

ЗМІСТ

Перелік скорочень та умовних позначень.....	8
ВСТУП.....	9
1. АНАЛІЗ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА СТИРОЛУ.....	10
1.1. Теоретичні основи методу дегідратації.....	10
1.2. Технологічне оформлення процесу.....	13
1.3. Опис процесу виробництва стиролу.....	14
1.4. Вплив водяної пари на процес дегідратації.....	15
1.5. Вплив температурного режиму на процес дегідратації етилбензолу.....	16
1.6. Опис технологічного процесу.....	16
1.7. Таблиця основних режимних параметрів.....	19
1.8. Постановка задачі дипломного проекту.....	20
2. РОЗРОБКА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ.....	21
2.1. Проектування системи керування.....	21
2.2. Принципова електрична схема дистанційного керування і аварійного захисту електродвигунів.....	24
2.3. Опис схеми комутаційних з'єднань системи дистанційного керування і аварійного захисту.....	26
3. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ОСНОВНОГО АПАРАТУ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СХЕМИ.....	28
3.1. Створення математичної моделі міжступінчатого перегрівача, як об'єкта керування.....	28
3.2. Побудова динамічних характеристик апарату.....	33
4. СИНТЕЗ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ.....	44
5. РОЗРАХУНОК ВИТРАТОМІРА ЗМІННОГО ПЕРЕПАДУ ТИСКУ.....	46

					<i>ЗЛА11.09.ДП.00.001 ПЗ</i>			
Змін.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата	Автоматизація процесу виробництва стиролу Пояснювальна записка	Лит.	Арк.	Аркушів
Розроб.		Момот В. В.					5	
Перевір.		Цапар В. С.						
Н. Контр.						НТУУ “КПІ” ІХФ		
Затверд.		Жученко А.І.						

6. ОХОРОНА ПРАЦІ.....	53
6.1. Охорона праці при автоматизації виробництва.....	53
6.2. Виробничий шум.....	54
6.3. Заходи захисту від електронебезпеки.....	55
6.4. Заходи захисту від пожежної небезпеки.....	57
ВИСНОВКИ.....	60
ЛІТЕРАТУРА.....	61
ДОДАТКИ ДО ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТУ	
Додаток 1 Специфікація устаткування та приладів	61
Додаток 2 Лістинг програми настройки ПІ-регулятора.....	70

ВСТУП

У наш час стирол використовується лише для виробництва полімерів. Чисельні види полімерів на основі стиролу включають в себе полістирол, пінопласт (спінений полістирол), модифіковані стиролом поліефіри. Також стирол входить до складу напалму.

Полістироли мають широке застосування через свою дешевизну та широкий асортимент марок. Найбільш широкого застосування (понад 60 % виробництва полістирольних пластмас) набули ударостійкі полістироли. Також з полістиролу виробляють широку гамму виробів для побуту (одноразовий посуд, упаковки, дитячі іграшки і т.п.), будівництва (теплоізоляція), медицини (частини систем переливання крові) і інших галузей.

Під час виробництва стиролу методом дегідратації потрібно максимально знизити вихід побічних продуктів реакції, таких як бутан і толуол, оскільки з ними стирол утворює нерозчинні сполуки і це значно знижує його якість. Отже, виробництво стиролу є актуальною темою.

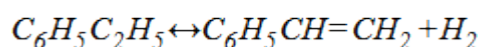
Дуже важливо розробити схему автоматизації, яка б забезпечила дотримання технологічних вимог виробництва та продукції, знизила вплив людського фактору на якість продукції та забезпечить високий рівень безпеки виробництва.

					ЗЛА11.09.ДП.00.001.ПЗ	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

1. Аналіз процесу виробництва стиролу

1.1 Теоретичні основи

Основну реакцію дегідратації можна подати у вигляді:



Процес дегідратації належить до типу гемолітичних перетворень, в яких важливу роль відіграє хемосорбція реагентів на активних центрах (за рахунок електронних переходів з участю каталізатора послаблюються або повністю розриваються хімічні зв'язки в адсорбованій молекулі). У рівноважному процесі гідрування-дегідратації кожна елементарна стадія оборотна.

Реакція дегідратації – ендотермічна, тому висока температура сприяє її протіканню

Таблиця 1.1. Конверсія етилбензолу (при розведенні водяною парою в молярному співвідношенні n:1)

Температура, °С	Константа рівноваги K, моль	Конверсія етилбензолу, %				
		n=0	n=16	n=18	n=19	n=20
50	0,034	18	54	5	56	57
540	0,056	23	62	68	68	69
560	0,089	29	70	71	72	73
580	0,135	35	76	77	78	79
600	0,166	41	82	83	84	85
620	0,295	48	86	87	88	89
640	0,432	55	90	90	91	91

Уявна енергія активації процесу дегідрування етилбензолу досить висока дорівнює 152 кДж/моль. Це визначає сильну залежність швидкості реакції від температури. Рівновага реакції визначається рівнянням зміни вільної енергії:

$$\Delta G = 29720 - 31.1T$$

Згідно з принципом Ле-Шательє-Брауна, підвищен конверсії сприяє зниження вихідного парціального тиску етилбензолу (див. табл. 1.1). Цього можна досягти, проводячи процес за зниженого загального тиску або розбавляючи етилбензол інертною речовиною, наприклад водяною парою, азотом або діоксидом вуглецю, при утриманні загального тиску близьким до

атмосферного. Для того щоб визначити оптимальне розбавлення, виведемо загальне рівняння для рівноваги такого процесу.

Якщо у вихідній суміші міститься 1 моль етилбензолу і M_{H_2O} молів водяної пари, M_A , M_B , M_Z молей етилбензолу, водню і стиrolу, а рівноважна конверсія етилбензолу становить x_A , то у стані рівноваги загальне число молів буде дорівнювати

$$\bar{M}_A = 1 - \bar{x}_A, \bar{M}_B = \bar{M}_Z = \bar{x}_A, \bar{M}_{H_2O} = M_{H_2O}$$

$$\sum \bar{M} = 1 - \bar{x}_A + 2\bar{x}_A + M_{H_2O} = 1 + \bar{x}_A + M_{H_2O}$$

Тоді

$$K_p \approx K_M \left(\sum \bar{M} \right)^{-\Delta v}, P_{\text{заг}}^{\Delta v} = x_A^{-2} P_{\text{заг}} / [1(1 - \bar{x}_A)(1 + \bar{x}_A + M_{H_2O})]$$

Якщо температура реакції дорівнює 580 °С, то $K_p = 0,150$, і тоді за $P_{\text{заг}} = 0,1$ МПа (1 кгс/см²) та за відсутності розчинника отримаємо

$$K_p(1 - \bar{x}_A)(1 + \bar{x}_A) = x_A^{-2}$$

Розв'язавши рівняння, знайдемо значення $x_A = 0,36$. Якщо ж вихідний етилбензол розбавити водяною парою (в мольному співвідношенні 10:1), то, розв'язавши квадратне рівняння

$$K_p(1 - \bar{x}_A)(1 + \bar{x}_A) = x_A^{-2}$$

отримаємо $x_A = 0,713$.

Таким чином, процес дегідратації етилбензолу необхідно проводити за досить високої температури (600...630 °С) при розведенні водяною парою в масовому співвідношенні (2,5...3) : 1 і атмосферного тиску. При дегідруванні етилбензолу відбувається відщеплення водню, тому при протіканні реакції об'єм системи зростає. Отже, підвищенню ступеню конверсії сприяє низький тиск. Так за температури 595 °С і тиску $P \sim 0,1$ МПа рівноважна конверсія етилбензолу становить 40 %, а за $P \sim 0,01$ МПа – 80 %.

Як каталізатор процесу дегідратації застосовують складні композиції на основі оксидів цинку або заліза. Раніше найбільш поширеним був каталізатор стирол-контакт на основі ZnO. Останнім часом використовують, головним

					<i>ЗЛА11.09.ДП.00.001.ПЗ</i>	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		11

селективність. Крім того, за відповідних ступенів розведення водяною парою і температурах існує своя оптимальна фактична ступінь конверсії (див. табл. 1.1). Отже, можна вибрати необхідні умови, що дозволяють досягати економічно доцільну ступінь конверсії. За належного підбору каталізатора та умов проведення процесу можна проводити дегідратацію етилбензолу в стирол з селективністю = 90 %.

1.2 Технологічне оформлення процесу

Можливі три основні варіанти оформлення реакторного вузла. Спочатку процес проводили в трубчастому реакторі зі стаціонарним шаром каталізатора, в міжтрубний простір якого подавався для обігріву топковий газ (рис. 1.1, а). У цьому апараті профіль температури близький до ізотермічного, що дозволяє отримувати достатньо високу конверсію за гарної селективності. В таких апаратах тепло частково підводиться з перегрітою парою, якию розбавляється етилбензол, а решта тепла - за допомогою топкових газів. Однак зі зростанням одиничної продуктивності трубчастого реактора (збільшенням його діаметра) сильно проявляється температурна нерівномірність по радіусу апарата. Тому для досягнення необхідної потужності доводиться паралельно встановлювати ряд апаратів, що призводить до збільшення грошових витрат і ускладнення керування такими установками. У зв'язку з цим у 1970-х роках з'явилися апарати із суцільним шаром каталізатора без поверхонь теплообміну. У цих апаратах тепло цілком підводиться у вигляді перегрітої водяної пари, і вони працюють в адіабатичних умовах. В такому одиничному апараті відбувається зміна температури по висоті апарату з 600...620 °С до 540...570 °С, що дозволяє досягти конверсії етилбензолу близько 40 % (як і в ізотермічних апаратах). Згодом в промисловості почали застосовувати багатоступінчасті (дво- або три- ступінчасті) адіабатичні апарати з проміжним обігрівом реакційної маси. При цьому в проміжних теплообмінниках реакційна маса знову підігрівається перегрітою парою до температури 600...630 °С. Такі апарати забезпечують високу конверсію етилбензолу за відносно низьких грошових витрат (використовується тільки один реактор).

Останнім часом почали застосовувати так звані кільцеві реактори (рис.1.1, в). У цих апаратах є два-три шари каталізатора, в які подається суміш етилбензолу і водяної пари. У перший шар подають увесь етилбензол і частину водяної пари, а в наступні шари подають тільки додаткову кількість водяної пари для підтримання необхідної температури. У таких апаратах при збереженні високої селективності (89...90 %) вдається досягати високих

					ЗЛА11.09.ДП.00.001.ПЗ	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

- реакторний блок;
- вузол конденсації.

Пічне відділення призначене для перегрівання водяної пари до температури 750 °С.

Реакторний блок призначений для отримання контактного газу, вміст стиrolу в якому вище 50%.

Для зниження парціального тиску компонентів сировини в процесі дегідратації разом с етилбензолом вводиться водяна пара, яка виконує також роль теплоносія для ендотермічної реакції дегідратації та сприяє саморегенерації каталізатору.

Основними показниками проходження процесу дегідратації є:

1. Вихід стиrolу на пропущений етилбензол – відношення стиrolу до пропущеного етилбензолу. Ця величина є характеристикою продуктивності реактора.

2. Вихід стиrolу на розкладений етилбензол (селективність) – відношення кількості отриманого етилбензолу до кількості розкладеного етилбензолу. Зменшення селективності каталізатору призводить до отримання більшої кількості побічних продуктів.

3. Конверсія етилбензолу – відношення кількості розкладеного етилбензолу до кількості пропущеного через реактор. Ця величина характеризує ступінь активності каталізатору.

4. Об'ємна швидкість подачі сировини – витрата етилбензола в м³/год на м³ каталізатору. Ця величина характеризує навантаження на реактор.

1.4 Вплив водяної пари на процес дегідратації етилбензолу

Водяна пара є енергоносієм для ендотермічної реакції дегідратації. Найбільш інтенсивно реакція протікає при температурі 600...630 °С. нагрівання етилбензолу до такої температури призводить до його термічного розкладання. Тому нагрівання сировини відбувається безпосередньо перед входом в реактор шляхом змішування етилбензолової шихти з водяною парою.

У разі зменшення витрати водяної пари, порівняно з режимною, збільшується парціальний тиск продуктів реакції, що зменшує вихід стиrolу.

Збільшення витрати також негативно впливає на процес – збільшується тиск в реакторі і, як наслідок, зростають енерговитрати.

Оптимальним вважається співвідношення етилбензолу та водяної пари 1 : 2,5...3,5.

					ЗЛА11.09.ДП.00.001.ПЗ	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		15

Продукти дегідратації охолоджуються в котлі-утилізаторі 7 до температури 180 °С і надходять в пінний апарат 8. Туди ж надходить нижній шар з відстійника 15, в якому розшаровуються продукти конденсації, а також водяна пара. Парогазову суміш з пінного апарата 8 спрямовують у повітряний конденсатор з температурою 118-120 °С. Далі парорідинна суміш надходить в сепаратор 12. Після стиснення в компресорі 13 продукти, які не сконденсувались, надходять в конденсатор 14 для остаточної конденсації. Конденсат із сепараторів 10, 12 і конденсатора 14 надходить у відстійник 15. Верхній вуглеводневий шар (пічна олива) подається в цех ректифікації.

					ЗЛА11.09.ДП.00.001.ПЗ	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		17

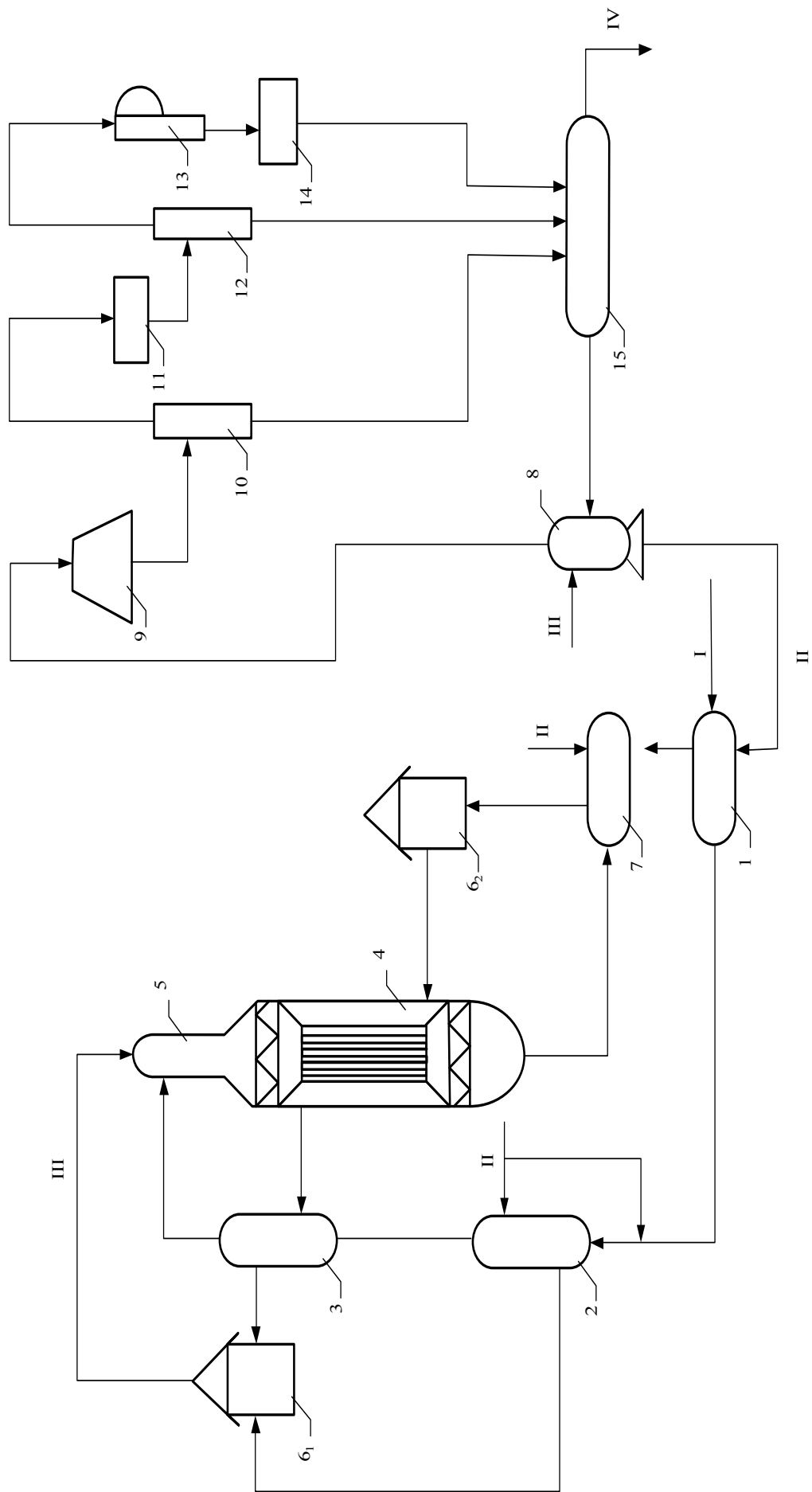


Рис. 1.1. Технологічна схема процесу виробництва стиролу методом дегідратації етилбензолу:
 1 – теплообмінник; 2 – випарник; 3 – перегрівач; 4 – міжступінчастий перегрівач; 5 – реактор; 6 – пароперегрівна піч; 7 – котел-утилізатор; 8 – пічний апарат; 9 – повітряний конденсатор; 10-12 – сепаратори; 13 – компресор; 14 – розсільний конденсатор; 15 – відстійник;
 I – етилбензол; II – водяний конденсат; III – водяна пара; IV – пічна олива на ректифікацію

Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

1.7 Таблиця основних режимних параметрів

Таблиця 1.2. «Основні режимні параметри»

Позначення та одиниці вимірювання	Значення	Опис
$T_{e1}, ^\circ\text{C}$	80	Температура вихідного етилбензолу після теплообмінника 1
$T_{e2}, ^\circ\text{C}$	210	Температура етилбензольних парів після перегрівача 2
$T_{e3}, ^\circ\text{C}$	550	Температура етилбензольних парів після перегрівача 3
$T_{p1}, ^\circ\text{C}$	600	Температура парогазової суміші на вході в реактор
$T_{p2}, ^\circ\text{C}$	585	Температура парогазової суміші після проходження першого шару каталізатора
$T_{vp}, ^\circ\text{C}$	630	Температура парогазової суміші після проходження вбудованого перегрівача
$T_{п3}, ^\circ\text{C}$	590	Температура пари на вході в перегрівач 3
$T_{п6}, ^\circ\text{C}$	385	Температура на вході в пароперегрівач 6 ₁
$T_{пр7}, ^\circ\text{C}$	180	Температура продуктів на виході з котла-утилізатора 7
$T_{пр9}, ^\circ\text{C}$	118...120	Температура на вході в повітряний конденсатор
$P_p, \text{МПа}$	0,1	Тиск парогазової суміші в реакторі

1.8 Постановка задачі дипломного проекту

Завданням дипломного проекту є розробка системи автоматизації процесу виробництва стиролу методом дегідратації етилбензолу, схем технологічного блокування, дистанційного керування та аварійного захисту електродвигунів. Необхідно скласти балансові рівняння для обраного об'єкта керування – міжступінчатого перегрівача. Скласти математичну модель статичного та динамічного режимів. Синтезувати систему керування з ПІ-регулятором та виконати його оптимальну настройку. Виконати розрахунок витратоміра змінного перепаду тиску.

Виконати аналіз шкідливих виробничих факторів, проаналізувати норми електробезпеки, виробничого освітлення в цеху та пожежної безпеки.

					ЗЛА11.09.ДП.00.001.ПЗ	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		20

2. Розробка системи автоматизації

2.1 Проектування системи керування

Для автоматизації процесу виробництва стиролу розроблено схему автоматизації – дивись креслення № *ЗЛА11.09.дп.00.001.СхФ*.

Контроль за процесом виробництва стиролу ведеться з центрального пульта управління (ЦПУ). Пуск та зупинка агрегатів виконується дистанційно з ЦПУ. Сюди винесено всі регулювальні і реєструючі прилади, панелі дистанційного керування та сигналізація порушення режимних параметрів. Оператор з ЦПУ може також здійснювати налаштування будь-якого регулятора.

Розроблено такі контури керування та регулювання технологічними параметрів:

1) Контур регулювання температури етилбензольної шихти на виході з теплообмінника 1. Сигнал вимірюється та передається до показувальний приладу (поз 1-2) первинним вимірювачем (поз. 1-1). Регулятор (поз 1-3) виробляє керувальний вплив на клапан (поз 1-4), розташований на трубопроводі водяної пари.

2) Контур регулювання температури етилбензольної шихти на виході з випарника 2. Сигнал вимірюється та передається до показувальний приладу (поз. 1-2) первинним вимірювачем (поз. 2-1). Регулятор (поз. 2-3) виробляє керувальний вплив на клапан (поз. 2-4), розташований на трубопроводі.

3) Контур регулювання температури етилбензольної шихти на виході з перегрівача 3. Сигнал вимірюється та передається до показувальний приладу (поз. 3-2) первинним вимірювачем (поз. 3-1). Регулятор (поз. 3-3) виробляє керувальний вплив на клапан (поз. 3-4), розташований на трубопроводі.

4) Контур регулювання температури водяної пари на виході з пароперегрівача б₁. Сигнал вимірюється та передається до показувальний приладу (поз. 4-2) первинним вимірювачем (поз. 4-1). Регулятор (поз 4-3)

виробляє керувальний вплив на клапан (поз. 4-4), розташований на трубопроводі метану.

5) Контур регулювання співвідношення витрат метану та повітря. Витрата метану та повітря вимірюється за допомогою первинних вимірювачів – діафрагм (поз. 5-1, 6-1) та дифманометрів (поз. 5-2, 6-2). Далі сигнали поступають на показуючий і реєструючий прилад (поз. 5-3) та на регулятор співвідношення витрат (поз. 5-4). Виконавчий механізм (поз.5,) розташований на трубопроводі подачі повітря.

6) Контур регулювання співвідношення витрат етилбензольної шихти та водяної пари. Витрата шихти та водяної пари вимірюється за допомогою первинних вимірювачів – діафрагм (поз. 7-1, 8-1) та дифманометрів (поз. 7-2, 8-2). Далі сигнали надходять на показувальні, реєструвальні прилади (поз. 7-3, 8-3) та на регулятор співвідношення витрат (поз. 7-4). Додатковим керувальним впливом є значення концентрації стиролу на виході з реактора. Концентрація вимірюється та передається до показувальний, реєструючого прилада (поз. 9-2) первинним вимірювачем (поз. 7-1). І далі сигнал поступає до регулятора співвідношення витрат.

7) Контур контролю тиску у реакторі. Сигнал вимірюється первинним вимірювачам (поз. 8-1), передаються до вторинних приладів (поз.8-2) у якому передбачено сигналізацію та технологічне блокування (1тб).

8) Контур регулювання температури продуктів реакції після вбудованого перегрівача. Сигнал вимірюється та передається до показувальний приладу (поз. 11-2) первинним вимірювачем (поз. 11-1). Регулятор (поз 11-3) виробляє керувальний вплив на клапан (поз. 11-4), розташований на трубопроводі водяної пари.

9) Контур регулювання температури водяної пари на виході з пароперегрівача б₁. Сигнал вимірюється та передається до показувальний приладу (поз. 12-2) первинним вимірювачем (поз. 12-1). Регулятор (поз 12-3) виробляє керувальний вплив на клапан (поз. 12-4), розташований на трубопроводі метану.

					<i>ЗЛА11.09.ДП.00.001.ПЗ</i>	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		22

3. Математичне моделювання основного апарату технологічної схеми

3.1 Створення математичної моделі міжступінчатого перегрівача, як об'єкта керування

Для моделювання обираємо міжступінчатий перегрівач продуктів реакції. Даний апарат призначений для перегріву продуктів реакції дегідратації перед надходженням до другого шару каталізатора.

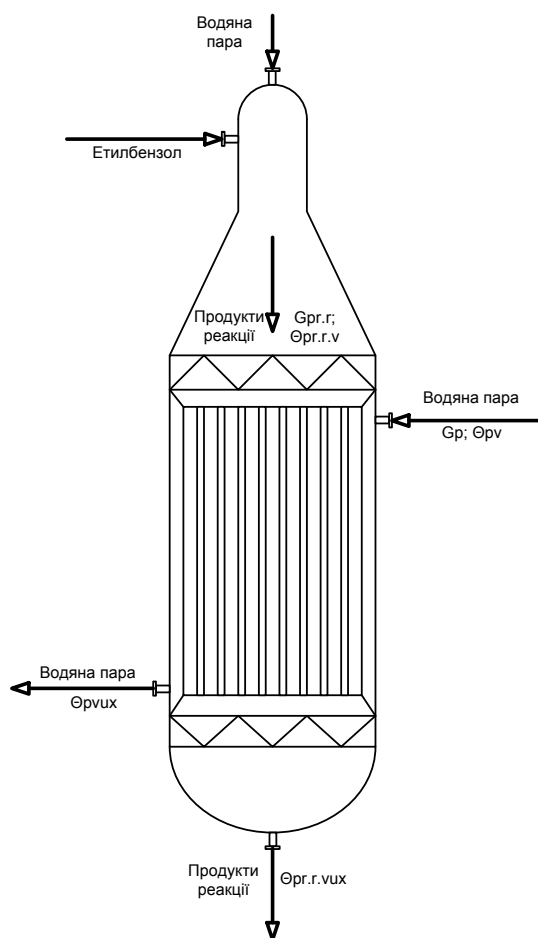


Рис.3.1. Схема реактора

G_r – масова витрата пари на вході та виході перегрівача (кг/с);

Θ_{rv} – температура пари на вході в апарат ($^{\circ}\text{C}$);

$\Theta_{rvих}$ – температура пари на виході з апарата ($^{\circ}\text{C}$);

					ЗЛА11.09.ДП.00.001.ПЗ	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		23

$G_{p.r}$ – масова витрата продуктів реакції на вході та виході апарата (кг/с);

$\Theta_{p.r.v}$ – температура продуктів реакції на вході в апарат ($^{\circ}\text{C}$);

$\Theta_{p.r.vux}$ – температура продуктів реакції на виході з апарата ($^{\circ}\text{C}$).

Форма апарата: циліндр, повністю заповнений.

Введемо такі припущення:

- 1) Апарат теплоізолюваний.
- 2) Апарат герметичний.
- 3) Внутрішні джерела тепла відсутні.
- 4) Об'єкт із зосередженими параметрами (температура продукту по всій площі апарата однакова, температура пари по всій площі апарата однакова).
- 5) Теплофізичні властивості газів та матеріали корпусу не залежать від температури.
- 6) Стінки тонкі.
- 7) Об'єкт представлений 2-ма акумулюючими ємностями: пара та газова суміш продуктів реакції.

Структурну схему об'єкта з каналами впливу зображено на рис. 3.2.

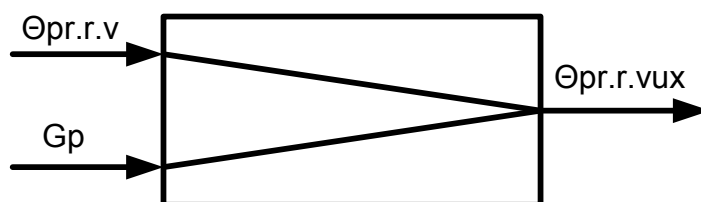


Рис.3.2. структурна схема об'єкта

Входи об'єкта: температура газової суміші $\Theta_{p.r.v}$ та витрата пари G_p .

					ЗЛА11.09.ДП.00.001.ПЗ	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		24

Виходи об'єкта: температура газової суміші $\theta_{pr.r.vux}$.

Таблиця 3.1 – Значення основного статичного режиму об'єкта

Назва	Позначення	Числове значення	Розмірність
Висота апарата	H	3,5	м
Діаметр апарата зовнішній	D_A	1,96	м
Діаметр трубок зовнішній	D_T	0,07	м
Кількість трубок	N	157	
Об'єм апарата	V_A	8.55	$м^3$
Об'єм трубок	V_T	2,11	$м^3$
Масова витрата продуктів на вході в апарат	$G_{pr.r}$	0,5	кг/с
Масова витрата пари на вході в апарат	G_p	2,02	кг/с
Температура пари на вході в апарат	θ_{pv}	630	$^{\circ}C$
Коефіцієнт тепловіддачі	α	200	Вт·год/(кг· $^{\circ}C$)
Питома теплоємність пари	C_p	8698	Дж/(кг· $^{\circ}C$)
Питома теплоємність продуктів	$C_{pr.r}$	1620	Дж/(кг· $^{\circ}C$)
Густина пари	ρ_p	0,67	кг/ $м^3$
Густина продуктів реакції	$\rho_{pr.r}$	0,58	кг/ $м^3$
Площа трубок	F	120,78	$м^2$

Складемо рівняння статички:

1) Для пари в між трубному просторі:

$$- \alpha F(\theta_{pvux} - \theta_{pr.r.vux}) + G_p c_p (\theta_{pv} - \theta_{pvux}) = 0.$$

2) Для продуктів реакції в трубному просторі:

$$\alpha F(\theta_{pvux} - \theta_{pr.r.vux}) + G_{pr.r} c_{pr.r} (\theta_{g1} - \theta_g) = 0$$

Виразмо θ_{pvux} з рівняння пари в між трубному просторі:

$$\theta_{pvux} = \frac{\alpha \cdot F \cdot \theta_{prpvux} + G_p \cdot c_p \cdot \theta_{pvux}}{\alpha \cdot F + G_p \cdot c_p}$$

Підставимо цей вираз замість θ_{pvux} у рівняння продуктів реакції й виразимо θ_{prpvux} :

$$\theta_{prpvux} = \frac{\frac{\alpha \cdot F \cdot G_p \cdot c_p \cdot \theta_{pv}}{\alpha \cdot F + G_p \cdot c_p} + G_{prg} \cdot c_{prg} \cdot \theta_{prpv}}{\alpha \cdot F + G_{prg} \cdot c_{prg} - \frac{\alpha \cdot F \cdot \alpha \cdot F}{\alpha \cdot F + G_p \cdot c_p}}$$

Спростивши це рівняння отримаємо:

$$\theta_{prpvux} = \frac{400 \cdot F \cdot G_p \cdot c_p \cdot \theta_{pv} + 200 \cdot c_{prg} \cdot \theta_{prpv} \cdot F + c_{prg} \cdot \theta_{prpv} \cdot G_p \cdot c_p}{400 \cdot F \cdot G_p \cdot c_p + 200 \cdot c_{prg} \cdot F + c_{prg} \cdot G_p \cdot c_p}$$

Знайдемо статичну характеристику за каналом $\theta_{prg} - \theta_{prpvux}$, враховуючи, що $G_p = 2.02$ кг/с:

$$\theta_{prpvux}(\theta_{prg}) = \frac{23836000 \cdot F \cdot c_p + 10000 \cdot c_{prg} \cdot F + 101 \cdot c_{prg} \cdot c_p}{40400 \cdot F \cdot c_p + 10000 \cdot c_{prg} \cdot F + 101 \cdot c_{prg} \cdot c_p}$$

Побудуємо перехідний процес в замкненій системі з аналоговим ПІ-регулятором для обраних параметрів настройки. Його зображено на рис. 4.3.

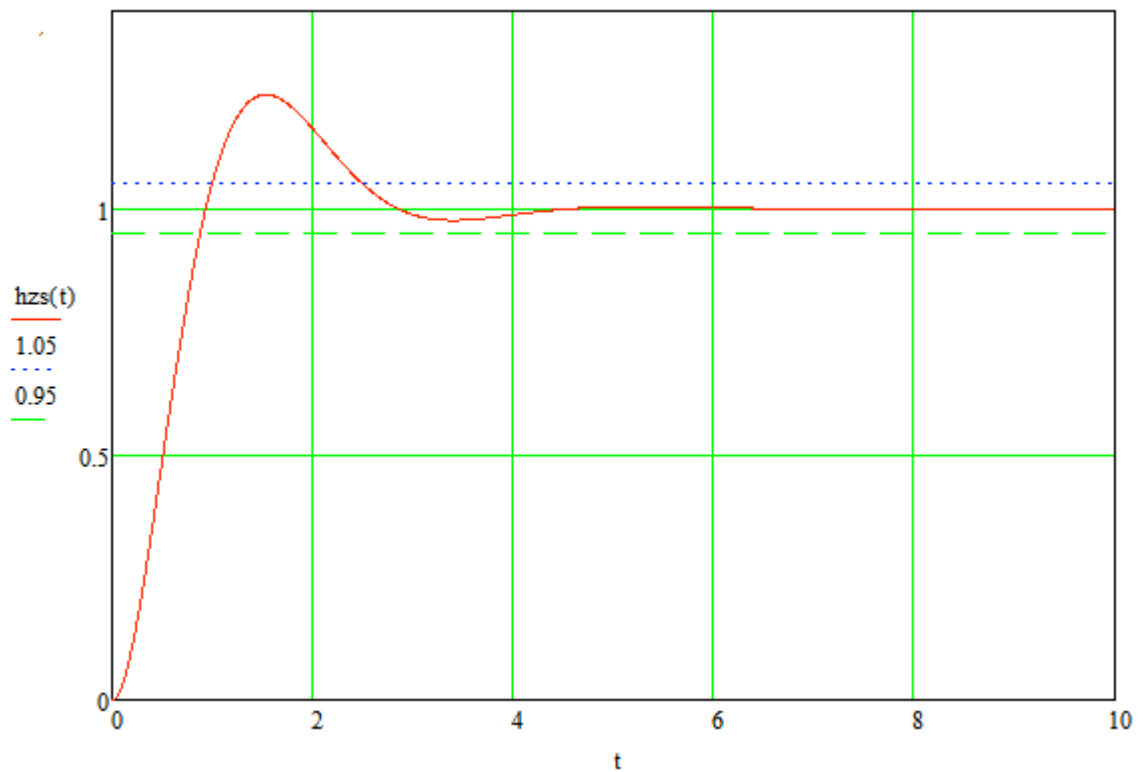


Рисунок 4.3 – Графік перехідного процесу в замкненій системі з аналоговим ПІ-регулятором для каналу «керування-вихід»

5. Розрахунок витратоміра змінного перепаду

До стандартних (нормалізованих) звужувальних пристроїв належать діафрагми, сопла, сопла Вентурі і труби Вентурі, що задовольняють вимогам дійсних правил і застосовуються для вимірювання витрати речовини без індивідуального градування. Допускаються до експлуатації дифманометри і прилади для вимірювання параметрів середовища, які серійно вироблені промисловістю чи дослідним виробництвом, задовольняють вимогам чинних державних стандартів і пройшли державну метрологічну атестацію.

Правила встановлюють вимоги до виконання вимірювальних пристроїв при їхній розробці, проектуванні, монтажі, експлуатації та перевірці.

Наведені нижче положення справедливі при дотриманні наступних умов вимірювань:

а) характер руху потоку в прямих ділянках трубопроводів до і після звужувального пристрою повинен бути турбулентним (див. табл. 5, п. 5.1.1 і п. 5.2.1), стаціонарним (див. додаток 1, ГОСТ 23868-79);

б) фазовий стан потоку не повинний змінюватися при його плинні через звужувальний пристрій (рідина не випаровується, розчинені в рідині гази не виділяються, виключається конденсація водяної пари з газів з наступним випаданням рідкої фази в трубопроводі поблизу звужувального пристрою);

в) у внутрішній порожнині прямих ділянок трубопроводів до і після звужувального пристрою не збираються опади у вигляді пилу, піску, металевих предметів, інших забруднень;

г) на поверхнях звужувального пристрою не утворюються відкладення, що змінюють його конструктивні параметри і геометрію;

д) пара є перегрітою; при цьому для пари справедливі всі положення, що стосуються вимірювань витрати газу.

Допускається вимірювати витрату вологої пари діафрагмами при співвідношенні густин парової ($\rho_{\text{п}}$) та рідкої ($\rho_{\text{ж}}$) фаз $\rho_{\text{п}} / \rho_{\text{ж}} \leq 0,002$ при масовій частці рідкого компоненту в парорідинній суміші не більше 0,2 (у частках одиниці).

					<i>ЗЛА11.09.ДП.00.001.ПЗ</i>	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		29

Показання дифманометра в цьому випадку відповідає витраті сухої частини вологої пари, у зв'язку з чим діафрагми варто розраховувати за витратою та густиною парової фази.

Припустимі діапазони значень діаметрів трубопроводів D і відносних площ звужувальних пристроїв m повинні перебувати в межах:

для діафрагм із кутовим способом відбору перепаду тиску

$$50 \text{ мм} < D < 1000 \text{ мм},$$

$$0,05 < m < 0,64;$$

Примітка. Для трубопроводів діаметром $D > 1000$ мм рекомендується приймати значення α_v і розрахункові співвідношення, що відповідають діаметру $D = 1000$ мм.

для діафрагм із фланцевим способом відбору перепаду тиску

$$50 \text{ мм} < D < 760 \text{ мм},$$

$$0,04 < m < 0,56;$$

діаметр отвору діафрагм незалежно від способу відбору перепаду тиску $d \geq 12,5$ мм;

для сопел у випадку виміру витрати газу

$$50 \text{ мм} \leq D,$$

$$0,05 \leq m \leq 0,64;$$

для сопел у випадку виміру витрати рідини

$$30 \text{ мм} \leq D,$$

$$0,05 \leq m \leq 0,64$$

для сопел Вентурі

$$65 \text{ мм} \leq D \leq 500 \text{ мм},$$

$$0,05 \leq m \leq 0,60;$$

діаметр отвору сопел і сопел Вентурі $d \geq 15$ мм;

для труб Вентурі

					<i>ЗЛА11.09.ДП.00.001.ПЗ</i>	Лист
						30
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

6. Охорона праці

6.1 Охорона праці при автоматизації виробництва

В даному дипломному проекті розглядається процес дегідратації етилбензолу.

Методи безпеки наведені в даному розділі були розроблені для інженера-технолога з робочим місцем у кабіні спостереження та дистанційного керування.

В процесі роботи у виробничій зоні на нього можуть впливати такі шкідливі фактори, як забруднення атмосфери робочої зони продуктами горіння, шум і вібрація, пожежо- та вибухонебезпека, електронебезпека.

Технологічний процес, що проектується, потенційно небезпечний. Продукти, що використовуються в цеху (стирол, етилбензол, толуол, бензол), шкідливі для здоров'я і утворюють з повітрям вибухонебезпечні суміші. Технологічний процес протікає при температурі не вище 750°C та тиску не більше 1600 кПа. Перевищення температури або тиску веде до загрози розриву апарату з подальшою загрозою вибуху або займання. Потенційні небезпеки виробництва також пов'язані з можливістю отримання термічних опіків, механічних ушкоджень, ураження струмом та роботою з обладнанням, що є джерелом шуму та вібрації.

Стирол – токсичний газ, при потраплянні на шкіру викликає сухість. При серйозному отруєнні викликає запалення слизових оболонок очей, носа, дихальних шляхів, апатію та сонливість. При хронічному отруєнні викликає запалення слизових оболонок очей, носа, дихальних шляхів, шлунково-кишкові розлади, розлади центральної нервової системи та впливає на стан крові.

Бензол – токсичний газ, що при високих концентраціях впливає на центральну нервову систему, при багаторазовому впливі викликає зміни формули крові. Рідкий бензол викликає запалення шкіри.

					<i>ЗЛА11.09.ДП.00.001.ПЗ</i>	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		31

Етилбензол – токсичний газ. При потраплянні в очі викликає сильне подразнення, біль та сльозоточивість. При потраплянні в організм впливає на центральну нервову систему, викликає дратівливість, головний біль. Добре вбирається через шкіру, викликає її запалення.

Толуол в високих концентраціях має наркотичну дію. Діє на центральну нервову систему сильніше ніж бензол.

6.2 Виробничий шум

Джерелами шуму є : трубопроводи, система кондиціонування та насоси.

Рівень шуму від систем кондиціонування та насосів становить - $L=90-100$ дБА.

Захист від шуму досягається розробкою шумобезпечної техніки, застосуванням засобів і методів індивідуального і колективного захисту, будівельно-акустичними методами. Засоби колективного захисту діляться стосовно джерела шуму: понижуючі шум у джерелі виникнення, понижуючі шум на шляхах його поширення. По способу реалізації:

- Акустичні. Грунтуються на акустичному вимірі помешкання і за принципом дії підбираються засоби звукоізоляції, звукопоглинання, віброізоляція, демпфірування, застосування глушителей шуму.

- Будівельно-акустичні методи застосовують: екрани, звукоізоляцію, кабінки спостереження, дистанційне керування, кожухи, ущільнення і т.д. Найбільше ефективні звукоізолюючі матеріали: трипласт (композиційний матеріал); пластобетони з наповненням із тирси деревини, соломи і т.д. Звуковбирні матеріали: мрамур, бетон, граніт, цегла, ДВП, ДСП, войлок, мінеральна вата, матеріали з щільною перфорацією.

- Архітектурно-планувальні: раціональне розміщення робочих місць; раціональний режим праці і відпочинку.

Організаційно-технічні:

					<i>ЗЛА11.09.ДП.00.001.ПЗ</i>	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		32

Активна форма захисту - генерація шуму в протифазі до джерела. Засоби індивідуально захисту: навушники, вушні вкладки, шлемофони, каски.

Для зменшення рівня шуму від трубопроводів, для них додатково передбачені комплектні шумозахисні кожухи. Завдяки усім цим заходам шумоізоляції, рівень шуму на даному об'єкті складає $L = 50-60$ дБА., що не перевищує допустимі значення, відповідно до ДСНЗ.3.6.037-99.

6.3 Заходи захисту від електробезпеки

Приміщення операторської відноситься до приміщень з підвищеною небезпекою по ступеню враження електричним струмом, так як на струмопровідний і можливо одночасний дотик людини до металевих конструкцій будинку, що має з'єднання з землею і металевим корпусом електроустаткування і приладів.

У операторській встановлені прилади, що працюють під напругою 220 В, частотою 50 Гц. Мережа з ізолюваною нейтраллю.

Основні причини нещасного випадку від впливу електричного струму наступні:

- 1) ушкодження струмопровідних ліній електрокабелів, порушення ізоляції і заземлення щитів, пультів і електроустаткування.
- 2) порушення правил електробезпеки при експлуатації електричного устаткування і освітлення (спроби самовільного усунення несправностей, заміни світильників).
- 3) робота на несправному устаткуванні.
- 4) торкання до відкритих провідок струмопровідних частин.
- 5) пробій на установці (напруга дотику).

					ЗЛА11.09.ДП.00.001.ПЗ	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		33

6) крокова напруга.

7) електрична дуга.

До заходів щодо захисту від ураження електричним струмом відносяться:

1) Ізоляція в електроустановках

Ізоляція - шар діелектрика, яким покривають поверхню струмоведучих елементів, або конструкція з непровідного матеріалу, за допомогою якої струмопровідні частини відокремлюються від інших частин електрообладнання.

Ізоляція буває таких видів:

- робоча - електрична ізоляція струмоведучих частин електроустановки, що забезпечує її нормальну роботу і захист від поразки електричним струмом;
- додаткова - електрична ізоляція, передбачена додатково до робочої ізоляції для захисту від ураження електричним струмом в разі ушкодження робочої ізоляції;
- подвійна - ізоляція, яка складається з робочої і додаткової ізоляції;
- посилена - поліпшена робоча ізоляція, яка забезпечує такий самий захист від ураження електричним струмом, як і подвійна ізоляція;
- опір ізоляції має бути не менше 0.5 МОм.

На об'єкті використовується електромагнітне блокування безпеки, яке застосовується для запобігання неправильним діям обслуговуючого персоналу і застосовуються в приводах до роз'єднувачів і заземлювачів.

2) Мала напруга

Це номінальна напруга не більше 42 В між фазами і по відношенню до землі, застосовується у цілях захисту від ураження електричним струмом.

					<i>ЗЛА11.09.ДП.00.001.ПЗ</i>	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		34

3) Орієнтація в електроустановках

Засоби орієнтації дозволяють персоналу орієнтуватися при виконанні робіт і застерігають його від помилкових дій. Орієнтацію забезпечує маркування частин електрообладнання .

4) Захисне заземлення в аварійному режимі

Являється ефективним методом захисту при живленні електрообладнання

від електричних мереж з ізолюючою нейтраллю та аварійним відключенням. Дія заземлення заснована на зниженні напруги дотику, що досягається за рахунок малого опору ($R_{\text{дон}} \leq 4 \text{ Ом}$) заземлення в електроустановках з ізолюючою нейтраллю або за рахунок збільшення потенціалу. Енергобезпека відповідає ГОСТ 12.1.030-82

Захист від заносу високого потенціалу і статичної електрики виконати шляхом приєднання на вводах у будівлі усіх металевих трубопроводів та металевих частин будівельних конструкцій до пристрою заземлення.

6.4 Заходи захисту від пожежної небезпеки

В операторській при короткому замиканні може відбутися займання кабелів, з виділенням диму і отруйних речовин. Приміщення відповідно ОНТП24- 86 – відноситься до категорії В – горючі та важкогорючі речовини, які здатні тільки горіти, та не є вибухонебезпечними (ізоляція електроустановки, частини приладів на щиті керування). Клас зони П-Па (ПУЕ).

Виходячи з категорії пожежної небезпеки виробництва по СНиП 2.01.02-85 вибираємо II ступінь вогнестійкості.

Основними причинами виникнення пожежі можуть бути:

					ЗЛА11.09.ДП.00.001.ПЗ	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		35

- 1) порушення елементарних правил пожежної безпеки ;
- 2) несправність електроустаткування, електромереж;
- 3) порушення електротехнічних правил.

Для здійснення безпеки обслуговуючого персоналу при експлуатації технічних засобів автоматичної пожежної сигналізації і виконанні ремонтних робіт передбачено:

- використання пожежних сповіщувачів згідно умов їх експлуатації;
- відсутність радіоізотопних сповіщувачів;
- гучномовне оповіщення персоналу про пожежу
- об'єктове світлозвукове оповіщення персоналу про пожежу.

Допустима відстань від найвіддаленішого робочого місця до найближчого евакуаційного виходу - 7,5 м. З коридору повинно бути, як правило не менше 2-ох евакуаційних виходів. Враховуючи об'єми приміщень, категорію пожежної небезпеки виробництва і ступінь вогнестійкості будівлі, визначаємо необхідну ширину евакуаційних виходів. Для проходів - не менше 1 м, коридорів - 1,4 м, двері - 0,8 м і марші – 1,05 м, площадка сходів – 1,05 м. Висота дверей і проходів на шляхах евакуації повинна бути не менше 2 м. Двері на шляхах евакуації повинні відкриватися по напрямленню виходу з будівлі (СНиП 2.09.02-85).

При виникненні пожежі необхідно терміново викликати пожежну охорону, відвести в безпечне місце людей і приступити до гасіння пожежі засобами пожежогасіння (вогнегасники, пісок, лопата, багор, відро), дотримуючись правил техніки безпеки.

Виробництво оснащується первинними засобами пожежогасіння (вогнегасники, лопата, ящик з піском, багор, відро), що розташовані на пожежному щиті. Засоби пожежогасіння повинні відповідати вимогам

					ЗЛА11.09.ДП.00.001.ПЗ	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		36

“Інструкції по утриманню та застосуванню засобів пожежогасіння на підприємствах ”

В тому числі приміщення захищене щогловим блискавковідводом висотою 27 м. Блискавковідвід приєднується сталевією полозою 40x4 мм до спеціального заземлювача, який складається з двох електродів довжиною 7,5 м, які з'єднуються між собою сталевією полозою 40x4 мм.

Заземлювач блискавкозахисту приєднати до існуючого контуру заземлення. Опір заземлюючого пристрою більше 100 Ом.

Для гасіння електропроводок і електроустаткування під напругою передбачені порошкові вогнегасники ОПС – 10 – 2 шт., також маються вуглекислотні вогнегасники ОУ – 5 – 2 шт.

Приміщення операторської обладнане електричною системою Датчики – сповіщувальні типу ДЛТ з'єднані з прийомною станцією по променевій системі. При підвищенні температури легкозаймистий шар , що з'єднує кінці двох пружнів дротів, розплавляється, розривається електричний ланцюг і спрацьовує сигналізація. Також у операторській передбачений прямий телефонний зв'язок з пожежною охороною підприємства.

					ЗЛА11.09.ДП.00.001.ПЗ	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		37

ВИСНОВКИ

В дипломному проекті бакалавра розроблена схема автоматизації процесу виробництва стиролу методом дегідратації етилбензолу. Одним з основних технологічних апаратів являється міжступінчатий перегрівач. Для даного апарату розроблена математична модель, як об'єкта керування. Показані входи і виходи в апарат, класифікація об'єкта, і побудова динамічних характеристик апарату.

На основі математичної моделі і динамічних характеристик було проведено розрахунок регулятора.

В дипломі, як оригінальна частина, було розраховано витратомір змінного перепаду тиску.

					ЗЛА11.09.ДП.00.001.ПЗ	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		38

ЛІТЕРАТУРА

1. Лукінюк М.В. Технологічні вимірювання та прилади : Навч. посіб. для курс. проектування. К.: "ПОЛПАРНАС" , 2002. - 257с: іл.
2. Бабіченко А.К., Тушинський В.І., Михайлов В.С. Промислові засоби автоматизації. Ч. 1. Вимірювальні пристрої / За заг. ред. Бабіченка А.К.: Навч. посібник. - Харків: НТУ "ХПГ", 2001 р. - 470 с.
3. Бабіченко А.К., Тушинський В.І., Михайлов В.С. Промислові засоби автоматизації. Ч. 2. Регульовальні і виконавчі пристрої / За заг. ред. Бабіченка А.К.: Навч. посібник. - Харків: НТУ "ХПГ", 2003 р. - 658 с.
4. Ю.О.Остапенко «Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів курування» Київ «Задруга» 1999
5. В.С. Тимофеев, Л.А. Серафимов : «Принципы технологии основного органического и нефтехимического синтеза », 2003 р. – 563с., Москва «Высшая школа»
6. «Альбом технологических схем процессов переработки нефти и газа : [Учеб. пособие для вузов по спец. "Хим. технология перераб. нефти и газа" / Б. Д. Киселев, Р. Б. Гун, А. И. Львова и др.]» ; Под ред. Б. И. Бондаренко. М. : Химия, 1983.
7. Бобков А.С., Блинов А.А., Николаева Т.Г., Охрана труда при производстве и переработке полимерных материалов: Учеб. для вузов. – М.: Химия, 1986. – 272 с.
8. Основи охорони праці: Підручник. 2-ге видання, доповнене та перероблене. / К.Н. Ткачук, М.О. Халімовський, В.В. Зацарний, Д.В. Зеркалов, Р.В. Сабарно, О.І. Полукаров, В.С. Коз'яков, Л.О. Мітюк. За ред. К.Н. Ткачука і М.О. Халімовського. – К.: Основа, 2006 – 448 с.

					ЗЛА11.09.ДП.00.001.ПЗ	Лист
Змн.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		39