

Зміст

стор.

Перелік умовних позначень, символів, одиниць, скорочень і термінів	11
Вступ.....	12
1 Обґрунтування обраного методу виробництва.....	14
2 Характеристика виробленої продукції, вихідної сировини та напівпродуктів, матеріалів, енергетичних носіїв	18
3 Характеристика прийнятого методу виробництва, хімізм, теоретичні основи і обґрунтування норм технологічних режимів	23
4 Технологічна схема та аналітичний контроль виробництва.....	27
5 Визначення витратних коефіцієнтів з сировини, напівпродуктів, допоміжних матеріалів та енергоносіїв.....	30
5.1 Матеріальний баланс виробництва	30
5.2 Тепловий баланс.....	32
6 Характеристика технологічного обладнання.....	34
6.1 Розрахунок та вибір основного реактору.....	34
6.2 Розрахунок та вибір допоміжного технологічного обладнання.....	38
7 Автоматичний контроль та керування виробництвом	41
8 Економіко – організаційні розрахунки	44
8.1 Підприємство в промисловій структурі держави.....	44
8.2 Технологічна підготовка виробництва	45

					ХН 3108 1440 000 ПЗ							
Изм.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дат	Відділення виробництва дрібнопоруватого гранульованого силікагелю					Літ..	Аркуш	Аркушів
Розроб.	Кезікова											
Перевірів	Іваненко І.М.											
Реценз										КПІ ім. І.горя Сікорського, ХТФ, ХН-31		
Н. Контр.	Супрунчук											
Утверд.	Толстопалова Н.М.											

8.3 Матеріальна, документальна та організаційно-технічна підготовка виробництва	51
9 Охорона праці.....	57
9.1 Виявлення та аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів на проєктованому об'єкті. Заходи з охорони праці.....	57
9.1.1 Повітря робочої зони.....	57
9.1.2 Розрахунок аерації цеху.....	59
9.1.3 Виробниче освітлення.....	61
9.1.4 Захист від виробничого шуму та вібрацій	63
9.1.5 Електробезпека.....	64
9.1.6 Безпека технологічних процесів і обслуговування обладнання	65
9.2 Пожежна безпека	66
10 Екологічна безпека виробництва.....	68
10.1 Аналіз джерел та розрахунок кількості відходів, що утворюються.	68
10.2 Екологізація виробництва. Екологічний моніторинг.....	70
Висновки.....	71
Список використаної літератури.....	73

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, ОДИНИЦЬ, СКОРОЧЕНЬ
І ТЕРМІНІВ

ГДК – гранично - допустимі концентрації;

ГОСТ – державний стандарт;

КСМГ – силікагель крупний дрібнопоруватий гранульований;

МССГ – силікагель середньої пористості гранульований;

МСМГ – силікагель дрібнопоруватий гранульований;

ШСКГ – шихта силікагелю крупнооруватого гранульованого;

ШССГ – шихта силікагелю середньої пористості гранульованого;

ШСМГ – шихта силікагелю дрібнопоруватого гранульованого.

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		11

ВСТУП

З кожним роком силікагель застосовується все ширше в найрізноманітніших галузях народного господарства. Завдяки гідрофільним властивостям поверхні силікагелю його часто використовують для осушування повітря, вуглекислого газу, водню, кисню, азоту, хлору і інших промислових газів. Здатність силікагелю поглинати значні кількості води є визначальною також і для осушення різних рідин, особливо в тому випадку, коли рідина, що зневоднюється, погано розчиняє воду. Наприклад, сушка галогенованих рідин типу фреону. Силікагелі служать також осушувачами при консервації устаткування для захисту його від корозії.

Поряд з водою силікагель добре сорбує пари багатьох органічних речовин. Цією його властивістю користуються для вловлювання (рекуперації) парів цінних органічних розчинників — бензину, бензолу, ефіру, ацетону тощо з повітря, бензолу з газових коксових печей і бензину з природних газів.

За допомогою гелю кремнієвої кислоти проводиться хроматографічне розділення і аналіз сумішей, що ґрунтується на вибірковості адсорбційної дії силікагелю у відношенні до речовин різної хімічної природи.

Силікагель широко використовується як осушувач. Так, на силікагелі кількісно виділяють ароматичні, а також ненасичені вуглеводні з їх сумішей з парафінами і нафтенами. Цим методом широко користуються в дослідженнях хімічного складу бензинів. Хроматографія за допомогою силікагелю дала можливість вирішити проблему очищення індивідуальних вуглеводнів різної будови, потреба в яких стає вельми нагальною для хімічних і фізичних досліджень, а особливо для спектроскопії. До найбільш важких видів очищення належать: видалення слідів води та домішок вуглеводнів, звільнення ароматичних вуглеводнів від домішок парафінів і нафтенів, а також поділ сумішей деяких ізомерних вуглеводнів. Зразки нафтових і парафінових вуглеводнів, очищені за допомогою хроматографії на силікагелі, можуть бути призначеними для визначення фізичних констант і спектральних досліджень.

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		12

Силікагель є одним з поширених носіїв каталізаторів і служить компонентом багатьох складних контактів. Він використовується як носій найрізноманітніших каталітично активних речовин — металів Pt, Pd, Ni тощо, оксидів, кислот, основ — для процесів окислення, гідратації, гідрування, полімеризації, конденсації і багатьох інших реакцій.

Отже, метою дипломного проекту є розроблення схеми відділення виробництва дрібнопоруватого гранульованого силікагелю.

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		13

1 ОБҐРУНТУВАННЯ ОБРАНОГО МЕТОДУ ВИРОБНИЦТВА

Найбільш розповсюдженими є методи, засновані на взаємодії силікату натрію і кислоти з утворенням золю і гелю. Метод включає наступні стадії:

Утворення золя → застигання і дозрівання гелю → промивка → сушка

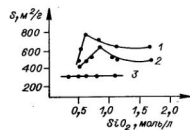
Золь зазвичай отримують при додаванні лужного силікату при інтенсивному перемішуванні в порівняно концентрований розчин кислоти або шляхом одночасного зливання реагентів при інтенсивному перемішуванні у безградієнтних умовах, тобто при сталому рН, температурі і концентрації речовин у золі[1].

Отриманий на першій стадії процесу золь нестійкий, з плином часу в'язкість його зростає і золь застигає у гель, спочатку м'який і еластичний, а після твердий і крихкий. Процеси, що відбуваються у гелі, називаються дозріванням, яке вважається завершеним після синерезису, який полягає у зменшенні об'єму гелю, утворенні тріщин і вивільненні частини вологи. Після завершення дозрівання гель промивають від солей і кислоти, сушать та проколюють. Доведено, що на величину поверхні силікагелю впливають: концентрація реагентів, рН золю, тривалість дозрівання, температура і рН дозрівних вод.

Вплив концентрації вихідного реагенту на величину поверхні силікагелю, отриманого через золь, досліджено, що у випадку золів, отриманих за рН 2 і 4, при зміні концентрації SiO_2 величина поверхні проходить через максимум. Положення максимуму залежить від рН золю: при збільшенні рН максимум знижується і зміщується в область високих концентрацій. Для золю, отриманого при рН 6, величина поверхні не залежить від концентрації SiO_2 у золі [2].

Дані досліджень показані на рисунку 1.1.

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
						14
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



рН золю: 1 – 2; 2 – 4; 3 – 6.

Рисунок 1.1 – Вплив концентрації SiO_2 у золі на питому поверхню силікагелю.

рН золю також суттєво впливає на величину поверхні силікагелю. При збільшенні рН золю крива питомої поверхні також проходить через максимум, положення якого залежить від концентрації SiO_2 у золі: для серії А (концентрація золю $1,8 \text{ моль } \text{SiO}_2 / \text{дм}^3$) максимум лежить за рН 2, а для серії Б ($\text{SiO}_2 0,83 \text{ моль/дм}^3$) – при рН близько 3,5 (див. рис. 1.2 а). При збільшенні рН вище значень, що відповідають максимальній поверхні, спостерігається різке зменшення величини поверхні від $700\text{--}800$ до $200 \text{ м}^2/\text{г}$. Проте, було досліджено, що в інтервалі рН від 0 до 4 (див. рис. 1.2 б) величина поверхні не змінюється і залишається на рівні $800 \text{ м}^2/\text{г}$. За більш високих значень рН розмір поверхні зменшується, досягаючи за рН 10 приблизно $150 \text{ м}^2/\text{г}$. [2].

Знайдено оптимальне значення рН: при збільшенні його від 2,7 до 11 спостерігається монотонне зменшення величини поверхні (див. рис. 1.2 в).

Дані досліджень показано на рисунку 1.2.

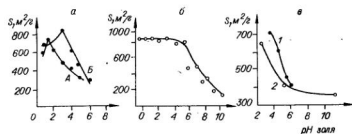
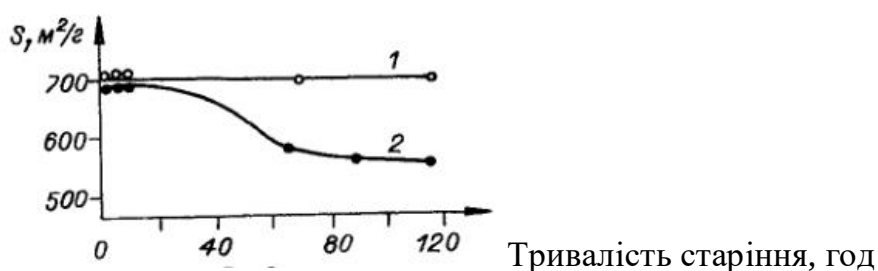


Рисунок 1.2 – Вплив рН золю на питому поверхню силікагелю.

Суттєво на величину поверхні впливає ступінь старіння (глибина синерезису). Гель, отриманий з сильнокислого золю (0,9 н сульфатна кислота) і не пройшовший синерезису, має меншу поверхню, ніж гель після синерезису. Вплив тривалості старіння на величину поверхні силікагелю залежить від умов приготування гелю. Наприклад, при збільшенні тривалості старіння до 120 год поверхня зразків, що були приготовані за рН 6,5, залишається сталою і дорівнює 700 м²/г (рис. 1.3 крива 1). В протипагу цьому поверхня силікагелів, приготованих за рН 8,5, з плином часу зменшується від 670 до 550 м²/г. Тому за однакових умов дозрівання структура кінцевого продукту залежить від рН золю (крива 2).

Дані показано на рисунку 1.3.



рН золю: 1 – 6,5; 2 – 8,5.

Рисунок 1.3 – Вплив тривалості старіння на питому поверхню силікагелю.

Вплив складу промивної рідини на величину поверхні силікагелів був предметом багатьох досліджень, які показали значний вплив рН промивної води. Силікагелі, що були промиті підкисленою водою, незалежно від рН золю мають поверхню близько 600 м²/г. Гелі, промиті за рН 10 мають поверхню 400 м²/г. Поверхню близьку до 300 м²/г мають гелі, промиті звичайною водопровідною водою [3].

Температура промивки і старіння також має вплив на формування поверхні силікагелю: зі збільшенням температури величина поверхні зменшується. Так з підвищенням температури промивних вод від 50 до 100 °С величина поверхні зменшується від 618 до 320 м²/г.

Особливо різко цей вплив проявляється при температурі вище 100 °С в гідротермальних умовах. Було проведено дослідження трьох гелів: лужний з рН 11, нейтральний і кислий з рН 1. Дослідження показали, що старіння у лужному середовищі значно вище, ніж у нейтральному або кислому. У таблиці 1.1 наведено значення швидкості зміни величини поверхні в залежності від температури і рН.

Таблиця 1.1 – Значення швидкості зміни величини поверхні в залежності від температури і рН

Т, °С	рН 1	рН 6	рН 11
90	0	0,011	1
170	0,011	0,5	4

2 ХАРАКТЕРИСТИКА ВИРОБЛЕНОЇ ПРОДУКЦІЇ, ВИХІДНОЇ СИРОВИНИ ТА НАПІВПРОДУКТІВ, МАТЕРІАЛІВ, ЕНЕРГЕТИЧНИХ НОСІЇВ

Найбільш поширеним твердим поглиначем для виробничих осушувальних установок є силікагель. Силікагель – це зневоднений гідрогель кремнієвої кислоти. За хімічною природою силікагель – це діоксид кремнію різного ступеня обводнення $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$.

Вода входить в структуру силікагелю у вигляді гідроксильних груп, хімічно пов'язаних з атомами кремнію на поверхні. Силікагель має пористу структуру: сумарна поверхню пор від 100 до 700 $\text{м}^3/\text{г}$.

Інертна хімічна сполука – силікагель може бути використаний для адсорбції багатьох речовин. Завдяки своїм високим гідрофільним властивостям, силікагель – цінний адсорбент при адсорбції водяної пари. Адсорбована вода утримується на силікагелі за рахунок водневих зв'язків ОН-групи поверхні решітки. При нагріванні силікагель легко повертає поглинені речовини, відновлюючи при цьому свої адсорбційні властивості. Однак при температурі вище 200°C (особливо при нагріванні в вакуумі) знижується ступінь покриття поверхні гідроксилами і відповідно зменшується надалі адсорбція води, метанолу, амінів і інших адсорбтивів в області мономолекулярного заповнення.

Силікагелі по ГОСТ 3956-76 являють собою тверді склоподібні прозорі або матові зерна насипною щільністю в межах $0,4\text{--}0,8 \text{ г/см}^3$. Залежно від характеру пористої структури кускові і гранульовані силікагелі діляться на крупно- і дрібнопористі. Перші з них характеризуються середнім радіусом пор 5 нм, а другі – 1-1,5 нм.[1].

Залежно від гранулометричного складу, форми частинок і характеру пористості силікагелі позначають чотирма літерами: перша буква характеризує розмір гранул, друга (завжди С) – силікагель, третя – розмір пор, остання форму частинок.

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
						18
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Так, крупний силікагель дрібнопористий гранульований позначають КСМГ, мілкий силікагель дрібнопористий кусковий – МСМК. Середні фракції силікагелю називають «шихтою» і позначають: ШСМК, ШСКГ, ШСМГ. Індикаторний силікагель (ГОСТ 8984-58) – силікагель, просочений солями кобальту. Залежно від вологості середовища він змінює колір від світло-блакитного до рожевого.

Випускається силікагель у вигляді кульок або шматочків неправильної форми з зернами розміром в межах 0,1-7,0 мм. Залежно від апаратурного оформлення рекомендують наступний гранулометричний склад силікагелю: 0,1-0,25 мм – для процесів з киплячим шаром адсорбентів; 0,5-2,0 мм – для рідиннофазних процесів і процесів з рухомим шаром адсорбенту; 2,0-7,0 мм – для процесів в газовій фазі зі стаціонарним шаром адсорбенту.

Непрямою характеристикою структури є насипна щільність. Силікагель дрібнопористий має щільність близько 700 г/дм³, а крупнопористий – від 400 до 500 г/л. Механічна міцність як від стирання так і від роздавлювання також різна: у дрібнопористою вона вища.

Промисловий силікагель містить деяку кількість домішок - оксидів алюмінію, заліза, кальцію та інших металів. Деякі з них активні каталізатори і вони сприяють протіканню крекінгу при регенерації; в результаті на поверхні силікагелю утворюється кокс, що знижує активність поглинача. З огляду на це, для осушення газів, в яких присутні висококиплячі вуглеводні, використовують більш чисті силікагелі з найбільшим вмістом діоксиду кремнію.

Для осушення газу на промислових установках найбільш ефективним є застосування дрібнопористого силікагелю. Однак, слід враховувати, що дрібнопористий силікагель швидко подрібнюється при наявності в газі крапельної вологи, яка викликає значні напруги в структурі гранули як під час адсорбції, так і при регенерації. Більш стійкий до пересичених вологою газів крупнопористий силікагель.

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		19

Не рекомендується застосовувати силікагель як осушувач, якщо до складу газу входять ненасичені вуглеводні, так як при регенерації вони полімеризуються. Насичені вуглеводні, починаючи з бутану, сорбуються силікагелем, але їх частково замінює вода. Легкі вуглеводні (до бутану) повністю видаляються при регенерації силікагелю і не впливають на адсорбційну здатність. Важкі вуглеводні С5 і вище міцніше утримуються і при регенерації не усуваються повністю.

Масла, гліколи і аміни легко сорбуються і при регенерації в залежності від температури залишаються на поверхні або розкладаються, утворюючи смолисті сполуки, які закупорюють пори адсорбенту і знижують його адсорбційну здатність. Аміни розкладаються з утворенням аміаку, який руйнує структуру силікагелю, збільшує розмір пор і зменшує його поверхню.

Сірководень і діоксид вуглецю сорбуються на силікагелі подібно бутану і як бутан здебільшого витісняються парами води при адсорбції і цілком видаляються при регенерації.

Динамічна адсорбційна здатність силікагелю по волозі залежить: 1 – від розміру зерна; 2 – швидкості потоку; 3 – вмісту вологи в газі. (Див. Рисунок 2.1 та 2.2) [4].

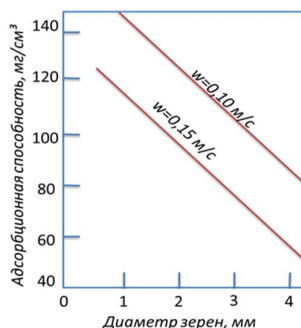
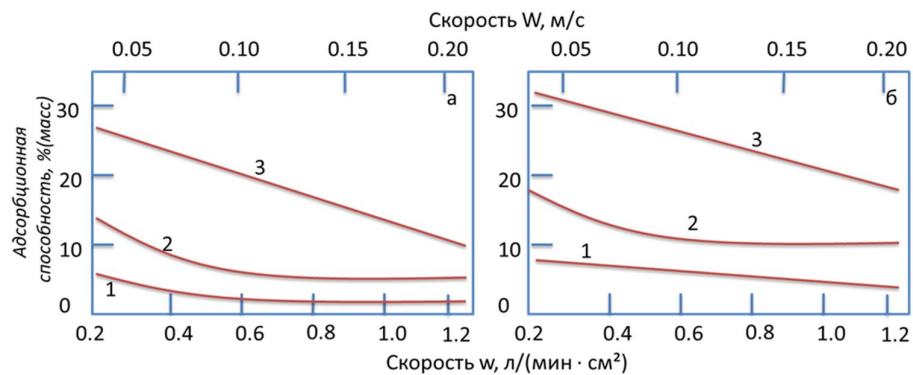


Рисунок 2.1 – Динамічна адсорбційна здатність шару дрібнопористого силікагелю ($h = 0,3$ м) при різному розмірі зерна і швидкості потоку (w , м/с). Осушення до точки роси -60°C .



а) осушення для «проскокової» концентрації, що відповідає точці роси $t_p = -40\text{ }^{\circ}\text{C}$; б) те саме, $t = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$;

1 – крупнопористий; 2 – середньопористий; 3 – дрібнопористий.

Рисунок 2.2 – Динамічна адсорбційна здатність шару силікагелю ($h = 1$ м) при різній швидкості потоку.

Крім того, динамічна, адсорбційна здатність силікагелю по волозі залежить від повноти регенерації, в свою чергу залежить від температури. Максимальна температура при регенерації 200-250 $^{\circ}\text{C}$, так як при більш високій температурі поверхня адсорбенту руйнується. Нижче наводяться результати дослідження дії температури регенерації на динамічну адсорбційну здатність дрібнопористого силікагелю (мг/см^3) при осушенні до точки роси – 40 $^{\circ}\text{C}$ [3].

Таблиця 2.1 – Вплив температури регенерації

Температура регенерації, $^{\circ}\text{C}$	100	150	200	250	300	400
Кульковий силікагель (радіус пор 1 нм)	3,2	3,4	9,5	9,3	6,7	3,0
Гранульований (радіус пор 1,4 нм)	0,1	3,9	6,6	6,3	5,1	2,8

Основне застосування силікагелі знаходять при осушенні повітря, вуглекислого газу, водню, кисню, азоту, хлору і інших промислових газів.

Здатність силікагелю поглинати значну кількість води використовується для осушення різних рідин, особливо в тому випадку коли зневоднююча рідина погано розчиняє воду (сушка галогенованих рідин типу фреон). Силікагелі служать також осушувачами при консервації обладнання для запобігання його від корозії.

Також силікагель використовують як адсорбент в хроматографії, як поглинач водяної пари (осушувач) і органічних розчинників (наприклад, в осушувачах стисненого повітря, адсорбційної очистки неполярних рідин; для поділу спиртів, амінокислот, вітамінів, антибіотиків та ін.).

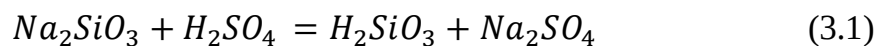
Силікагель пожежо- та вибухобезпечний, за ступенем впливу на організм відноситься до речовин 3-го класу небезпеки. Пил силікагелю містить від 10 до 70 % вільного діоксиду кремнію. При роботі з силікагелем рекомендують використовувати засоби захисту органів дихання.

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		22

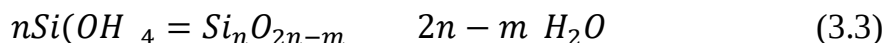
3 ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИЙНЯТОГО МЕТОДУ ВИРОБНИЦТВА, ХІМІЗМ, ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ І ОБГРУНТУВАННЯ НОРМ ТЕХНОЛОГІЧНИХ РЕЖИМІВ

На сьогодні відомі різноманітні методи отримання силікагелю: осадженням аморфного кремнезему з силікатів лужних металів мінеральними кислотами; змішуванням силікатів лужних металів легко гідролізуючими солями; гідролізом галогенових сполук кремнію; термічним розкладанням кремній-органічних сполук або чотирихлористого кремнію. Однак найбільш поширеним у світі є перший метод.

Сировиною для виробництва даного адсорбенту є силікат-брила, а в якості мінеральної кислоти використовують, як правило, більш дешеву сульфатну кислоту [1]:



Перетворення гелю протікає за механізмом поліконденсації:



Поліконденсація призводить до утворення частинок колоїдних розмірів (2-20 нм) сферичної форми. При висушуванні гідрогель зберігає структурну сітку, яка складається зі зв'язаних між собою сферичних частинок. Зі збільшенням числа частинок і виникненням міцних зв'язків між ними утворюється жорсткий кремнієвокисневий каркас. Пори являють собою відстані між частинками, розмір пор та їх об'єм визначається розміром частинок та щільністю їх розташування.

Формування структури силікагелю йде по такій схемі. Первинні частинки золю розміром приблизно 4 нм захищені іоносольтватою оболонкою, яка заважає утворенню більш крупних агрегатів. Для утворення концентрованого та стабільного золю достатньо 1-4 іонів натрію на 10 нм³

первинних частинок. У такому золі відбувається тільки переконденсація, яка призводить до вирівнювання розміру глобул за рахунок зникнення менших. Захисна дія іоносольватної оболонки продовжується до стадії сушіння гелю.

У процесі сушіння під дією капілярних сил йде примусове зближення глобул. Дотик глобул призводить до утворення місць з меніском від'ємної кривизни та різко пониженої розчинності кремнієвої кислоти. Відбувається переміщення кислоти з випуклих частин поверхні глобул під дією залишкової води, іонів натрію та підвищеної температури. Варіюючи цими факторами, можна змінювати розмір частинок, що утворюють структуру гелю та його поверхню.

Таким чином іони натрію двояко впливають на поверхню силікагелю: спочатку він підвищує захисну дію гідратної оболонки і запобігає злиттю первинних глобул, а під час сушіння після руйнування гідратних оболонок – підвищує розчинність кремнієвої кислоти та підвищує ріст розмірів глобул в результаті їх злиття.

Адсорбційні та хімічні властивості визначаються групами $\equiv\text{Si}-\text{OH}$. OH^- займають в основному вершини тетраедрів, які виходять на поверхню скелету силікагелю.

Силікагель отримують взаємодією лужного силікату з кислотами і кислими солями, гідролізом чотирьохлористого кремнію та іншими методами. На рисунку 3.1 представлено принципові варіанти отримання адсорбенту.

Згідно 1-го варіанту отриманий при взаємодії вихідних складових золь кремнієвої кислоти коагулює, утворюючи студень, тобто у всьому об'ємі гелю затискається вся рідина вихідних розчинів. Це дає змогу утворити крупні сферичні гранули, поєднуючи її з коагуляцією шляхом дроблення потоку золя на крупні краплі. Такий метод не потребує складного обладнання для формування, промивки та старіння гелю.

У 2-му варіанті в якості коагулятора використовують не тільки кислоту, а й солі сильної кислоти та слабкої основи.

Це призводить до збільшення швидкості коагуляції, утворенню пухкого аморфного осаду кремнієвої кислоти, що утворює рухому суспензію, яка легко розділяється фільтруванням. Після сушіння отримують ксерогель у вигляді порошку або пухких не міцних шматків. Для утворення гранул необхідна пластифікація та формування.

На пористу структуру силікагелю впливають:

- 1) рН на стадіях отримання та промивки гідрогелю. Збільшенням рН від 2 до 8 змінюють питому площу поверхні гелю від 800 до 350 м²/г при одночасній зміні об'єму пор від 0,3 до 0,8 см³/г;
- 2) зміна глибини старіння гелю, отриманого у нейтральному середовищі, за допомогою стабілізуючих агентів;
- 3) просочення гідрогелю перед сушінням мінеральними кислотами;
- 4) заміна інтерміцелярної води органічними рідинами;
- 5) гідротермальна обробка гідрогелю кремнієвою кислотою у автоклаві за різних температур;
- 6) прожарювання ксерогелю за високих температур в присутності водяної пари або мінералізаторів.

Промислове виробництво силікагелів здійснюється за двома принципово різними напрямками: виробництво кускового і виробництво гранульованого (кулькового) силікагелю. У виробництві кускового силікагелю розчини для утворення гелю порівняно низьких концентрацій зливають в таких співвідношеннях, щоб отриманий золь мав кислу реакцію і не застигав в короткий час. Такий золь ретельно гомогенізують і залишають у спокої до утворення гелю. Гель розрізають на шматки і в шматках промивають його, а потім сушать, розмелюють і розсіюють на потрібні фракції.

Широкого поширення отримали гранульовані силікагелі.

Два варіанти принципових схем виробництва зображено на рисунку 3.1

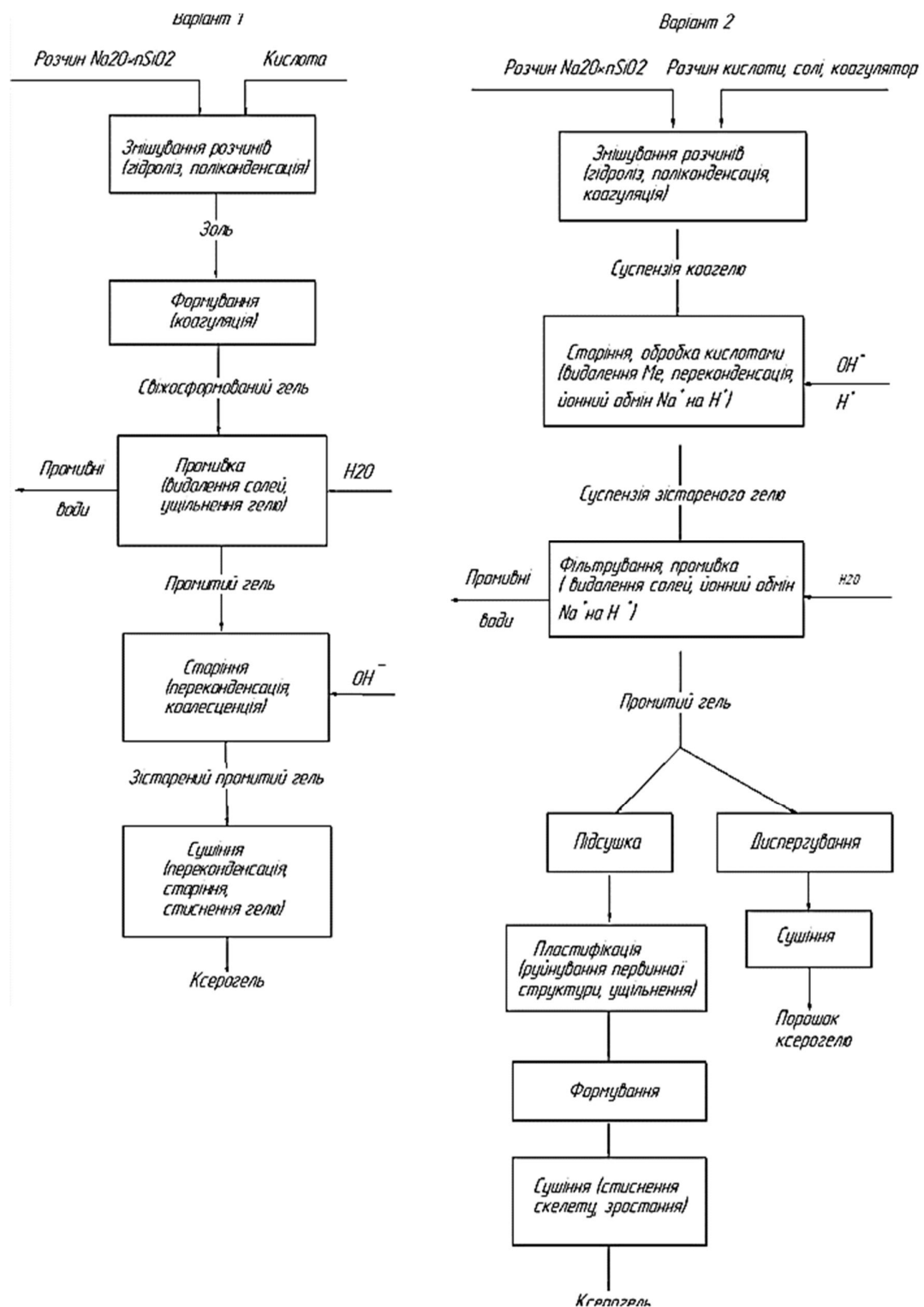


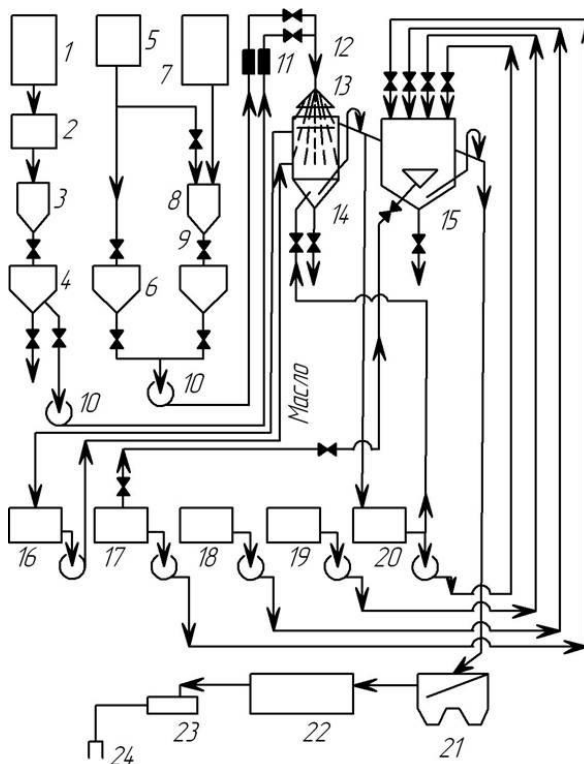
Рисунок 3.1 – Принципові схеми виробництва силікагелю.

4 ТЕХНОЛОГІЧНА СХЕМА ТА АНАЛІТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ВИРОБНИЦТВА

Технологічна схема виробництва гранульованого силікагелю представлена на рисунку 4.1[1].

Силікат-глиба зі складу 1 подається до шокової дробарки 2, а далі в автоклаві 3 розчиняється в гарячій воді під тиском 5,5 кгс/см² при температурі 150 °С. Концентрований розчин силікату натрію (рідкого скла) розбавляється в ємності 4 до заданої концентрації. Аморфний кремнезем з рідкого скла осаджується сульфатною кислотою або підкисленим розчином сірчанокислового алюмінію. При виробництві гранульованого силікагелю у якості зміцнюючої добавки використовують 4-10 % розчин оксиду алюмінію. Рідке скло та розчин сірчанокислового алюмінію подаються насосами 10 до змішувача 12, в якому утворюється золь кремнієвої кислоти. Потік золю зі змішувача подається до формувальної колони 13, куди надходить масло для утворення крапель золю. Утворений кульковий гідрогель виноситься з колони потоком транспортної рідини, що подається з резервуару 20. В колоні вологих обробок 15 протікають наступні стадії: синерезис, активація і промивка. На стадії синерезису у колону подається розчин сульфату натрію. При проведенні активації гідрогель промивають слабким розчином сірчаної кислоти, щоб усунути залишки катіонів металів, зокрема натрію. Завершальною стадією є промивка гелю водою, щоб усунути залишки розчину сульфатної кислоти і сульфату натрію. У сепараторі 21 гель відділяють від води, подають у піч 22, де просушують, після чого у класифікаторі 23 розділяють на фракції і пакують.

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		27



1 – склад силікат-брили; 2 – дробарка; 3 – автоклав; 4 – ємність для рідкого скла; 5 – ємність для концентрованої сірчаної кислоти; 6 – ємність для розчину сірчаної кислоти; 7 – склад тригідрату оксиду алюмінію; 8 – реактор для отримання сульфату алюмінію; 9 – ємність для розчину сульфату алюмінію; 10 – насоси; 11 – ротаметри; 12 – змішувач; 13 – формувальний конус; 14 – формувальна колона; 15 – колона для мокрої обробки; 16 – збірник масла; 17 – збірник синерезисної рідини; 18 – збірник для активуючого розчину; 19 – збірник для промивної води; 20 – збірник транспортної води; 21 – сепаратор; 22 – сушильний агрегат; 23 – класифікатор; 24 – вузол затарювання.

Рисунок 4.1 – Принципова схема виробництва гранульованого силікагелю.

За описаною вище технологією отримують кульковий силікагель з зернами розміром 1,0-7,5 мм. Продукти такого фракційного складу задовольняють вимогам процесів зі стаціонарним шаром адсорбенту.

Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

ХН 3108 1440 000 ПЗ

Арку

28

Регулюючи фракційний склад отримують більш вузькі фракції кулькового силікагелю (наприклад, 1,0-2,5; 2,0-4,0 або 3,0-5,0 мм).

Представлений технологічний процес отримання гранульованих силікагелів дозволяє в досить широких межах регулювати їх пористість.

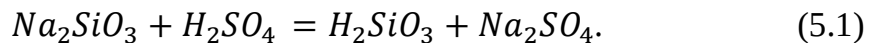
Непрямою характеристикою структури силікагелю є насипна щільність: у крупнопористих вона дорівнює 0,4-0,5, у дрібнопористих 0,7-0,8 г/см³. Дрібнопориста структура механічно міцніша, ніж крупнопориста. Показник міцності, визначений за стійкістю до стирання в обертовому барабані зі сталевими тілами, що мелють, для крупнопористих силікагелів знаходиться в межах 60-85%, а для дрібнопористих 85-95%.

Силікагелі руйнуються під впливом крапельної вологи. Існують методи отримання водостійких сортів силікагелів, але вони володіють зниженою вологоємністю, і технологія їх виготовлення складніше. Щоб запобігти руйнуванню силікагелю при експлуатації в тих випадках, коли можливо проникнення в адсорбер крапельної вологи, в невеликому захисному шарі використовують інші водостійкі типи промислових адсорбентів, наприклад активний оксид алюмінію.

5 ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТНИХ КОЕФІЦІЄНТІВ З СИРОВИНИ, НАПІВПРОДУКТІВ, ДОПОМІЖНИХ МАТЕРІАЛІВ ТА ЕНЕРГОНОСІЇВ

5.1 Матеріальний баланс виробництва

Утворення силікагелю проходить за реакціями 5.1 і 5.2 відповідно:



Вихідні дані :

$$m(H_2SO_{4\ 60\%}) = 60 \text{ т};$$

$$m(SiO_2 \cdot nH_2O) = 50 \text{ т.}$$

З урахуванням того, що силікагель містить 30% вологи до висушування, знайдено скільки в ньому води:

$$m(H_2O) = 0,3 \cdot 50 = 15 \text{ т.}$$

$$m(SiO_2) = m(SiO_2 \cdot nH_2O) - m(H_2O) = 50 - 15 = 35 \text{ т.}$$

За реакцією 5.2 знаходять скільки кремнієвої кислоти:

$$m(H_2SiO_3) = \frac{m(SiO_2) \cdot M(H_2SiO_3)}{M(SiO_2)} = \frac{35 \cdot 78}{60} \text{ т.}$$

За реакцією 5.1 знаходять масу вихідних речовин та продуктів:

$$m(Na_2SiO_3) = \frac{m(H_2SiO_3) \cdot M(Na_2SiO_3)}{M(H_2SiO_3)} = \frac{45.5 \cdot 122}{78} \text{ т.}$$

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
						30
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаходять, скільки 98 % -вої кислоти, необхідно, щоб приготувати розчин 60 % -вої:

$$m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{98\%} = \frac{m \text{H}_2\text{SO}_4 * 60}{100} = \frac{60 * 60}{100} \quad \text{т.}$$

$$m(\text{H}_2\text{O}) = m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{60\%} - m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{98\%} = 60 - 36 = 24 \text{ т.}$$

$$m(\text{Na}_2\text{SO}_4) = \frac{m \text{H}_2\text{SiO}_3 * M(\text{Na}_2\text{SO}_4)}{M \text{H}_2\text{SiO}_3} = \frac{45.5 * 142}{78} \quad \text{т.}$$

Дані заносимо у зведену таблицю 5.1.

Таблиця 5.1 – Зведена таблиця матеріального балансу

Завантажено			Отримано		
Речовина	т/год	%	Речовина	т/год	%
Na ₂ SiO ₃	72,5	50,87	SiO ₂ ·nH ₂ O в т ч.	50	35,0
H ₂ O	10	7,01	- SiO ₂	35	24,5
H ₂ SO ₄ 60% в т.ч	60	42,11	- H ₂ O	15	10,5
- H ₂ SO ₄ 98%	36	25,26	Na ₂ SO ₄	82,83	57,99
- H ₂ O	24	16,84	H ₂ O	10	7,0
Σ	142,5	100	Σ	142,83	100

Розбаланс % = 0,2 %.

Витратні коефіцієнти по сировині:

$$\beta(\text{Na}_2\text{SiO}_3) = \frac{m(\text{Na}_2\text{SiO}_3)}{m(\text{SiO}_2 * n\text{H}_2\text{O})} = \frac{72,5}{50} \quad \text{т/т.}$$

$$\beta(\text{H}_2\text{SO}_4 \text{ 60\%}) = \frac{m(\text{H}_2\text{SO}_4)_{60}}{m(\text{SiO}_2 * n\text{H}_2\text{O})} = \frac{60}{50} \quad \text{т/т.}$$

$$\beta(\text{H}_2\text{O}) = \frac{m(\text{H}_2\text{O})}{m(\text{SiO}_2 * n\text{H}_2\text{O})} = \frac{10}{50} \quad \text{т/т.}$$

5.2 Тепловий баланс

Основне рівняння теплового балансу:

$$Q_{\text{прих}} = Q_{\text{расх}} \quad (5.3)$$

Тепло, що вноситься з силікат-брилою:

$$Q_{Na_2SiO_3} = C_{Na_2SiO_3} \cdot \frac{m_{Na_2SiO_3}}{M_{Na_2SiO_3}} \cdot T \quad (5.4)$$

$$Q_{Na_2SiO_3} = 594,26 \cdot 373 = 24783786,2 \text{ кДж.}$$

Тепло, що вноситься з сульфатною кислотою:

$$Q_{H_2SO_4} = C_{H_2SO_4} \cdot \frac{m_{H_2SO_4}}{M_{H_2SO_4}} \cdot T \quad (5.5)$$

$$Q_{H_2SO_4} = 555,56 \cdot 373 = 15603833,33 \text{ кДж.}$$

Тепло, що вноситься з сульфатною кислотою:

$$Q_{H_2SO_4} = C_{H_2SO_4} \cdot \frac{m_{H_2SO_4}}{M_{H_2SO_4}} \cdot T \quad (5.6)$$

$$Q_{H_2SO_4} = 612,24 \cdot 373 = 31722508,16 \text{ кДж.}$$

Тепло, що виноситься з силікагелем:

$$Q_{SiO_2} = C_{SiO_2} \cdot \frac{m_{SiO_2}}{M_{SiO_2}} \cdot T \quad (5.7)$$

$$Q_{SiO_2} = 583,33 \cdot 293 = 7580154,16 \text{ кДж.}$$

$$Q_{H_2O} = C_{H_2O} \cdot \frac{m_{H_2O}}{M_{H_2O}} \cdot T \quad (5.8)$$

$$Q_{H_2O} = 833,33 \cdot 293 = 18385749,9 \text{ кДж.}$$

Тепло, що виноситься з сульфатом натрію:

$$Q_{Na_2SO_4} = C_{Na_2SO_4} \cdot \frac{m_{Na_2SO_4}}{M_{Na_2SO_4}} \cdot T \quad (5.9)$$

$$Q_{Na_2SO_4} \cdot 586,83 \cdot 293 = 21981293,31 \text{ кДж.}$$

Теплота реакції:

$$Q_p = \Delta H \cdot n_{SiO_2} \cdot n_{H_2O} \quad (5.10)$$

$$Q_p \cdot 200,61 \cdot 583,33 = 117021831,3 \text{ кДж.}$$

Втрати у навколишнє середовище:

$$Q = \sum Q_{\text{прих}} - Q_{\text{расх}} \quad (5.11)$$

$$Q = \text{—} \text{ кДж.}$$

Дані заносимо у таблицю 5.2

Таблиця 5.2 – Тепловий баланс

Прихід		Витрата	
Речовина	кДж	Речовина	кДж
Na ₂ SiO ₃	24783786,2	SiO ₂ ·nH ₂ O в т.ч.	
H ₂ O	15603833,33	- SiO ₂	7580154,16
H ₂ SO ₄ 60%	31722508,16	- H ₂ O	18385749,9
Q _p	117021831,3	Na ₂ SO ₄	21981293,31
		H ₂ O	15603833,33
		Q	292755259,59
Σ	356306290,29	Σ	356306290,29

6 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

6.1 Розрахунок та вибір основного реактору

Основним реактором у даному виробництві було обрано сушильний апарат типу стрічкова сушарка . Адже саме у цьому агрегаті відбувається сушка гідрогелю і перетворення його у готовий продукт.

Вихідні дані:

Продуктивність сушарки по вологому матеріалу - $G_H = 50000 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$.

Початкова вологість матеріалу - $u_H = 40\%$.

Кінцева вологість матеріалу - $u_K = 0,000001\%$.

Характеристика повітря до калорифера (Липень) - $t_L = 19,4^\circ\text{C}; \varphi_L = 68\%$.

Характеристика повітря до калорифера (Січень) - $t_3 = -12,2^\circ\text{C}; \varphi_L = 89\%$.

Температура повітря перед входом в сушарку (після калорифера) - $t_1 = 140^\circ\text{C}$.

Відносна вологість повітря на виході з сушарки - $\varphi_2 = 40\%$.

Температура вологого матеріалу завантаженого в сушарку - $v_1 = 20^\circ\text{C}$.

Температура матеріалу вивантаженого з сушарки (на 20°C нижче температури повітря, яке виходить з сушарки, вважаючи на теор. сушарку.) - v_2 .

Теплоємність матеріалу - $c_M = 0,74 \frac{\text{кДж}}{\text{кг} \cdot ^\circ\text{C}}$.

Питомі втрати тепла в сушарці - $q_{\text{пот.}} = 21000 \frac{\text{Дж}}{\text{кг}_{\text{випар.}} \text{ вологи}}$.

Паровміст гріючої пари - $\delta' = 0,94$.

1. Визначають кількість випареної вологи:

$$W = G_H \cdot \frac{u_H - u_K}{100 - u_K} = 50000 \cdot \frac{40 - 0,000001}{100 - 0,000001} = 20000 \frac{\text{кг}}{\text{год}}.$$

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
						34
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

2. Розглянуто процес сушіння:

Таблиця 6.1 – Процес сушіння матеріалу у літній та зимній періоди

Липень	Січень
а) Знаючи, що $t_{\text{л}} = t_0 = 19,4^{\circ}\text{C}$; $\varphi_{\text{л}} = \varphi_0 = 68\%$, по діаграмі I-x для вологого повітря знайдемо x_0 і i_0. Поставимо точку $A(t_0, \varphi_0, x_0, i_0)$. $t_0 = 19,4^{\circ}\text{C}$, $\varphi_0 = 68\%$, $x_0 = 0,012 \frac{\text{кг}}{\text{кг сух. пов.}}$, $i_0 = 50 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ б) Відповідно до процесу нагрівання $x_0 = x_1 = 0,012 \frac{\text{кг}}{\text{кг сух. пов.}}$. За умовою завдання температура $t_1 = 140^{\circ}\text{C} \Rightarrow$ відмітимо на діаграмі точку $B(t_1, \varphi_1, x_0 = \tilde{\alpha}_1, i_1)$. $t_1 = 140^{\circ}\text{C}$, $\varphi_1 = 5\%$, $x_0 = x_1 = 0,012 \frac{\text{кг}}{\text{кг сух. пов.}}$, $i_1 = 165 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ в) Згідно процесу теоретичного сушіння $i_1 = i_2 = 165 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$. З дано $\varphi_2 = 40\%$. Відмітимо на діаграмі точку $C(t_2, \varphi_2, x_2, i_2 = i_1)$. $t_2 = 55^{\circ}\text{C}$, $\varphi_2 = 40\%$, $x_2 = 0,04 \frac{\text{кг}}{\text{кг сух. пов.}}$, $i_2 = i_1 = 165 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$.	а) Знаючи, що $t_3 = t_0 = -12,2^{\circ}\text{C}$; $\varphi_{3\text{л}} = \varphi_0 = 89\%$, по діаграмі I-x для вологого повітря знайдемо x_0 і i_0. Поставимо точку $A(t_0, \varphi_0, x_0, i_0)$. $t_0 = -12,2^{\circ}\text{C}$, $\varphi_0 = 89\%$, $x_0 = 0,0013 \frac{\text{кг}}{\text{кг сух. пов.}}$, $i_0 = -10 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ б) Відповідно до процесу нагрівання $x_0 = x_1 = 0,0013 \frac{\text{кг}}{\text{кг сух. пов.}}$. За умовою завдання температура $t_1 = 140^{\circ}\text{C} \Rightarrow$ відмітимо на діаграмі точку $B(t_1, \varphi_1, x_0 = \tilde{\alpha}_1, i_1)$. $t_1 = 140^{\circ}\text{C}$, $\varphi_1 = 5\%$, $x_0 = x_1 = 0,0013 \frac{\text{кг}}{\text{кг сух. пов.}}$, $i_1 = 136,25 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ в) Згідно процесу теоретичного сушіння $i_1 = i_2 = 136,25 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$. З дано $\varphi_2 = 40\%$. Відмітимо на діаграмі точку $C(t_2, \varphi_2, x_2, i_2 = i_1)$. $t_2 = 50^{\circ}\text{C}$, $\varphi_2 = 40\%$, $x_2 = 0,033 \frac{\text{кг}}{\text{кг сух. пов.}}$, $i_2 = i_1 = 136,25 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$.

3. Визначено витрату сухого повітря в апараті у кількості:

$$W = 20000 \frac{\text{кг}}{\text{год}}.$$

Таблиця 6.2 – Витрата сухого повітря в апараті

Липень	Січень
$L = \frac{W}{x_2 - x_0} = \frac{20000}{0,04 - 0,012} = 714285,71 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$	$L = \frac{W}{x_2 - x_0} = \frac{20000}{0,033 - 0,0013} = 630914,83 \frac{\text{кг}}{\text{год}}$

4. Визначено витрату теплоти у теоретичній сушарці:

Таблиця 6.3 – Витрата теплоти

Липень	Січень
$Q_T = L \cdot (i_2 - i_0) = 714285,71 \cdot (165000 - 5000) = 82142856650 \text{ Дж} = 22835714,15 \text{ Вт}$	$Q_T = L \cdot (i_2 - i_0) = 630914,83 \cdot (136250 - (-1000)) = 92271293887,5 \text{ Дж} = 25651419,7 \text{ Вт}$

5. Визначено витрату тепла на підігрів матеріалу:

Таблиця 6.4 – Витрата тепла на підігрів

Липень	Січень
За умовою $v_1 = 20^\circ \text{C}$, $v_2 = t_2 - 20 = 55 - 20 = 35^\circ \text{C}$ $Q_M = G_K \cdot c_K \cdot (v_2 - v_1) =$ $= (G_H - W) \cdot c_K \cdot (v_2 - v_1) =$ $= (50000 - 20000) \cdot 0,74 \cdot (35 - 20) =$ $= 333000 \text{ Дж} = 92,57 \text{ Вт}.$	За умовою $v_1 = 20^\circ \text{C}$, $v_2 = t_2 - 20 = 50 - 20 = 30^\circ \text{C}$ $Q_M = G_K \cdot c_K \cdot (v_2 - v_1) =$ $(G_H - W) \cdot c_K \cdot (v_2 - v_1) =$ $= (50000 - 20000) \cdot 0,74 \cdot (30 - 20) =$ $= 222000 \text{ Дж} = 61,72 \text{ Вт}.$

6. Визначено кількість тепла, що вноситься вологим матеріалом:

$$Q_B = W \cdot v_1 \cdot c_B = 20000 \cdot 20 \cdot 4190 = 1676000000 \text{ Дж} = 465928 \text{ Вт}.$$

7. Визначимо втрати тепла:

$$Q_{\Pi} = q_{\text{пот.}} \cdot W = 21000 \cdot 20000 = 420000000 \text{ Дж} = 116760 \text{ Вт}.$$

8. Визначимо загальні втрати в сушарці:

Таблиця 6.5 – Загальні втрати тепла

Липень	Січень
$Q_{\text{втрат}} = Q_{\text{П}} + Q_{\text{В}} + Q_{\text{М}} = 4200000000 +$ $+ 1676000000 + 333000 =$ $= 2096333000 \text{ Дж} = 582780,57 \text{ Вт.}$	$Q_{\text{втрат}} = Q_{\text{П}} + Q_{\text{В}} + Q_{\text{М}} = 4200000000 +$ $+ 1676000000 + 222000 =$ $= 2096222000 \text{ Дж} = 582749,72 \text{ Вт.}$

9. Визначено загальну кількість тепла, яку необхідно подати у калорифер:

Таблиця 6.5 – Кількість тепла, необхідна для подачі у калорифер

Липень	Січень
$Q = Q_{\text{втрат}} + Q_{\text{T}} = 582780,57 + 22835714,17 =$ $= 23418494,74 \text{ Вт.}$	$Q = Q_{\text{втрат}} + Q_{\text{T}} = 582749,72 + 25651419,7 =$ $= 26234169,42 \text{ Вт.}$

10. Визначено витрату гріючої пари в калорифері:

Таблиця 6.6 – Витрата гріючої пари у калорифері

Липень	Січень
а) Т.к витрата тепла в калорифері $Q = L \cdot (i_1 - i_0) = 23418494,74 \text{ (Вт)} \Rightarrow$ $i_1 = \frac{Q}{L} + i_0 = \frac{23418494,74 \cdot 3600}{714285,71} + 50 =$ $= 118029,21 + 50 = 118079,21 \frac{\text{кДж}}{\text{кг сух. пов.}}$ Знаючи $x_1 = 0,012 \frac{\text{кг}}{\text{кг сух. пов.}}, i_1 = 118079,21 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ по діаграмі знаходимо $t_1 \approx 140^\circ \text{C}$ (відповідає початковим даним). б) Приймаємо різницю температур гріючої пари і повітря на виході з калорифера: $\Delta t = t_{\text{г.п.}} - t_1 = 10^\circ \text{C} \Rightarrow t_{\text{г.п.}} =$ $= 140 + 10 = 150^\circ \text{C}$ По таблицям насиченої водяної пари знаходимо, що: $t_{\text{г.п.}} = 150^\circ \text{C} \Rightarrow p_{\text{г.п.}} = 3,685 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2},$ $r = 2150 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$	а) Т.к витрата тепла в калорифері $Q = L \cdot (i_1 - i_0) = 26234169,42 \text{ (Вт)} \Rightarrow$ $i_1 = \frac{Q}{L} + i_0 = \frac{26234169,42 \cdot 3600}{630914,83} + (-10) =$ $= 149692,17 - 10 = 149702,17 \frac{\text{кДж}}{\text{кг сух. пов.}}$ Знаючи $x_1 = 0,0013 \frac{\text{кг}}{\text{кг сух. пов.}}, i_1 = 149702,17 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}$ по діаграмі знаходимо $t_1 \approx 140^\circ \text{C}$ (відповідає початковим даним). б) Приймаємо різницю температур гріючої пари і повітря на виході з калорифера: $\Delta t = t_{\text{г.п.}} - t_1 = 10^\circ \text{C} \Rightarrow t_{\text{г.п.}} =$ $= 140 + 10 = 150^\circ \text{C}$ По таблицям насиченої водяної пари знаходимо, що: $t_{\text{г.п.}} = 150^\circ \text{C} \Rightarrow p_{\text{г.п.}} = 3,685 \frac{\text{кгс}}{\text{см}^2},$ $r = 2150 \frac{\text{кДж}}{\text{кг}}.$

в) Визначимо повну та питому витрату гріючої пари: $G_{г.п.} = \frac{Q}{r \cdot 0,94} = \frac{23418494,74}{2150000 \cdot 0,94} = 11,59 \frac{\text{кВт}}{\text{с}} =$ $= 41715,28 \frac{\text{кВт}}{\text{год}}$ $q_{г.п.} = \frac{G_{г.п.}}{W} = \frac{41715,28}{20000} =$ $= 2,09 \frac{\text{кВт} \cdot \text{гр} \cdot \text{пара}}{\text{кВт} \cdot \text{випар.} \cdot \text{воголи}}$	в) Визначимо повну та питому витрату гріючої пари: $G_{г.п.} = \frac{Q}{r \cdot 0,94} = \frac{26234169,42}{2150000 \cdot 0,94} = 12,98 \frac{\text{кВт}}{\text{с}} =$ $= 46730,83 \frac{\text{кВт}}{\text{год}}$ $q_{г.п.} = \frac{G_{г.п.}}{W} = \frac{46730,83}{20000} =$ $= 2,34 \frac{\text{кВт} \cdot \text{гр} \cdot \text{пара}}{\text{кВт} \cdot \text{випар.} \cdot \text{вологи}}$
---	---

Отже, було проведено розрахунок стрічкової сушарки у літній та зимній час роботи.

6.2 Розрахунок та вибір допоміжного технологічного обладнання

Розрахунок насосів.

Геометрична висота підйому рідини 2,5 м. Довжина трубопроводу на лінії всмоктування 2 м, на лінії нагнітання 3 м. На лінії нагнітання є 3 відведення під кутом 90° з радіусом повороту, рівним 6 діаметрам труби, і 2 нормальних вентиля. На всмоктувальній ділянці трубопроводу встановлено 1 прямоточний вентиль.

Вибір трубопроводу.

Для всмоктувального і нагнітального трубопроводу приймають однакову лінійну швидкість рідини ω , що дорівнює 2 м/с. Тоді діаметр рівний:

$$d = \sqrt{(4Q/(\pi \omega))} = \sqrt{(4 \cdot 0,009/(3,14 \cdot 2))} = 0,076 \text{ м.}$$

Обирано сталевий трубопровід зовнішнім діаметром 80 мм і завтовшки стінки 2 мм. Тоді внутрішній діаметр $d = 0,076$ м. Фактична швидкість рідини в трубі:

$$\omega = 4Q/(\pi d^2) = (4 \cdot 0,009)/(3,14 \cdot [0,076]^2) = 1,98 \text{ м/с.}$$

Визначення втрат на тертя і місцеві опори.

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
						38
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Знаходять значення критерію Рейнольдса:

$$Re=(w \cdot d \cdot \rho) / \mu, \quad (6.1)$$

де μ – динамічна в'язкість води, Па·с:

$$Re=(1,98 \cdot 0,076 \cdot 998) / (1,005 \cdot [10]^{(-3)}) = 149\,432.$$

Це значення критерію Рейнольдса вказує на турбулентний режим. Абсолютну шорсткість трубопроводу приймаємо рівною $2 \cdot 10^{-4}$ м. Тоді:

$$e = \Delta / d = 2 \cdot 10^{-4} / 0,076 = 0,0026.$$

Розрахунок λ слід проводити по формулі:

$$\lambda = 0,11 \cdot (e + 68 / Re)^{0,25} = 0,11 \cdot (0,0026 + 68 / 149\,432)^{0,25} = 0,026.$$

Визначимо суму коефіцієнтів місцевих опорів окремо для всмоктувальної і нагнітальної ліній.

Для всмоктувальної лінії:

Вхід в трубу (приймаємо з гострими краями): $\xi_1 = 0,5$.

Прямоточні вентилі: для $d = 0,076$ м, $\xi_\alpha = 0,6$.

Домножуючи на поправочний коефіцієнт 0,925, одержуємо $\xi_2 = 0,55$.

Сума коефіцієнтів місцевих опорів у всмоктувальній лінії:

$$\Sigma \xi = \xi_1 + \xi_2 = 0,5 + 0,55 = 1,05.$$

Втрачений напір у всмоктувальній лінії знаходимо по формулі:

$$h_{\pi} = \left(\lambda \frac{l}{de} + \Sigma \xi_{M.C} \right) \frac{\omega^2}{2g}, \quad (6.2)$$

де l , de - відповідно довжина і еквівалентний діаметр трубопроводу.

$$h_{(п.вс)} = (0,026 \cdot 2 / 0,076 + 1,05) \cdot [1,98]^2 / (2 \cdot 9,81) = 0,35 \text{ м.}$$

Для нагнітальної лінії:

1) Відведення під кутом 90° : коефіцієнт $A = 1$, коефіцієнт $B = 0,09$; $\xi_1 = 0,09$.

2) Вентилі: для $d = 0,06$ м $\xi = 3,9$, для $d = 0,08$ м $\xi_\alpha = 4$. Приймаємо для $d = 0,076$ м $\xi_2 = 3,93$.

3) Вихід з труби: $\xi_3 = 1$.

Сума коефіцієнтів місцевих опорів в нагнітальній лінії:

$$\Sigma \xi = 3 \cdot \xi_1 + 2 \cdot \xi_2 + \xi_3 = 3 \cdot 0,09 + 2 \cdot 3,93 + 1 = 9,13.$$

Втрачений напір в нагнітальній лінії:

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
						39
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$h_{\text{п.наг}}=(0,026 \cdot 3/0,076+9,13) \cdot [1,98]^2/(2 \cdot 9,81)=2,03 \text{ м.}$$

Загальні втрати напору:

$$h_{\text{втр}}=h_{\text{п.вс}} \cdot [1+h]_{\text{п.наг}}=0,35+2,03=2,38 \text{ м.}$$

Вибір насоса.

Знаходимо напір насоса за формулою:

$$H=(p_2-p_1)/\rho g+H_{\Gamma}+h_{\text{втр}},$$

де p_1 – тиск в апараті, з якого перекачується рідина,

p_2 – тиск в апараті, в який подається рідина, різниця тисків дорівнює надмірному тиску, Па;

H_{Γ} – геометрична висота підйому рідини.

$$H= (0,1 \cdot [10]^6)/(998 \cdot 9,81)+2,5+2,38=15,1 \text{ мм.вод.ст.}$$

Напір при заданій продуктивності забезпечується відцентровими насосами.

Визначимо корисну потужність насоса:

$$N_{\Pi} = \rho \cdot g \cdot Q \cdot H = 998 \cdot 9,81 \cdot 0,009 \cdot 15,1 = 1330,5 \text{ Вт} = 1,33 \text{ кВт.}$$

Приймаючи к.к.д. передачі $\eta_{\text{ПЕР}} = 1$ і $\eta_H = 0,6$ (для відцентрового насоса середньої продуктивності), знайдемо потужність на валу двигуна:

$$N = N_{\Pi}/(\eta_H \cdot \eta_{\text{ПЕР}})= 1,33/(0,6 \cdot 1)= 2,2 \text{ кВт.}$$

Заданим подачі і напору більше всього відповідає відцентровий насос марки 2Х-9(К,Е,И)-5(1) , $Q = 6,9 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$, $H = \text{до } 18 \text{ м.}$

7 АВТОМАТИЧНИЙ КОНТРОЛЬ ТА КЕРУВАННЯ ВИРОБНИЦТВОМ

Обмежені можливості людського організму (стомлюваність, недостатня швидкість реакції на зміну навколишнього середовища й на величину кількості одночасно інформації, що надходить, суб'єктивність в оцінці ситуації і т. ін.) є перешкодою для подальшої інтенсифікації виробництва. Наступає новий етап машинного виробництва, коли людина звільняється від особистої участі у виробництві, а функції керування технологічними й виробничими процесами передаються автоматичним пристроям. Автоматизація призводить до поліпшення головних показників ефективності виробництва: збільшення кількості, поліпшення якості й зниження собівартості продукції, що виробляється. Впровадження автоматичних пристроїв забезпечує високу якість продукції, скорочення браків та відходів, зменшення витрат сировини й енергії, зменшення чисельності основних робітників, зниження капітальних витрат на будівництво будівель, продовження міжремонтних термінів експлуатації устаткування.

Впровадження спеціальних автоматичних пристроїв сприяє безаварійній роботі устаткування, виключає випадки травматизму, попереджає забруднення атмосферного повітря промисловими викидами .

У хімічній промисловості питанням автоматизації приділяється особлива увага. Це пояснюється складністю та великою швидкістю протікання технологічних процесів, високою чутливістю їх до порушення режиму, швидкістю умов роботи, вибухонебезпечністю та пожежонебезпекою речовин, що переробляють і т. ін.

На підставі аналізу технологічного процесу виробництва силікагелю постають наступні задачі автоматизації [13]:

- контроль і регулювання рівня (5 м) у баку з рідким склом 4, з розчином алюмінію 8, у баку для розчину сірчаної кислоти 6, баку з розчином сірчанокислого алюмінію 9;

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		41

- контроль рН у трубопроводі колони вологих обробок 15;
- контроль та регулювання витрати розчинів у трубопроводах 1тр, 28, 30, 32, 36;
- контроль температури і тиску в автоклаві 3;
- контроль температури в сушильному апараті 22;
- контроль рівня в баках для збору оливи 16, синерезисної рідини 17, активувального розчину 18, промивної води 19 та транспортної води 20.

Для забезпечення нормальної роботи усього технологічного устаткування, збільшення продуктивності виробництва, підвищення якості продукту, стабілізації, контролю та реєстрації технологічних параметрів, а також мінімізації можливих помилок технологічного персоналу розроблено схему автоматизації. Вона включає низку контурів автоматичного контролю та регулювання режимних параметрів технологічного процесу.

Для контролю температури в автоклаві 3 та сушильному апараті 22 розроблено контури 1 і 28 відповідно, що містять первинний вимірювальний перетворювач для вимірювання температури – перетворювач термоелектричний (поз 1-1 та 28-1) та приладу з автоматичним оббігальним пристроєм реєструвального, встановленого на щиті (поз. 1-2 та 28-2). Для автоклаву передбачено кнопки сигналізації.

Контроль тиску в автоклаві 3 забезпечує контур 2, що складається з тензоперетворювача різниці тисків (поз. 2-1) та вимірювального приладу, встановленого на щиті керування (поз. 2-2).

Контроль рівня рідини у апаратах 4, 6, 8 і 9 здійснюється за допомогою контурів 3, 8, 7 і 9 відповідно. Контури складаються з первинного вимірювального перетворювача (поз. 3-1, 8-1, 7-1, 9-1), проміжного (поз. 3-2, 8-2, 7-2, 9-2) та показувального і реєструвального приладу з пристроєм сигналізації (поз. 3-3, 8-3, 7-3, 9-3).

Для контролю та регулювання витрат в трубопроводах 1тр, 30, 36, 32, 28 розроблені відповідні контури 13, 15, 5, 11 що складаються з первинного

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
						42
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

перетворювача витрати (поз. 13-1, 15-1, 5-1, 11-1), тензоперетворювача різниці тисків (поз. 13-2, 15-2, 5-2, 11-2), приладу вторинного показувального, реєструвального (поз. 13-3, 15-3, 5-3, 11-3), регулювального блоку (поз. 13-4, 15-4, 5-4, 11-4), пускача магнітного безконтактного реверсивного (поз. МП8, МП9, МП10, МП11), виконавчого механізму (поз. 13-5, 15-5, 5-5, 11-5). Для трубопроводів 28 і 32 спільний контур (поз. 11).

Контроль рН у трубопроводі 33 апарату вологих обробок 15 здійснюється контуром 17, до складу якого входить чутливий елемент рН-метр (поз. 17-1), перетворювач (поз. 17-2), електропневматичний перетворювач (поз. 17-2), вторинний показувальний і реєструвальний прилад (поз. 21-3).

Контроль рівня у апаратах 16, 17, 18, 19, 20 здійснюється контурами 18, 19, 20, 21, 22 відповідно, до складу яких входить буйковий рівнемір (поз. 18-1, 19-1, 20-1, 21-1, 22-1) та прилад вторинний показувальний і реєструвальний з пристроєм сигналізації (поз. 18-2, 19-2, 20-2, 21-2, 22-2).

Керування роботою електроприводів М1, М2, М3, М4, М5, М6, М7 здійснюється контурами 4, 10, 23, 24, 25, 26, 27 відповідно. Контури включають: магнітні пускачі МП, SB1 – кнопка керування ХВ2-ВА31, зелена («ПУСК»); SB2– кнопка керування ХВ2-ВА42, червона («СТОП»); НЛ – лампа сигнальна світлодіодна із зеленим індикатором СКЛ-11-3-2-220; НЛ – лампа сигнальна світлодіодна із червоним індикатором СКЛ-11-К-2-220.

Технічні засоби автоматизації наведено у додатку А.

8.1 Підприємство в промисловій структурі держави

Підприємство з виробництва гранульованого силікагелю “Silicagel”.

Організаційно - правова форма власності – приватна.

Організаційна структура - товариство з обмеженою відповідальністю.

За спеціалізацією – вузькоспеціалізоване.

За масштабом – масове.

За ресурсами – матеріаломістке.

За потужністю – мале.

За чисельністю персоналу – мале.

Вид економічної діяльності: виробництво основної хімічної продукції, добрив і азотних сполук, пластмас і синтетичного каучуку в первинних формах; виробництво інших основних неорганічних хімічних сполук. КВЕД: 20.13 .

Мета діяльності – отримання гранульованого силікагелю для використання його у процесах адсорбції вуглеводнів (ненасичених і ароматичних), води, газів та інших органічних сполук і як наслідок отримання прибутку.

Основні завдання, які вирішує: підприємство виконує замовлення на отримання гранульованого силікагелю для забезпечення процесів сорбції у хімічній промисловості.

Організаційна структура підприємства виглядає наступним чином:

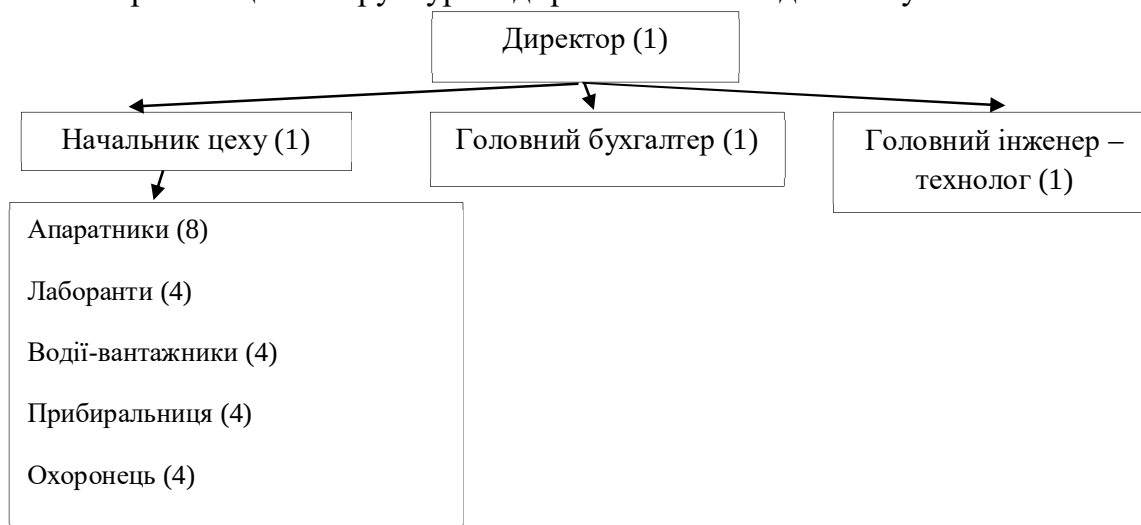


Рисунок 8.1 – Схема організаційної структури підприємства.

8.2 Технологічна підготовка виробництва

Класифікація виробничих процесів відділення:

1. Подрібнення силікат-глиби у дробарці.
2. Розварювання у автоклаві.
3. Приготування розчину рідкого скла.
4. Приготування розчину сірчаноокислого алюмінію.
5. Приготування розчину сульфатної кислоти.
6. Змішування рідкого скла, розчину сульфатної кислоти та розчину сірчаноокислого алюмінію.
7. Формування золю.
8. Колона вологих обробок.
9. Формування гелю.
10. Сушка силікагелю.
11. Класифікація за фракціями.
12. Вузол затарювання.

Таблиця 8.1 – Класифікація виробничих процесів цеху на основні, допоміжні, бічні і підсобні

Основні	1.Подрібнення силікат-глиби у дробарці. 2.Розварювання у автоклаві. 3.Приготування розчину рідкого скла. 4.Приготування розчину сірчанокиислого алюмінію. 5.Приготування розчину сульфатної кислоти. 6.Змішування рідкого скла, розчину сульфатної кислоти та розчину сірчанокиислого алюмінію. 7.Формування золю. 8.Колона вологих обробок. 9.Формування гелю. 10.Сушка силікагелю. 11.Класифікація за фракціями.
Допоміжні	1.Очищення води. 2.Підігрів печей та автоклаву. 3.Вузол затарювання.
Бічні	1.Прибирання приміщення. 2.Завантаження готової продукції у машини.

Оптимальний вид руху предметів праці.

Для відображення на графіку руху предметів праці візьмемо всі операції, кожна з яких виконується за певний проміжок часу.

Таблиця 8.2 – Тривалість операцій виробничого процесу

№	Операція	Час виконання, хв.
	1.Подрібнення силікат-глиби у дробарці.	30
	2.Розварювання у автоклаві.	140
	3.Приготування розчину сульфатнокислого алюмінію.	30
	4.Приготування розчину рідкого скла.	20
	5.Приготування розчину сульфатної кислоти.	20
	6.Змішування рідкого скла, розчину сульфатної кислоти та розчину сірчанонокислого алюмінію.	20
	7. Формування золю.	10
	8.Колона вологих обробок.	100
	9.Формування гелю.	20
	10.Сушка силікагелю.	60
	11.Класифікація за фракціями.	30

Підприємство працює 365 днів на рік 24 години на добу в три зміни по 8 годин. Продуктивність підприємства – 50 т/добу. Тобто, за добу випускається 3 партії по 16,67 т.

При послідовному ВРПП:

$$ТВЦ = B \cdot \sum t_i ; \quad (8.1)$$

$$ТВЦ = 480 \cdot 3 = 1440 \text{ хв.}$$

При паралельному ВРПП:

$$ТВЦ = \sum t_i + (B - 1) \cdot t_{\max} ; \quad (8.2)$$

$$ТВЦ = 480 + (3 - 1) \cdot 140 = 760 \text{ хв.}$$

При синхронізованому ВРПП:

$$ТВЦ = \sum t_i + R \cdot (B - 1); \quad (8.3)$$

$$ТВЦ = 480 + 10 \cdot (3 - 1) = 500 \text{ хв.}$$

Якщо розглянути схему виробництва, то можна деякі процеси виконувати паралельно, адже вони один на одного не впливають, звідси обираємо послідовно - паралельний ВРПП і за графіком бачимо, що час скоротився до 430 хв. Таким чином, оптимальний ВРПП – послідовно-паралельний.

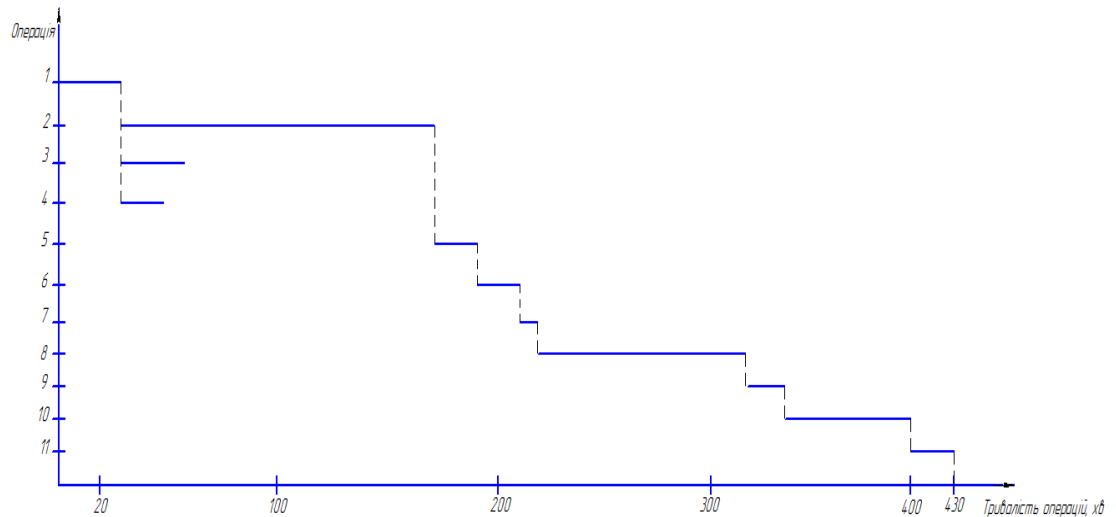


Рисунок 8.2 – Оптимальний ВРПП.

Підприємство працює 7 днів на тиждень у 3 зміни, тривалість змін 8 годин. Середньорічна тривалість виробничого циклу:

$$T_{\text{вц}}^{\text{ср.р.}} = T_{\text{вц}}^{\text{факт.}} \cdot \frac{D_K \cdot 24}{T_p \cdot D_p} \cdot T_{\text{вц}}^{\text{ф}}, \quad (8.4)$$

$$T_{\text{вц}}^{\text{ср.р.}} = 430 \cdot \frac{365 \cdot 24}{365 \cdot 24} = 7,17 \text{ год},$$

Кількість одиниць обладнання:

$$N_{\text{обл}} = 24.$$

Кількість партій продукції, що випускається за один виробничий цикл:

$$B_{\text{вц}} = 1.$$

Річний випуск продукції для обраного ВРПП

За один цикл випускається одна партія продукції. За пропорцією розрахуємо скільки партій випускається за рік :

1 партія – 430 хв

X партій – 525600 хв,

X = 1281 партія .

Розрахунок необхідної кількості співробітників.

Кількість людей, що задіяні у безпосередньому виробничому процесі – апаратники (8), робітники контролю (4), лаборанти (4), прибиральниці (4), охоронці (4), водії-вантажники (4). Всі інші – керуючий персонал.

Чисельність персоналу явочна і за списком.

Явочна чисельність – максимально допустима чисельність працівників, необхідна для виконання відповідного об'єму робіт та для повної комплектації робочих місць у кожному структурному підрозділі підприємства, протягом робочої зміни. Для фахівців робочий тиждень має вигляд: режим роботи 7 днів у 3 зміни, тривалість робочої зміни 8 годин. Для керуючого персоналу 1 зміна, 5 днів на тиждень з 9:00 по 17:00.

Чисельність за списком – потреба підприємства в кадрах. Крім явочної чисельності включає додатково необхідну для заміщення тих, хто у відпустці, хворіють або відсутні з інших поважних причин; також сюди включають сумісників.

Чисельність за списком:

$$Ч_{\text{сп}} = Ч_{\text{яв.роб}} \cdot K_{\text{пер}} + Ч_{\text{яв.кер}} \cdot K_{\text{пер}}, \quad (8.5)$$

$$K_{\text{пер}} = T_{\text{рік}} / T_{\text{прац}},$$

де $T_{\text{рік}}$ – річний фонд часу роботи підприємства в годинах;

$T_{\text{прац}}$ – річний час роботи підприємства з урахуванням вихідних, святкових, відпусток, хвороб.

$$N_{\text{бриг}} \cdot \frac{T_{\text{підпр}}^{\text{рік}}}{T_{\text{прац}}^{\text{рік}}} \approx$$

Цеху необхідно 4 бригади працівників для забезпечення заданої продуктивності.

Тривалість роботи робочих працівників, з розрахунком на 4,3 бригади:

$$T_{\text{прац}}^{\text{рік}} = \frac{T_{\text{св}}}{T_{\text{прац}}^{\text{рік}}} \cdot T_{\text{св}}^* = 8 \text{ год}$$

Тривалість роботи робочих працівників, з розрахунком на 4 бригади:

$$T_{\text{прац.факт}}^{\text{рік}} = \frac{T_{\text{зм.об}}}{T_{\text{зм.об}}} \cdot (T_{\text{зм.об}} - T_{\text{вих}}) \cdot t_{\text{зм}} = \text{год}$$

Тривалість перепрацювань:

$$T_{\text{переп}} = \text{год дні («13-та ЗП» не виплачується)}$$

Отже чисельність за списком:

$$Ч_{\text{сп}} = 28 \cdot \frac{8760}{3 \cdot 2190} \cdot \frac{40 \cdot 52}{40 \cdot 52}$$

Виробництво працює 7 днів на тиждень в 3 зміни.

Таблиця 8.3 – Графік змінності робочого персоналу

I	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В
II	В	2	2	2	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1
III	2	В	3	3	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2
IV	3	3	В	В	1	1	1	1	В	2	2	2	2	В	3	3

Таблиця 8.4 – Графік змінності керуючого персоналу

	1	2	3	4	5	6	7
I	1	1	1	1	1	В	В

Порядок технічного контролю виробничого процесу: об'єкти, суб'єкти, види і методи контролю, виконавці.

Технічний контроль – сукупність методів, заходів та засобів, які забезпечують відповідність якості продукції яка випускається вимогам

стандартів і нормативів. Об'єктом технологічного контролю є технологічний процес. Контроль поділяють на вхідний, заключний, проміжний. Всі види контролю якості проводить головний технолог.

Вхідний контроль включає в себе проби сировини, які надходять на виробництво. Аналіз сировини виконують фізичними та хімічними методами аналізу. Перевіряється склад вихідних речовин, які використовуються для отримання силікагелю. Контроль проводиться 2 рази на місяць. Результати записуються в базу даних ПК. Суб'єктами контролю є лаборант, головний технолог, апаратники цеху, робітники контролю.

Заключний контроль проводиться при отриманні кожної нової партії силікагелю, аналізуються його хімічні та фізичні властивості. Результати записуються до бази даних ПК та при необхідності (коли показники, та властивості продукту змінюються у будь-яку сторону), головний технолог аналізує дані отримані при усіх контролях якості. Контроль якості продукції, здійснюється по закінченні кожної операції виробництва. Контроль здійснює лаборант.

Поточний контроль здійснюють самі робітники, враховуючи їх високий рівень кваліфікації. При невідповідності якості продукції вимогам споживачів, її відправляють на повторну операцію.

8.3 Матеріальна, документальна та організаційно-технічна підготовка виробництва

Баланс використання основних та оборотних фондів:

До основних фондів відносяться:

- Земельна ділянка – 12 600 000 грн
- Приміщення – 3 000 000 грн
- Обладнання – 5 520 000 грн
- Нематеріальні активи – 500 000 грн

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		51

До оборотних фондів відносяться:

- Сировина: реагенти для отримання гранульованого силікагелю.
- Електроенергія.
- Запасні частини та матеріали.

Таблиця 8.5 - Матеріальний баланс на розробку силікагелю

Завантажено			Отримано		
Назва	Кількість	Ціна, грн	Назва	Кількість	Ціна, грн
Силікат-глиба	72,5 т по 8 грн/кг	580 000	Силікагель	50 т по 25 грн/кг	1 250 000
Сульфатна кислота	36 т по 6,3 грн/кг	226 800			
Гідроксид алюмінію	3 т по 20 грн/кг	60 000			
Вода	34 т по 0,8 грн/дм ³	27 200			
Масло	200 дм ³ по 20 грн/дм ³	4000			
Електроенергія	200 кв/год 200*8	3008			
Σ		901 008	Σ		1 250 000

Сумарно на річний випуск продукції необхідно затратити:

Таблиця 8.6 – Калькуляція на вид продукції

Сировина	Ціна	Кількість на рік	Вартість грн./рік
Силікат – глиба	8 грн/кг	26462,5 т	211 700 000
Сульфатна кислота	6,3 грн/кг	13140 т	82 782 000
Гідроксид алюмінію	20 грн/кг	1095 т	21 900 000
Масло	20 грн/дм ³	73 000 дм ³	1 460 000
Вода	0,80 грн /дм ³	12410000дм ³	9 928 000
Всього			337 770 000

Розрахуємо витрати електроенергії за регульованими тарифами:

Середня витрата потужності цеху за годину = 200 кВт/год.

Ціна 1кВт = 188 коп – денний час; для підприємств, що працюють за двозонним тарифом встановлюються коефіцієнти : день – 1,8, ніч – 0,35.

Отже, ціна за 1 кВт = 338 коп вдень і 63 коп вночі.

Сумарні витрати на електроенергію:

$$C_{\text{заг}} = 12 \cdot 365 \cdot 3,38 \cdot 200 + 12 \cdot 0,63 \cdot 365 \cdot 200 = 3512760 \frac{\text{грн}}{\text{рік}}.$$

Таблиця 8.7 – Заробітна плата персоналу

Посада	Кількість	Зарплата грн./міс	Всього грн./міс
Директор	1	20 000	20 000
Головний бухгалтер	1	10 000	10 000
Головний інженер-технолог	1	9000	9000
Начальник цеху	1	12 000	12 000
Робітники контролю	4	4500	18 000
Апаратники	8	4500	36 000
Охоронці	4	3200	12 800
Прибиральниця	4	3200	12 800
Водії-вантажники	4	4000	12 800
Лаборанти	4	5000	20 000
Всього	32		163 400

Фонд оплати праці: $163\,400 \cdot 1,22 \cdot 12 = 2\,392\,176$ грн/рік

Таблиця 8.8 – Сукупні витрати по цеху:

Завантажено	
	Затрати на річний випуск, грн/рік
Сировина	337 770 000
Електроенергія	3 512 760
ФОП	2 392 176
Амортизація ОФ	13 895 666,67
Всього	357 034 778,67

Розрахунок техніко-економічних показників

Річна собівартість продукції:

$$C = O\Phi + A = 357\,034\,778,67 \text{ грн/рік.}$$

Запланована ринкова ціна:

В 1 партії 16,67 т продукту. Всього партій за рік 1281.

$$\Pi = 25 \text{ грн/кг.}$$

$$B = 1281 \cdot 25 \cdot 16,67 = 533\,856\,750 \text{ грн/рік.}$$

$$\Pi = \Pi - C = 533\,856\,750 - 357\,034\,778,67 = 176\,927\,496,33 \text{ грн/рік.}$$

$$K = O\Phi + O\Phi = 21\,620\,000 + 343\,139\,112 = 364\,759\,112 \text{ грн.}$$

$$P = (\Pi/C) \cdot 100\% = (176\,927\,496,33 / 357\,034\,778,67) \cdot 100\% = 49,57 \%$$

$$T_{\text{ок}} = K/\Pi = 364\,759\,112 / 176\,927\,496,33 = 2,06 \text{ роки}$$

$$E = \Pi/K = 176\,927\,496,33 / 364\,759\,112 = 0,485$$

$$\Phi B = B/O\Phi = 533\,856\,750 / 21\,620\,000 = 24,69 \text{ грн/грн.}$$

$$\Phi \epsilon = 1/\Phi B = 1/24,69 = 0,041 \text{ грн/грн.}$$

Таблиця 8.9 – Техніко-економічні показники.

Показник	Значення
Річний випуск продукції, грн/рік.	B = 533 856 750
Капіталовкладення, грн.	K = 364 759 112
Загальна собівартість продукції, грн/рік	C = 357 034 778,67
Чисельність:	
- Робочого персоналу	Ч _{роб} = 28 чол.
- Керуючого	Ч _{кер} = 4 чол.
Відносний прибуток грн/рік	Π = 176 927 496,33
Рентабельність продукту %	P = 49,57 %
Термін повернення капіталовкладень, років	T _{ок} = 2,06 роки
Коефіцієнт економічної ефективності	E = 0,485
Вартість:	
- Основних фондів	OΦ = 21620000
- Оборотних коштів	OΦ3 = 343 139 112
Фондовіддача виробничих фондів грн/грн.	ΦB = 24,69
Фондоємність продукції, грн/грн.	Φε = 0,041

Розрахуємо точку безбитковості підприємства.

Точка безбитковості — обсяг або рівень операцій, при якому сукупний дохід дорівнює сукупним витратам, тобто це точка нульового прибутку або нульових збитків.

Аналіз безбитковості чи аналіз витрат, обсягів виробництва і прибутковості підприємства — здійснюється з метою визначення кількості одиниць товару, необхідної для продажу, чи обсягу реалізації послуг, аби окупити всі витрати. Це метод вивчення взаємозв'язку між витратами і доходами при різному рівні виробництва, і саме тому він надзвичайно корисний на стадії підготовки й аналізу майбутнього проекту, а також на стадії його реалізації. Рівень безбитковості по прибутку досягається при такому обсязі реалізації, виручки від якого досить для покриття всіх операційних витрат, включаючи амортизацію; рівень безбитковості по грошовому потоці може бути отриманий, якщо замінити суму зносу основних активів на суму, необхідну для погашення заборгованості.

$$П = Ц - С;$$

$$Ц = С, \text{ звідси } П = 0.$$

Продуктивність підприємства становить 50 т/добу. За рік випускається 1281 партія по 16,67 т кожна.

$$В = Ц_{\text{од}} \cdot \quad \cdot$$

Знайдемо ціну, за якою необхідно продавати продукцію, щоб вийти на точку безбитковості.

$$П = Ц_{\text{од}} \cdot В - (А + \text{ФОП} + \text{ОбФ})$$

Оскільки ФОП погодинна, то вона не залежить від випуску продукції.

$$\text{ОбФ} = 341\,282\,760 \text{ грн/рік}$$

$$\text{ФОП} = 2\,392\,176 \text{ грн/рік}$$

$$А = 13\,895\,666,67 \text{ грн/рік}$$

Нехай $C = x$, тоді:

$$x \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad - \left(\quad \right) = 0$$

$$x = 19,59 \text{ грн/кг}$$

Отже, для того, щоб $\Pi = 0$, необхідно понизити ціну до $C = 19,59 \text{ грн/кг}$

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		56

9 ОХОРОНА ПРАЦІ

Розглянувши технологічну схему відділення можна прийти до висновку, що на виробництві використовуються шкідливі й небезпечні виробничі фактори, до складу яких входять: агресивні та токсичні речовини, пожежонебезпечні матеріали та речовини, електроенергія, механічна, теплова енергії, енергія хімічних реакцій.

До небезпечного обладнання у відділенні можна віднести: апарати під тиском, апарати, що працюють за високих температур.

При проектуванні виробництва прийняті проектні рішення, які відповідають вимогам охорони праці та пожежної профілактики.

Зробивши висновки щодо шкідливості та небезпечності виробництва, вжиті відповідні заходи для створення у виробничих приміщеннях оптимальних умов праці та щодо пожежної безпеки.

9.1 Виявлення та аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів на проектуваному об'єкті. Заходи з охорони праці

9.1.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042 – 99 роботи у цеху відносяться до категорії середньої важкості ІІ б. У таблиці 9.1 наведені оптимальні значення параметрів мікроклімату, прийняті проектом.

Температура внутрішніх поверхонь робочої зони, технологічного обладнання, зовнішніх поверхонь технологічного устаткування, огорожувальних конструкцій не повинна виходити більш ніж на 2 °С за межі оптимальних значень температури повітря.

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		57

Таблиця 9.1 - Оптимальні величини температури, відносної вологості та швидкості руху повітря в робочій зоні виробничих приміщень

Період року	Категорія робіт	Температура повітря	Відносна вологість	Швидкість руху, м/сек
Холодний період	II б	17 – 19	60 – 40	0,2
Теплий період		20 – 22	60 – 40	0,3

У цеху передбачається використання агресивних та шкідливих речовин, в таблиці 9.2 представлено коротку санітарну характеристику цеху згідно до ГОСТ 12.1.005-88.

Таблиця 9.2 – Гранично допустимі концентрації (ГДК) шкідливих речовин у повітрі робочої зони

Найменування	Величина ГДК, мг/м ³	Переважаючий агрегатний стан в умовах виробництва	Клас небезпеки	Дія на організм
Кремнію діоксид аморфний у вигляді аерозолі конденсацій з вмістом більше 60 %	1	а	III	Переважно фіброгенної дії
Сульфат натрію	10	а	IV	

Деякі з цих речовин можуть бути у вигляді пилу. Шкідлива дія пилу може проявитися у вигляді механічних пошкоджень шкіри, слизової оболонки, дихальних шляхів, очей, легенів, а також у вигляді токсичної (отруйної) і хімічної дії.

Для захисту персоналу від пилу передбачені індивідуальні засоби захисту: застосування протипилового одягу, респіраторів, захисних окулярів, марлевих пов'язок, протигазів.

Для нормалізації повітря робочої зони проектом передбачено використання системи штучної вентиляції. Природний обмін повітря здійснюється за допомогою вікон.

Для нормалізації мікроклімату застосовуємо змішану загальнообмінну вентиляцію, для рівномірного повітрообміну. Місцева вентиляція служить для подачі свіжого повітря до робочого місця. Аерація – передбачена для видалення забрудненого повітря з місця його утворення.

Для підвищення ефективності вентиляційних систем передбачена герметизація всього технологічного обладнання та укріплення місць пиловидалення із пристроєм місцевих відсмоктувачів.

Передбачено аварійну вентиляцію (тільки витяжна), призначена для швидкого видалення великих кількостей шкідливих та вибухонебезпечних речовин, а також забрудненого пилом повітря, що виникає при порушеннях технологічного процесу або аваріях технологічного обладнання.

Для контролю мікроклімату використовуються: термометри, психрометри.

9.1.2 Розрахунок аерації цеху

Конструкція стулки віконного прорізу - одинарна підвісна. Висота й довжина стулки рівні, кут відкриття стулки $\alpha = 45^\circ$. Ліхтар П-подібний із фрамугами на вертикальній осі з вітрозахисними панелями, які перебувають на відносній відстані $l/h = 1,5$, з кутом відкриття $\alpha = 90^\circ$. Визначаємо температуру повітря, що видаляється з верхньої частини приміщення:

$$t_{\text{вих}} = t_{\text{зовн}} + \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{рз}}}{m}, \text{ } ^\circ\text{C}, \quad (9.1)$$

де $t_{\text{зовн}}$ – температура зовнішнього повітря, для Києва в теплий період $t = 23,5^\circ$; $t_{\text{вн}}$ – температура внутрішнього повітря; $t_{\text{рз}} = 22^\circ\text{C}$;

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		59

tr.з. - температура повітря, що надходить до робочої зони. $t_{p.з.} = t_{зовн}$,

$t_{p.з.} = 23,5$ °C; m - коефіцієнт, приймаємо 0,53;

$$t_{вуд} = 23,5 + \frac{22 - 23,5}{0,53} = 20,67, \text{ °C.}$$

Визначаємо питому вагу повітря:

$$\rho = \frac{353}{t + 273}, \text{ кг/м}^3; \quad (9.2)$$

$$\rho_{зовн} = \frac{353}{23,5 + 273} = 1,191, \text{ кг/м}^3;$$

$$\rho_{вуд} = \frac{353}{20,67 + 273} = 1,202, \text{ кг/м}^3.$$

Розподілений тиск визначаємо по формулі:

$$\Delta\rho_{1,2} = h * (\rho_{зовн} - \rho_{вуд}), \text{ кг/м}^2, \quad (9.3)$$

де h - відстань між осями прорізів; h=10 метрів

$$\Delta\rho_{1,2} = 10 * (1,202 - 1,179) = 0,11, \text{ кг/м}^2.$$

Втрати тиску на прохід повітря через припливні прорізи можна визначити по формулі:

$$\Delta\rho_1 = \beta * \Delta\rho_{1,2}, \text{ кг/м}^2, \quad (9.4)$$

де β – різниця тисків, що використовується на прохід повітря через припливні прорізи, $\beta=0,4$,

$$\Delta\rho_1 = 0,4 * 0,11 = 0,044, \text{ кг/м}^2;$$

Втрати тиску на прохід повітря через ліхтар визначаємо за формулою:

$$\Delta\rho_2 = \Delta\rho_{1,2} - \Delta\rho_1, \text{ кг/м}^2; \quad (9.5)$$

$$\Delta\rho_2 = 0,11 - 0,044 = 0,066, \text{ кг/м}^2.$$

Визначаємо площу прорізів у стіні $F_{прпл}$ і площа прорізів ліхтаря $F_{л}$:

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		60

$$F_{\text{припл}} = \frac{G_{\text{припл}}}{3600 \sqrt{\frac{2 * g * \rho_{\text{зовн}}}{\xi_1} * \Delta \rho_1}}, \text{м}^2; \quad (9.6)$$

$$F_{\text{припл}} = \frac{4200}{3600 \sqrt{\frac{2 * 9,8 * 1,191}{3,7} * 0,024}} = 29,98, \text{м}^2;$$

$$F_{\text{вид}} = \frac{G_{\text{вид}}}{3600 \sqrt{\frac{2 * 9,8 * 1,202}{4,1} * 0,096}}, \text{м}^2;$$

$$F_{\text{вид}} = \frac{G_{\text{вид}}}{3600 \sqrt{\frac{2 * 9,8 * 1,202}{4,1} * 0,096}} = 11,33, \text{м}^2,$$

де $G_{\text{припл}}$ - кількість повітря, що повинна надходити в приміщення. $G_{\text{вид}}$ - кількість повітря, що видаляється.

9.1.3 Виробниче освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28-2006, на підприємстві виробництва силікагелю виконуються роботи VIII б розряду зорових умов (загальне спостереження за ходом виробничого процесу: періодичне при постійному перебуванні людей у приміщенні).

В проекті передбачено використання суміщеного освітлення – поєднання бічного двостороннього і штучного освітлення. До штучного відносяться: робоче, аварійне і ремонтне освітлення.

Система штучного освітлення – комбінована, на виробництві прийняті люмінесцентні лампи типу ЛД-80 з потужністю 80 Вт, та світловим потоком 4200 Лм.

Для аварійного й евакуаційного освітлення передбачене застосування ламп розжарювання, поміщених у світильник "Альфа", а також переносних світильників "Універсаль" УП-200, напругою 12В.

При відключенні робочого освітлення передбачена система аварійного освітлення. Світильники аварійного освітлення приєднуються до мережі робочого освітлення з автоматичним перемиканням на незалежне живлення.

У виробничому приміщенні довжиною 10 м, висотою 4 м і шириною 6 м виконуються роботи, при яких мінімальний розмір об'єкта, що розпізнається, становить 0,2 мм. Стеля приміщення свіжопобілена $\rho_{cl} = 70 \%$, стіни мають світло-сірий колір $\rho_{cn} = 50 \%$, підлога з дубового паркету $\rho_n = 30 \%$. Висота робочої поверхні h_p становить 0,8 м, характеристика фону – середній, контраст об'єкта розпізнавання з фоном великий.

Для розрахунку освітленості приймаємо коефіцієнт запасу (k_z) рівним 1,5, а коефіцієнт нерівномірності (z) рівним 1,1.

Згідно з ДБН В.2.5.28-2006 нормоване значення освітленості на робочому місці $E_n = 200$ лк.

На підставі характеристики системи освітлення і розмірів приміщення визначаємо фактичну освітленість у приміщенні. Для цього виходячи з типу і потужності ламп визначаємо світловий потік, який випромінює кожна з них:

$$F_l = E_n k_z S_z / (N \eta \gamma) = 2340 \text{ лм} . \quad (9.7)$$

Підраховуємо індекс приміщення i по формулі:

$$i = ab / h_c (a + b) \quad (9.8)$$

де a і b довжина і ширина приміщення, м;

h_c – висота підвісу світильника над робочою поверхнею, м:

$$i = 10 \cdot 6 / 3,2 (10 + 6) = 1,17 \approx 1,1.$$

Виходячи з індексу приміщення (i) та коефіцієнтів відбиття стелі, стін і підлоги ($\rho_{cl}, \rho_{cn}, \rho_p$), визначаємо коефіцієнт використання світлового потоку η :

$$\eta = 0,43.$$

Фактичне значення освітленості в приміщенні E_ϕ :

$$E_\phi = F_l N n \eta / S k_z z \quad (9.9)$$

де F_l – світловий потік лампи, лм;

N – кількість світильників, од.;

n – кількість ламп в світильнику, од.;

S – площа приміщення, м²:

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
						62
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$E_{\phi} = 200 \cdot 10 \cdot 2 \cdot 0,43 / (10 \cdot 6) \cdot 1,5 \cdot 1,1 = 203,3 \text{ лк.}$$

Порівнюємо фактичне значення освітленості, що створює у приміщенні задана система загального штучного освітлення з нормативним значенням штучного освітлення робочої зони:

$$\sigma = ((E_n - E_{\phi}) / E_n) \cdot 100\% = ((200 - 203,3) / 200) \cdot 100\% = 1,7\%.$$

Відхилення фактичного значення від нормативного не більше 10%, отже, система освітлення відповідає нормативним вимогам.

Освітленість контролюється за допомогою люксметра Ю-116 1 раз на рік після ремонту освітлювальної установки.

При відключенні робочого освітлення передбачена система аварійного освітлення. Світильники аварійного освітлення приєднуються до мережі робочого освітлення з автоматичним перемиканням на незалежне живлення.

Контроль освітленості здійснюється люксметром Ю-116 не менше 1 разу в рік, а також після ремонту приміщень.

9.1.4 Захист від виробничого шуму та вібрацій

У цеху основними джерелами шуму є мішалки, сушарки та насоси. Джерело шуму є електроприводи обладнання. Згідно ДСН 3.3.6.037 - 99 допустимий рівень звуку у виробничих приміщеннях дорівнює $L_n = 80$ дБА, який задовольняє вимогам.

Для боротьби із шумом передбачаються наступні заходи: відведені спеціальні звукоізолюючі кабінки; внутрішні поверхні облицьовані матеріалами які поглинають шум. Створюються мал шумні механічні передачі, розроблено способи зниження шуму в підшипникових вузлах, вентиляторів.

Мінімізовано контакт працівників з віброоб'єктами шляхом використання дистанційного керування, автоматичного контролю та сигналізації, а також застосування захисного огороження. Для зменшення

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		63

вібрації використовується віброізоляція, шляхом застосування пружинних і гумових прокладок, спеціальних підкладок під устаткування.

9.1.5 Електробезпека

Проектом передбачено здійснювати живлення електроустаткування від трифазної 4-х провідної електричної мережі змінного струму промислової частоти із глухозаземленою нейтраллю напругою 380/220 В.

Відповідно ГОСТ 12.1.038 - 82 допустимі рівні напруги дотику (U_d) і струму, що проходить через тіло людини (I_l) дорівнює: при нормальному режимі роботи електроустаткування $U_d = 2В$, а $I_l = 0.3mA$; при аварійному - відповідно 36В і 6мА. Припустимі значення струму й напруги:

- у нормальному режимі роботи:

$$I_l = 0,3 \text{ ма і } U_{пр} = 2 \text{ В, при часі дії до } 10 \text{ хв/добу;}$$

- в аварійному режимі роботи:

$$I_l = 6 \text{ ма і } U_{пр} = 36 \text{ В, при контакті більше } 1 \text{ с.}$$

Однофазний дотик зустрічається набагато частіше, ніж двофазний. Такий дотик менш небезпечний, тому що до тіла людини прикладається лінійна напруга.

Струм, що проходить через людину в цьому випадку, складе:

$$I_l = \frac{U_{\phi} \cdot 10^3}{R_l + R_0}, \text{ мА,} \quad (9.10)$$

де $U_{\phi} = 220 \text{ В}$ – фазна напруга, В; $R_l = 2000 \text{ Ом}$ – опір тіла людини, Ом; $R_0 = 30 \text{ Ом}$ – опір нейтралі заземлення, Ом.

$$I_l = \frac{220 \cdot 10^3}{2000 + 4} = 109,8 \text{ мА,}$$

При цьому напруга дотику складе:

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
						64
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

$$U_{\text{dot}} = I_{\text{л}} \cdot R_{\text{л}} = 0,1098 \cdot 2000 = 219,6 \text{ В.}$$

Висновок: розраховавши струм, що проходить через людину і напругу дотику, і порівнявши їх з значеннями, що допустимі і нормовані за ГОСТ 12.1.038 – 82 ми бачимо, що експлуатація таких установок та порушення вимог ПУЕ є небезпечною для здоров'я і життя людини. Тому необхідно вжити таких заходів, щодо забезпечення електробезпеки.

Для захисту від електрики впроваджено такі заходи: занулення електроустаткування; захист електропроводки від механічних ушкоджень прокладкою проводів у металевих трубах, схованої, у металорукавах; установка електроустаткування відповідно до умов навколишнього середовища, закриті пилонепроникні електродвигуни та світильники; захисне відключення електроустаткування. Передбачене використання захисного одягу та пристроїв: діелектричні рукавички, інструменти з ізолюючими рукоятками, покажчики напруги, діелектричні калоші, що ізолюють підставки, тимчасові огороження, захисні окуляри, подвійна ізоляція, застосування малих напруг. Блокування в системах пуску і зупинки обладнання. Недоступність струмоведучих частин. Передбачений систематичний контроль ізоляції. До роботи з електрообладнанням допускаються особи, які мають на це дозвіл посадових осіб. Ремонт і обслуговування електроустаткування здійснюють не менше 2 осіб. Схема автоматизації передбачає блокування і можливість автоматичного, аварійного відключення устаткування, а також звукову та світлову сигналізацію.

9.1.6 Безпека технологічних процесів і обслуговування обладнання

З боку технологічних процесів, на підприємстві є механізми, які зможуть завдати обслуговуючому персоналу травм:

- обертові деталі;
- апарати під тиском.

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		65

Аварійні ситуації можуть виникнути при порушенні технологічного режиму неправильної експлуатації обладнання, поломки обладнання можуть призвести до аварій, вибухів, пожеж.

Головні причини аварійних ситуацій: порушення герметичності установок, прорив транспортних труб, припинення подачі технологічної води, захаращеність робочих місць, порушення технологічного режиму, відключення електроенергії, невиконання правил з техніки безпеки та інші.

Щоб знизити небезпеку, проектом передбачено безперервний режим виробництва. Це дасть змогу зменшити об'єми апаратів і, як наслідок, зменшити загальний об'єм реакційної маси, що знаходиться в цеху. Також необхідно максимально автоматизувати виробництво і створити автоматичні системи захисту. Це зменшить негативний вплив, який може спричинити людський фактор. Для усунення ж такого негативного впливу необхідно створити технологічний регламент, якого повинні дотримуватись всі працівники.

Нарівні з цими заходами потрібно застосувати інженерно-технічні засоби безпеки. Насоси і вентилятори необхідно ізолювати огорожувальними пристроями, на випарний апарат поставити запобіжні клапани. Цех містить звукову та світлову сигналізацію.

9.2 Пожежна безпека

Причинами пожежі в цеху можуть бути:

- перенавантаження електрообладнання;
- тепла дія;
- механічне пошкодження електромережі;
- прямий удар блискавки в будівлю.

Протипожежними заходами є:

- встановлення плавких запобіжників;
- використання стрижневих блискавковідводів.

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
						66
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Будівля корпусу цеху, де знаходиться відділення отримання гранульованого силікагелю, збудована з негорючого матеріалу другого ступеня вогнестійкості. В якості сигналізації встановлені датчики типу ПОСТ 1 та телефонний зв'язок. З метою дотримання правил пожежної безпеки у проекті передбачено такі запобіжні заходи: розділення апаратів протипожежними перегородками на відсіки, обладнання протипожежних перешкод у вигляді гребенів, козирків, бортиків, протипожежний водопровід, ємності з піском і пожежні щити. Передбачається захист ізоляції від теплового впливу. Захист від прямих ударів блискавки забезпечується завдяки стрижневим блискавковідводам. В цеху для пригнічення пожежі передбачено сухий пісок, азбестові ковдри, порошкові вогнегасники, які є найбільш універсальними по області застосування й по робочому діапазоні температур. В приміщенні є два евакуаційні виходи на випадок виникнення пожежі. Всі електроустановки захищені автоматичними пристроями від струмів короткого замикання.

У даному розділі розроблено заходи, які направлені на створення здорових та безпечних умов праці та пожежної безпеки відповідно до санітарних норм і правил. Під час розробки проекту:

- наведено оптимальні та допустимі параметри мікроклімату в робочій зоні виробничого приміщення;
- створено сприятливу для роботи систему освітлення, а також проведено розрахунок системи загального електричного освітлення цеху методом коефіцієнта використання світлового потоку;
- передбачено застосування засобів захисту від виробничого шуму та вібрацій;
- наведено перелік електрозахисних засобів колективного та індивідуального захисту;
- вжито всіх можливих заходів щодо безпеки технологічних процесів та обслуговування обладнання;
- з метою дотримання правил пожежної безпеки проведено ряд заходів відповідного захисту.

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		67

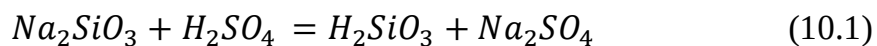
10 ЕКОЛОГІЧНА БЕЗПЕКА ВИРОБНИЦТВА

У даному розділі приводяться відомості стосовно екологічної безпеки відділення виробництва гранульованого силікагелю. Розглянуто та обґрунтовано обраний метод екологізації виробництва. Безпечне навколишнє природне середовище є головною передумовою здоров'я не лише нинішнього, а й майбутнього поколінь. Саме тому держава приділяє таку увагу охороні природи, а компетентні державні органи пильно слідкують за дотриманням фізичними та юридичними особами вимог екологічної безпеки, додержанням екологічних стандартів, нормативів та лімітів використання природних ресурсів при здійсненні господарської, управлінської та іншої діяльності.

10.1 Аналіз джерел та розрахунок кількості відходів, що утворюються

Виробництво силікагелю з точки зору екологічної безпеки належить до маловідходного виробництва. Нижче наведений стислий опис технологічної схеми, який розглядає причини та місця утворення відходів усіх видів.

Утворення силікагелю проходить за реакціями 10.1 і 10.2 відповідно:



Тобто, можна зробити висновок, що відходом можна вважати сульфат натрію, який у вигляді водного розчину.

Після колони вологих обробок утворюються кислі стоки після промивки гідрогелю від сульфатної кислоти.

На стадії класифікації кульки силікагелю, що виявилися браком, повертаються назад у виробництво на дообробку.

Силікагель пожежо- та вибухобезпечний.

При роботі з силікагелем слід застосовувати індивідуальні засоби захисту органів дихання. Приміщення, в яких проводяться роботи з силікагелем, повинні бути обладнані припливно-витяжною вентиляцією.

ГДК діоксиду кремнію у повітрі робочої зони наведено у таблиці 10.1.

Таблиця 10.1 – гранично допустимі концентрації діоксиду кремнію у повітрі робочої зони

Речовина	ГДК, мг/м ³
Діоксид кремнію з вмістом SiO ₂ , %	
До 10	4
10 – 70	2
Більше 70	1

Діоксид кремнію відноситься до III класу небезпеки. Згідно до ставки податку за викиди в атмосферне повітря окремих забруднюючих речовин стаціонарними джерелами забруднення за 1 тону діоксиду кремнію становить 538,13 грн.

Ставка податку за скид у водні об'єкти сульфатів становить за 1 тону 41,54 грн.

Розрахуємо, вартість скиду сульфату натрію:

$$P_{\text{вс}} = \sum (M_i \cdot Hn_i), \quad (10.3)$$

де M_i - фактичний обсяг викиду i -тої забруднюючої речовини в тоннах (т);
 Hn_i - ставки податку в поточному році за тону i -тої забруднюючої речовини у гривнях з копійками.

$P_{\text{вс}}(\text{NaSO}_4) \cdot \quad \text{грн.}$

10.2 Екологізація виробництва. Екологічний моніторинг

Щоб нейтралізувати викиди сульфатів можна перетворити їх у цінний компонент для інших виробництв. Наприклад, сульфат натрію широко застосовується у виробництві паперу за сульфатним методом (крафт-процес), для синтезу соди. Також він використовується у виготовленні скла, ультрамарину, у виготовленні барвників. Завдяки своїй високій гігроскопічності і нерозчинності в органічних розчинниках, сульфат використовується для їхнього зневоднення.

Щоб перетворити сульфат натрію у товарний вигляд, спочатку треба випарити з нього вологу і висушити кристали, а вже потім запакувати і транспортувати.

Промивні води, що використовуються для відмивки гідрогелю мають кисле середовище. Щоб не робити скид у водні об'єкти, можна, використовуючи реакцію нейтралізації, знову повернути їх у цикл. Таким чином, зникає потреба у сплаті податку за скид та додаткових витратах на купівлю очищеної води.

Значення концентрацій забруднювачів, а саме діоксиду кремнію не перевищує ГДК, отже відсутні екологічні відрахування.

ВИСНОВКИ

В даному дипломному проекті розроблено технологічну схему виробництва дрібнопоруватого гранульованого силікагелю.

Розраховано матеріальний баланс основних стадій процесу. Витратні коефіцієнти за силікат-глибою становлять 1,45 т/т, за сульфатною кислотою – 1,2 т/т, за водою – 0,2 т/т.

Складено енергетичний баланс, згідно якого $Q = 356306290,29$ кДж.

Основним апаратом технологічної схеми виступає сушильний агрегат типу стрічкова сушарка.

Розроблені рішення з автоматизації наступних параметрів:

- контроль і регулювання рівня у баках;
- контроль рН у трубопроводі;
- контроль та регулювання витрати розчинів;
- контроль температури і тиску в автоклаві;
- контроль температури в сушильному апараті 22;
- контроль рівня в баках.

Дане виробництво є екологічно безпечним. Стоки, які утворюються після промивки гідрогелю поступають на повторне очищення, а сульфат натрію, що виділяється після стадії отримання силікагелю регенерується та йде на подальше використання в інші сфери. Розраховано екологічні платежі у випадку скиду стоків у міську каналізацію. Вони становлять 3440,76 грн.

Дипломний проект виконаний з урахуванням вимог охорони праці, пожежної та екологічної безпеки виробництва. В даному розділі для аналізу шкідливих, небезпечних виробничих факторів передбачені заходи і засоби щодо створення на об'єкті здорових і безпечних умов праці, пожежної безпеки.

В економічній частині диплому приведені техніко-економічні показники, які були розраховані для підприємства.

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		71

Собівартість гранульованого силікагелю становить 25 грн./кг. Було проведено аналіз роботи підприємства на точці беззбитковості, який показав, що необхідно встановити ціну 19,59 грн./кг і випускати 1094 партії у рік, щоб покрити усі затрати на виробництво.

					ХН 3108 1440 000 ПЗ	Арку
Изм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		72

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Кельцев Н.В. Основы адсорбционной техники [Текст]/ Н.В. Кельцев. – К.: Химия, 1976. – 512 с.
2. Давидянц А.А. Производство катализаторов крекинга и высокоактивных силикагелей [Текст]/ А.А. Давидянц, Н.И. Первушкин. – К.: Химия, 1972. – 168 с.
3. Кольцов С.И. Силикагель его строение и химические свойства [Текст]/ С.И. Кольцов, В.Б. Первушкин. – К.: Госхимздат, – 98 с.
4. Дзисько В.А. Физико – химические основы синтеза окисных катализаторов [Текст]/ В.А. Дзисько, А.П. Карнаухов, Д.В. Тарасова. – К.: Наука, 1978. – 384 с.
5. Касаткин А.Г. Основные процессы и аппараты химической технологии [Текст]: учебник для вузов / А.Г. Касаткин; 10-е издание, стереотипное, доработанное. – К.: Альянс, 2004. – 753 с.
6. Лебедев П.Д. Расчет и проектирование сушильных установок [Текст]: учеб. для высш. тех. учеб. заведений / П.Д. Лебедев. – К.: Госэнергоиздат, 1962. – 320 с.
7. Орленко, А.Т. Метод, вказівки до викон. розділу «Охорона праці» в дипломних проектах і роботах бакалаврів хіміко-технологічного і біотехнології та біотехніки ф-тів / Уклад.: А.Т. Орленко, Н.А. Праховнік, Ю.О. Полукаров - К.: НТУУ «КПІ», 2011. – 33 с.
8. Метрологічне забезпечення безпеки праці. В 2-х т. Під. Ред. І.Х. Сологяна. - М.: Изд-во ст-тов, 1989. – 105 с.
9. ДБН 33.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.
10. ДБН В.2.5-28-2006. Природне і штучне освітлення.
11. ДБН 33.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень.

12. Платежі за забруднення, їх види та критерії нарахування [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://buklib.net/books/25530/>, вільний. – Загол. з екрана. – Мова укр.
13. Лукінюк, М. В. Технологічні вимірювання та прилади [Текст]: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 436 с. : іл. – Бібліогр.: с. 427-428. – 200 пр. – ISBN 978-966-622-247-6.
14. Бабіченко, А. К. Промислові засоби автоматизації [Текст]: навч. посіб.: У 2 ч. / А. К. Бабіченко, В. І. Тошинський, В. С. Михайлов та ін.; за заг. ред. А. К. Бабіченка. – Х.: НТУ «ХПІ», 2003. – Ч. 1. Вимірювальні пристрої. – 470 с. : іл. – Бібліогр.: с. 467. – 500 пр. – ISBN 966-593-232-2.
15. Підлісна, О.А. Методичні вказівки до виконання організаційно-економічної частини дипломних проектів для студ. хіміко-технологічних спеціальностей усіх форм навчання / Уклад.: О.А. Підлісна, В.В. Янковий, М.П. Дорошенко. – К.: ІВЦ „Видавництво „Політехніка”, 2002 – 28 с. – Бібліогр. с. 25-27. – 300 пр.