquad (4.11)$$

де $M_{оц.к.}$ і $M_{ва}$ – молекулярна маса оцтової кислоти й вінілацетату, кг/кмоль

K_1 = 60/86 = 0.6977

– по ацетилену:

$$K\,2 = \frac{M_{ац.}}{M_{BA}} \qquad (4.12)$$

де $M_{ац.}$ – молекулярна маса ацетилену, кг/кмоль

К2 = 26/86 = 0.3023

Фактичні видаткові коефіцієнти на одиницю продукції (кг/кг):

– по оцтовій кислоті:

6017.69/4902.24 = 1.228

– по ацетилену:

2423.77/4902.24 = 0.494

4.2 Теплоенергетичні розрахунки основних технологічних стадій процесу

Рівняння теплового балансу

$Q_1+Q_2+Q_3+Q_4+Q_5=Q_6+Q_7+Q_8+Q_9+Q_{вт}$

де Q_1 – тепловий потік технічного ацетилену, кВт

Q_2 – тепловий потік технічного ацетилену, який циркулює, кВт

Q_3 – тепловий потік оцтової кислоти, яка повертається кВт

Q_4 – тепловий потік технічної оцтової кислоти, кВт

Q_5 – тепловий ефект реакції, кВт

Q_6 – тепловий потік технічного вінілацетату, кВт

Q_7 – тепловий потік інших речовин, кВт

Q_8 – тепловий потік технічного ацетилену, який циркулює, кВт

Q_9 – тепловий потік оцтової кислоти, яка повертається, кВт

$Q_{вт}$ – теплові втрати, кВт

Температура процесу, ºС	230	503
Температура, ºС:		
вводу рециклу	160	433
виводу рециклу	230	503

Молекулярна маса, кг/кмоль

C_2H_2	26
CH_3COOH	60
$CH_2=CHOCOCH_3$	86
H_2O	18
CH_3CHO	44
CH_3COCH_3	58
CO_2	44
H_2	2
C_6H_6	78
$CH_3CH=CHCHO$	70
$CH_3CH(OCOCH_3)_2$	146
CH_3CCH	40

Знаходимо теплоємності для кожної речовини:

$C_{орг} = a+b*T+c*T^2$ (4.13)

$C_{неорг} = a+b*T+c'/T^2$ (4.14)

Потік технічного ацетилену:

	доля компоненту, X	a	$b*10^3$	$c'*10^{-5}$ $c*10^6$	C_p, Дж/моль*К	$X*C_p$, кДж/кг*К
ацетилен	0.984	23.46	85.77	–58.34	51.84	1.96
CO_2	0.002	44.14	9.04	–8.53	45.32	0.0021
бутадієн	0.012	–2.96	340.08	–223.7	111.50	0.0248
вода	0.002	30	10.71	0.33	35.52	0.0039
						1.99

Q_1 = 2423.77*1,99*503 = 2429529.65 кДж/год = 674.87 кВт

Потік технічного ацетилену, який циркулює:

	доля компоненту, X	a	$b*10^3$	$c'*10^{-5}$ $c*10^6$	C_p, Дж/моль*К	$X*C_p$, кДж/кг*К
ацетилен	0.72	23.46	85.77	–58.34	51.84	1.49
ацетальдегід	0.0092	13	153.5	–53.7	76.62	0.016
вінілацетат	0.09				205.02	0.2146
CO_2	0.049	44.14	9.04	–8.53	48.69	0.0542
гомологи ацетилену	0.007	13.07	175.3	–71.17	83.24	0.0146
бутан	0.125	0.469	385.38	–198.9	144.00	0.3103
						2.10

Q_2 = 11388.89*2,10*433 = 10369451.19 кДж/год = 2880.40 кВт

Потік оцтової кислоти, яка повертається:

	доля компоненту, X	a	$b*10^3$	$c'*10^{-5}$ $c*10^6$	C_p, Дж/моль*К	X*Cp, кДж/кг*К
оцтова кислота	0.992	5.56	243.5	–151.9	89.61	1.48
кротоновий альдегід	0.002				179.92	0.0051

вода	0.006	30	10.71	0.33	35.52	0.0118
						1.50

Q_3 = 3891.20*1,50*433 = 2524816.92 кДж/год = 701.34 кВт

Потік технічної оцтової кислоти:

	доля компоненту, X	a	$b*10^3$	$c'*10^{-5}$ $c*10^6$	C_p, Дж/моль*К	$X*C_p$, кДж/кг*К
оцтова кислота	0.994	5.56	243.5	–151.9	89.61	1.48
вода	0.006	30	10.71	0.33	35.52	0.0118
						1.50

Q_4 = 6017.69*1,50*433 = 3898984.795 кДж/год = 1083.05 кВт

Тепловий ефект реакції:

	ацетилен	оцтова кислота	вінілацетат
ΔH^o_{298}, кДж/моль	226.75	–437.4	29.8
			240.45

Q_5=(240,45/86)*1021.58*1000 = 2856266.407 кДж/год = 793.41 кВт

Потік технічного вінілацетату:

	доля компоненту, X	a	$b*10^3$	$c'*10^{-5}$ $c*10^6$	C_p, Дж/моль*К	$X*C_p$, кДж/кг*К
вінілацетат	0.97				205.02	2.31
ацетон	0.00025	22.47	201.8	–63.5	107.91	0.0005
кротоновий альдегід	0.0014				179.92	0.0036
етілідендіацетат	0.00025				350.62	0.0006

бензол	0.000074	–33.9	471.87	–298.3	127.97	0.0001
ацетилен	0.016	23.46	85.77	–58.34	51.84	0.0319
ацетальдегід	0.0067	13	153.5	–53.7	76.62	0.0117
оцтова кислота	0.0069	5.56	243.5	–151.9	89.61	0.0103
метилацетилен	0.0008	13.07	175.3	–71.17	83.24	0.0017
вода	0.000076	30	10.71	0.33	35.52	0.0001
						2.37

Q_6=4902.24*2,37*503 = 5851185.542 кДж/год = 1625.33 кВт

Потік інших речовин:

	доля компоненту, X	a	$b*10^3$	$c'*10^{-5}$ $c*10^6$	C_p, Дж/моль *К	$X*C_p$, кДж/кг *К
ацетилен	0.38	23.46	85.77	–58.34	51.84	0.76
CO_2	0.0025	44.14	9.04	–8.53	45.32	0.0026
бутадієн	0.012	–2.96	340.08	–223.7	111.50	0.0248
оцтова кислота	1.1	5.56	243.5	–151.9	89.61	1.64
вода	0.0082	30	10.71	0.33	35.52	0.0162
водень	0.0002	27.28	3.26	0.502	29.12	0.0029
						2.45

Q_7=3642.15*2,45*503 = 4482822.64 кДж/год = 1245.23 кВт

Q_8=11388.89*2,10*503 = 12045805.89 кДж/год = 3346.06 кВт

Q_9=3891.20*1,50*503 = 2932985.94 кДж/год = 814.72 кВт

$Q_{вт}$ = 22079048.96*0,05 = 1103952.45 кДж/год = 306.65 кВт

Складемо таблицю теплового балансу.

Таблиця 42. Тепловий баланс процесу.

ПРИХІД	кДж/год	ВИТРАТИ	кДж/год
Потік технічного ацетилену	2429529.65	Потік технічного вінілацетату	5851185.54
Потік технічного ацетилену, що циркулює	10369451.19	Потік інших речовин	4482822.64
Потік оцтової кислоти, яка повертається	2524816.92	Потік технічного ацетилену, який циркулює	12045805.89
Потік технічної оцтової кислоти	3898984.79	Потік оцтової кислоти, яка повертається	2932985.94
Тепловий ефект реакції	2856266.41	Теплові втрати	1103952.45
Всього	22079048.97	Всього	26416752.45
		Відвід тепла	4337703.49

5. ВИБІР І РОЗРАХУНОК ОСНОВНОГО АПАРАТУ

5.1 Технологічна характеристика контактного апарату

Призначення пристрою й основні розміри. Контактний апарат призначений для парофазного вінілування оцтової кислоти з одержанням вінілацетату. Для розрахунку вибираємо сталевий вертикальний циліндричний апарат зі стаціонарним шаром каталізатора, що перебуває в трубках. Температурний режим апарата підтримується за рахунок циркуляції в міжтрубному просторі моторного масла МС 20 для наземних цілей.

Парофазна суміш ацетилену й оцтової кислоти надходить униз апарата й, пройшовши по трубках через шар каталізатора, виходить зверху з утвореним вінілацетатом. Для знімання тепла, що виділяється, екзотермічної реакції в міжтрубний простір подається теплоносій – масло. Масло виходить із нижньої частини міжтрубного простору й, віддавши своє тепло в холодильниках конденсату, повертається у верхню частину міжтрубного простору.

Технічна характеристика контактного апарата:

Діаметр внутрішній, мм	3400
Висота загальна, мм	6795
Число труб (57х2 мм), шт	2090
Довжина труб, мм	3010
Площа поверхні теплообміну, $м^2$	1095,4
Тиск, МПа:	
у трубному просторі	0,065
у міжтрубному просторі	0,35
Робоча температура, °С	170–230

Апарат оснащений штуцерами для уведення й виведення парогазової суміші $Д_у$300, $Р_у$1,6; штуцерами для уведення й виведення теплоносія $Д_у$150, $Р_у$1,6; а також штуцерами для продувки, для виходу пари і для дренажу теплоносія $Д_у$70, $Р_у$1,6.

5.2 Розрахунок площі теплообміну реактора

На основі таблиці матеріального балансу (таблиця 4.1), підсумовуючи кількість однакових компонентів, становимо таблицю.

Таблиця 5.1 – Кількість компонентів у матеріальному балансі

Надходить				Виходить			
Компоненти	кг/год	$м^3$/год	% мас.	Компоненти	кг/год	$м^3$/год	% мас.
1	2	3	4	5	6	7	8
C_2H_2	10619,153	9148,81	44,9	Вінілацетат	5766,954	1502,09	24,4
CO_2	526,46	268,015	2,23	Ацетон	1,275	0,492	0,005
C_4H_6	29,085	12,065	0,12	C_3H_5–CHO	14,498	4,64	0,061
CH_3–CHO	113,16	57,61	0,48	Етиліденді ацетат	1,226	0,188	0,005
Вінілацетат	1021,58	266,087	4,32	Бензол	0,363	0,104	0,002
CH_3COOH	9841,66	3674,22	41,61	Метилацетилен	3,92	2,196	0,12
C_3H_5–CHO	7,782	2,49	0,033	CH_3–CHO	32,747	16,67	0,0014
Вода	64,301	80,02	0,272	C_2H_2	9229,72	7951,76	39,04
Бутан	1428,17	551,568	6,04	CH_3COOH	6561,32	2449,56	27,75
				CO_2	827,803	268,7	3,5
				C_4H_6	29,085	12,065	0,12
				Вода	43,56	54,207	0,18
				H_2	0,48	5,377	0,002
				Бутан	1428,17	551,568	6,04
Усього:	23651,35	14060,88	100,0	Усього:	23641,12	12819,62	100,0

Площа поверхні ($м^2$) теплообміну реактору визначаємо по формулі [40]:

$$F_a = \frac{\Phi_a}{K \cdot \Delta T_{ср}}, \qquad (5.1)$$

де Φ_a – теплове навантаження апарата, Φ_a = 150500 Вт;

К – коефіцієнт теплопередачі, кВт/м^2·К;

$\Delta T_{ср}$ – середня різниця температур.

Середня різниця температур між газовою сумішшю й маслом дорівнює:

$\Delta T_{ср}$ = 230–200 = 30°С

Визначаємо середній коефіцієнт теплопередачі від газової суміші до стінки труби по формулі [25]:

$$\alpha_1 = Nu \cdot \lambda_{см} / d, \qquad (5.2)$$

де Nu – критерій Нусельта;

$\lambda_{см}$ – теплопровідність, кВт/м^2·К;

d – діаметр трубок, м

Розраховуємо теплофізичні параметри суміші при температурі 230°С (503К).

Середній об'єм (м^3/с) контактних газів у реакторі при нормальних умовах :

$$V_0 = \frac{14060{,}88 + 12819{,}62}{2 \cdot 3600} = 3{,}7334$$

Щільність контактних газів при нормальних умовах (кг/м^3):

$$\rho_0 = \frac{23651{,}351}{3600 \cdot 3{,}7334} = 1{,}7597$$

Об'єм контактних газів у робочих умовах при Т = 503°К (230°С) і тиску 0,05 Мпа (м^3/с):

$$V_P = V_0 \cdot \frac{T \cdot P_0}{T_0 \cdot P} = 3{,}7334 \cdot \frac{503 \cdot 0{,}1}{273 \cdot 0{,}15} = 4{,}5858 \qquad (5.3)$$

Щільність контактних газів в умовах процесу (кг/м^3):

$$\rho_P = \rho_0 \cdot \frac{T \cdot P_0}{T_0 \cdot P} = 1{,}7597 \cdot \frac{503 \cdot 0{,}1}{273 \cdot 0{,}15} = 2{,}1615 \qquad (5.4)$$

Розрахунок об'ємної теплоємності й динамічної в'язкості суміші зводимо в таблицю.

Таблиця 5.2 – Розрахунок об'ємної теплоємності й динамічної в'язкості суміші

Компонент	M_i, г/моль	φ_i, %	C_i, Дж/моль·К	$C_i \cdot \varphi_i/(22,4 \cdot 100)$, кдж/м^3·°К	$\mu_i \cdot 10^7$, Па· с	$\varphi_i \cdot M_i \cdot 10^{-7}/(100 \cdot \mu_i)$
C_2H_2	26	64,94	53,27	1,544	161,2	0,0946
CH_3COOH	60	20,4	94,1	0,857	143	0,053
CH_2=CHOCO CH_3	86	12,1	112,56	0,608	130	0,0781
C_2	44	2,17	45,31	0,044	237,4	0,004
H_2O	18	0,4	35,52	0,006	172,1	0,0154
Разом:		100,0		3,059		0,2451

На основі таблиці 4.1 визначаємо середнє значення теплоємності суміші:

$C_{см}$ = 3,059/2,0123= 1,5202 кДж/кг·К = 1520,2 Дж/кг·К

Визначаємо динамічну в'язкість газової суміші по формулі [41]

$$\frac{M_c}{\mu_{см}} = \frac{x_1 \cdot M_1}{\mu_1} + \frac{x_2 \cdot M_2}{\mu_2} + \cdots + \frac{x_n \cdot M_n}{\mu_n} \qquad (5.5)$$

де M_c, M_1, M_2, M_n – молекулярні маси;

x_1, x_2, x_n – мольні частки компонентів у суміші;

$\mu_{см}$, μ_1, μ_2, μ_n – динамічні в'язкості суміші і її компонентів, Па·с.

На основі таблиці 3.3 визначаємо динамічну в'язкість газової суміші (Па·с):

$\mu_{см}$ = (36,592/0,2451)·10^{-7} = 149,2942·10^{-7}

Приймаємо критерій Прантля для багатоатомних газів $P_г$ = 1,0 [39].

Визначаємо теплопровідність(Вт/м^2 · К) суміші по формулі [39]:

$$\lambda_{см} = \frac{C_{см} \cdot \mu_{см}}{P_г}, \qquad (5.6)$$

де $C_{см}$ – теплоємність суміші, Дж/кг·К;

$\mu_{см}$ – в'язкість суміші, Па с.

$$\lambda_{см} = \frac{1520,2 \cdot 149,2942 \cdot 10^{-7}}{1} = 0,2273 \text{ Вт/м}^2 \cdot \text{К}$$

Визначаємо площу ($м^2$) перетину трубного простору в реакторі по формулі [39]:

$$S_{тр} = 0,785 \cdot d^2 \cdot n, \quad (5.7)$$

де d – внутрішній діаметр трубки, м;

n – число трубок, шт

$S_{тр} = 0,785 \cdot 0,053^2 \cdot 2090 = 4,6086$ $м^2$.

Визначаємо фіктивну швидкість (м/с) газової суміші в трубному просторі через нерухомий шар каталізатора по формулі [23]:

$$\omega_0 = V_г / S_{тр}, \quad (5.8)$$

де $V_г$ – об'ємна витрата газової суміші, $м^3/с$

$\omega_0 = 4,5858 / 4,6086 = 0,995$

Визначаємо критерій Рейнольдса при русі газу в трубному просторі через нерухомий шар каталізатора по формулі [40]:

$$Re = \omega_0 \cdot d_г \cdot \rho_{см} / \mu_{см}, \quad (5.9)$$

де $d_г$ – діаметр частки, м

Діаметр кулястих часток $d_г$ приймаємо рівним діаметру кулі, площа поверхні якої дорівнює площі поверхні частки (d_1 = 5 мм, h = 5 мм).

Площу поверхні ($м^2$) частки визначаємо по формулі [40]:

$$F_г = \pi \cdot d' \cdot [h + (d'/2)], \quad (5.10)$$

де d' – діаметр частки, м;

h – висота частки, м.

$F_г = 3,14 \cdot 0,005 \cdot [0,005 + (0,005/2)] = 0,00012$.

Визначаємо діаметр частки по формулі [40]:

$$d_г = \sqrt{F_г / \pi}, \quad (5.11)$$

$d_г = \sqrt{0,00012 / 3,14} = 0,00618$ м

$Re = 0,995 \cdot 0,00618 \cdot 2,0123 / 149,2942 \cdot 10^{-7} = 828,845$

Критерій Нусельта розраховуємо по формулі [39]:

$$Nu = \frac{0{,}813 \cdot Re^{0{,}9}}{l^{\frac{6 \cdot d_r}{d}}}, \qquad (5.12)$$

де l = 2,72;

d – внутрішній діаметр трубки, м

$$Nu = \frac{0{,}813 \cdot 828{,}845^{0{,}9}}{2{,}72^{\frac{6 \cdot 0{,}00618}{0{,}053}}} = 170{,}8834$$

α_1 = 170,8834 · 0,2273/0,053 = 732,864

Визначаємо коефіцієнт тепловіддачі від стінки труби до масла по формулі [39]:

$$\alpha_2 = 2{,}72 \cdot \varepsilon \cdot P_{абс}^{0{,}4} \cdot \varphi^{0{,}7}, \qquad (5.13)$$

де ε – коефіцієнт, що враховує властивості рідини, для киплячого масла дорівнює 0,102;

$P_{абс}$ – абсолютний тиск у системі, кгс/см^2;

φ – поверхнева щільність теплового потоку, Вт/м^2

$\alpha_2 = 2{,}72 \cdot 0{,}102 \cdot 0{,}5^{0{,}4} \cdot \varphi^{0{,}7} = 0{,}2103 \cdot \varphi^{0{,}7}$.

Визначаємо суму термічних опорів (м^2·К/Вт) стінки з урахуванням шарів забруднень з обох сторін по формулі [40]:

$$\sum r_{ст} = r_1 + r_2 + r_3 \qquad (5.14)$$

r_2 = 0,002/17,5 = 1,1429·10^{-4} Вт/м^2·К,

де 0,002 – товщина стінки, м;

17,5 – теплопровідність сталі по таблиці XXVII [39],Вт/м^2·К

$\sum r_{ст}$ = 1/11600+1,1429·10^{-4}+1/2900 = 0,000545,

де 11600 і 2900 – теплопровідність забруднень стінок з боку органічної пари і масла відповідно по таблиці XXXI [39], м^2·К/Вт.

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі по формулі [42]:

$$K = [1/\alpha_1 + \sum r_{ст} + 1/\alpha_2]^{-1} \qquad (5.15)$$

$K = [1/732{,}864 + 0{,}000545 + 1/0{,}2103\ \varphi^{0{,}7}]^{-1}$

Визначаємо поверхневу щільність (Вт/м^2) теплового потоку з рівняння [42]:

$$\varphi = K \cdot \Delta T_{ср} \qquad (5.16)$$

$$\varphi = \frac{30}{\frac{1}{732,864} + 0,000545 + \frac{1}{0,2103 \cdot \varphi^{0,7}}}$$

$$0,0019 \cdot \varphi + 4,755 \cdot \varphi^{0,3} - 30 = 0$$

Вирішуємо рівняння інтерполяцією, задаючись значеннями поверхневої щільності потоку від 200 до 470. При φ = 200 y = –6,2534, а при φ = 470 y = 1,1512.

$$\varphi = 470 - \frac{470 - 200}{1,1512 - (-6,2534)} \cdot 1,1512 = 428,0228$$

Визначаємо коефіцієнт теплопередачі (Вт/м^2·К) по формулі [41]:

$$К = \varphi / \Delta T_{ср}, \qquad (5.17)$$

де $\Delta T_{ср}$ – середня різниця температур, К.

К = 428,0228 / 30 = 14,267

Необхідна площа поверхні (м^2) теплопередачі:

$F_а$ = 150500 / 14,267·30 = 351,627

Так як наш апарат відноситься до нестандартного устаткування, то по розрахованій площі поверхні теплообміну, рівній 351,627 м^2, ми приймаємо апарат з поверхнею теплообміну 400 м^2.

Тоді запас площі поверхні теплообміну (%):

$$\frac{400 - 351,627}{400} \cdot 100 = 12,09$$

3.3.3 Розрахунок кількості апаратів

Визначаємо об'єм каталізатора, що завантажується в систему, по формулі [41]:

$$V_к' = (\pi \cdot d^2 \cdot n \cdot h)/4, \qquad (5.18)$$

де d – діаметр однієї трубки, м;

n – кількість трубок, шт;

h – висота однієї трубки, м.

$V_к'$ = (3,14· 0,053^2· 2090· 3,01)/4 = 13,8718 м^2

Продуктивність 1 м^3 каталізатора по вінілацетату–сирцю становить 86,58 кг/год це дорівнює 2,08 т/добу.

Продуктивність реактора 4745,37 кг/год (див. табл. 3.1), отже добова продуктивність апарата дорівнює (4745,37/1000)·24 = 113,9 т, а необхідний об'єм ($м^3$) каталізатора для забезпечення заданої продуктивності:

$V_к$ = 113,9 / 2,08= 54,7596.

Необхідне число реакторів визначаємо по формулі [41]:

$$N = V_к / V_к' \quad (5.19)$$

N = 54,7596 / 13,8718= 3,95

Отже, потрібно встановити чотири реактори.

Запас продуктивності по каталізатору (%):

[(13,8718 · 4 – 54,7596) / 54,7596]·100 = 1,33

3.3.4 Механічний розрахунок апарата

а) Розрахунок товщини стінки апарата

Товщина стінки апарата може бути розрахована по формулі [40]:

$$S_г = \frac{P_R \cdot D}{2 \cdot [\sigma] \cdot \varphi_р - P_R}, \quad (5.20)$$

де $P_R = P_{вн}$ = 0,3 МПа;

D – діаметр сорочки, дорівнює 3400мм.

$[\sigma]$ = 550 МПа для сталі 12Х18Н10Т [40];

φ – коефіцієнт міцності зварного шва, дорівнює 1

$$S_г = \frac{0{,}1 \cdot 3400}{2 \cdot 550 \cdot 1 - 0{,}1} = 31 \text{ мм} \quad (5.21)$$

Виконавча товщина стінки $S \geq S_г + C$,

де C = 2

Приймаємо товщину стінки рівною товщині сорочки, яка дорівнює:

$S = 31 + 2 = 33$ мм

Стандартна товщина дорівнює 33 мм. З огляду на типорозмірний ряд приймаємо товщину стінки рівною 33 мм.

Надлишковий тиск, що допускається, розраховується по формулі [40]:

$$[P]=\frac{2\cdot[\sigma]\cdot\varphi_P\cdot(S-C)}{D+(S-C)}; \qquad (5.22)$$

$P_R \le [P]$

Формули застосовуються, якщо $\frac{S-C}{D} \le 0{,}1$ для сорочки $D \ge 200$ мм.

$$[P]=\frac{2\cdot 550\cdot 1\cdot(33-2)}{3400+(33-2)}=9{,}6 \text{ МПа} \qquad (5.23)$$

$\frac{33-2}{3400}=0{,}01<0{,}1$. Розрахунок вірний.

б) Розрахунок еліптичного днища.

Товщина стінки днища визначається по формулах [40]:

$$S_R=\frac{P_R\cdot R}{2\cdot\varphi\cdot[\sigma]-0{,}5\cdot P_R}, \qquad (5.24)$$

де $P_R = P_{вн} = 0{,}3$ МПа;

R – радіус кривизни у вершині днища;

φ – коефіцієнт міцності зварного шва, дорівнює 1.

$$S_R=\frac{0{,}1\cdot 3400}{2\cdot 1\cdot 550-0{,}5\cdot 0{,}1}=31 \text{ мм}$$

$S_D \ge S_r + C$,

де $C = 2$

Приймаємо товщину стінки рівною товщині сорочки:

$S=31+2=33$ мм.

Стандартна товщина дорівнює 33 мм. З огляду на типорозмірний ряд приймаємо товщину стінки рівною 33 мм.

Радіус кривизни у вершині днища дорівнює:

$$R=\frac{D^2}{4H_D}, \qquad (5.25)$$

де R=D – для еліптичних днищ із $H_D = 0{,}25D$.

6. ВИБІР ДОПОМІЖНОГО ОБЛАДНАННЯ

Розрахунок холодильника – конденсатора

Вихідні дані:

Температура парогазової суміші на вході в ХК: t=230 ^{0}C

Температура парогазової суміші на виході з ХК: t=115 ^{0}C

Температура холодоагенту початкова: t=25^{0}C

Температура холодоагенту кінцева: t=170^{0}C

G_2 (холодоагенту) = 23651.35 кг/год = 6.57 кг/сек

С (холодоагенту) = 1072.39 Дж/(кг*К)

G_1 (парогазової суміші) = 23641.12 кг/год = 6.57 кг/сек

С (парогазової суміші) = 1072.39 Дж/(кг*К)

Знайдемо середню різницю температур при противотоці теплоносіїв:

230^{0}C→115^{0}C

25^{0}C←170^{0}C

$\Delta t_б$ = 205ºC

$\Delta t_м$ = 55ºC

За умови, що Δt > 2 розрахунок ведемо по формулі [40]:

$$\Delta t_{сер} = \frac{\Delta t_б - \Delta t_м}{\ln(\Delta t_б / \Delta t_м)} \qquad (6.1)$$

$$\Delta t_{сер} = \frac{205-55}{\ln(205/55)} = 114^\circ C$$

Середня температура холодоагенту:

t_2 = 0,5*(25+170) = 97.5ºC

Середня температура парогазової суміші:

$t_1 = t_2 + t_{сер}$ =97,5 + 114 = 211.5ºC

З урахуванням втрат холоду в розмірі 5 % витрата теплоти [40]:

$Q = 1{,}05 * G_1 * C_1 (t_{1н} - t_{1к})$ = 1,05*6.57*1072,39*(230–115) = 850366.34 Вт (6.2)

Витрата холодоагенту:

G_2 = 1034229/(1072,39*(170–25)) = 5.47 кг/сек

Приймаємо К = 800 Вт/(м^2*К) для конденсаторів [41].

$$F = \frac{Q}{K * \Delta t_{ср.}} \quad (6.3)$$

$$F = \frac{850366,34}{800 \cdot 114} = 9,32 м^2$$

По розрахунках вибираємо теплообмінник:

F = 11,0 м^2 Число трубок = 61шт

D = 325 мм Двоходовий

$D_{тр.}$ =20*2 $L_{труб.}$ = 2 м

6.1 Характеристика основного та допоміжного технологічного обладнання

Таблиця 6.1 – Специфікація на основне і допоміжне технологічне обладнання

Найменування устаткування і позиція по схемі	Кількість	Матеріал/ способи його захисту	Технічна характеристика
1	2	3	4
Компресор, поз. КМ1	2	Чугун/ фарбування	Тип РМК–4. Продуктивність – 900 м^3/год; потужність електродвигуна – 75 кВт; частота обертання – 12 с; виконання–В2Б. Середовище: ацетилен, розсіл, вода.
Компресор, поз. КМ2	4	Сталь вуглецева/ фарбування	Тип Gra–17.14.X. Продуктивність – 5040 м^3/год; тиск усмоктуючого не менше 0,001 Мпа; тиск нагнітання – не більше 0,069 Мпа; потужність електродвигуна–175кВт; частота обертання – 25 с; виконання – ЕхеВЧ. Середовище: ацетилен.
Випарник, поз. ВП1	1	Сталь Х17Н13М2Т	Місткість – 16,9 м^3; діаметр – 2000 мм; довжина – 6690 мм; тиск роз. – 0,9 Мпа; температура роз. – 100°С. Середовище: ацетилен, оцтова кислота. Теплообмінник: площа поверхні теплопередачі – 16 м^2; тиск роз. – 0,9 Мпа; температура роз. – 165°С; діаметр труб – 25х2; кількість труб – 52 шт. Середовище: пара, конденсат.

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4
Апарат теплообмінний, поз. АТ1	1	Сталь Х17Н13М2Т	Вертикальний, кожухотрубний, одноходовий. Площа поверхні теплопередачі – 200 м^2; діаметр – 1200 мм; висота – 6000 мм; діаметр труб – 27х2 мм; довжина труб – 5000 мм. Трубний простір: тиск роз. – 0,2 Мпа; температура роз. – 230°С. Середовище: ацетилен, оцтова кислота. Міжтрубний простір: тиск роз. – 0,2 Мпа; температура роз. – 230°С. Середовище: ацетилен, оцтова кислота, вінілацетат.
Апарат теплообмінний, поз. АТ1	1	Сталь Х17Н13М2Т	Вертикальний, кожухотрубний, одноходовий. Площа поверхні теплопередачі – 200 м^2; діаметр – 1200 мм; висота – 6000 мм; діаметр труб – 27х2 мм; довжина труб – 5000 мм. Трубний простір: тиск роз. – 0,2 МПа; температура роз. – 230°С. Середовище: ацетилен, оцтова кислота. Міжтрубний простір: тиск роз. – 0,2 МПа; температура роз. – 230°С. Середовище: ацетилен, оцтова кислота, вінілацетат.
Скрубер, поз. СК1	1	Сталь Х17Н13М2Т	Місткість – 50 м^3; діаметр – 1200 мм; висота – 21450 мм; Висота насадки: верхня секція – 3000 мм, нижня секція – 3000 мм. Насадка – металеві кільця Палля 35х35х0,8 мм. Тиск роз. – 0,6 МПа; температура роз. – 200°С. Середовище: ацетилен, оцтова кислота, вінілацетат.
Холодильник, поз. ХК1	1	Сталь Х18Н10Т Кришки – сталь вуглецева	Вертикальний, кожухотрубний, двоходовий. Площа поверхні теплопередачі – 11 м^2; діаметр – 1000 мм; висота – 3000 мм; діаметр труб – 20х2 мм; довжина труб – 2000 мм; кількість труб – 61 шт. Трубний простір: тиск роз. – 2,5 МПа; температура роз. – 150°С. Середовище: розсіл. Міжтрубний простір: тиск роз. – 1 МПа; температура роз. – 230°С. Середовище: ацетилен, оцтова кислота, вінілацетат.

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4
Холодильник, поз. ХК2	1	Сталь Х18Н10Т Кришки – сталь вуглецева	Горизонтальний, кожухотрубний, двоходовий. Площа поверхні теплопередачі – 254 м^2; діаметр – 1000 мм; висота – 4800 мм; діаметр труб – 25х2 мм; довжина труб – 4000 мм; кількість труб – 758 шт. Трубний простір: тиск роз. – 2,5 МПа; температура роз. – 150°С. Середовище: розсіл. Міжтрубний простір: тиск роз. – 1,2 МПа; температура роз. – 150°С. Середовище: оцтова кислота, вінілацетат.
Сепаратор, поз.С1	1	Сталь Х17Н13М2Т	Діаметр – 1800 мм; висота – 6000 мм; тиск роз. – 0,1 МПа; температура роз. – 150°С. Тарілки ковпачкові. Кількість тарілок – 9 шт. Середовище: ацетилен, оцтова кислота, вінілацетат.
Ємність, поз. Є1	1	Сталь Х18Н10Т	Місткість – 32 м^3; діаметр – 3200 мм; довжина – 6755 мм; тиск роз. – 0,1 МПа; температура роз. – 150°С. Середовище: оцтова кислота, вінілацетат.
Насос, поз. Н1	2	Сталь вуглецева	Тип 2ЦГ–100/80К–37–5–2У. Продуктивність – 100 м^3/год; тиск – 0,8 Мпа; потужність електродвигуна – 37 кВт; частота обертання – 50 с. Виконання – 1ExdsIIBТЧ Х. Середовище: оцтова кислота, вінілацетат.
Реактор, поз. РТ1	4	Сталь Х18Н10Т Кожух – сталь вуглецева	Вертикальний, кожухотрубний. Площа поверхні теплопередачі – 1095,4 м^3; діаметр – 3400 мм; висота – 6795 мм; діаметр труб – 57х2 мм; довжина труб – 3010 мм; кількість труб – 2090 шт. Трубний простір: тиск роз. – 0,065 МПа; температура роз. – 245°С. Середовище: каталізатор цинкацетатний, кокс, ацетилен, оцтова кислота, вінілацетат. Міжтрубний простір: тиск роз. – 0,35 МПа; температура роз. – 230°С. Середовище: масло.

Продовження таблиці 6.1

1	2	3	4
Апарат теплообмінний, поз. АТ2	4	Сталь Х18Н10Т Кришки – сталь вуглецева	Горизонтальний, кожухотрубний, двоходовий по трубному простору. Площа поверхні теплопередачі – 182 м^2; діаметр – 1000 мм; довжина – 4420 мм; діаметр труб – 25х2 мм; довжина труб – 3000 мм; кількість труб –817 шт. Трубний простір: тиск роз. – 0,6 МПа; температура роз. – 210°С. Середовище – ацетилен, оцтова кислота.. Міжтрубний простір: тиск роз. – 4,0 МПа; температура роз. – 230°С. Середовище – масло.
Апарат теплообмінний, поз. АТ3	4	Сталь вуглецева	Вертикальний, кожухотрубний. Площа поверхні теплопередачі –165 м^2; діаметр – 1000 мм; висота – 4555 мм; діаметр труб – 25х2 мм; довжина труб – 3000 мм. Трубний простір: тиск роз. – 1,6 МПа; температура роз. – 250°С. Середовище – конденсат, пара. Міжтрубний простір: тиск роз. – 4,0 МПа; температура роз. – 250°С. Середовище – масло.

7. КОНТРОЛЬ РОБОТИ, НОРМИ І ПРАВИЛА ОБСЛУГОВУВАННЯ ОСНОВНОГО АПАРАТУ

Виробництво вінілацетату характеризується високими швидкостями хімічних реакцій, складними умовами протікання технологічного процесу, а також безперервністю виробництва.

Керувати таким процесом без сучасних засобів автоматичного контролю і регулювання неможливо.

У даному дипломному проекті пропонується для управління процесом використовувати мікропроцесорний комплекс МСКУ. Це дозволить скоротити витратні норми сировини і матеріалів, енерговитрати на весь випуск одиниці продукції. Підвищити якість продукції, що випускається, за рахунок оптимізації ведення технологічного процесу і усунення браків продукції.

Введення сучасних мікропроцесорних комплексів в управління виробництвом дозволяє істотним чином зменшити навантаження на оперативний персонал.

Через те, що виробництво вінілацетату є пожежно - і вибухонебезпечним, всі регулюючі клапани повинні бути пневматичними. Враховуючи те, що вихідний сигнал МСКУ є тоновим (4-20 мА), необхідно використовувати електропневмоутворювач ЕПУ-63 [38].

Стандартна конфігурація УВК включає наступні блоки:

- РГ 1 і РГ 2 - гальванічні розв'язки входу і виходу, призначені для захисту УВК від короткого замикання в схемі;
- АЦП і ЦАП - аналого-цифровий і цифро-аналоговий перетворювачі;
- ЦДП і ДЦП - цифро-дискретний і дискретно-цифровий перетворювачі;
- ЦІП - цифро-імпульсний перетворювач;
- АЛГО - блок обробки вимірювальної інформації вироблення управляючих дій.
- УВК працює тільки із струмовими уніфікованими сигналами.

Опис функціональної схеми автоматизації приведений спільно з описом технологічної схеми і представлений в розділі 2.

7.1. Контроль основних технологічних параметрів процесу

Для управління технологічним процесом синтезу вінілацетату оператор-технолог повинен мати нагоду у будь-який момент часу одержати повну інформацію про протікання процесу. Для цього в даному дипломному проекті запропоновано вимірювати і виводити на ЦПК і на УЕВМ значення наступних технологічних параметрів:

- температура: реакційної суміші на вході в реактор РТ1 (контролюється приладом поз. TIR 14-3); у реакторі синтезу РТ1 (контролюється приладом поз. TIRA 16-3); масла на виході після теплообмінника АТ3 (контролюється приладом поз. TIR 13-3); парогазової суміші на виході з випарника ВП1 (контролюється приладом поз. TIR 10-3); вінілацетату-сирцю після холодильника-конденсатора ХК2 (контролюється приладом поз. TIR 23-3); вінілацетат-сирець після холодильника-конденсатора ХК1 (контролюється приладом поз. TIR 22-3);

- рівень у випарнику ВП1 і ємності Є1 (контролюється приладами поз. LIRA 8-2 і LIRA 21-2 відповідно);

- витрата: свіжого ацетилену на нагнітання компресора КМ1 (контролюється приладом поз. FIR 4-3); циркуляційної парогазової суміші (контролюється приладом поз. FIR 12-3); оцтової кислоти на вході у випарник ВП1 (контролюється приладом поз. FIRA 9-3); пари в трубну частину випарника ВП1 (контролюється приладом поз. FIR 11-3); вінілацетат-сирець на вході у верхню зону скрубера СК1 (контролюється приладом поз. FIR 19-3); вінілацетату-сирцю на вході в нижню зону скрубера СК1 (контролюється приладом поз. FIRA 18-3); скидних газів на переробку (контролюється приладом поз. FIRA 24-3);

- тиск: у колекторі всасу компресорів КМ1 і КМ2 (контролюється приладами поз. PIRA 1-2 і PIRA 5-2); у колекторі нагнітання компресорів КМ1 і КМ2

(контролюється приладами поз. PIRA 3-2 і PIRA 7-2); парогазової суміші на вході в реактор РТ1 (контролюється приладом поз. PIRA 15-2);

- перепад тиску в скрубері СК1 (контролюється приладом поз. PdIRA17-2).

Для вимірювання витрати у всіх випадках використовується метод змінного перепаду тиску. У трубопровід, по якому транспортується потік, встановлюється звужуючий пристрій (діафрагма типа ДК), на якому при протіканні потоку створюється перепад тиску (вимірюється дифманометром типу "Сапфір 22 ДД"). Вихідний сигнал даного пристрою є потоковим уніфікованим. По величині перепаду тиску визначає значення витрати.

Для вимірювання температури використовується термоелектричний перетворювач ТХК-0515. В основі роботи даної термопари встановлений термоелектричний ефект. Якщо спай двох різнорідних провідників помістити в апарат, в якому необхідно зміряти температуру, то на вільних кінцях термопари утворюється термо-ЕДС, яка пропорційна вимірюваній температурі. По величині термо-ЕДС визначають значення температури. Вихідний сигнал термопари не уніфікований, тому їх використовують в комплекті з нормуючими перетворювачами Ш-78.

Для вимірювання рівня використовується буйковий рівнемір "Сапфір 22 ДУ". Чутливим елементом рівнеміра є буйок, який виготовляється з неіржавіючої сталі, і встановлюється безпосередньо в апарат. Робота рівнеміра заснована 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 потоковий 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 потоковий 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 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 сигналізацій. [38]

7.2. Регулювання параметрів технологічного процесу

Щоб вести процес синтезу вінілацетату в умовах, близьких до оптимальних, в даному дипломному проекті запропоновані наступні системи автоматичного регулювання. Температура масла після теплообмінника АТ3 стабілізується автоматично за допомогою одноконтурної АСР температури за рахунок зміни витрати конденсату, який подається в трубний простір теплообмінника АТ3. Регулюючий клапан (поз. TCV 13-5) розташований на лінії подачі конденсату.

Рівень в ємності Є1 стабілізується одноконтурною АСР рівня. Регулюючий клапан (поз. LCV 21-4) розташований на лінії відкачування вінілацетату-сирцю на ректифікацію. Рівень у випарнику ВП1 стабілізується двоконтурною АСР рівня.

Витрата оцтової кислоти у випарнику ВП1 стабілізується двоконтурною АСР витрати з корекцією по рівню. Регулюючий клапан (поз. FCV 9-5) розташований на лінії входу оцтової кислоти у випарник.

Витрата пари у випарнику ВП1 стабілізується одноконтурною АСР витрати. Регулюючий клапан (поз. FCV 11-5) розташован на лінії подачі пари у випарник.

Витрата вінілацетату-сирцю на вході у верхню і нижню зону скрубера СК1 стабілізується одноконтурною АСР витрати. Регулюючі клапана (поз. FCV 19-5 і FCV 18-5) розміщені на лініях подачі вінілацетату-сирцю у верхню і нижню зону скрубера СК1. [38]

Витрата скидних газів на переробку стабілізується одноконтурною АСР витрати. Регулюючий клапан (поз. FCV 24-5) розташований на лінії скидних газів на переробку.

7.3. Сигналізація та блокування процесу

Для сповіщення оперативного персоналу про відхилення технологічного процесу від норми в даному проекті запропонована схема автоматичної сигналізації, яка спрацьовує в наступних випадках:

- мінімальний тиск на всмоктуванні компресорів КМ1 і КМ2;
- максимальний тиск на нагнітанні компресорів КМ1 і КМ2;
- максимальний тиск парогазової суміші на вході реактору РТ1;
- максимальний перепад тиску по скруберу СК1;
- мінімальна витрата оцтової кислоти у випарнику ВП1;
- мінімальна витрата вінілацетату на зрошування нижньої зони скрубера СК1;
- мінімальна витрата скидних газів на переробку;
- мінімальний і максимальний рівень у випарнику ВП1;
- мінімальний і максимальний рівень в ємності Є1;
- максимальна температура по висоті реактору РТ1;

- зупинка двигунів компресорів КМ1, КМ2 і двигуна насоса Н1, який перекачує вінілацетат-сирець.

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

- при мінімальному тиску всмоктування компресора КМ1 спрацьовує реле (поз. PS 1-3), яке відключає двигун компресора;

- при максимальному тиску на нагнітанні компресора КМ1 спрацьовує реле (поз. PS 3-5), яке відключає двигун компресора;

- при мінімальному тиску всмоктування компресора КМ2 спрацьовує реле (поз. PS 5-3);

- при максимальному тиску на нагнітанні компресора КМ2 спрацьовує реле (поз. PS 7-5), яке відключає двигун компресора;

- при максимальному тиску парогазової суміші на вході в реактор РТ1 спрацьовує реле (поз. PS 15-3);

- при мінімальному рівні у випарнику ВП1 спрацьовує реле (поз. LS8-3);

- при мінімальному рівні в ємності Є1 спрацьовує реле (поз. LS 21-5), яке відключає двигун насоса Н1;

- при максимальній температурі по висоті реактора РТ1 спрацьовує реле (поз. TS 16-4).[38]

Прилади і засоби автоматизації, які використані в даному проекті приведені в таблиці 7.1.

Таблиця 7.1 - Відомість приладів

№ поз	Місце вимірювання параметра	Контрольований параметр	Вид контролю	Норма	Засоби вимірювання
1	2	3	4	5	6
	1Компресор поз. КМ				
1-1	1.1 Колектор всмоктування	Тиск, МПа PIRSLAL-1	Безперервна реєстрація по діаграмі		1. Вимірювальний перетворювач тиску "Сапфір 22ДИ", к.т. 0,5. Діап. ізм. 0-0,5 МПа . 2. Вторинний прилад А-542 з пристроєм сигналізації, к.т. 0,5. Шкала 0-0,5 МПа.
			Сигналізація		
1-2			min	0,0018	
			Блокування		
			min	0,001	
1-3					3. Реле електроконтактного блокування. Час спрацьовування не більше 0,1 с.
1-4 2-1					4. Електромагнітна заслінка ЕВ-1 «НЗ» . 5. Електромагнітний пускач з сигналізацією включення.
3-1	1.2 Колектор нагнітання	Тиск, МПа PIRCS$_{H}$A$_{H}$-3	Безперервна реєстрація по діаграмі		Вимірювальний перетворювач тиску "Сапфір 22ДИ", к.т. 0,5. Діап. ізм. 0-0,5 МПа. 2. Вторинний прилад А-542 з пристроєм сигналізації, к.т. 0,5.шкала 0-0,5 МПа. 3. Електропневматичний перетворювач ЕПП-63, к.т. 1,0. Вих. сигнал 0,02- 0,1МПа.
3-2			Автоматичне регулювання		
			Сигналізація		
3-3			max	0,049	
			Блокування max	0,05	
3-4 3-5 2-1					4. Клапан регулюючий Ду150 «ВЗ». 5. Реле електроконтактного блокування. Час спрацьовування не більше 0,1 с. 6. Електромагнітний

					пускач з сигналізацією включення.

Продовження табл.. 7.1

1	2	3	4	5	6
4-1 4-2 4-3		Витрата, $м^3$/год FIR-4	Безперервна реєстрація по діаграмі	Не більш 1100	1. Діафрагма ДК-260 . 2. Дифманометр "Сапфір 22ДД", к.т. 0,5. Δ Р = 63 кПа, Р = 5ати. 3. Вторинний прилад А-542, шкала 0-10 $м^3$/с, к.т. 0.5.
	2 Компрсор поз.КМ2				
5-1 5-2	2.1 Колектор всмоктування	Тиск, МПа $PIRS_LA_L$-5	Безперервна реєстрація по діаграмі Сигналізація min Блокування min	0,003 0,001	1. Вимірювальний перетворювач тиску "Сапфір 22ДИ", к.т. 0,5. Діап. ізм. 0-0,5МПа. 2. Вторинний прилад А-542 з пристроєм сигналізації, к.т.0,5, шкала 0-0,05МПа.
5-3 5-4 5-5					3. Реле електроконтактного блокування. Час спрацьовування не більше 0,1 с. 4. Електромагнітна заслінка ЕВ-1 «НЗ» . 5.Електромагнітна заслінка ЕВ-1 „НО”.
12-1 12-2 12-3	2.2 Колектор нагнітання	Витрата, $м^3$/год FIR-12	Безперервна реєстрація по діаграмі	3000-6000	1. Діафрагма ДК-400. 2. Дифманометр "Сапфір 22ДД", к.т. 0,5. Δ Р = 63 кПа, Р = 5ати. 3. Вторинний прилад А-542, шкала 0-10 $м^3$/с, к.т. 0.5.
7-1 7-2 7-3		Тиск, МПа $PIRCS_HA_H$-7	Безперервна реєстрація по діаграмі Автоматичне регулювання Сигналізація max Блокування max	0,069	1. Вимірювальний перетворювач тиску "Сапфір 22ДИ", к.т. 0,5. Діап. ізм. 0-0,5МПа. 2. Вторинний прилад А-542 з пристроєм сигналізації, к.т.0,5, шкала 0-0,5 МПа. 3. Електропневматичний

				0,07	перетворювач ЕПП-63, к.т. 1,0. Вих. Сигнал

Продовження табл.. 7.1

1	2	3	4	5	6
7-4 7-5 6-1					0,02-0,1 МПа. 4. Клапан регулюючий Ду200 «ВЗ». 5. Реле електроконтактного блокування. Час спрацьовування не більше 0,1 с. 6.Електромагнітний пускач з сигналізацією включення.
8-1 8-2	3 Випарник поз. ВП1	Рівень, % $LIRCS_LA_{HL}$ -8	Безперервна реєстрація по діаграмі Автоматичне регулювання Сигналізація min max	 35 85	1. Рівнемір буйковий "Сапфір 22ДУ", к.т. 0,5. Діап. 0-1500 мм. 2. Вторинний прилад А-542 з пристроєм сигналізації, шкала 0-100%, к.т. 0,5.
8-3			Блокування min	15	3. Реле електроконтактного блокування. Час спрацьовування не більше 0,1 с.
10-1 10-2 10-3	3.1 Колектор парогазової суміші на виході з випарника поз. ВП1	Температура, °С TIR-10	Безперервна реєстрація по діаграмі	60-100	1.Термоперетворювач ТХК-0515, к.т. 3,0. Діапазон вимірювання 0-400°С, інерційність не більше 45с. 2.Нормуючий перетворювач Ш-78, к.т. 0,5. Вихідний сигнал 4-20 мА. 3. Вторинний прилад А-542, к.т. 0,5. Шкала 0-400°С.
9-1 9-2 9-3 9-4	3.2 Колектор оцтової кислоти на вході у випарник поз. ВП1	Витрата, $м^3$/год FIRCAL-9 Корекція по $LIRCS_LA_{HL}$ -8	Безперервна реєстрація по діаграмі Автоматичне регулювання Сигналізація min	 1100-4000 1000	1. Діафрагма ДК-50. 2. Дифманометр "Сапфір 22ДД", к.т. 0,5. Δ Р = 63 кПа, Р = 5ати. 3. Вторинний прилад А-542 з пристроєм сигналізації, шкала 0-10 $м^3$/с, к.т. 0.5.

9-5					4. Електропневматичний перетворювач ЕПП-63, к.т. 1,0. Вих. сигнал 0,2-1 кгс/см^2

Продовження табл.. 7.1

1	2	3	4	5	6
11-1 11-2 11-3	3.3 Колектор пари на вході у випарник поз. ВП1	Витрата, кг/год FIRC-11	Безперервна реєстрація по діаграмі Автоматичне регулювання	Фактично	1. Діафрагма ДК-50. 2. Дифманометр "Сапфір 22ДД", к.т. 0,5. Δ Р = 63 кПа, Р = 5ати. 3. Вторинний прилад А-542, шкала 0-10 м^3/с, к.т. 0.5.
11-4 11-5					4. Електропневматичний перетворювач ЕПП-63, к.т. 1,0. Вих. сигнал 0,2-1 гс/см^2. 5. Регулюючий клапан Ду50 «ВО».
13-1 13-2 13-3 13-4 13-5	4 Колектор масла на виході з теплообмінного апарату поз. АТ3	Температура, °С TIRC-13	Безперервна реєстрація по діаграмі Автоматичне регулювання	Не більше 235	1.Термоперетворювач ТХК-0515, к.т.3,0. Діапазон вимірювання 0-400°С, інерційність не більше 45с. 2.Нормир. перетворювач Ш-78,к.т.0,5. Вихідний сигнал 4-20 мА. 3. Вторинний прилад А-542 з пристроєм сигналізації, к.т. 0,5. Шкала 0-400°С. 4. Електропневматичний перетворювач ЕПП-63, к.т. 1,0. Вих. сигнал 0,02-0,1 МПа. 5. Регулюючий клапан Ду10 «ВЗ».
16-1 16-2	5 Реактор поз. РТ1 5.1 Зона каталізатора	Температура, °С $TIRS_HA_H$-16	Безперервна реєстрація по діаграмі Сигналізція Пред.max	155-230 На 5 більше заданої	1. Термоперетворювач ТХК-0515, к.т.3,0. Діапазон вимірювання 0-400°С, інерційність не більше 45с. 2.Нормир. перетворювач Ш-78,к.т.0,5. Вихідний сигнал 4-20 мА.

Продовження табл.. 7.1

1	2	3	4	5	6
16-4			Блокування max	На 15 більше заданої	4. Реле електроконтактного блокування. Час спрацьовування не більш 0,1 с.
17-1 17-2	6 Скрубер поз. СК1	Перепад тиску, МПа $PDIRA_H$-17	Безперервна реєстрація по діаграмі Сигналізція max	Не більш 0,01 Не більш 0,01	1. Вимірювальний перетворювач різниці тиску "Сапфір 22ДД", к.т. 0,5. Діап. вимірювань 0-0,1 МПа. 2. Вторинний прилад А-542 з пристроєм сигналізації, к.т. 0,5.шкала 0-0,1 МПа.
19-1 19-2 19-3 19-4 19-5	6.1 Колектор вінілацетату - сирцю на вході у верхню зону скрубера поз. СК1	Витрата, $м^3$/год FIRC-19	Безперервна реєстрація на діаграмі Автоматичне регулювання	5-22	1. Діафрагма ДКС 0,6-80. 2. Дифманометр "Сапфір 22ДД", к.т. 0,5. Δ Р = 63 кПа, Р = 5ати. 3. Вторинний прилад А-542, шкала 0-10 $м^3$/с, к.т. 0.5. 4. Електропневматичний перетворювач ЕПП-63, к.т. 1,0. Вих. Сигнал 0,2-1 $кгс/см^2$. 5. Регулюючий клапан Ду50 «ВО».
18-1 18-2 18-3	6.2 Колектор вінілацетату - сирцю на вході в нижню зону скрубера поз. СК1	Витрата, $м^3$/год $FIRCA_L$-18	Безперервна реєстрація на діаграмі Автоматичне регулювання Сигналізція min	10-45 10	1. Діафрагма ДКС 0,6-80. 2. Дифманометр "Сапфір 22ДД", к.т. 0,5. Δ Р = 63 кПа, Р = 5ати. 3. Вторинний прилад А-542 з пристроєм сигналізації, шкала 0-10 $м^3$/с, к.т. 0.5.
18-4					4. Електропневматичний перетворювач ЕПП-63, к.т. 1,0. Вих. сигнал 0,2-1

18-5					кгс/см^2. 5. Регулюючий клапан Ду50 «ВО».

Продовження табл. 7.1

1	2	3	4	5	6
23-1 23-2 23-3	7 Колектор вінілацетату-сирцю на виході з холодильника-конденсатора поз. ХК2	Температура, °С TIR-23	Безперервна реєстрація по діаграмі	Не більш 8	1. Термоперетворювач ТХК-0515, к.т. 3,0. Діапазон ізм. 0-400°С, інерційність не більше 45с. 2.Нормуючий перетворювач Ш-78,к.т.0,5. Вихідний сигнал 4-20 мА. 3. Втор. прилад А-542, к.т. 0,5. Шкала 0-400°С
22-1 22-2 22-3	8 Колектор вінілацетату-сирцю на виході з холодильника-конденсатора поз. ХК1	Температура, °С TIR-22	Безперервна реєстрація по діаграмі	Не більш 0	1. Термоперетворювач ТХК-0515, к.т. 3,0. Діапазон вимірювання 0-400°С, інерційність не більше 45с. 2.Нормуючий перетворювач Ш-78,к.т.0,5. Вихідний сигнал 4-20 мА. 3. Вторинний прилад А-542, к.т. 0,5. Шкала 0-400°С.
24-1 24-2 24-3 24-4 24-5	9 Колектор скидних газів на переробку	Витрата, м^3/год FIRCA$_{Н}$-24	Безперервна реєстрація по діаграмі Дистанційне керування Сигналізція max	Не більш 90 90	1. Діафрагма ДК-50. 2. Дифманометр "Сапфір 22ДД", к.т. 0,5. Δ Р = 63 кПа, Р = 5ати. 3. Вторинний прилад А-542 з пристроєм сигналізації, шкала 0-10 м^3/с, к.т. 0.5. 4. Електропневматичний перетворювач ЕПП-63, к.т. 1,0. Вих. сигнал 0,2-1 гс/см^2. 5. Регулюючий клапан Ду40 «ВЗ».

Продовження табл. 7.1

1	2	3	4	5	6
21-1 21-2 21-3 21-4 21-5 20-1	10 Ємність поз. Є1	Рівень, % $LIRCS_LA_{HL}$ -21	Безперервна реєстрація по діаграмі Автоматичне регулювання Сигналізація min max Блокування min	20-80 20 80 10	1. Рівнемір буйковий "Сапфір 22ДУ", к.т. 0,5. Діап. 0-1500 мм. 2. Вторинний прилад А-542 з пристроєм сигналізації, шкала 0-100%, к.т. 0,5. 3. Електропневматичний перетворювач ЕПП-63, к.т. 1,0. Вих. сигнал 0,2-1 гс/см^2. 4. Регулюючий клапан Ду25 «ВО». 5. Реле електроконтактного блокування. Час спрацьовування не більше 0,1 с. 6. Електромагнітний пускач з сигналізацією включення.
15-1 15-2 15-3	11 Колектор парогазової суміші на вході до реактору поз. РТ1	Тиск, МПа $PIRS_HA_H$-15	Безперервна реєстрація по діаграмі Сигналізація max Блокування max	Не більш 0,056 0,056 0,057	1. Вимірювальний перетворювач тиску "Сапфір 22ДИ", к.т. 0,5. Діап. ізм. 0-0,5 МПа 2. Вторинний прилад А-542 з пристроєм сигналізації, к.т. 0,5.шкала 0-0,5 МПа. 3. Реле електроконтактного блокування. Час

					спрацьовування не більш 0,1 с.
14-1 14-2 14-3	12 Колектор парогазової суміші на вході до реактору поз. РТ1	Температура, °С TIR-14	Безперервна реєстрація по діаграмі	155-230	1.Термоперетворювач ТХК-0515, к.т. 3,0. Діапазон вимірювання 0-400°С, інерційність не більше 45с. 2.Нормуючий перетворювач Ш-78, к.т. 0,5. Вихідний сигнал 4-20 мА. 3. Вторинний прилад А-542, к.т. 0,5. Шкала 0-400°С.

Таблиця 7.2 - Значення технологічних параметрів, що підлягають сигналізації і блокуванню

Найменування устаткування	Контрольований параметр	Допустима межа параметру	Передбачений захист
1	2	3	4
1 Компресор поз. КМ1 1.1 Колектор всмоктування	Тиск, МПа PIRSLAL-1	0,0018	Світлозвуковий сигнал При тиску 0,001 МПа відключається електродвигун компресору поз. КМ1 Закривається клапан на вході ацетилену до цеху
1.2 Колектор нагнітання	Тиск, МПа PIRCSHAH-3	0,049	Світлозвуковий сигнал При тиску 0,05 МПа відключається електродвигун компресора поз. КМ1 Закривається клапан на вході ацетилену до цеху
2 Компресор поз. КМ2 2.1 Колектор всмоктування	Тиск, МПа $PIRS_LA_L$-5	0,003	Світлозвуковий сигнал При тиску 0,001 МПа здійснюється автоматичне аварійне продування системи синтезу чистим азотом
2.2 Колектор нагнітання	Тиск, МПа $PIRCS_HA_H$-7	0,07	Світлозвуковий сигнал Відключається електродвигун компресора поз. КМ2 Здійснюється автоматичне аварійне продування системи синтезу чистим азотом
3 Випарник поз. ВП1	Рівень, % $LIRCS_LA_{HL}$-8	35-85	Світлозвуковий сигнал При рівні 15% здійснюється автоматичне аварійне продування системи синтезу чистим азотом
4 Реактор поз.РТ1 4.1 Зона каталізатора	Температура, °С $TIRS_HA_H$-16	На 5 більше заданої; На 10 більше заданої; На 15 більше заданої;	Світлозвуковий сигнал Світлозвуковий сигнал Автоматичне аварійне продування системи синтезу чистим азотом

Продовження табл.. 7.2

1	2	3	4
5 Скрубер поз. СК1	Перепад тиску, МПа $PDIRA_H$-17	0,01	Світлозвуковий сигнал
5.1 Колектор вінілацетату - сирцю на вході в нижню зону скрубера поз. СК1	Витрата, $м^3$/год $FIRCA_L$-18	10	Світлозвуковий сигнал
6 Колектор скидних газів на переробку	Витрата, $м^3$/год $FIRHA_H$-24	90	Світлозвуковий сигнал
7 Місткість поз. Є1	Рівень, % $LIRCS_LA_{HL}$-21	20-80	Світлозвуковий сигнал При рівні 10% відключається електродвигун насоса поз. Н1
8 Колектор парогазової суміші на вході в реактор поз. РТ1	Тиск, МПа $PIRS_HA_H$-15	0,056	Світлозвуковий сигнал При тиску 0,057 МПа здійснюється автоматичне аварійне продування системи синтезу чистим азотом

8. РЕСУРСОЗБЕРЕЖЕННЯ І ОХОРОНА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Найбільш традиційно вживаний сьогодні підхід при організації боротьби проти забруднення оточуючого середовища - будівництво очисних споруд. Однак це доцільно лише для пристосування існуючих виробництв до нових вимог екології, оскільки призводить до значного збільшення капітальних і експлуатаційних витрат і мало знижує реальні відходи. Головним напрямом рішення проблеми екологічної безпеки слід вважати екологізацію хімічних виробництв, тобто створення екологічно чистих безвідходних, точніше, маловідхідних технологічних виробництв, в яких найраціональніше і комплексно використовуються всі компоненти сировини і енергії та не порушується нормальне функціонування навколишнього середовища і природна рівновага.

Основні напрями в здійсненні екологічно чистих технологічних процесів:

1) комплексне використовування і глибока переробка сировини. Виробництво повинне бути як можна менш ресурсоємним, здійснюватися з мінімумом витрат сировини і реагентів на одиницю продукції. Напівфабрикати, що утворюються, повинні передаватися як сировина іншим виробництвам і повністю перероблятися.

2) оптимальне використовування енергії і палива. Виробництво повинне здійснюватися при мінімальних витратах енергії і палива на одиницю продукції (енергозберігаючі технології) і, отже, теплові забруднення навколишнього середовища також мінімальні. Енергозбереженню сприяють: укрупнення і енерготехнологічне комбінування процесів; перехід на безперервні технології; вдосконалення процесів розділення; застосування активних і селективних каталізаторів; раціональна організація і оптимізація теплових схем і схем рекуперації енергетичного потенціалу потоків, що відходять; зниження гідравлічного опору в системах і втрат тепла в навколишнє середовище і т.д. В енергетичному балансі нафтопереробних і нафтохімічних підприємств на частку

прямого палива доводиться 43-45%, теплової енергії - 40-42% та електричної - 13-15%. Корисне використовування енергетичних ресурсів не перевищує 40-42%, що приводить до перевитрати палива і утворення теплових викидів в навколишнє середовище;

3) створення принципово нових маловідхідних технологічних процесів, вдосконаленням каталізаторів або техніки і технології виробництв. Невелику кількість сильно концентрованих відходів економічніше переробляти або ліквідовувати, ніж великий об'єм сильно розбавлених відходів, що скидаються в біосферу;

4) створення і упровадження замкнутих систем водокористування, включаючи споживання свіжої води і спускання стічних вод у водоймища;

5) забезпечення високої експлуатаційної надійності, герметичності і довговічності функціонування устаткування і всіх систем виробництв. Зведення до мінімуму або виключення вірогідності аварій, вибухів, пожеж і викидів отруйливих речовин в навколишнє середовище. Розробка автоматизованих систем забезпечення екологічної безпеки виробництв і комплексів;

6) забезпечення високої якості цільових продуктів, використовуваних в народному господарстві.

8.1 Водопостачання

Системи водопостачання промислового підприємства по своєму призначенню підрозділяються на господарсько-питні, виробничі (технологічні) і протипожежні. У нашому випадку застосовується об'єднана система, протипожежні функції відносять до системи господарсько-питного водопроводу, який характеризується великою розгалуженістю на території підприємства.

Хімічно очищена вода використається для технологічних потреб і надходить у цех по трубопроводу із цеху хімічної підготовки води.

Також частини води для виробничих потреб надходить із цеху оборотного водопостачання. Оборотне водопостачання є найбільш прогресивним способом

забезпечення водою промислових підприємств, тому що таке водопостачання являє собою стабільну замкнуту систему, при якій із зовнішнього джерела забирається невелика кількість води й водойми не забруднюються скиданнями.

8.2 Способи запобігання забрудненню атмосфери.

Дане хімічне виробництво має спеціальну лабораторію, що стежить за чистотою повітряного середовища. Контроль чистоти повітря здійснюється безперервно за допомогою автоматичних газоаналізаторів. Контроль чистоти повітряного середовища дозволяє своєчасно знаходити і запобігати забрудненню повітря шкідливими речовинами.

При пусках, зупинках стадії синтезу скидні гази через регулятор витрати (при автоматичних аварійних продуваннях системи через електрозасувку, ОПК і вогнеперешкоджувач (цех ацетилену), скидаються на факельну установку цеху ацетилену. Для безпечного транспортування в колектор скидних газів дистанційно подається азот чистий.

8.3 Утилізація рідких та твердих відходів

Станція перекачування № 3 призначена для прийому промбрудних стоків з цехів вінілацетату, ПВіФ, через станцію перекачування № 4, ацетилену та оцтової кислоти [38].

На станції перекачування № 3 є два підземні резервуари для прийому стоків. У резервуар № 1 по одному введенню самотічної каналізації поступають стоки від станції перекачування № 4, базисного складу, стадії ректифікації та установки переробки метанольних відгонів цеху вінілацетату. По іншому введенню – стоки з цеху ПВіФ.

У резервуар № 2 по лотку поступають стоки стадії синтезу цеху вінілацетату.

З обох резервуарів стоки насосами відкачуються по двох підземних колекторах на фізико-хімічне очищення цеху НОПС. У разі виходу з ладу

підземних колекторів відкачування стоків здійснюється по аварійному колектору прокладеному по естакаді від підземних колекторів у корпусі синтезу вінілацетату до колекторів станції перекачування стоків цеху ацетилену.

8.4 Відходи виробництва вінілацетату

У таблиці 8.1 наведені відходи виробництва вінілацетату на 1 т ректифікату.

Таблиця 8.1 - Відходи виробництва вінілацетату на 1 т ректифікату [38]

№ п/п	Найменування відходів, апарат або стадія, де утвориться	Напрямок використання, метод очищення або знешкодження	Од. вим	Норма утворення відходів
1	2	3	4	5
1 Тверді відходи				
1.1	Відпрацьований каталізатор синтезу вінілацетату з ацетилену типу «MAVS» Масова частка, % - вологи - не більше 15,0; - цинку в сухому продукті - фактично	Відправляється в хімнакопичувач твердих відходів у село Фугарівка	кг	2,8
1.2	Полімери після чищення резервуарів станції перекачування хімбрудних стоків №3	Відправляється в хімнакопичувач твердих відходів у село Фугарівка	кг	2,042
3	Кокс відпрацьований	Відправляється в хімнакопичувач твердих відходів у село Фугарівка	кг	0,553
2 Рідкі відходи				
2.1	Масло авіаційне МС-20 відпрацьоване	Відправляється на спалювання в цех ацетилену або реалізується споживачам	кг	2,0

Продовження таблиці 8.1

1	2	3	4	5
2.2	Вода від чепцевих ущільнень	Відкачується через станцію перекачування №3 на фізико-хімічне очищення	кг	465
2.3	Вода від редуктора компресора КМ2	Відкачується через станцію перекачування №3 на фізико-хімічне очищення	кг	155
2.4	Вода від промивання апаратів у процесі підготовки до ремонту устаткування	Відкачується через станцію перекачування №3 на фізико-хімічне очищення	кг	52
2.5	Вода при змиві нульової оцінки етажерки	Відкачується через станцію перекачування №3 на фізико-хімічне очищення	кг	384
3 Газоподібні відходи				
3.1	Викидні гази Об'ємна частка, % - ацетилену - фактично; - діоксиду вуглецю, не більше 10,0; - гомологів ацетилену, не більше 2,0; - кисню, не більше 1,0	Направляються в цех ацетилену на переробку або на смолоскипову установку	кг	54,376
3.1 Вентиляційні викиди				
3.2.1	Вентиляційні викиди в атмосферу із приміщення КМ2: - ацетилен	Викидаються в атмосферу	кг	1,995
3.2.2	Вентиляційні викиди з машзалу станції перекачування №3: - вінілацетат; - оцтова кислота	Викидаються в атмосферу	кг	0,004 0,004
3.2 Неорганізовані викиди				
3.3.1	Вінілацетат	Викидаються в атмосферу	кг	0,113
3.3.2	Оцтова кислота		кг	1,333

9. ОХОРОНА ПРАЦІ

Охорона праці – це система законодавчих актів і відповідних їм соціально–економічних, технічних, гігієнічних й організаційних заходів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я й працездатності людини в процесі праці.

Проектуючи виробництво товарів народного споживання, необхідно керуватися принципом як можна більшого полегшення умов праці працюючого персоналу, запобігання нещасних випадків на виробництві, виключення можливості профзахворювань, виникнення пожеж, вибухів, аварій.

9.1 Основні фізико–хімічні властивості, токсичність, пожежо– і вибухонебезпечність речовин, які застосовуються й добуваються на проектованому виробництві

У таблицях 9.1–9.2 наведені основні фізико–хімічні властивості, токсичність, пожежо– і вибухонебезпечність речовин, які застосовуються й добуваються на проектованому виробництві**.**

Таблиця 9.1 – Основні фізико–хімічні властивості речовин [44]

Назва сполуки		Емпірична формула	Структурна формула	Агрегатний стан за н.у.	Температура плавлення, ^0C	Температура кипіння, ^0C
Раціональна номенклатура	Систематична номенклатура					
Азот	Азот	N_2	$N \equiv N$	Газ	мінус 210	мінус 195,8
Ацетилен	Етін	C_2H_2	Í − Ñ ≡ Ñ − Í	Газ	мінус 81,0	мінус 83,8
Оцтова кислота	Етанова кислота	CH_3COOH	$CH_3-C(=O)OH$	Рідина	116	118
Вінілацетат	Віниловий ефір оцтової к-ти	$C_4H_6O_2$	$CH_3-C(=O)O-ÑÍ=ÑÍ_2$	Рідина	мінус 92,8	72,7

Таблиця 9.2 – Показники вибухо– і пожежонебезпеки

Сполука	Температура спалахування, ^0C	Температура самоспалахування, ^0C	Концентраційні межі поширення полум'я, %	
			нижній	верхній
Азот	–	–	–	–
Ацетилен	620	335	2,5	80
Оцтова кислота	38	454	3,3	12
Вінілацетат	2	427	2,5	18

Ацетилен (C_2H_2)

Ацетилен є ендотермічною сполукою, в певних умовах здібною до вибухового розкладання на вуглець, водень, метан. В деяких випадках можливий перехід вибухового розпаду в детонацію, яка поширюється вже зі швидкістю декілька тисяч метрів на секунду.

Вибуховість ацетилену можна знизити, якщо додати до нього гази–розчинники. У виробництві вінілацетату передбачена подача флегматизуючого азоту в реактори.

Ацетилен на людину діє наркотично, спричиняючи сп'яніння, розлад координації рухів. При високих концентраціях може викликати отруєння із втратою свідомості.

Гранично допустима концентрація ацетилену в повітрі робочої зони виробничих приміщень і на зовнішніх установках – 500 мг/м^3, в атмосферному повітрі територій промислових підприємств – 160 мг/м^3. Клас небезпеки – 4.

Ознаки отруєння: сильне збудження, синюшність, нерухомість зіниць і слабкий неправильний пульс.

При отруєнні ацетиленом із втратою дихання потерпілому робити штучне дихання, негайно звернутися до лікаря.

Індивідуальні засоби захисту: шлангові протигази і ізолюючі регенеративні

респіратори, шкіряні черевики, костюм бавовняний.

Засоби пожежогасіння: азот, хімічна піна, порошкові і вуглекислотні вогнегасники.

Оцтова кислота (CH_3COOH*)*

Оцтова кислота – їдка, подразнююча рідина.

Пара викликає подразнення слизистих оболонок верхніх дихальних шляхів і очей. Тривала дія пари оцтової кислоти викликає захворювання носа, носоглотки, гортані.

Дія на шкіру виявляється появою червоності і болю, потім утворенням бруднувато–білих струпів, характерних для хімічних опіків тіла. Крім того, при попаданні на шкіру утворюються язви, шкірні захворювання. Опіки викликаються концентрацією 30% кислоти і вище.

Гранично допустима концентрація пари оцтової кислоти в повітрі робочої зони виробничих приміщень і на зовнішніх установках – 5 мг/м^3, в атмосферному повітрі територій промислових підприємств – 1,5 мг/м^3. Клас небезпеки – 3.

Перша допомога при попаданні оцтової кислоти на шкіру і слизисту оболонку очей – рясне промивання водою, негайно звернутися до лікаря.

Індивідуальні засоби захисту: фільтруючі промислові протигази мазкі «В» або «БКФ» (допускається застосування протигаза марки «М» при невеликій кількості пари оцтової кислоти), спецодяг і спецвзуття, рукавички гумові технічні типу 1, закриті герметичні захисні окуляри ГР.

Засоби пожежогасіння азот, хімічна піна, порошкові і вуглекислотні вогнегасники, тонкорозпилена вода.

Вінілацетат ($CH_3COOCH = CH_2$*)*

Вінілацетат особливо небезпечний в пожежному відношенні, оскільки він практично нерозчинний у воді, а густина менше густини води.

Вінілацетат володіє наркотичною і загальнотоксичною дією, викликає подразнення очей і верхніх дихальних шляхів, патологічні зміни легенів.

Попадання вінілацетату на шкіру спричиняє її знежирення. При нетривалому контакті з вінілацетатом спостерігаються головні болі, запаморочення, підвищена стомлюваність, дратівливість, порушення сну.

При тривалому контакті спостерігаються яскраво виражені зміни нервової системи.

Гранично допустима концентрація пари вінілацетату в повітрі робочої зони виробничих приміщень і на зовнішніх установках – 10 мг/м^3, у атмосферному повітрі територій промислових підприємств – 3 мг/м^3. Клас небезпеки – 3.

Заходи першої допомоги при отруєнні: свіже повітря, спокій, тепло, у разі потреби штучне дихання.

При попаданні вінілацетату на шкіру необхідно змити його теплою водою з милом, а на уражене місце накласти стерильну пов'язку. При попаданні в очі – промити богатим струменем води. Після наданої першої допомоги звернутися до лікаря.

Індивідуальні засоби захисту: фільтруючі промислові протигази мазкі «А» або «БКФ», в аварійних ситуаціях – киснево–ізолюючі респіратори, спецодяг і спецвзуття, рукавички гумові технічні типу 1, закриті герметичні захисні окуляри.

Засоби пожежогасіння: азот, хімічна піна, порошкові і вуглекислотні вогнегасники, хладони, тонкорозпилена вода.

Пил цинкацетатного каталізатора

Пил цинкацетатного каталізатора може викликати подразнення і почервоніння роговиці очей, а при попаданні на шкіру – припухлість шкіри.

При попаданні каталізатора на шкіру слід промити її рясною кількістю води.

При загорянні каталізатор гасити водою або піною.

Гранично допустима концентрація пилу цинкацетатного каталізатора в повітрі робочої зони – 10 мг/м^3. Клас небезпеки – 3.

Засоби індивідуального захисту: респіратори типу «Ф–62М», «У–2К», «Пелюстка», «Астра–2», спецодяг і спецвзуття, рукавички гумові технічні типу 1, закриті герметичні захисні окуляри ГР.

Масло авіаційне МС–20

При розкритті тари не допускається використовування інструменту, що дає при ударі іскру.

Засоби пожежогасіння: розпилена вода, хімічна піна, азот, порошкові і вуглекислотні вогнегасники.

Гранично допустима концентрація пари вуглеводнів в повітрі робочої зони – 300 мг/м^3.

Засоби індивідуального захисту: спецодяг і спецвзуття, рукавиці, захисні окуляри ЗН. Клас небезпеки – 4.

Азот (N_2*)*

Азот – газ без кольору запаху і смаку. Не горить і не підтримує горіння, мало розчинний у воді. Молекулярна вага 28,01 г/моль, густина 1,23 кг/м^3, температура плавлення мінус 210°С, температура кипіння мінус 195°С, відносна густина по повітрю 0,976.

Велика частина азоту знаходиться в природі у вільному стані. Повітря містить 78% азоту за об'ємом. Азот надає задушливу дію на організм людини в результаті зниження об'ємної частки кисню при пропусках, оскільки об'ємна частка кисню у використовуваному азоті 0,02% і 3%.

Засоби захисту: ізолюючі протигази (шлангові марки ПШ–1, ПШ–2 або кисневий ізолюючий респіратор Р–34).

При попаданні в атмосферу азоту людина миттєво непритомніє. Потерпілого необхідно видалити із загазованої зони, застосувавши ізолюючий протигаз, зробити штучне дихання, дати вдихати кисень, викликати швидку допомогу.

9.2 Небезпечні й шкідливі виробничі фактори на проектованому виробнитцві

Основні й шкідливі виробничі фактори підрозділяються на чотири групи: фізичні, хімічні, біологічні й психофізичні.

На проектованому виробництві є наступні небезпечні й шкідливі фактори:

-наявність підвищеного тиску до 1,6 МПа, можливість розгерметизації устаткування й викиду вихідної сировини й продуктів, що може призвести до хімічних і термічних опіків, отруєння;

-наявність високої температури пари, конденсату, органіки: при зіткненні безпосередньо із середовищем або гарячими поверхнями устаткування й комунікацій можливе одержання термічних опіків;

-застосування азоту для продувки, передавлення, азотного подиху: недотримання правил роботи з азотом може призвести до задухи;

-застосування електричної енергії, що може призвести до ураження електричним струмом;

-наявність механізмів, що рухаються й обертаються, при недотриманні правил експлуатації яких можливе одержання механічних травм;

-наявність хімічно агресивних речовин і речовин, що володіють токсичними властивостями, вплив яких може призвести до хімічних опіків й отруєнь;

-технологічне устаткування, розташоване на зовнішній установці й у виробничих приміщеннях.

9.3Класифікація й категорія проектованого виробництва і його приміщень

Таблиця 9.3 – Класифікація й категорія проектованого виробництва

Найменування відділення, установки	Категорія приміщення по вибухопожежній і пожежній небезпеці згідно СНТ 24–86	Категорія технологічних блоків (стадій) за рівнем вибухонебезпечності	Класифікація приміщень і зовнішніх установок по електроустаткуванню (ПУЭ–85)		Група виробничих процесів по санітарній характеристиці згідно СНіП 2.09.04–87
			Клас приміщення за правилами пристрою електроустановок	Категорія й група вибухонебезпечних сумішей	
Одержання вінілацетату–сирцю (зовнішня етажерка з технологічним устаткуванням)	А	3	В–Іг	IIAT2	IIIб
Приміщення сухих газодувок	А	3	В–Іа	IIAT2	IIIб
Приміщення масло пункту	Б	–	–	–	Ів
Приміщення теплопункту	Г	–	–	–	IIа
Щитова	Г	–	–	–	Іа
Ремонтно–механічні майстерні	Д	–	–	–	Ів

ВИСНОВКИ

Метою даного дипломного проекту є інтенсифікація виробництва вінілацетату шляхом заміни каталізатора.

Розглянувши фізико-хімічну характеристику процесів, був вибраний найперспективніший метод виробництва вінілацетату. В якості удосконалення в даному проекті запропоновано замінити імпортний каталізатор ”mavs”-с на вітчизняний марки НТЦ-АК 8. Завдяки цьому вдалося знизити собівартість на 27 %, збільшити виробництво вінілацетату на 42 %, та надати річного економічного ефекту у 87600,59 тис.грн..

Були виконані матеріальний, тепловий, технологічний і механічний розрахунки. За допомогою матеріального розрахунку визначено кількість вхідних і вихідних речовин і складений матеріальний баланс процесу. За допомогою теплового розрахунку визначене теплове навантаження апарату і складений тепловий баланс. На підставі вищевикладеного підібране допоміжне устаткування, на основі якого розроблена технологічна схема. Для підтримки параметрів процесу, що регламентуються, з великою точністю і надійністю, розроблена функціональна схема автоматизації.

В результаті розгляду розділу «Охорона праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях» встановлено, що виробництво, яке розробляється, токсичне і вибухонебезпечне. Відповідно до цього вироблені розрахунки освітлення, опалювання і заземлення приміщень. В цілях пожежної безпеки запропоновано виконувати ряд вимог.

Annotation

The purpose of this diploma project is the intensification of production vinyl acetate in a stationary layer of catalyst by increasing the capacity of 26000 tons/year to 37000 tons/year with the development stage of synthesis.

Having physical and chemical characteristics of the process, was selected the most perspective vinyl acetate production method. As improvements in the project pro-

posed to replace the imported catalyst "mavs"-c on domestic brands SEC-AK 8.

ЛІТЕРАТУРА

1 Тимофеев В.С., Серафимов Л.А. Принципы технологии органического и нефтехимического синтеза: Учеб. пособия вузов.2-е изд., перераб. – М.: Высш. шк., 2003.

2 Лебедев Н.Н. Химия и технология органического и нефтехимического синтеза: Учебник для вузов, 4-е изд., перераб. и доп. – М. Химия, 1988.

3 Средства массовой информации – интернет.

4 Американский патент № 170197, 1929.

5 Германский патент № 271381, 1912.

6 Американский патент №1907560, 1941.

7 Французский патент № 867066, 1941.

8 Германский патент № 373369.

9 Германский патент № 553071.

10 Английский патент № 395478.

11 Американский патент № 2066975.

12 Английский патент № 613834, 1948.

13 Шведский патент № 86490, 1935.

14 Французский патент № 671557, 61553.

15 Английский патент № 613834.

16 Французский патент № 694219.

17 Английский патент № 319589.

18 Французский патент № 594219.

19 П. Фрам Мономеры. – сб. статей: изд. И.М., 1951.

20 Ю. Ньюленд, Р. Форгт Химия ацетилена. – сб. статей, 204. изд. И.Л., 1947.

21С. Н. Ушаков ЖПХ. 1947.

22 Гликин М.А. Эффективность и взрывобезопасность процессов химической технологии. – К.: Наукова думка, 2000.

23 С. Н. Ушаков, Е. Н. Ростовский ЖПХ. 1940.

24 И. В. Васильева Кандидатская диссертация. – НИФХИ им. Карпова, М., 1964.

25 И. В. Васильева Кинетика и катализ. – 1964.

26М. И. Силинг Кандидатская диссертация. – НИФХИ им. Карпова, М., 1964.

27Р. М. Флид Доклады высшей школы. – Химия и химическая технология. 1959.

28 А. Мизутани, С. Мацумото НИХОН. – Кагану 79, 952, 1958.

29 Н. Козлов ЖПХ, 1937.

30 А. Д. Петров Успехи химии. – 1952.

31 Е. И. Мартисон ЖФХ. – 1947.

32 А.Ф. Фегамева, И. П. Самченко Украинский химический журнал. – 28, 1054, 1962.

33 А. Ф. Фегалева ДАН СССР. – 1133, 1940, 1960.

34 Хімічна промисловість України. - №6, 2004

35 Хімічна промисловість України. - №1, 2009.

36 Р. М. Флид Труды конференции по переработке углеводородов. – г. Баку, 1958.

37 З. Д. Сюрикова Дипломная работа. – МИТХТ им. М. В. Ломаносова, М.,1949.

38 Технологический регламент № 15 цеха винилацетата.

39 Гутник С.П., Сосонко В.Е., Гутман В.Д. Расчеты по технологии органического синтеза. – М.: Химия, 1988.

40 Павлов К. Ф., Романков П. Г., Носков А. А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. – Учебное пособие для ВУЗов. – Л: Химия, 1987.

41 Плановский А.Н., Рамм В.М., Коган С.З. Процессы и аппараты химической технологии: Учебник для ВУЗов. – М.: Химия, 1967.

42 Иоффе И.Л. Проектирование процессов и аппаратов химической технологии: Учебник для техникумов. – Л.: Химия, 1991.

43 Основные процессы и аппараты химической технологии: Пособие по проектированию/Г.С.Борисов, В.П. Брыков, Ю.И. Дытнерский и др. Под ред. Ю.И. Дытнерского, 2-е изд., перераб. и дополн. М.: Химия, 1991.

44 Методичні вказівки до виконання розділу з охорони праці в дипломних проектах (роботах) для студентів V – VI курсів хімічного та механічного факультетів денної та заочної форм навчання / Скл. В.Т. Мякухіна, Г.В.Попенко, В.П.Єрешко, О.П.Шарун. – Сєвєродонецьк.: СТІ, 2002, 41 с.

45 Методичні вказівки до виконання розділу „Цивільна оборона” дипломних проектів (робіт) студентами всіх спеціальностей денної і заочної форм навчання / Складачі: В.В.Мілоцький, Т.Е.Римар. - Сєвєродонецьк.: СТІ СНУ ім. В.Даля, 2005.

46 План локалізації і ліквідації аварійних ситуацій і аварій по цеху вінілацетату № П-7/18

47 Методичні вказівки до виконання розділу „Контроль та керування хіміко-технологічними процесами” для студентів - дипломників денної та заочної форм навчання хімічних спеціальностей. Складачі: О.Б. Целіщев, М.Г. Лорія. - Сєвєродонецьк.: СТІ СНУ ім. В.Даля, 2005.

48 Методичні вказівки до виконання економічної частини дипломних проектів (для студентів - дипломників денної та заочної форм навчання хімічних спеціальностей) / Укл. О.В.Маслош, Д.О. Попов – Сєвєродонецьк, 2007. – 40 с.