

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ І ТЕРМІНІВ

МТБ – матеріальний баланс;

ХТС – хіміко-технологічна система;

G – продуктивність;

P – тиск;

T – температура;

РІВ – реактор ідеального витіснення;

ГДК – гранично допустима концентрація;

ФОП – фонд оплати праці;

ОЗ – основні засоби;

А – амортизація основних фондів;

ОбК – обігові кошти;

С – собівартість;

П – прибуток;

Ц – ціна;

ФОП – фонд оплати праці;

КНП – клас небезпечності підприємства;

КПО – коефіцієнт природнього освітлення.

ТОА – теплообмінний апарат

ТПВ – тверді побутові відходи

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						4
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

ВСТУП

Проблема накопичення твердих побутових відходів (ТПВ) є актуальною в Україні. Це пов'язано з труднощами утилізації несортованого потоку відходів. Попереднє сортування ТПВ в Україні практично не проводиться, а глибоке механічне сортування складне у технологічному плані, тому воно широко не використовується. Технологія, що застосовується для утилізації твердих побутових та схожих з ними промислових відходів, повинна враховувати особливості морфологічного й хімічного складу потоку, забезпечувати утилізацію в екологічно безпечному режимі, а отримані вихідні продукти мають бути придатними для їх подальшого використання як альтернативного палива.

Деякі специфічні види відходів (наприклад, медичні) можна піддавати виключно термічній деструкції. Процеси спалювання вирішують проблему знешкодження ТПВ, а також, що є дуже важливим, і надають можливість використання їх енергетичного потенціалу. Проте процеси спалювання супроводжуються утворенням цілого ряду токсичних речовин. Тому в теперішній час технології спалювання замінюють технологіями піролізу та газифікації відходів. Процес плазмової газифікації (піролізу) забезпечує екологічно чисту переробку сировини (відходів) без утворення смол, діоксинів, аерозолів та ін., а також повне вилучення всього вуглецю з матеріалу відходів.

Теоретичне висвітлення й практичний розвиток газифікація відходів отримала у 30–50-х роках минулого століття [1]. В той час були створені і використовувалися низка конструкцій транспортних реакторів, які переважно працювали на деревинних відходах [2,3]. На теперішній час розроблено велику кількість різних методів газифікації твердого палива і конструкцій реакторів в залежності від призначення синтез-газу, якості початкового палива, виду газифікуючого агента, тиску, тощо [4].

Дуже актуальним є максимальне відпрацювання технологічних режимів нового методу, проведення повного процесу утилізації всього набору органічних відходів із забезпеченням екологічності процесу й в повній мірі використання

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						5
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

енергетичних властивостей відходів з отриманням якісного вихідного продукту, який у подальшому можна буде використовувати як альтернативне паливо. Для цього потрібно досконало дослідити фізико-хімічні властивості, кількісний та якісний склад ТПВ як сировини.

Тому метою мого дипломного проекту є розрахунок основних технологічних параметрів, матеріальних та теплових балансів пароплазмової печі, програмного модуля для проектного розрахунку теплообмінного апарату та моделювання процесу, розробка схеми автоматизації процесу, провести економічні розрахунки та аналіз охорони праці і виробничої санітарії.

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						6
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

1 Аналіз технологічної схеми процесу пароплазмової газифікації твердих вуглецевмісних відходів

1.1 Загальна характеристика процесу газифікації

Незважаючи на той факт, що технології плазмової переробки різних видів небезпечних відходів стали реалізовуватися порівняно нещодавно, багато підприємств, у тому числі з передових промислових країн, виявляють свою активність саме в цьому напрямку. Так, відповідно за літературними даними [3], роботи з пароплазмової газифікації твердих вуглецевмісних відходів активно ведуться в США, Росії, Україні, Індії та низці інших країн.

Газифікацією називають високотемпературні процеси взаємодії органічної маси твердих або рідких горючих копалин або продуктів їх термічної переробки з повітрям, киснем, водяною парою, діоксидом вуглецю або їх сумішами, в результаті яких органічна частина палива звертається на горючі гази (синтез-газ). Твердими побутовими відходами (ТВП) можна використовувати як сировину, при утилізації якої можна отримувати корисні вихідні продукти, придатні для подальшого використання.

Плазмова технологія, як альтернатива будь-яким способам спалювання, полягає в розкладанні складних молекул всіх речовин в дуже прості в умовах екстремально високих температур і при відсутності вільного кисню. Ця технологія володіє цілим рядом очевидних переваг:

1. Температура плазмового струменя здатна повністю зруйнувати будь-які органічні та біологічні матеріали, гарантовано знищити найтоксичніші отрути, переплавити і випарувати найтугоплавкіші неорганічні сполуки, значно скоротити обсяг відходів в цілому. Навіть стійкі при високій температурі компоненти не можуть вистояти в процесі пароплазмової обробки.

2. Процес пароплазмової газифікації (піроліз) забезпечує екологічно чисту переробку сировини (відходів) без утворення смол, діоксинів, аерозолів та ін., а також повне вилучення всього вуглецю з матеріалу відходів.

3. Продуктом плазмової газифікації є синтез - газ і нейтральний твердий

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						7
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

залишок у вигляді осколкового шлаку.

Синтез-газ – це газова суміш, яка містить різні кількості монооксиду вуглецю і водню, а також малу кількість діоксиду вуглецю. Єдиним твердим залишком при газифікації повинна з'явитися негорюча частина вугілля - зола. Насправді не вдається повністю перевести органічну масу відходів на газ, і в шлаку залишається частина горючої маси палива.

4. Газ і шлак від пароплазмової газифікації відходів на основі вуглецю мають комерційну цінність. Газ може служити ефективним паливним джерелом для отримання електроенергії, або сировиною для отримання синтетичного моторного палива тощо.

5. Зола, що видаляється з реактора, безпечна при похованні.

6. Плазмовий пальник є незалежним джерелом нагрівання, яке дозволяє гнучко управляти процесом газифікації, тобто миттєво відгукуватися на зміну складу оброблюваних матеріалів.

9. Вартість будівництва і підтримки плазмового процесу газифікації набагато дешевша вартості будь-якої звичайної сучасної системи спалювання.

Разом з тим, незважаючи на зазначені вище істотні переваги пароплазмових процесів, їм притаманні певні недоліки. Принципова проблема при промисловій реалізації великотоннажних з тривалим циклом безперервної роботи пароплазмових установок полягає в необхідності використання досить потужних плазмотронів, які мають досить обмежений реальний ресурс безперервної роботи, пов'язаний з неминучою ерозією найбільш широко використовуваних мідних електродів.

Американські дослідники провели техніко-економічне порівняння різних варіантів використання синтез - газу, отриманого при газифікації відходів різними методами. Згідно з цими даними, застосування пароплазмової газифікації дозволяє знизити експлуатаційні витрати порівняно з іншими методами.

На підставі узагальнення літературних і з урахуванням реальних умов втілення на території України нами обрана схема пароплазмової газифікації твердих вуглецевмісних відходів.

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						8
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

1.2 Технологічна схема процесу

Тверді побутові відходи з органічною складовою надходять через пристрій завантаження 3 в пароплазмову піч 4. В піч вбудовано плазмотрон, за допомогою якого її розігрівають. Спочатку плазмотроном вдувають повітря, яке подається компресором 6. Коли ТВП потрапляють до печі, то переходять в парову плазму, яка поступає з парогенератора 5. Плазмотрон працює від двох послідовно з'єднаних джерел живлення «Плазма-2» 4. Так як плазмотрон мідний та нагрівається під час роботи до екстремально високих температур, то його необхідно охолоджувати. Для цього використовують воду, яка прокачується по колу через градирню 7, де охолоджується і поступає на катод та анод плазмотрону.

Після процесу часткового спалювання ТВП та їх газифікації продукти через пневмотракт надходять у скруббер Вентурі. Під час проходження через сопло Вентурі суміш охолоджується та зрошується содовим розчином в скруббері 8. Вода на сопло надходить з контуру охолодження, що включає градирню 15. Содовий розчин готується в баці 13. Після зрошення очищений синтез - газ надходить до відокремлювача вологи 9 та за допомогою вентилятора 10 направляється на подальшу переробку.

Відпрацьований содовий розчин зі скрубера частково надходить на теплообмінник 11, де охолоджується і після нього проходить через фільтр очистки 12. Частина розчину після фільтру відправляється в нижню частину скрубера, а решта повертається в скруббер на зрошення суміші. Повністю відпрацьований содовий розчин надходить до баку 14, звідки далі відправляється на очищення або утилізацію.

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						9
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Рисунок 1.1 – Технологічна схема процесу пароплазмової газифікації твердих вуглецевмісних відходів 1 – піч пароплазмова; 2 – плазмотрон; 3 – пристрій завантаження; 4 – послідовно з'єднані джерела живлення «Плазма-2»; 5 – парогенератор; 6 – компресор; 7, 15 – градирні; 8 – скруббер Вентури; 9 – відокремлювач вологи; 10 – вентилятор; 11 – теплообмінник; 12 – фільтр очистки содового розчину; 13 – бак содового розчину; 14 – бак забрудненого содового розчину (шламу); 16 – кабель електроживлення плазмотрону; I – вуглецевмістка сировина (відходи); II – пара; III – повітря; IV – вода; V – гарячий синтез - газ; VI – вологий синтез - газ; VII – готовий продукт (синтез газ); VIII – сода; IX – содовий розчин; X – осад; XI – забруднений содовий розчин.

Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата

ХА 3122 1490 001 ПЗ

Арк

10

1.3 Механізм основних реакцій процесу газифікації

Експериментальне вивчення механізму основних реакцій процесу газифікації є виключно складним завданням, над вирішенням якої працює багато, дослідників в різних країнах [4].

Велике значення мають також подальші роботи з вивчення кінетики і механізму основних реакцій процесу горіння і газифікації, які проводяться в Інституті горючих копалин, Фізико-хімічному інституті ім. Карпова та інших організаціях.

Переробка ТВП є сукупністю фізико-хімічних процесів. Спочатку по одному або декільком механізмам до палива необхідно підвести енергію. Після деякого періоду прогріву частина твердої фази починає розкладатися, причому процеси розкладання протікають в основному поблизу поверхні ТВП. Іноді на поверхні палива з'являється розплавлений шар. Внаслідок цілого ряду процесів, таких, як теплопровідність, поглинання випромінювання паливної масою, хімічні реакції під поверхнею і піроліз на поверхні, відбувається газифікація цього шару або пряма сублимація.

Всі вони ведуть до знищення твердої фази, до її газифікації.

Газофазна теорія. Найбільш простим підходом до побудови газофазної теорії є підхід Зельдовича, який заснований на механізмі горіння летких сполук, що мають чітко виражену температуру газифікації, рівну температурі кипіння. У цій теорії приймається, що за рахунок енергії джерела тепла відбувається прогрів речовини до температури газифікації. Починаючи з цього моменту, речовина газифікується, і основна реакція, яка веде до займання, протікає в газовій фазі на деякій відстані від поверхні. Необхідною умовою займання є створення в конденсованій фазі прогрітого шару, глибина якого повинна бути такою, щоб забезпечити необхідний критичний градієнт температури біля поверхні.

Теорія піролізу Фукса – Кревель, яка заснована на вивченні промислових процесів коксування стверджує, що механізм піролізу вугілля можна з достатнім ступенем точності розглядати як ланцюжок послідовних реакцій розпаду

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						11
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

вихідної органічної речовини, що прискорюються в міру його нагрівання. З урахуванням такого механізму в кінетичне рівняння піролізу замість часу вводиться температура і тим самим виключається вплив швидкості нагріву відходів на вихід і склад продуктів піролізу. Відповідно до цих уявлень розрізняють три основні стадії піролізу відходів. На першій стадії в інтервалі температур 100-300 °С утворення летючих продуктів невелика, і вони представлені переважно газом, що складається з оксидів вуглецю і водяної пари. На другий, так званої активної, стадії при температурах 300-500 °С виділяється більше 75% летючих речовин, що утворюються. Третя стадія при температурі вище 500 °С супроводжується вторинною газифікацією, пов'язаної з перетворенням карбонізованого залишку і виділенням легких газоподібних продуктів, перш за все водню [4].

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						12
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

2 Комп'ютерний розрахунок матеріального і теплового балансів процесу газифікації

2.1 Розрахунок матеріального балансу

В даному розділі виконується комп'ютерний розрахунок матеріального балансу процесу пароплазмової газифікації твердих вуглецевмісних відходів, що дає змогу оцінити залежність отриманого продукту від витрати сировини. Вхідні дані до розрахунку матеріального балансу приведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 – Вхідні дані до розрахунку матеріального балансу

Оскільки процес пароплазмової газифікації потребує не повного спалювання відходів, а лише певну частину, було виконано розрахунок матеріального балансу повного горіння. Такий розрахунок необхідний для того, щоб визначити яку кількість відходів необхідно спалити, щоб отримати необхідні значення параметрів пароплазмової газифікації.

Розрахуємо елементарний склад палива на робочу масу:

де K – компонент, $\%K$ – відсотковий вміст цього компонента в речовині, m – маса речовини, яка надходить на спалювання. Сума мас всіх компонентів складає 100 кг. Результати розрахунку приведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Маса компонентів в вуглецевмісній речовині

Для подальших розрахунків визначасмо нижчу теплоту згорання за формулою Д.І. Менделєєва [5]:

та вищу теплоту згорання

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						13
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

З рівнянь реакцій горіння визначаємо необхідну кількість кисню:

За пропорцією:

З коефіцієнтом надлишку:

Необхідна кількість повітря визначається:

Звідки кількість азоту в ньому:

Розраховуємо дійсну кількість повітря, яке необхідне для процесу горіння:

де:

При згоранні утворюються димові гази. Визначаємо їхню кількість за формулою:

де V_{sg} - обсяг сухих газів, V_{vp} – обсяг водяних парів.

Димові гази складаються з N_2 , O_2 , SO_2 , CO_2 та H_2O . Кількість цих газів розраховуємо з рівнянь реакції горіння. Результати розрахунку наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 – Результати розрахунку кількості димових газів

Знаходимо ентальпію продуктів згорання H_{pr} при різних температурах за формулою [5]:

де C_v - питома теплоємність компонента, V_n - об'єм компонента. Результати приведені в таблиці 2.4.

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						14
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 2.4 – Ентальпія продуктів згорання при різних температурах

Розрахуємо ентальпію димових газів H_{dg} , за формулою [5]:

де

Тоді теоретична температура горіння аналізованої сировини:

Розрахуємо матеріальний баланс процесу повного горіння сировини за формулою:

де $K_{m \text{ вх.р.}}$ та $K_{m \text{ вих.р.}}$ – маси компонентів до та після процесу горіння відповідно. Результати розрахунку наведені в таблиці 2.5

Таблиця 2.5 – Матеріальний баланс процесу повного горіння

2.2 Розрахунок теплового балансу повного горіння вуглецевмісної сировини

Тепловий баланс хіміко-технологічного процесу складається з метою: розрахунку температури потоків сировини, що поступають у піч; визначення кількості теплоти, яку необхідно підвести (або відвести) в (із) зону(и) реакції для забезпечення температурного режиму проведення процесу; розрахунку та вибору теплообмінної апаратури.

Розрахунок

Рівняння теплового балансу пароплазмової печі:

де Q_1 – фізична теплота суміші на вході; Q_2 – теплота, яка виділяється при спалюванні $x \text{ м}^3$; Q_3 – витрата теплоти на хімічні реакції; Q_4 – фізична теплота суміші на виході; Q_5 – фізична теплота димових газів; Q_6 – втрати теплоти в оточуюче середовище. Розрахунок було проведено на основі основних рівнянь

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						15
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

процесу повного горіння. Результати розрахунку наведені в таблиці 2.6.

Таблиця 2.6 – Тепловий баланс повного горіння

2.3 Розрахунок матеріального та теплового балансів процесу газифікації

Для проведення розрахунку матеріального балансу необхідно порахувати витратні коефіцієнти і склад продукт-газу при роботі пароплазмової печі на пароповітряній суміші. Процес, що протікає в печі при газифікації може бути представлений наступними реакціями:

Розрахунок процесу газифікації проводиться окремо по двох стадіях:

1. Стадії сухого розкладу
2. Сам процес газифікації

На основі цих даних підраховується кількість газів, які утворюються у верхній частині печі. Потім, позначивши через x кількість водяних парів, які вступили в реакцію під колосники, складають баланс водню на колосниках і в газопроводі.

Кількість азоту визначають по витраті кисню на утворення продуктів згорання складових частин суміші. Звідси визначають склад сухого димового газу (виражений через x). Потім на основі реакції складається тепловий баланс зони газифік

ації, із якого потім вже визначається величина x , а звідси склад синтез - газу і всі витратні коефіцієнти при газифікації [6].

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						16
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Для простоти розрахунку виражаємо склад суміші в кмоль (таб.2.7)

Таблиця 2.7 – Склад речовини в кмолях

Розраховуємо кількість CO_2 у верхніх частинах печі, припустивши, що вуглецю із сировини на його утворення витрачено $1/8$. Тоді:

Розраховуємо кількість CO . Решта вуглецю переходить в окис вуглецю, кількість якого визначається:

Розраховуємо кількість H_2S і SO_2 . В нижній частині печі поступає $1/2$ частина сірки. Тому тут її утвориться:

У верхній частині печі вся сірка переходить в сірководень, кількість якого складе:

Проведемо розрахунок H_2 . Позначимо кількість водяного пару, який вступив в реакцію під колосниками, через x кмоль. Тоді баланс водню запишеться наступним чином:

Прихід

Утворюється на колосниках по реакції

У верхній частині печі по реакції

Приходить з речовиною

Всього

Витрата

На відновлення

Звідси у верхній частині печі (в трубопроводі)

кількість водню складає

Таким чином, кількість сухого газу складе:

На колосниках

В газопроводі

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						17
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Всього

Розрахуємо H_2O . Прийmemo, що в синтез - газі міститься $40 \text{ г/м}^3 H_2O$. Це складе:

Таким чином, баланс H_2O визначиться як:

Прихід

Приходить з паливом

За рахунок відновлення SO_2 по реакції

Всього

Витрата

Для процесу газифікації в нижній частині печі

З синтез - газом

Для процесу газифікації у верхній частині

Всього

Відповідно, з пароповітряною сумішшю потрібно дати x кмоль H_2O .

На колосниках розкладається x кмоль H_2O . Звідси пари, що не розклались складають x кмоль H_2O .

Таким чином, кількість волого газу складе:

На колосниках

В газопроводі

Всього

Визначимо величину x , тобто кількість водяної пари, що розкладається на колосниках. Для цього скористаємось рівнянням теплового балансу зони горіння. Вважатимемо, що втрати теплоти в навколишнє середовище складає 5%.

Таким чином, прихід тепла розраховується як:

1) Тепло в нижній частині генератору отримується в результаті реакцій:

Вказані теплові ефекти дані при температурі $20 \text{ }^\circ\text{C}$. Підрахуємо їх для температури процесу газифікації, тобто при $\text{ }^\circ\text{C}$.

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						18
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Звідки $q_1 = 265\,000$ кДж водню.

Для другої реакції:

на 1 кмоль розкладеної H_2O .

Всього в 100 кг речовини містить 6 кмоль вуглецю. По другій реакції його згоріло x кмоль

По реакції 1

2

3

Всього

Теплоємність речовини дорівнює 1,92 кДж/кг. Звідси вуглецю, який йде з верхньої частини печі визначається:

Таким чином, загальний прихід тепла складає

Витрата тепла

Всього

Загальна витрата теплоти

Тепловий баланс процесу запишеться як:

Підставивши числові значення отримаємо:

Вирішивши це рівняння отримаємо:

Отримавши результати, знаходимо загальну кількість приходу та витрати теплоти, після чого знаходимо матеріальний баланс процесу газифікації. Результати розрахунку представлені в таблиці 2.8

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						19
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Таблиця 2.8 – Матеріальний баланс процесу газифікації

На основі виконаних розрахунків можна зробити висновок, що матеріальний баланс процесу пароплазмової газифікації твердих вуглецевмісних відходів розраховано вірно. З отриманими результатами можна перейти до розрахунку конструкційних параметрів теплообмінного апарату та параметрів процесу газифікації.

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		20

3 Комп'ютерне моделювання розрахунку теплообмінного апарату

3.1 Технічне завдання

Розробити розрахунковий модуль призначений для конструктивного розрахунку теплообмінного апарату для охолодження содового розчину.

Вихідними даними для розрахунку є:

1. Початкова температура холодоагенту (°C.);
2. Початкова температура содового розчину (°C.);
3. Теплоємності речовин $\frac{Дж}{кг} \cdot ^\circ C$;
4. Густина $\frac{кг}{м^3}$;
5. Коефіцієнт динамічної в'язкості;
6. Об'ємна витрата суміші (м³/год.);
7. Діаметр труб (м);
8. Крок інтегрування (м);

Результатами розрахунку є:

1. Коефіцієнт теплопередачі $\frac{Вт}{м^2} \cdot ^\circ C$;
2. Довжина труб (м);
3. Кількість труб (м);
4. Діаметр теплообмінника (м);
5. Розподіл температур речовин по довжині теплообмінника.

Вимоги до програмного модулю:

1. Наявність більше однієї форми для зручного представлення результатів;
2. Наявність полів для вводу даних користувачем;
3. Наявність в полях введення даних для конструктивних розрахунків;
4. Наявність довідки;
5. Програмний модуль повинен виводити отримані розрахунки на форму;
6. Можливість формування та збереження звіту за бажанням користувача;
7. Передбачити блокування кнопок, що не можуть виконати розрахунки без

введення необхідних даних в поля введення;

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		21

8. Наявність меню та панелі інструментів для зручнішої роботи в програмі. Середовище для реалізації розрахункового модуля MS Visual Studio 2015.

3.2 Математичне забезпечення обчислювального модуля

Математичне моделювання є одним із основних сучасних методів дослідження. Математичне моделювання включає три взаємопов'язаних етапи:

- складання математичного опису досліджуваного об'єкту;
- вибір методу вирішення системи рівнянь математичного опису і реалізації його у формі програми;
- встановлення відповідності (адекватності) моделі об'єкту [6].

Процес теплообміну в теплообмінних апаратах являє собою взаємозалежну ієрархічну сукупність елементарних процесів теплопровідності, конвекції й випромінювання [7].

В теплообміннику відбувається процес охолодження содового розчину водою, яка протікає по нерухомих трубних решітках, до температури 30 °С. Тому можна зробити припущення, що теплообмінник працює в ізотермічному режимі [8].

Математичне моделювання теплообмінного апарату для охолодження содового розчину проводиться з урахуванням наступних допущень:

1. Режим течії одного теплоносія – ідеальне витіснення, іншого – ідеальне витіснення.
2. Питомі теплоємності, густини теплоносіїв та стінки в області робочих температур не змінюються.
3. Коефіцієнти тепловіддачі постійні по всій поверхні теплообміну і не залежать від об'ємних витрат теплоносіїв.
4. Температура стінки, що розділяє теплоносії, постійна по товщині.
5. Втрати в оточуюче середовище не враховуються.
6. Теплоємність стінки будемо вважати незначною у порівнянні з
7. теплоємністю теплоносіїв. Це припущення дозволяє нехтувати

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						22
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

накопиченням тепла в стінках апарата. Крім того, припустимо, що при зміні температур робочих середовищ, тепловий потік крізь стінку встановлюється миттєво.

Враховавши припущення та вихідні дані для розрахунку обираємо математичну модель ідеального витиснення:

Початкові умови:

Граничні умови:

S_1, S_2 – площі поперечних перетинів, просторів, що займають теплоносії, m^2 ; c_1, c_2 – теплоємності відповідних теплоносіїв, $\frac{Дж}{m^3 \cdot ^\circ C}$; L – довжина апарата, м; l – координата довжини, м, T_1, T_2 – початкові температури гарячого та холодного теплоносіїв відповідно, $^\circ C$, α_1, α_2 – коефіцієнти тепловіддачі, $\frac{Дж}{m^2 \cdot год} \cdot ^\circ C$, v_1, v_2 – швидкості руху речовин, $\frac{m^3}{год}$, t – координата часу, год,

Оскільки теплообмінник працює в статичному режиму, то параметри T_1, T_2 будуть змінюватися тільки по довжині (координата часу виключається) і математична модель може бути записана у вигляді :

Граничні умови відповідають протиточному руху теплоносіїв: при $l=0$, $T_1(0)=T_{1n}$, при $l=L$, $T_2(L)=T_{2n}$.

Записані рівняння дозволяють розрахувати розподіл температур по довжині ТОА (так званий температурний профіль), а також температуру кожного теплоносія на виході з апарату T_{1k}, T_{2k} . Можна одержати аналітичне рішення цих рівнянь при крайових умовах $T_1(0)=T_{1n}, T_2(L)=T_{2n}$, чисельними методами із застосуванням ЕОМ.

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						23
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Так як режим стаціонарний, для розрахунку площі поверхні теплообміну скористаємось основним рівнянням теплопередачі. Кількість теплоти, що переноситься через елементарну площу поверхні, становить

де K – коефіцієнт теплопровідності;

ΔT_{cp} – середньологарифмічний температурний напір.

Визначаємо основні геометричні розміри необхідного теплообмінника та вибір стандартного апарата. Розчин соди у воді (1) направляємо в трубний простір, а воду (2) – у міжтрубний.

Термічні криві зображені на рисунку 3.1:

Рисунок 3.1 – Схема теплоносіїв

Для інтенсифікації процесу теплообміну використаємо протитечійну схему руху теплоагентів.

Визначаємо середню різницю температур при протитечійному русі теплоносіїв за методикою [6].

Більша різниця температур:

Менша різниця температур:

Середня різниця температур, визначається за рівнянням:

Теплове навантаження Q визначається з рівняння теплового балансу теплообмінника:

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						24
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Витрата охолоджуючої води:

Об'ємні витрати розчину соди у воді та води:

Визначимо орієнтовне значення поверхні теплообміну, вважаючи [7, табл. 4.8]:

Попередньо приймаємо критерій Рейнольдса, $Re = 10000$.

Швидкість розчину соди в трубному просторі визначається за формулою:

Розрахункова кількість труб з діаметром 25x2 мм, що будуть забезпечувати об'ємну витрату розчину при $Re = 10000$:

Вибираємо теплообмінник з наступними параметрами:

зовнішній діаметр кожуха $D_{зов}$, м	0,159;
загальна кількість труб n	4;
кількість ходів z	1;
довжина труб L , м	2;
площа поверхні теплообміну F , m^2	2;
зовнішній діаметр теплообмінних труб $d_з$, м	0,025;
внутрішній діаметр теплообмінних труб $d_{вн}$, м	0,021.

Уточнюємо значення швидкості в трубному просторі:

де S_1 – площа поперечного перерізу ходу у трубному просторі.

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		25

Визначаємо критерій Рейнольдса для трубного простору за методикою наведеною в [7]:

Критерій Прандтля для розчину при середній температурі:

При тепловіддачі при розвиненому турбулентному русі в прямих каналах та трубах застосовується розрахункова формула для знаходження критерія Нуссельта за методикою [7]:

де $\frac{Pr_1}{Pr_{ст1}}$ – відношення критеріїв Прандтля при середній температурі і температурі стінки (поправку Міхеєва); приймаємо $\frac{Pr_2}{Pr_{ст2}} = 0,9$.

Тоді коефіцієнт тепловіддачі при течії розчину в трубному просторі визначається:

Коефіцієнт тепловіддачі для води:

Значення швидкості в міжтрубному просторі:

де S_2 – площа поперечного перерізу міжтрубного простору.

Визначаємо критерій Рейнольдса для міжтрубного простору:

Критерій Прандтля для води при середній температурі:

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						26
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

При поперечному омиванні потоком трубного пучка при $Re \geq 1000$ рекомендується співвідношення:

де $\frac{Pr_1}{Pr_{ст1}}$ – відношення критеріїв Прандтля при середній температурі і температурі стінки (поправку Міхеєва); приймаємо $\frac{Pr_2}{Pr_{ст2}} = 1,1$.

Тоді коефіцієнт тепловіддачі при течії води в міжтрубному просторі визначається:

Коефіцієнт теплопередачі:

Необхідну площу поверхні теплопередачі визначаємо за формулою:

Кожухотрубний теплообмінний апарат, обраний для розрахунків з зовнішнім діаметром 0,159 м та трубами пряма частина яких довжиною 2 м та кількістю 4 штуки, повністю задовольняє всі вимоги. Таким чином вибір зупинився на ньому.

Зробивши конструктивний розрахунок, виконаємо розрахунок процесу теплообміну з використанням математичної моделі. Розв'язком рівнянь математичної моделі кожухотрубного теплообмінника ідеального витіснення буде значення температур речовин в залежності від довжини ТОА (рис. 3.1).

Рисунок 3.1 – Графік розподілу температури по довжині теплообмінника

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						27
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Розрахунки проводилися в програмі MathT1d, і показані в додатку А.

Продовження таблиці 3.2 – Основні елементи обчислювального

Для зручнішого представлення даних розрахунку був розроблений програмний модуль на мові C++ в середовищі MS Visual Studio 2015, який обраховує основні параметри кожухотрубного теплообмінника за математичною моделлю вказаною вище [8].

3.3 Реалізація розрахунку

Відповідно до технічного завдання було розроблено алгоритм Продовження таблиці 3.3 – Процедури обчислення модуля та їх призначення обчислювального модуля. Програмний код обчислювального модуля розроблено в середовищі Visual Studio C++ (Додаток Б).

Структура обчислювального модуля:

- Файли форм – MyForm1.h – MyForm3.h
- Файл проекту – Project1

Призначення основних елементів програмного модуля наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Основні елементи обчислювального

Розроблений програмний модуль складається з наступних процедур обробки подій, що наведені в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3– Процедури обчислювального модуля та їх призначення

Даний програмний модуль можна використовувати для перевірки розрахунку будь-якого кожухотрубного теплообмінника з нерухомими

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		28

трубними решітками, для якого відомі початкові температури вхідних речовин, швидкості руху речовин в апараті.

Код розробленого програмного модуля приведений в Додатку Б.

3.4 Інструкція користувачу програмного продукту

Програмний модуль призначений для розрахунку теплообмінного апарату, який призначений для моделювання перебігу процесу пароплазмової газифікації твердих вуглецевмісних відходів. Графічний інтерфейс програми представлений вікнами, вкладками, кнопками керування та ін. Головне вікно програми користувача, який відкривається при завантаженні програми наведено на рисунку 3.2.

Рисунок 3.2 – Головне вікно програми

Вкладка «Загальна інформація» містить загальні дані про процес та дані про розробника програми.

Вкладка «Схема», містить технологічну схему процесу пароплазмової газифікації твердих вуглецевмісних відходів.

Вкладка «Дані для введення» містить поля для введення інформації. Для роботи програми потрібно ввести наступні дані:

- Початкова температура холодоагенту (°C).
- Початкова температура содового розчину (°C);
- Об'ємні витрати суміші ($\frac{m^3}{год}$);
- Діаметр апарату (м);
- Діаметр кожуха (м);
- Діаметр труб (м);
- Крок інтегрування (м);

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						29
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Для виконання розрахунків, після вводу необхідних даних в останню вкладку, слід натиснути на кнопку «Запустити розрахунок», або натиснути відповідний пункт меню в головному меню програми або на панелі інструментів. Після чого розраховані результати будуть виведені на форму в поле справа (рис. 3.3).

Рисунок 3.3 – Кнопка запуску розрахунку

Виконавши розрахунки, програма виводить графік розподілу температури по довжині, що отриманий в результаті виконаних розрахунків підпрограмою.

Для отримання допоміжної інформації про процес, що моделюється, необхідно звернутися до довідки за допомогою меню «Довідка» або кнопки «Довідка» на панелі інструментів

За допомогою пункту меню «Зберегти», можна зберегти отримані результати розрахунків в «xml» файл, або сформуванати звіт про роботу програми, натиснувши відповідну кнопку. Після цього програма відкриє вікно, де потрібно вказати місце і назву файлу для збереження

Рисунок 3.4 – Вікно збереження звіту з роботи програми

Також програма має додаткову можливість зберігати таблицю з розрахованими даними (розподіл температури по довжині теплообміннику) в формат «.xml» для подальшої обробки інформації в програмі MS Excel. Для цього потрібно натиснути відповідний пункт головного меню програми «Зберегти дані розрахунків», який зображений на рисунку 3.5.

Рисунок 3.5 – Варіанти збереження інформації в програмі

В програмі результати розрахунку мають вигляд, як зображено на рис. 3.6 :

Рисунок 3.6 – Результат розрахунку параметрів ТОА

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						30
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Також для більш зручного користування програмою додана функція «Очистити дані», що очищає всі текстові поля для вводу даних для комфортнішого редагування, а також в програмі передбачена функція, для введення стандартних значень в поля вводу інформації в випадку коли користувачу необхідно процес газифікації.

Ці дві кнопки зображені на рисунку 3.7.

Рисунок 3.7 – Кнопки для редагування введених даних в програмі

Отже, за результатами розрахунків, що отримані за допомогою розробленого програмного модуля був виконаний конструктивний розрахунок теплообмінного апарату для ведення процесу охолодження содового розчину для скрубера Вентурі. Дані, отримані в розділі необхідні для розробки схеми автоматизації процесу пароплазмової газифікації твердих вуглецевмісних відходів.

За для якісного та безпечного протікання процесу, потрібно контролювати та регулювати параметри, при яких він протікає. Виходячи з того, що під час процесу має підтримуватись стала температура розчину на виході з апарату, є доцільним автоматизувати дане виробництво. Приклад схеми автоматизації приведений в наступному розділі.

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						31
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

4 Автоматизація технологічної схеми процесу пароплазмової газифікації твердих вуглецевмісних відходів

4.1 Розробка схеми автоматизації процесу

Складність і висока швидкість протікання технологічних процесів у хімічній промисловості, їх чутливість до порушень режиму, а також підвищені вибухонебезпечність і шкідливість умов роботи спричиняють підвищену увагу до питань автоматизації хіміко-технологічних процесів. Автоматичний контроль та керування технологічними процесами забезпечують високу якість продукції, раціональне використання сировини та енергії, подовження термінів міжремонтного пробігу устаткування, зменшення чисельності технічного персоналу. Використання автоматизації даних виробництв дуже полегшує процес, та дозволяє збільшити продуктивність підприємств. На автоматизованих лініях операції робить обладнання, і на відміну від людини обладнання може постійно реєструвати зміни технологічного режиму, що дозволяє вчасно відкоригувати режим проведення процесу, на випадок коли система автоматично не може відкоригувати стан процесу, схема обладнана системою сигналізації [10].

Під час процесу пароплазмової газифікації, який відбувається в пароплазмовій печі необхідно для отримання якісного синтез - газу в заданій кількості підтримувати необхідний температурний режим в реакторі, а також невелике розрідження щоб шкідливі речовини такі як CO і H₂ не могли потрапити в атмосферу і приміщення. Тому необхідно створити контур регулювання заданого розрідження в реакторі за допомогою зміни швидкості обертання вентилятора. Температурний режим забезпечується якісною роботою плазмотрона та парогенератора. Тому необхідно виконувати контроль температурних режимів катоду і аноду плазмотрону, а також плазмохімічної печі [11].

Також необхідно створити контур регулювання температури в

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		32

теплообміннику для забезпечення правильної його роботи. Для безпечної роботи обслуговуючого персоналу необхідно передбачити сигналізацію шкідливих домішок в повітрі приміщення, бо продуктами реакції H_2 , CO .

Аналіз технології показав, що для забезпечення нормальної роботи виробництва потрібні такі контури автоматизації:

- контроль температури в печі;
- контроль температури в пневмотракті;
- контроль витрати і тиску пари після парогенератора;

Продовження таблиці 4.1 – Параметри контролю та керування процесом

- контроль температури води на плазмотрон;
- контроль тиску і витрати повітря на плазмотрон;
- контроль струму і напруги живлення плазмотрона;
- регулювання розрідження в печі;
- контроль температури і витрати відпрацьованого газу;
- регулювання вихідної температури теплообмінника витратою води з градирні;
- контроль рівня в баках;
- контроль витрати содового розчину в контурі;
- контроль витрати води, яка циркулює;
- контроль витрати газу між відокремлювачем вологи та вентилятором.

Параметри контролю та регулювання процесом пароплазмової газифікації твердих вуглецевмісних відходів наведено у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Параметри контролю та керування процесом

На основі обраних параметрів обирають технічні засоби автоматизації. Засоби автоматизації підбирають, враховуючи особливості технологічного режиму. При цьому слід дотримуватися наступних правил:

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		33

- для регулювання однакових параметрів технологічного процесу застосовуємо однотипні засоби автоматизації;
- клас точності приладів повинен відповідати технологічним вимогам;
- діапазон вимірювання приладів повинен відповідати діапазону технологічних параметрів, що регулюються.

Засоби автоматизації вибрані по [12- 17] та зведені в специфікації, яка наведена в додатку В.

4.2 Опис розробленої схеми автоматизації

Контроль температури: як пристрій вимірювання температури в трубопроводі (поз. 1-1, 4-1, 5-1, 6-1), обрано термометр опору (діапазон вимірювання температури -50-150°C) – призначений для вимірювання температури у рідких, газоподібних та сипучих речовинах, шляхом перетворення опору у уніфікований вихідний сигнал 4-20 мА . Отриманий з датчика уніфікований сигнал поступає на електричний ПДД-регулятор (поз. 1-2, 4-2, 5-2, 6-2) з вхідним сигналом 4 – 20 мА виробництва. З регулятора сигнал поступає на виконавчий механізм (поз. 1-3, 4-3, 5-3, 6-3) з вхідним сигналом 4 – 20 мА .

Для виміру температури в пароплазмовій печі використовують платинові термопари з діапазоном вимірювання 1000-1500 °С. (поз. 2-1, 3-1). Сигнал з термопари поступає на вторинний перетворювач (поз. 2-2, 3-2), який в свою чергу передає сигнал на електричний ПДД-регулятор з вхідним сигналом 4 - 20 мА (поз 2-3, 3-3). З регулятора сигнал поступає на виконавчий механізм (поз. 2-4, 3-4) з вхідним сигналом 4 – 20 мА .

Контроль витрати: для вимірювання витрати в трубопроводі подачі після відокремлювача вологи використано витратомір газу (поз. 8-1) з вхідним сигналом 4..20 мА [7]. Отриманий від витратоміру сигнал поступає на вторинний перетворювач (поз. 8-2) , з якого сигнал йде на ПДД - регулятор з

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						34
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

вхідним та вихідним сигналом 4..20мА (поз. 8-3) [13]. Сигнал від ПД регулятора поступає на виконавчий механізм в ролі якого виступає клапан електромагнітний з вхідним сигналом 4..20мА (поз. 8-4).

Для вимірювання витрати води та содового розчину з мережі в трубопроводах використано витратоміри змінного перепаду тиску з вихідним уніфікованим сигналом 4..20 мА (поз. 10-1, 11-1, 13-1, 14-1). Отриманий сигнал поступає на електричний ПД регулятор з вхідним та вихідним сигналом 4..20 мА (поз. 10-2, 11-2, 13-2, 14-2). З регулятора сигнал поступає на виконавчий механізм (поз. 10-3, 11-3, 13-3, 14-3) з вхідним сигналом 4 – 20 мА.

Для вимірювання витрати повітря, яке поступає на плазмотрон використовують ротаметр (поз.18-1). З ротаметру сигнал надходить на ПД регулятор вихідним сигналом 4..20 мА (поз. 18-2). З регулятора сигнал поступає на виконавчий механізм (поз. 18-3) з вхідним сигналом 4 – 20 мА.

Контроль рівню: для виміру рівню содового розчину в баках використовуються безконтактний радарний рівнемір (поз. 12-1, 15-1). Рівнемір також виступає в ролі перетворювача та видає на виході уніфікований сигнал 4..20 мА, який далі передається на регулятор рівня з вхідним та вихідним сигналом 4..20 мА (поз. 12-2, 15-2). Сигнал передається на сигналізатори, які сигналізують про гранично допустимий нижній та верхній рівень кольоровою світловою сигналізацією (поз. HL1, HL2, HL3, HL4).

Контроль та регулювання тиску: для контурів регулювання тиску парі парогенератора та тиску повітря, яке надходить на плазмотрон був обраний комплекс приладів, що складається з перетворювача тиску, який отримує значення виміряного тиску з датчику та перетворює його в уніфікований сигнал (вихідний сигнал - 4-20мА) (поз. 7-1) [10]. Отриманий, на виході з перетворювача сигнал, поступає на універсальний вимірювач-регулятор (вхідний сигнал 4-20мА [8] (поз 7-2). Отриманий з регулятора сигнал передається на виконавчий механізм в ролі якого виступає клапан електромагнітний з вхідним сигналом 4..20 мА (поз 7-3). Результатом керування є зміна витрати сировини, що потрапляє в піч.

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						35
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Для регулювання тиску в пароплазмовій печі було використано наступні прилади: манометр тиску (діапазон вимірювання від - 0,1 до 0,1 МПа), який перетворює отримане значення тиску в уніфікований сигнал 4-20мА (поз. 9-1). Манометр передає сигнал на універсальний вимірювач-регулятор з вхідним сигналом 4-20мА (поз. 9-2) [9]. З регулятора сигнал передається на виконавчий механізм в ролі якого виступає клапан електромагнітний з вхідним сигналом 4..20мА (поз. 9-3).

Контроль напруги та струму: для контуру контролю напруги та струму на плазмотрон було обрано комплекс приладів, що складаються з приладів цифрових: амперметр , які вимірюють діапазон струму 200- 400 А(поз. 16-1) та вольтметр М-01, який вимірює діапазон напруги 250 – 600 В (поз.17-1).

Контроль сигналізації: Для контролю речовин O_2 , H_2 і CO під стелею встановлений газоаналізатор, сигнал якого надходить на показуючий сигналізуючий прилад. При перевищенні допустимих норм вмісту речовин у повітрі загоряється лампочка, що сигналізує персонал про небезпеку.

Розроблена схема автоматизації дозволяє проводити технологічний процес газифікації для отримання високопродуктивного синтез газу відповідно до технологічного регламенту.

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						36
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

5 Економіко – організаційні розрахунки

Метою даного розділу є розрахунок техніко-економічних показників, які є чисельною характеристикою, що показують доцільність створення даного виробництва в умовах ринкової економіки.

5.1 Класифікація виробничих процесів підприємства

Розрізняють такі види процесів – основні, допоміжні, побічні.

Таблиця 5.1 – Класифікація виробничих процесів цеху

5.2 Оптимальний вид руху предметів праці

Вид руху предметів праці по стадіям виробництва в значній мірі впливає на діяльність виробничого циклу. Існують такі види руху: послідовний, паралельний, синхронізований та змішаний [18].

Таблиця 5.2 – Операції отримання продукції

Контроль виробництва входить до основних виробничих процесів цеху, проте при складанні ВРПП контроль не враховується тому що проходить паралельно з операціями отримання продукції.

1) *Послідовний рух предметів праці*, це такий рух, під час якого обробка продукції проводиться послідовно на кожній стадії з наступною передачею на чергову стадію цієї партії предметів, що обслуговується (наведений на рисунку 5.1).

					$t_{зміни} = 8 \text{ год.}$	Арк
					ХА 3122 1490 001 ПЗ	37
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Тривалість обробки:

За зміну обслуговуються:

одиничні цикли.

На графіку представлений один виробничий цикл.

Кількість обладнання: $N=6$ шт.

Рисунок 5.1 – Послідовний рух предметів праці

Паралельний рух предметів праці використовується безпосередньо в безперервних процесах при масовому виробництві продукції (наведений на рисунку 5.2). Продукція передається з попередньої на наступну операцію, не очікуючи закінчення обробки всієї партії.

Кількість обладнання: $N=6$ шт.

Рисунок 5.2 – Паралельний рух предметів праці

Графік зображується саме так (безперервно), оскільки об'єми апаратів значно відрізняються. І тому гази, які надійшли до скрубера Вентурі, продовжують рухатись поступово через відокремлювач вологи, який має значно менші розміри, не чекаючи закінчення другої операції. Аналогічно відбувається рух газів і на інших стадіях.

3) *Синхронізований рух предметів праці*. В цьому випадку вироби передаються з однієї стадії на іншу за певним законом (рисунок 5.3).

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		38

Рисунок 5.3 – Синхронізований рух предметів праці

При цьому на першій стадії необхідна 1 од. обладнання, на другій – 1, на третій – 2, на четвертій – 2, на п'ятій – 1, на шостій - 4. Кількість обладнання: $N=1$ шт.

Висновок: Оптимальний вид руху – паралельний, оскільки хоч і тривалість виробництва більша, у порівнянні із синхронізованим видом руху, проте потрібно вдвічі менше одиниць обладнання, вартість яких мільйони гривень, а також у хімічному виробництві, такому як це, не повинно бути простою обладнання, що може спричинювати зменшення якості продукції, тому використання послідовного та синхронізованого видів руху є некоректним по відношенню до даного підприємства.

5.3 Технологічна підготовка виробництва

Потужність виробництва це максимально можливий випуск продукції за рік. Для проектованої технології потужність визначається за основним обладнанням.

Річну потужність виробництва по обладнанню можна визначити:

де g – годинна продуктивність апарату, т/год; n – кількість однотипних апаратів в технології виробництва; $T_{ЕФ}$ – часовий ефективний фонд роботи обладнання за рік, год/рік.

Підприємство працює 7 днів на тиждень в три зміни, тривалість зміни 8 годин. Кількість робочих днів у році 365. Ефективний фонд часу роботи устаткування з метою безперервного виробництва можна визначити наступним чином:

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						39
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

де T_K – календарний фонд часу, 8760 годин (365дн.·24год.); T_{T3} – час технологічно неминучих зупинок (для хімічної промисловості приймають 120 год./рік); $T_{ППР}$ – час простою обладнання в планово-попереджувальних ремонтах за рік.

Для розрахунку часу простою обладнання в ремонтах необхідно розрахувати кількість ремонтів в ремонтному циклі за рік. Для цього необхідно зробити виписку нормативних даних з довідника «Система технологічного обслуговування та ремонту обладнання підприємств хімічної промисловості».

Таблиця 5.3 – Нормативні дані

Простої обладнання в ремонтному циклі:

де PP_K, PP_T – простій обладнання в ремонті за цикл, год.; P_K, P_T – нормативний простій за один ремонт, год.

Тривалість ремонтного циклу в роках:

де T_H – номінальний фонд роботи обладнання за рік.

Час простою обладнання за рік:

де $ГПП_K$ і $ГПП_T$ – простій обладнання в планово-попереджувальному ремонті.

Сумарний час простою обладнання в ремонті за рік:

Таблиця 5.4 – Баланс часу роботи обладнання

Коефіцієнт використання обладнання по часу:

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						40
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Річна потужність:

5.4 Розрахунок необхідної кількості співробітників

Кількість людей, що задіяні у безпосередньому виробничому процесі визначимо із графіка оптимального руху предметів праці.

Кількість працюючих на виробництві розраховуємо за графіком паралельного ВРПП і за пунктом 2.2.

Підприємство працює 7 днів на тиждень у три зміни, тривалість зміни 8 годин. Кількість персоналу наведена в таблиці 5.5.

Таблиця 5.5 – Кількість персоналу

5.5 Розрахунок чисельності персоналу явочної і за списками

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. Режим роботи тризмінний, тривалість зміни 8 годин для робочого персоналу та спеціалістів. Для керуючого персоналу та фахівців робочий тиждень має вигляд: 5 днів на тиждень, режим роботи в 1 зміну, тривалість робочої зміни 8 годин.

Отже, сумарна явочна кількість персоналу складає $Ч_{яв} = 72$ людини. Для робочого персоналу маємо – зміна складається з начальника зміни (1), помічник начальника зміни (1), менеджер з персоналу (1), механік (1), оператор ЦПК (2), апаратик (5), охоронець (3) – це ті які мають тризмінний графік роботи, а в одну зміну працюють – директор(1), головний інженер (1), головний бухгалтер (1), головний технолог (1), головний енергетик (1), головний механік(1), головний

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						41
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

будівельник (1), головний відділу ППГВВ (1), а також водії (5) і прибиральниці. Отже, сумарна явочна кількість робочого персоналу в другу зміну складає 30 чоловік, а в першу і третю – по 14 чоловік.

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, а також сюди включають сумісників.

$T_{\text{рік}}$ – річний фонд часу роботи підприємства в годинах; $T_{\text{прац}}$ – річний час роботи підприємства з урахуванням вихідних, святкових, відпусток, хвороб.

Для першої зміни:

Для другої і третьої змін:

Тривалість роботи підприємства:

Тривалість роботи працівника:

\Кількість бригад:

Отже, щоб забезпечити безперервний процес роботи підприємства потрібно 4 бригади.

Необхідна кількість обладнання наведена у таблиці 5.6.

Таблиця 5.6 - Розрахунок необхідної кількості одиниць обладнання

Необхідно 8 одиниць обладнання.

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						42
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

5.6 Визначення порядку технічного контролю: 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.

Вхідний контроль – це перевірка якості продукції перед запуском у виробництво. Суб'єктами є працівники лабораторії. Вхідний контроль включає проби сировини, що надходить у виробництво. Аналіз сировини проводять лабораторно (хімічний склад). Результати досліджень записуються до спеціального журналу вхідного контролю.

Під час поточного контролю на підприємстві здійснюється перевірка виконання технологічних операцій. Крім того контролюють як працює обладнання і чи немає ніяких порушень виробництва. Об'єктами є технологічний процес і обладнання, персонал і напівфабрикат. Суб'єктами є оператор обладнання, головний технолог, головний механік, працівники лабораторії. Апарати встановлюють згідно з правилами монтажу, електроустаткування, вимогам безпеки праці та пожежної безпеки. Кожен апарат повинен мати свою електричну проводку, захисні та заземлюючі прилади, електричні контакти повинні бути щільно приєднані проти регулювання та безпеки закриті кожухами. Результати контролю заносяться до журналу поточного контролю.

При вихідному контролі здійснюється оцінка якості готової продукції. Основна мета контролю є виявлення браку. Суб'єктами є головний інженер, працівники лабораторії. Аналіз готового продукту проводять лабораторно і геометрично. Результати досліджень записуються до журналу вихідного контролю, на підставі якого головним інженером, а потім начальником цеху заповнюється паспорт якості на продукцію, який передається на підпис безпосередньо директору підприємства.

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						43
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

За технічним рівнем всі види контролю є ручними, тільки при перевірці обладнання і технологічного процесу використовують автоматизований вид.

Розрахунок втрат речовин на контроль якості відсутній, оскільки проби, котрі беруться до лабораторій мізерні в порівнянні з щорічним випуском продукції, тому ми ними нехтуємо [18].

5.7 Розрахунок техніко – економічних показників

До оборотних засобів відносяться:

- Сировина
- Електроенергія.
- Запасні частини та матеріали.
- Заробітна плата.

1. Вартість сировини наведена у таблиці 5.7.

Таблиця 5.7 - Витрати сировини на 1 тонну готової продукції

На річний випуск продукції необхідно 4 101 344 100 грн/рік.

2. Вартість електроенергії:

Потужність обладнання $N=200$ кВт/год. Оскільки потужність більше 30 кВт маємо перший клас напруги.

Ціна 1кВт= 155,48 копійок – денний час, в нічний час: 1кВт=38,76 копійки.

Підприємство працює 24 години на добу 365 днів на рік

Денний час:

Нічний час:.

Сумарні витрати на електроенергію:.

.

Витрати на теплову енергію:

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						44
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

На обігрів приміщення споживається тепла – 1500 Гкал/рік;

Тарифна ставка на теплову енергію –1121.33 грн/Гкал;

Сумарні затрати на енергію:

Заробітна плата:

Таблиця 5.9 – Заробітна плата персоналу

Продовження таблиці 5.9

Заробітна плата за рік:

ФОП з нарахуваннями:

В щомісячну заробітну плату враховано те, що працівники працюють в нічну зміну.

5.8 Баланс використання основних фондів в цеху

1. Вартість основних фондів:

- Вартість будівель та споруд 1 200 000 грн;

- Вартість обладнання 4 450 000 грн;

- Ліцензія 60 000 грн;

Всього: 5 710 000 грн.

Амортизація:

ОФ = 5 710 000 грн. Час експлуатації ОФ – 10 років

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						45
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Норма амортизації:

Калькуляція – документ, який розраховує і затверджує собівартість одиниці продукції.

Таблиця 5.10 - Калькуляція на вид продукції

5.9 Розрахунок собівартості, прибутку та часу повернення капіталовкладень

1. Собівартість одиниці продукції:
2. Прибуток. Ринкова ціна 1 т відходів для переробки складає 10 000 грн/т
Ціна продукту за рік:
Прибуток на одиницю продукції:
Річний прибуток підприємства:
3. Рентабельність:
4. Термін повернення капіталовкладень:
5. Ефективність підприємства:

У таблиці 5.11 наведені основні техніко – економічні показники.

Таблиця 5.11 - Техніко-економічні показники

Під час виконання даного дипломного проекту був розроблений програмний модуль, який має на меті розрахунок та моделювання процесу пароплазмової газифікації твердих вуглецевмісних відходів без втручання людини. Та проведена автоматизація виробництва, що має на меті керування процесом без втручання людини. Отже, при застосуванні вище перерахованих комплексів, можна скоротити кількість персоналу на виробництві, що, в свою чергу, відобразиться на техніко-економічних показниках. Розрахуємо техніко-

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						46
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

економічні показники виробництва при використанні програмного модуля та контурів автоматизації на виробництві.

Кількість працівників, що працюватимуть на автоматизованому підприємстві приведені в таблиці 5.12

Таблиця 5.12 – Персонал цеху пароплазмової газифікації на автоматизованому виробництві

Явочна чисельність працівників в такому випадку складатиме:

$Ч_{\text{яв}} = 53$ людини. Для робочого персоналу маємо – зміна складається з начальника зміни (1), помічник начальника зміни (1), менеджер з персоналу (1), механік (1), оператор ЦПК (1), апаратик (1), охоронець (3) – це ті які мають тризмінний графік роботи, а в одну зміну працюють – директор(1), головний інженер (1), головний бухгалтер (1), головний технолог (1), головний енергетик (1), головний механік(1), головний будівельник (1), головний відділу ППГВВ (1), а також водії (5) і прибиральниці. Отже, сумарна явочна кількість робочого персоналу в другу зміну складає 22 чоловіки, а в першу і третю – по 9 чоловік

Розрахуємо чисельність персоналу за списком:

Для першої зміни:

Для другої і третьої змін:.

Розрахуємо фонд заробітної плати:

Фонд оплати праці за рік становить

ФОП з відрахуваннями

У випадку використання програмного комплексу, його вартість необхідно включити в склад основних фондів.

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						47
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Розрахуємо вартість програми. Вартість роботи програміста складає 333 грн за годину роботи. На написання програмного модуля було витрачено 6 днів по 5 годин роботи кожного дня. Отже, зарплата програміста складатиме ЗПрр = 10000 грн. Написання програмного модуля включає в себе витрати на світло. За годину роботи комп'ютер споживає 90,06 Вт. При розрахунку на 6 днів по 5 годин роботи отримуємо – 2701,8 Вт або 2,7018 кВт. Вартість електроенергії становить 1,55грн/кВт. Отже, вартість програми скрадає:

Підприємство працює цілодобово 365 днів на рік. Річні витрати на електроенергію:

До розрахованої раніше вартості основних фондів додаємо вартість програми та комп'ютерів і отримуємо:

-	Вартість будівель та споруд	1 200 000 грн;
-	Вартість обладнання	4 450 000 грн;
-	Ліцензія	60 000 грн;
-	Вартість програми	51877,9 грн;
-	Вартість комп'ютерів	78970 грн;
	Всього:	5 840 847,9 грн.

Перерахуємо амортизацію. До розрахованої раніше амортизації додаємо вартість програми та комп'ютерів.

Таблиця 5.13 - Калькуляція на вид продукції

Собівартість одиниці продукції:

2. Прибуток. Ринкова ціна 1 т відходів для переробки складає 12 000 грн/т

Ціна продукту за рік:

Прибуток на одиницю продукції:

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						48
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Річний прибуток підприємства:

3. Рентабельність:

4. Термін повернення капіталовкладень:

5. Ефективність підприємства:

Порівняння техніко-економічних показників звичайного виробництва та автоматизованого виробництва з використанням програмного модуля приведено в таблиці 5.14

Таблиця 5.14 - Порівняння техніко-економічних показників

Як видно з вище приведених розрахунків, автоматизоване виробництво, що керується отриманими розрахунками за допомогою програмного модуля, є значно ефективнішим. Період повернення капіталовкладень в таке виробництво скорочується з 7,42 років до 6,41. Собівартість продукції збільшилась з 4 110 730 637,4 до 4 110 743 722,19, а прибутку збільшився (з 739 269 362,6 грн/рік до 1 709 256 277,81 грн/рік) більше ніж вдвічі. Загалом економічні показники підприємства зростають.

Отже, можна зробити висновок, що автоматизоване виробництво, що керується розрахунками, отриманими за допомогою програмного модуля, є більш економічно вигідним, порівняно зі звичайним виробництвом.

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						49
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

6 ОХОРОНА ПРАЦІ

Як впливає з технологічної частини проекту у виробництві містяться шкідливі пожежонебезпечні речовини і матеріали, використовується механічна, теплова, електрична енергії та енергія газів під тиском.

Внутрішньоцехове обладнання представлено підйомними механізмами: козловими кранами. Технічні рішення в проекті прийняті з урахуванням вимог охорони праці, пожежної і екологічної безпеки виробництва.

В даному розділі на підставі аналізу всіх можливих небезпечних і шкідливих виробничих факторів, виявлених на проектуваному об'єкті, розроблені заходи, направлені на створення здорових і безпечних умов праці, пожежної безпеки [19].

6.1 Виявлення і аналіз виробничих (шкідливих і небезпечних) факторів на проектуваному об'єкті. Заходи з охорони праці

6.1.1 Повітря робочої зони

Згідно ДСН 3.3.6.042-99 роботи, що виконуються у даному цеху за витратами фізичної енергії відносяться до категорії середньої важкості.

У таблиці 6.1 наведені прийняті проектом гігієнічні норми метеорологічних умов у приміщенні цеху, що проектується.

Таблиця 6.1 – Величини параметрів мікроклімату

Температура внутрішніх поверхонь приміщень, а також температура зовнішніх поверхонь технологічного устаткування або його захисних екранів не повинна виходити за межі допустимих температур, вказаних у таблиці 9.1.

У таблиці 6.2 представлена коротка санітарна характеристика проектуваного цеху для виробництва вентиляційних решіток [14].

Таблиця 6.2 – Коротка санітарна характеристика проектуваного відділення

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						50
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Продовження таблиці 6.2 – Коротка санітарна характеристика проектованого відділення

За способом організації повітрообміну передбачена загальнообмінна, місцева й комбінована вентиляція. Передбачається схема вентиляції згори до низу. У приміщенні цеху передбачена загальнообмінна припливно-витяжна вентиляція та місцева припливно-витяжна вентиляція. Додатково передбачені витяжні шафи.

Тепловиділення у виробничих приміщеннях нейтралізують шляхом теплової ізоляції частин компресора природного газу. Для захисту рук від опіків при ремонтах, а також при огляді обладнання робітники користуються спеціальними рукавицями.

При порушенні технологічної роботи цеху можливі викиди синтез - газу. Проводяться попередні і періодичні (один раз на рік) медогляди.

Проектом передбачено проводити наступні заходи. Проведення два рази на місяць контролю вмісту у повітрі робочої зони шкідливих речовин і параметрів. Використання термографів для безперервного контролю температури. Визначення відносної вологості повітря за допомогою стаціонарного (психрометр Августа), а також аспіраційного психрометра М-34. Встановлення чашкових анемометрів для спостереження за швидкістю руху повітря у приміщенні цеху.

6.1.2 Виробниче освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28-06 роботи в цеху за зоровими умовами відносяться до розряду робіт середньої точності групи IV г.

Проектом передбачено три види освітлення: природне, штучне і суміщене освітлення.

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						51
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Система природного освітлення – комбіноване освітлення.

Штучне освітлення представлено системою загального рівномірного освітлення і здійснюється в цеху за допомогою газорозрядних ламп низького тиску (люмінесцентні типу ЛБ-40). Світильники - пиловологонепроникні ЛПО-01.

Проектом передбачена робота аварійного, евакуаційного, ремонтного і охоронного освітлення, яке представлено люмінесцентними лампами.

У виробничих і побутових приміщеннях прийнята система загального рівномірного освітлення. Для оцінки освітленості у виробничих приміщеннях передбачено фотоелектричний люксметр Ю-116. Норми параметрів освітлення, згідно ДБН В 2-5.28.-06 наведені у таблиці 6.3.

Таблиця 6.3 - Норми виробничого освітлення

6.1.3 Виробничий шум і вібрація

В проектуваному виробництві у якості обладнання використовуються: пароплазмова піч, скрубєр Вентурі, компресори, теплообмінники, вловлювач вологи, градирні, вентилятор, парогенератор, компресори, трубопроводи. Джерелом шуму на виробництві можуть бути: компресори, парогенератор, вентилятор. Для зниження рівня шуму на робочому місці оператора, проектом прийнято закрити ці механізми кожухами із звуконепроникного матеріалу. Найбільш шумне місце – це компресорне відділення, в якому рівень звуку складає 70 дБА (згідно ДСН 3.3.6.037-99 допустимий рівень звуку 80 дБА).

Службами відділу охорони праці періодично проводяться виміри виробничого шуму, вібрації на робочих місцях за допомогою приладів ВШВ-2, ВШВ-2п (вимірниками шуму і вібрації), а також універсальним віброакустичним

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						52
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

комплектом фірм RFT (Німеччина) і «Бюль і Кеер» (Данія)

Передбачено істотне ослаблення шуму якісним монтажем окремих вузлів машин і своєчасним проведенням планового запобіжного ремонту.

Для зниження шуму на шляху його розповсюдження передбачається облицьовування частини внутрішніх поверхонь звукопоглинальними матеріалами (пінопласт).

Джерелами вібрації можуть бути: компресор, парогенератор. Для зменшення шкідливого впливу вібрації компресора та парогенератора, їх встановлюють на окремих станинах і обшивається окремими кожухами, окрім того встановлюються віброізолюючі прокладки в місцях кріплення з робочою поверхнею.

Рівень загальної технологічної вібрації згідно ДСН 3.3.6.039-99 для таких октавних смуг 1, 2, 4, 8, 16, 32, 63 Гц не повинен перевищувати 109, 107, 98, 93, 91, 91, 91 дБ відповідно.

Віброізоляція здійснюється шляхом установки джерел вібрації на віброізолятори.

Передбачено застосування гумових, пружинних, комбінованих віброізоляторів. Для зменшення вібрації кожухів, огорож та інших деталей, вироблених із сталевих листів, коливання яких часто відбуваються у резонансному режимі, застосовують вібропоглинання. Воно досягається нанесенням на віброуючу поверхню матеріалів, що володіють великим внутрішнім тертям (гуми, пластиків, вібропоглинаючих мастик) і розсіюючих енергію коливань. Передбачено окремі будівлі для насосного обладнання з метою зниження рівня шуму та вібрації.[14]

6.1.4 Електробезпека

Цех, який проектується, відноситься до класу приміщень з особливою

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		53

небезпекою, оскільки присутні дві умови особливої небезпеки:

- наявність струмопровідної підлоги (металева та бетонна);
- можливість одночасного доторкання людини до струмопровідних

частин електроустановки і металоконструкцій, що мають контакт із землею.

Ураження електричним струмом можливе у результаті дотику до відкритих струмопровідних елементів обладнання, що опинилися під напругою в результаті порушення ізоляції, а також ураження кроковою напругою та через електричну дугу.

Найбільш часто відбувається однофазне доторкання людини до мережі змінного струму. Розрахунок сили струму, який проходить через тіло людини, розраховується за формулою [14]:

де $R_{\text{л}}$ – опір тіла людини, $R_{\text{л}} = 2 \dots 4 \text{ кОм}$;

$R_0 = 4$ – опір заземлення нейтралі джерела струму, Ом;

$I_{\text{л}}$ – електричний струм, який проходить через людину;

$U_{\text{ф}} = 220 \text{ В}$ – фазна напруга.

Згідно з ГОСТ 12.1.038-82 гранично допустимі значення становлять: $I_{\text{л}} = 6 \text{ мА}$ і $U_{\text{д}} = 36 \text{ В}$ змінного струму в аварійному режимі при та при нормальному режимі при $\tau \leq 10 \text{ хв/добу. м}$. Тоді згідно з рівняннями:

Отже, розраховані значення $I_{\text{л}}$ і $U_{\text{д}}$ значно перевищують наведені вище нормативні значення. Це свідчить про те, що при порушенні вимог ПУЕ в цеху можливі електротравми з тяжкими наслідками.

На проектованому підприємстві з метою збереження здоров'я персоналу всі струмоведучі частини обладнання, до яких можливий дотик персоналу, ізолювані (опір ізоляції електропроводів вище 0.5 М (Ом)).

Метою розрахунку занулення є розрахунок оптимального захисту від небезпеки ураження електричним струмом при порушенні ізоляції і появі на

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						54
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

корпусах обладнання небезпечної напруги [19].

Перевіряємо умови забезпечення вимикальної здатності занулення:

.

Визначаємо номінальний струм електродвигуна

де P - номінальна потужність двигуна, кВт;

U_n - номінальна напруга, В;

$\cos\alpha$ - коефіцієнт потужності.

Значення зовнішнього індуктивного опору петлі фаза-нуль для розрахунку береться 0.6 Ом/км.

Визначаємо пусковий струм двигуна:

Розраховуємо номінальний струм плавкої вставки:

де α - коефіцієнт режиму роботи електродвигуна; $\alpha = 2$ при нечастих пусках двигуна.

Визначаємо очікуване значення $I_{к.з.}$:

Обираємо стандартне значення перетину нульового дроту 4x10 мм і розраховуємо густину струму δ :

За табличними даними знаходимо активні і індуктивні опори сталевих провідників. Для цього задаємося перетином і завдовжки нульового l_n і фазового l_ϕ сталевих провідників:

Перетин нульового провідника і його матеріал вибирається при умові, що повна провідність нульового провідника була не менше ніж 50% повній провідності фазового дроту:

Активний опір фазового і активного опору нульового дроту вибирається залежно від площі перетину і густини струму:

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						55
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

Визначаємо внутрішні індуктивні опори фазового і індуктивного провідників X_{ϕ} і X_n :

де X_w - індуктивний опір провідника, Ом; l - довжина провідника, км

Зовнішній індуктивний опір петлі фаза-нуль

Загальна довжина петлі фаза-нуль

Тоді:

Розраховуємо опір петлі фаза-нуль по залежності:

де Z_T - опір трансформатора, Ом.

Виконуємо перевірку умови надійного спрацьовування захисту:

A ,

.

Отже, струм $I_{к.з}$ більше ніж в 3 рази перевищує величину струму плавкої вставки, тому при замиканні на корпус плавка вставка перегорить впродовж 5...7 секунд. Завдяки цьому відбудеться відключення пошкодженої фази.

По значеннях номінального I вибираємо плавку вставку серії ПН - 100 з номінальним $I = 80$ А при напрузі в мережі 380 В.

Отже, розраховане занулення та обрана плавка вставка дозволяють забезпечити безпеку від ураження людини електричним струмом при порушенні ізоляції і появи на корпусах обладнання небезпечної напруги [19].

6.1.5 Безпека технологічних процесів і обслуговування обладнання

В проектуваному виробництві використовується різноманітне обладнання:

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		56

пристрій завантаження, пароплазмова піч, скруббер Вентурі, теплообмінник, відокремлювач вологи, трубопроводи, компресори, градирні, яке створює небезпеку з точки зору техніки безпеки.

Для уникнення травм робітників транспортні шляхи, призначені для цехового транспорту і проходи на території підприємства проектуються таким чином, щоб транспорт було видно заздалегідь; або ж використовують звукові сигнали. Окрім того, обладнані спеціальні пішохідні ділянки.

Конструкцією пароплазмової печі передбачено зручність і безпеку її обслуговування і ремонту, монтажу та демонтажу механізми, вузлів і оснащення.

Частини компресорів, що нагріваються до температури понад 25 ° С, теплоізолювані або закриті кожухом.

Причиною травматизму, смерті може бути падіння важких частин оснащення, тому операції знімання та установки форм максимально механізовані.

Трубопроводи, які містяться у технологічних лініях природного газу, пари, води регулярно перевіряються на зношування та герметичність.

Небезпеку складає витік природного газу, при цьому виникає ризик отруєння і надзвичайної пожежонебезпечної ситуації.

6.2 Пожежна безпека

Джерелами займання можуть бути відкритий вогонь, розпечені або нагріті стінки апаратів та обладнання, іскри електрообладнання, що можуть виникнути в результаті теплового або механічного пошкодження цілісності ізоляції; іскри удару і тертя деталей машин, обладнання, а також прямий удар блискавки в будівлю. За захистом від блискавки виробнича будівля відноситься до III категорії. Будівлі захищаються від прямих ударів блискавки блискавковідводами (стрижньові, вкриті ізоляцією). Для захисту від занесення високих потенціалів блискавки по трубопроводам – заземленням їх, перед входом до будівлі.

У якості захисту від дії статичної електрики використане заземлення. Для захисту електрообладнання від загорання застосовуються пристрої захисного

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						57
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

вимкнення (реле типу ЕЛ-1, ЕЛ-12.), передбачена ізоляція електропроводки (гетинакс, текстоліт).

За ступенем вогнестійкості виробнича будівля відносяться до 1 групи. У виробничому корпусі і на території проектного заводу передбачаються наступні протипожежні заходи:

- у виробничому корпусі передбачено 8 виходів, що забезпечують евакуацію людей при пожежах;
- через кожні 5,0...7,5 м по ланцюгу зовнішнього водопроводу встановлені гідранти;
- передбачені внутрішній протипожежний трубопровід;
- улаштуванням протипожежних перепон у будівлях, системах вентиляції, опалювальних та кабельних комунікаціях;
- вода береться з водопровідної мережі даного підприємства;
- із зовнішньої сторони будівлі встановлено три пожежні сходи.

На проектованому підприємстві передбачається пожежна сигналізація і зв'язок.

Протипожежні розриви між будівлями складають 10м.

Для уникнення іскор удару чи тертя рухомі частини обладнання своєчасно змащуються.

Для гасіння пожежі передбачений внутрішній протипожежний водопровід, в приміщенні знаходяться ємності з піском і пожежні щити. [14]

Таблиця 6.4 – Показники пожежо- і вибухонебезпеки речовин і матеріалів

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						58
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

ВИСНОВКИ

В результаті виконання дипломного проекту проаналізовано особливості пароплазмової газифікації.

Розраховані матеріальний та тепловий баланси процесів повного горіння та пароплазмового реактору схеми.

Обрано математичну модель, яка описує процеси теплообміну в кожухотрубному апараті з нерухомими трубними решітками. Розроблено алгоритм рішення моделі процесу теплообміну в апараті, який реалізовано на мові програмування Visual C++.

Обрана структура та розроблена схема автоматизації процесу пароплазмової газифікації твердих вуглецевмісних відходів, яка забезпечує проведення процесу газифікації згідно технологічного регламенту.

Проведено аналіз та оцінку економічної ефективності виробництва. Розрахована собівартість продукту, рентабельність та термін повернення коштів. Рентабельність складає 13,49 %, термін повернення коштів 6,41 років.

Запропонована система правил і заходів з охорони праці, що спрямовані на забезпечення безпеки на даному виробництві.

Таким чином, проектом досягнуто поставленої мети, виконано обов'язкові задачі та розширено коло питань, що потребували дослідження.

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						59
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Кузьмин, Р.С. Компонентный состав отходов [Текст] : монография / Р.С. Кузьмин : в 2 ч. — Ч. 1. — Казань : Дом печати, 2007. — 156 с.
2. Маркина, Л.Н. Экспериментальные исследования утилизации отходов методом многоконтурного циркуляционного пиролиза [Текст] / Л.Н. Маркина, С.С. Рыжков // Зб. наук. праць НУК. — № 5 (416). — Миколаїв : НУК, 2007. — С. 100–106.
3. Пат. 55935 Україна, кл. F23G 5/027. Спосіб двостадійного процесу газифікації органічної частини твердих побутових відходів [Текст] / Л.М. Маркіна, С.С. Рижков, М.В. Рудюк. — Заявник і патентотримувач Нац. ун-т корабле-будування. — № 55935 ; заявл. 07.09.10 ; опубл. 27.12.10, Бюл. № 24.
4. Сборник «Химия, химическое машиностроение и химические технологии» Россия 1999-2001 годы/РХТУ им.Д.И.Менделеева, М, 2002, Часть 2, 130 с.
5. Повлов, К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии. Учебное пособие для вузов [Текст] / К.Ф. Повлов, П.Г. Романков, А.А. Носков А.А. – Л.: «Химия», 1981. – 560с.
6. Лукінюк М. В. Автоматизація типових технологічних процесів: технологічні об'єкти керування та схеми автоматизації [Текст] : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навчаються за напрямом «Автоматизація і комп'ют.-інтегр. технології» / М. В. Лукінюк. – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 236 с. : іл. – Бібліогр.: с. 230-231. – 200 пр. – ISBN 978-966-622-287-2.
7. Ткачук К. Н. Основы охраны труда: підручник. / К. Н. Ткачук, М. О. Халімовський, В. В. Зацарний, Д. В. Зеркалов; за ред. К. Н. Ткачука і М. О. Халімовського. – К.: Основа. 2006 – 448 с.
8. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе и воде. Справочник. – Л.: Химия, 1975. – 455 с.
9. Описание процессов переработки отходов ИЭЭ РАН [Электронный

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						60
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

ресурс]. Режим доступа: <http://plasmahit.ru/process>

10. Бесков С.Д. Технохимические расчеты. Учебное пособие для химико-технологических вузов [Текст]/ С.Д. Бесков. - Москва: Высшая школа, 1966. – 520 с.

11. Термодинамические и теплофизические свойства продуктов сгорания. Справочник в 5 т., т.1 // Под ред.В.П.Глушко. М: ВИНТИ АН СССР, 1971.

12. Бойко, Т. В. Математичне моделювання та застосування ЕОМ в хімічній технології: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів напряму підготовки «Хімічна технологія та інженерія» [Текст] / Т. В. Бойко В. І. Бендюг, І. О. Потяженко – К.: НТУУ «КПІ», 2007. – 128с.

13. Синярев Г.Б., Ватолин Н.А., Трусов Б.Г., Моисеев Г.К. //Применение ЭВМ для термодинамических расчетов металлургических процессов. М: Наука, 1982.

14. Румер Ю.Б., Рывкин М.Ш. Термодинамика, статистическая физика и кинетика. //М: Наука, 1972.

15. Шак А. Промышленная теплопередача: теория и её практическое применение, основные числовые примеры. М.: Гос. НТИ по черной и цветной металлургии, 1961.- 515 с.

16. Полоцкий Л. М., Лапшенков Г.И. Автоматизация химических производств. Теория, расчет и проектирование систем автоматизации. - М. : Химия, 1982.

17. Голубятников В.А., Шувалов В.В. Автоматизация производственных процессов в химической промышленности. М.: Химия, 1972.

18. Ротач В.Я. Теория автоматического управления. Учебник для вузов. — 1-е изд., перераб и доп. — М.: Издательство МЭИ,2004. — 400 с.

19. Ротач В.Я. Теория автоматического управления. Учебник для вузов. — 2-е изд., перераб и доп. — М.: Издательство МЭИ,2004. — 400 с.

20.

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
						61
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		

21. Економіка підприємства: навч. посібник [Текст] / за заг. ред. В.Г. Герасимчука, А.Е. Розенплентера. – К.: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2003. – 264 с.
22. Безпека життєдіяльності. Методичні вказівки до виконання практ., інд. Робіт та ДКР. К.: КПП. – 2007. – 120 с [Текст].
23. Вісловух А.М. Охорона праці користувачів персональних комп'ютерів (ПК): Навчальний посібник.– К.: ІПК ДСЗУ, 2007. – 55с. (див. додаток).
24. Державні санітарні правила і норми роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин (ДСан Пін 3.3.2.007-98). – К., 1998.
25. Основи охорони праці [Текст]. Підручник, 2–е видання, доповнене та перероблене./ За ред. К. Н. Ткачука – К.: Основа. 2011. – 480 с.
26. Метрологическое обеспечение безопасности труда [Текст]. В 2 т. /Под ред. И. Х Сологына. – М.: Изд–во стандартов, 1989. – 256 с.
27. Вредные химические вещества. [Текст]: Справ, изд. / А. Л. Бандман. Под ред. В. А. Филова и др. – Л.: Химия, 1989. – 595 с.

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		62

Додатки

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		63

Додаток А

Розрахунок матеріального та теплового балансів процесу повного горіння

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		64

Додаток Б

Програмний код обчислювального модуля

					ХА 3122 1490 001 ПЗ	Арк
Змн.	Арк.	№ докум	Підпис	Дата		65