

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ФАКУЛЬТЕТ ЕНЕРГЕТИКИ, ЕЛЕКТРОНИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ

КАФЕДРА ТЕПЛОЕНЕРГЕТИКИ ТА ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ

Кваліфікаційна робота

другий магістерський

(рівень вищої освіти)

на тему

*Аналіз котельних робіт автоматизованого
регулювання для ПАТ "Запорізькоенерго"*

Виконав: студент *II* курсу, групи *TE-18-2M3*

спеціальності *147 Автоматизація*

(код і назва спеціальності)

освітньої програми *Автоматизація*

(код і назва освітньої програми)

спеціалізації _____

(код і назва спеціалізації)

Т.А. Яворин

(ініціали та прізвище)

Керівник *доцент К.Т.К. Яворин*

(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Рецензент *доцент Т.В. Яворин*

(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Запоріжжя
2020

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет енергетики, електроніки та інформаційних технологій
Кафедра теплоенергетики та гідроенергетики
Рівень вищої освіти другий магістерський
Спеціальність 144 Теплоенергетика
(код та назва)
Освітня програма Теплоенергетика
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
« 26 » 12 2019 року

ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТОВІ

Ярошину Кирилу Андрійовичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

- Тема роботи (проекту) Аналіз роботи теплоенергетичного підприємства
- керівник роботи Ярошину Кирилу Андрійовичу доцент к.т.н.
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)
- затверджені наказом ЗНУ від « 10 » 12 2019 року № 1534-с
- Строк подання студентом роботи 26.12.2019
- Вихідні дані до роботи Завдання на виконання роботи
- Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібні розробити) Розробити технічне рішення щодо оптимізації роботи теплоенергетичного підприємства
- Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових кресел) Схема теплоенергетичного підприємства, схема системи опалення
- Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Варіант 1	Ковалюк Р. М., к.т.н. доцент кафедри		
Варіант 2	Ковалюк Р. М., к.т.н. доцент кафедри		
Варіант 3	Ковалюк Р. М., к.т.н. доцент кафедри		
Варіант 4	Ковалюк Р. М., к.т.н. доцент кафедри		
Корисні літературні джерела	Ковалюк Р. М., к.т.н. доцент кафедри		

7 Дата видачі завдання 20.09.2018

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Прим.
1.	Вибір теми дипломної роботи	21.09.18 - 30.11.18	вик.
2.	Вибір літературних джерел і формулювання умов	03.12.18 - 02.04.19	вик.
3.	Вибір методу розрахунку	03.04.19 - 13.06.19	вик.
4.	Вибір параметрів	14.06.19 - 12.09.19	вик.
5.	Вибір параметрів конструкції	13.09.19 - 30.10.19	вик.
6.	Вибір параметрів конструкції	31.10.19 - 26.12.19	вик.

Студент [підпис] (підпис) Р. М. Ковалюк (ініціали та прізвище)

Керівник роботи (проєкту) [підпис] (підпис) Р. М. Ковалюк (ініціали та прізвище)

Нормоконтроль пройдено
 Нормоконтролер [підпис] (підпис) Р. М. Ковалюк (ініціали та прізвище)

Р
М
Л
Н
Г

АНОТАЦІЯ

Дьомін К.А. Аналіз режимів роботи агломашин агломераційного цеху ПАТ «Запоріжсталь».

Кваліфікаційна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 144 – Теплоенергетика, науковий керівник Ю.М. Каюков. Запорізький національний університет. Інженерний інститут. Факультет енергетики, електроніки та інформаційних технологій, кафедра теплоенергетики та гідроенергетики, 2020.

В роботі запропоновані і розраховані заходи щодо скорочення споживання природного газу агломераційним цехом комбінату «Запоріжсталь». Виконана заміна пальника для спалювання сумішей газів. Виконано аналіз по скороченню споживання природного газу за період - до впровадження заходів і після.

Ключові слова: АГЛОМЕРАЦІЙНА МАШИНА, ГАЗОПІДВИЩУВАЛЬНА СТАНЦІЯ, ГАЗОЗМІШУВАЛЬНА СТАНЦІЯ, ПАЛЬНИК, ЗМІШАНИЙ ГАЗ, ВИТРАТА ПАЛИВА.

ABSTRACT

Demin K.A. Analysis of operating modes of sintering machine of sintering shop of PJSC "Zaporizhstal".

Qualifying work for obtaining a master's degree in higher education by specialty 144 - Teploenergetics, Supervisor Y.N. Kayukov. Zaporizhzhia National University. Engineering Institute. Faculty of Energy, Electronics and Information Technology, Department of Hydropower and Thermal Power Engineering, 2020.

The paper proposes and calculates measures for reduction of natural gas consumption by the sintering plant of the Zaporozhstal plant. The burner has been replaced for burning gas mixtures. The analysis on reduction of natural gas consumption for the period before and after the implementation of the measures was carried out.

Keywords: SINTERING MACHINE, GASBOOSTING STATION, GAZMIXING STATION, BURNER, BLEND GAS, FUEL CONSUMPTION.

АНОТАЦИЯ

Демин К.А. Анализ режимов работы агломашины агломерационного цеха ПАТ «Запорожсталь».

Квалификационная работа для получения степени высшего образования магистра по специальности 144 - Теплоэнергетика, научный руководитель Ю.Н. Каюков. Запорожский национальный университет. Инженерный институт. Факультет энергетики, электроники и информационных технологий, кафедра теплоэнергетики и гидроэнергетики, 2020.

В работе предложены и рассчитаны меры по сокращению потребления при-родного газа агломерационным цехом комбината «Запорожсталь». Выполнена замена горелки для сжигания смесей газов. Выполнен анализ по сокращению потребления природного газа за период - до внедрения мероприятия и после.

Ключевые слова: АГЛОМЕРАЦИОННАЯ МАШИНА, ГАЗОПОВЫСИТЕЛЬНАЯ СТАНЦИЯ, ГАЗОСМЕСИТЕЛЬНАЯ СТАНЦИЯ, ГОРЕЛКА, СМЕШАННЫЙ ГАЗ, РАСХОД ТОПЛИВА.

ЗМІСТ

ВСТУП

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

- 1.1 Агломерація в металургії, сировина, етапи виробництва
- 1.2 Схема агломераційного процесу
- 1.3 Опис технологічного процесу, завдання відділення аглофабрики комбінату «Запоріжсталь»
- 1.4 Запалювання шихти
- 1.5 Існуючий стан
- 1.6 Проектні рішення
- 1.7 Газопідвищувальна станція
- 1.8 Газозмішувальна станція
- 1.9 Газопостачання запальних горнів агломашин
- 1.10 Зовнішні мережі змішаного газу
- 1.11 Трубопроводи

2 ВИКОРИСТАННЯ СУМІШЕЙ ГАЗІВ ДЛЯ ГАЗОПОСТАЧАННЯ АГЛОМЕРАЦІЙНИХ МАШИН ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

- 2.1 Технічні умови підключення агломераційного цеху до газових мереж
 - 2.1.1 Технічні умови на підключення газопідвищувальної станції до мереж коксового газу
 - 2.1.2 Технічні умови на підключення агломераційного цеху до мереж газопостачання (доменний газ, коксовий газ, природний газ)
- 2.2 Зовнішні мережі змішаного газу
- 2.3 Спалювання коксо-доменної суміші в літній період
- 2.4 Розрахунок теплоти згоряння коксо-доменної суміші
 - 2.4.1 Розрахунок теплоти згоряння доменного і коксового газу
 - 2.4.2 Розрахунок складу коксо-доменної суміші
 - 2.4.3 Розрахунок вологовмісту суміші
 - 2.4.4 Розрахунок теоретичних витрат повітря
 - 2.4.5 Розрахунок об'ємної дійсної витрати повітря

- 2.4.6 Розрахунок теплової потужності агломераційної машини
- 2.5 Заміна пальників
- 2.6 Опис роботи пальника ГНП.Р-250-31
- 2.7 Досвід роботи горнів агломашин і пальників конструкції ПФ «Рубікон» на газових сумішах, коксовому і природному газі
- 2.8 Опис схеми газопостачання горнів агломашин № 2-6
- 2.9 Контроль за газопостачанням агломераційного цеху
- 2.10 Розрахунок вжитку природного газу в зимовий період року
- 2.11 Аналіз витрат газів за 2013 – 2018 роки
- 3 АВТОМАТИЗАЦІЯ
 - 3.1 Контрольно-вимірювальні прилади і автоматика
 - 3.2 Установка газоаналізаторів
 - 3.3 Автоматична система управління технологічними процесами (АСУ ТП)
 - 3.3.1 Загальні положення
 - 3.3.2 Опис процесу діяльності
 - 3.4 Основні технічні рішення
 - 3.4.1 Вимоги до числа рівнів ієрархії і ступеня централізації
 - 3.4.2 Рішення по засобам і способам зв'язку для інформаційного обміну між компонентами системи, підсистем
 - 3.5 Опис програмного забезпечення
 - 3.6 Зв'язок і сигналізація
 - 3.7 Охоронна сигналізація
- 4 ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ
 - 4.1 Небезпечні і шкідливі виробничі фактори агломераційного виробництва
 - 4.2 Заходи щодо захисту працюючих від впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів
 - 4.3 Заходи щодо захисту працюючих від шуму і вібрації
 - 4.4 Захисні заходи електробезпеки

- 4.5 Блискавкозахист і заземлення
- 4.6 Заходи з пожежної безпеки
- 4.7 Протипожежне водопостачання
- 4.8 Протипожежні заходи, передбачені в електротехнічній частині проекту
 - 4.8.1 Система пожежної сигналізації
 - 4.8.2 Автоматизована система раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення
- 4.9 Система оповіщення про пожежу та управління евакуацією
- 4.10 Техногенна безпека
 - 4.10.1 Газопідвищувальна станція
 - 4.10.2 Газозмішувальна станція
 - 4.10.3 Газопостачання запальних горнів агломашин

ВИСНОВКИ

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

ВСТУП

Актуальність роботи. В даний час одним з найбільш важливих завдань розвитку промисловості є скорочення витрат природного газу. Споживання газу на одиницю продукції в Україні більш ніж в 1,5 рази перевищує цей показник у промисловості країн ЄС, а витрати на енергоресурси в собівартості металургійної продукції досягають 45 %.

Агломераційні машини, призначені для виробництва агломерату, є одними з основних споживачів паливно-енергетичних ресурсів комбінату «Запоріжсталь». Тому вирішення питання підвищення продуктивності агломераційних машин і ефективного використання палива є актуальним.

Зниження споживання теплоносія не повинно погіршувати якість виробництва агломерату в горнах агломераційних машин. З'являється необхідність удосконалення способів виробництва агломерату, що забезпечують мінімізацію витрат палива і не призводять до погіршення якості агломерату. Зниження енерговитрат багато в чому залежить від тривалості витримки, яка, в свою чергу, визначається рівномірністю температурного поля.

Процес спікання агломерату починається з запалювання верхнього шару шихти при просуванні його під запальним горном. Запалювання шихти має на меті не тільки займання палива, але і рівномірне добре оплавлення поверхні пирога агломерату. Запалювання шихти повинно бути рівномірним і досить інтенсивним. Рівномірне і інтенсивне запалення сприяє швидкому розвитку процесу в шарі і досягненню високої продуктивності агломашин. Для забезпечення нормального запалювання аглошихти необхідно постійне підтримання природним газом температури (1250...1300) °С.

Природний газ є дорогим паливом, але в умовах комбінату «Запоріжсталь» є можливість заміни його на змішаний газ, а саме на коксо-доменну суміш, що знижує витрати на паливо без погіршення параметрів спікання агломерату. Тому вирішення завдань нагріву агломерату з

урахуванням рівномірності температурного поля газового середовища, на формування якої впливають способи та типи опалення, є актуальним.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Питання, що розглядаються в дипломній роботі, відповідають Комплексній державній програмі енергозбереження України, Енергетичній стратегії України на період до 2030 року. Дипломна робота виконана відповідно до наукового напрямку кафедри теплоенергетики та гідроенергетики ІІ ЗНУ, пов'язана з держбюджетною темою науково-дослідницької роботи «Аналіз режимів роботи агломашин агломераційного цеху ПАТ «Запоріжсталь»».

Мета роботи і завдання дослідження. Зміна використання природного газу на альтернативні вторинні гази, а саме коксовий і доменний, з метою зниження витрат на закупівлю природного газу. Зміна типу пальника, не погіршуючи параметри виробництва агломерату в агломераційних машинах.

Відповідно до поставленої мети дослідження сформульовані наступні завдання:

- виконати аналіз сучасного стану виробництва агломерату і кількість витрачаемого природного газу;

- запропонувати кроки по переведенню агломераційних машин на спалювання вторинних сумішей газів без погіршення параметрів виробляемого агломерату;

- провести дослідження енергозберігаючого способу переведення агломашин агломераційного цеху комбінату «Запоріжсталь» при використанні вторинних сумішей газів замість природного газу.

Об'єкт дослідження. Агломераційна машина агломераційного цеху комбінату «Запоріжсталь».

Предмет дослідження:

- характеристики газів, порівняння спалювання природного, коксового та доменного;

- типи пальників при переведенні агломераційних машин на використання вторинних газів.

Методи дослідження. Розрахунково-графічні методи дослідження агломераційних машин у виробничих умовах.

Наукова новизна отриманих результатів.

- Розрахунково доведено, що зміна природного газу на спалювання вторинних газів не погіршує характеристики виробляемого агломерату;
- розрахунково доведена доцільність зміни газового пальника на агломераційних машинах.

Практичне значення отриманих результатів:

- запропоновано модель роботи агломераційних машин на змішаному газі, а саме – газопідвищувальна станція, газозмішувальна станція, заміна існуючих газових мереж, заміна пальників на агломераційних машинах;
- доведено доцільність впровадження даних заходів для зниження собівартості агломерату.

Особистий внесок здобувача.

- Обробка експериментальних даних і аналіз результатів дослідження;
- отримані характеристики для зміни природного газу при горінні агломерату.

Представлені в магістерській дипломній роботі результати досліджень отримані при особистій участі магістра разом з науковим керівником Каюковим Ю.М..

Апробація результатів дослідження. Положення роботи викладені на XXIV науково-технічній конференції студентів магістрантів, аспірантів і викладачів ЗДІА (м. Запоріжжя, 2019).

Обсяг і структура роботи. Магістерська робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, переліку використаних джерел. Робота викладена на сторінках друкованого тексту, з них таблиці, рисунків, список використаних джерел з найменувань.

1 ХАРАКТЕРИСТИКА ОБ'ЄКТУ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1 Агломерація в металургії, сировина, етапи виробництва

Агломераційний цех меткомбінату «Запоріжсталь» був побудований в 1951 році, був обладнаний чотирма агломашинами площею спікання 62,5 м² кожна, в 1954 році побудовані ще дві агломашини, які мають площу спікання по 62,5 м² [21].

Запалювання шихти для її спікання здійснюється в горнах агломашин, обладнаних газовими пальниками, що використовують як паливо природний газ.

Агломерація в металургії - термічний процес окусковування дрібних матеріалів (руди, рудних концентратів, що містять відходи металів і ін., які є складовими частинами металургійної шихти) шляхом їх спікання з метою надання форми і властивостей (хімічного складу, структури), необхідних для плавки. Спікання відбувається безпосереднім злипанням окремих нагрітих часток шихти при поверхневому їх розм'якшенні або внаслідок появи легкоплавких з'єднань, що зв'язують частки при охолодженні продукту, що агломерується.

Тепло, необхідне для спікання, виходить від горіння вуглецевого палива, що додається до агломерируемого матеріалу, або від окислення сульфідів. Агломерація здійснюється на колосниковій решітці, з просмоктуванням повітря зверху вниз крізь лежачу на решітці шихту. При цьому відбувається послідовне горіння палива в лежачих один під іншим шарах шихти. Шихта повинна бути максимально однорідною.

Для рівномірного окислення пального в процесі спікання і отримання міцного і пористого агломерату відповідного хімічного складу потрібно, щоб шихта мала необхідну газопроникність, що залежить в першу чергу від розміру зерен і ступеня початкового зволоження [5] .

Основні вихідні матеріали агломерації - дрібна сира руда (8...10) мм і її концентрат, а також паливо (коксова і антрацитна дрібниця до 3 мм), флюс

(вапняк і доломіт до 3 мм), дрібні відходи (колошниковий пил, окалина та ін.). Кінцевий продукт – агломерат (агломерат в металургії, спечена в шматки дрібна (часто пилоподібна) руда розмірами (5..100) мм з вмістом дрібниці не більше 15 %).

Агломерація включає: підготовку шихти (дозування окремих компонентів, змішування, зволоження і окомковування); спікання підготовленої шихти на агломераційних машинах; обробку гарячого спека (дроблення, розсівання з видаленням шматків до (5...10) мм). Процес спікання тісно пов'язаний з роботою вузлів і агрегатів, які забезпечують підготовку сирих матеріалів. Тому першорядне значення має стабілізація основних вхідних параметрів процесу (усереднення і дозування матеріалів, хімічний склад, вологість та ін.), які відкривають шляхи до комплексної автоматизації агломераційного процесу [7].

1.2 Схема агломераційного процесу

На рисунку 1.1 показана схема розміщення окремих зон в повздовжньому перетині агломерируемого слою.

На рисунку 1.2 показана структура агломерируемого слою і розподіл температур в окремих його зонах. Визначальною зоною є горизонт з максимальною температурою - зона плавління – зона формування агломерату (2). Вище цієї зони знаходиться шар пористого агломераційного спека (1). У розташованій нижче зоні інтенсивного нагріву (3) відбувається швидке нагрівання спікаемого матеріалу - зі швидкістю до 800 °С/хв. І таке ж швидке охолодження продуктів горіння. Виходячи з цієї зони, газ з температурою (300 ... 400) °С потрапляє у вологу - утворюється зона сушіння (4).

У цій зоні газ охолоджується до (50 ... 60) °С і залишає її насиченим парами води. У розташованій нижче холодної шихти (15 ... 20) °С газ охолоджується, стає перенасиченим, і частина парів води в цій зоні конденсації (6) у вигляді крапельок осідає на грудочках шихти, збільшуючи їх вологовміст. Так як швидкість руху зони конденсації в кілька разів більше

швидкості переміщення по шару зони сушки, між цими зонами з часом утворюється шар перезволоженої шихти (5). При цьому швидко зменшується товщина шару вихідної шихти (7) [15].

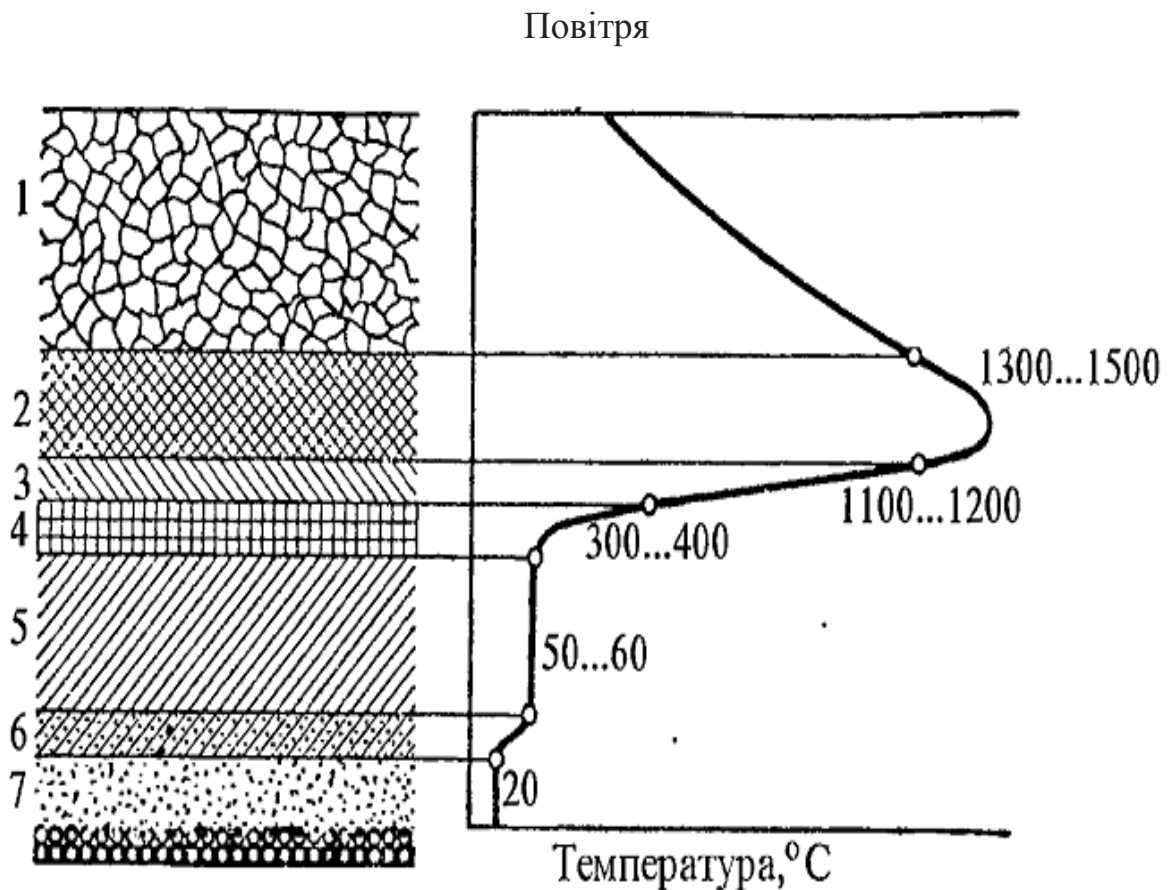


Рисунок 1.1 - Схема розміщення окремих зон в повздовжньому перетині агломерируемого слою переміщення по шару зони сушки, між цими зонами з часом утворюється шар перезволоженої шихти (5). При цьому швидко зменшується товщина шару вихідної шихти (7) [15].

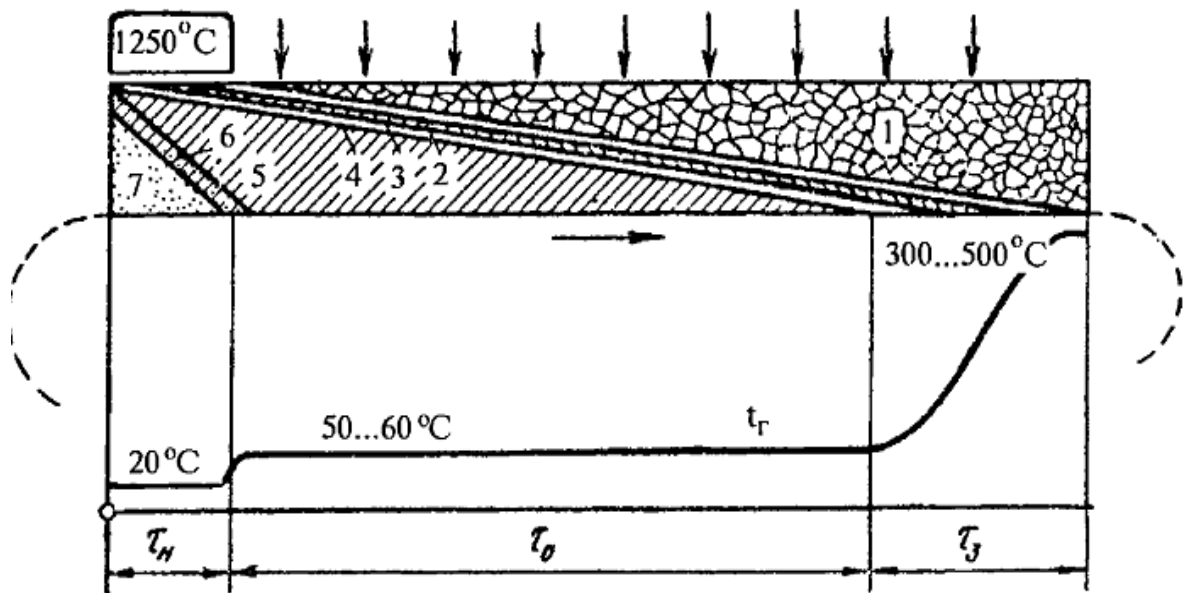


Рисунок 1.2 - Структура агломерируемого слою і розподіл температур в окремих його зонах

1.3 Опис технологічного процесу, завдання відділення аглофабрики комбінату «Запоріжсталь»

Схема технологічного процесу агломераційного цеху представлена на рисунку 1.3.

В таблиці 1.1 представлена технічна характеристика обладнання агломераційних машин ПАТ «Запоріжсталь».

Завдання ділянки - забезпечення залізородною сировиною – агломератом, для виробництва чавуну в доменному цеху.

Відділення агломерації складається з 5-ти агломашин площею спікання 62,5 м² кожна та однієї агломашини з площею спікання 75 м². Основними агрегатами агломераційної машини є: бункер шихти ємністю 75 м²; змішувальний і охолоджувальний барабани; спікальні візки (палети) в кількості від 70 до 72 штук; запальний горн; віброживильники; газовий тракт; розвантажувальна частина агломашини, обладнана роторною дробаркою, шоковою дробаркою, стаціонарним гуркотом, інерційним гуркотом,

стаціонарним і перекидним жолобами; ексгаустер. Максимальна продуктивність агломераційної машини складає 150 т/год.

Шихта по ланцюгу конвеєрів подається в бункери шихти, з бункера шихти за допомогою віброживильників завантажується в барабан змішувача, в якому відбувається змішування, зволоження і огрудкування шихти. Після змішувального барабана шихта за допомогою віброживильників (на а/м № 1 барабанний живильник) завантажується на палети. За допомогою запального горна відбувається запалювання твердого палива в верхньому шарі шихти. Ексгаустери протягують через шар шихти кількість повітря, достатню для ведення процесу агломерації від 5000 до 6500 тис. м³/хв. Температура, створювана при горінні палива, призводить до короткочасного розплавлення залізорудної сировини і отримання на виході пирога агломерату. З палет агломашини агломерат потрапляє в аглодробарки, де дробиться на шматки (150...200) мм. Шляхом просівання на стаціонарних і вібраційних грохотах видаляється дрібна (менше 5 мм) фракція агломерату (повернення). У 2014 р. при капремонті на агломашинах № 5 (квітень) і № 2 (грудень) встановлені віброгрохоти, що дозволили в 2015 р. знизити вміст дрібниці в агломераті по цеху до 11,7 %. У серпні 2016 р. віброгуркіт встановлений на а/м № 4, в жовтні 2016 р. – встановлений на а/м № 6 [21]. За допомогою стаціонарних і перекидних жолобів агломерат завантажується в вагони і транспортується в доменний цех.

Для зниження шкідливих викидів в атмосферу в 2007 році була введена в експлуатацію аспірація хвостових частин агломашин. На а/м № 2 (грудень 2014 р.), № 3 (грудень 2015 р.), № 4 (березень 2016 р.), № 5 (червень 2016 р.) і № 6 (жовтень 2016 р.) встановлена більш ефективна суха газоочистка (рукавні фільтри).

1.4 Запалювання шихти

Процес спікання агломерату починається з запалювання верхнього шару шихти при просуванні його під запальним горном. Запалювання шихти має на меті не тільки займання палива, але і рівномірне добре оплавлення поверхні пирога агломерату. Запалювання шихти повинно бути рівномірним і досить інтенсивним. Рівномірне і інтенсивне запалення сприяє швидкому розвитку процесу в шарі і досягненню високої продуктивності агломашин.

Оптимальна температура факела досягається при коефіцієнті надлишку повітря $\alpha \approx (1,0 \dots 1,6)$. При цьому полум'я має яскравий світло-жовтий відтінок. При нестачі повітря полум'я синіє, а при великому надлишку повітря полум'я стає червонуватим і тьмяним.

Для забезпечення нормального запалювання аглошихти необхідно постійне підтримування температури запалювання шихти (1250...1300) °С. Замір температури запалювання здійснюється не менше одного разу на зміну, або в випадку потреби (зміна складу шихти, швидкості аглоленти, витрати природного газу на запалювання, калорійності газу та ін.). Заміри проводять в чотирьох точках по ширині аглоленти в зонах дотику факела поверхні шихти відповідно до «Схеми контрольних точок для виміру температури запалювання шихти».

Нормальне запалювання забезпечується підтримкою:

- а) правильного співвідношення повітря і газу в горючій суміші (близько (10...16) м³ повітря на 1 м³ газу);
- б) заданого розподілу газу і повітря по пальниках і температури запалювання по всьому перетину горна;
- в) постійного утримання вологи в шихті;
- г) оптимального вмісту вуглецю в шихті;
- д) стану газопальникових пристроїв у справному стані.

При температурі горна нижче 1250 °С запалювання відбувається мляво і нерівномірно, верхній шар шихти не спікається, що легко виявити по

рудуватому відтінку поверхні шару шихти після горна. Отриманий агломерат не задовольнятиме вимогам СТП 226.01.01-14 через підвищений вміст дрібниці.

При відхиленні температури горна від (1250...1300) °С необхідно:

- а) перевірити співвідношення повітря і газу в горючій суміші;
- б) перевірити вміст вологи і вуглецю в шихті;
- в) перевірити розподіл газу і повітря по пальникам;
- г) перевірити оптичним приладом температуру під горном.

При тиску природного газу:

а) у горна агломашин № 2-6 нижче 120 кгс/м² (1,2 кПа) спрацьовує попереджувальна звукова і світлова сигналізація. В цей момент треба зупинити аглоленту і вжити заходів до відновлення нормального тиску газу.

При падінні тиску газу нижче 50 кгс/м² (0,5 кПа), спрацьовує механічний запірний пристрій, що припиняє подачу природного газу на горн;

б) у горна агломашин №1 нижче 50 кгс/м² (0,5 кПа), подача газу до пальників запального горна автоматично припиняється. Після цього треба вжити заходів до відновлення нормального тиску газу;

в) при падінні тиску природного газу на агломашинах № 2-6 нижче 120 кгс/м² (1,2 кПа) треба повідомити про те, що трапилося диспетчеру цеху [5].

1.5 Існуючий стан

Горни агломашин № 2-6 обладнані двопровідними пальниками типу СНД-22 (струменеві - нішеві в кількості 4 шт. на кожній агломашині).

Встановлена теплова потужність горна однієї агломашини становить

(2,8...4,68) МВт, при цьому витрата природного газу становить

(300... 500) м³/год.

Подача повітря горіння в горни агломашин здійснюється централізовано за допомогою двох вентиляторів типу ВДН-18 номінальною продуктивністю

60 000 м³/год, один з яких робочий, другий - резервний.

Витрата повітря горіння на одну агломашину становить (3000...9000) м³/год.

Кожен підвід дутьового повітря до горна агломашини оснащений регулюючим клапаном і вимірювальною діафрагмою для контролю витрати повітря.

У зв'язку з високою вартістю природного газу і проблемами з його поставками на Україну, а також з метою здійснення програми по скороченню споживання природного газу, передбачаються технічні рішення щодо переведення агломашин № 2-6 на спалювання змішаного газу - в основному коксо-доменної суміші, з можливістю добавки природного газу в зимовий період. Розподіл основних питомих витрат відділення агломерації і гарячого возврату представлено на рисунку 1.4. Розподіл енергоносіїв на агломераційні машини № 2-6 представлено на рисунку 1.5.

Коксовий газ на комбінат «Запоріжсталь» в даний час подається з підприємства «Запоріжжкокс» по трубопроводу Ду 1800. Максимальне споживання коксового газу меткомбінатом «Запоріжсталь» становить близько

20 тис. м³/год і скорочується в зимовий період до 5 тис. м³/год із-за падіння тиску в газопроводі до (2...3) кПа, викликаного збільшенням споживання коксового газу на власні потреби підприємством «Запоріжжкокс».

Основним споживачем коксового газу (до 16 тис м³/год) є ТЕЦ комбінату «Запоріжсталь». Для можливості використання коксового газу в суміші з доменним газом на горнах агломашин і в перспективі для нагріву повітря в кауперах доменного цеху передбачається спорудження газопідвищувальної станції коксового газу, яка буде забезпечувати стабільний тиск газу перед споживачами [21].

1.6 Проектні рішення

Для забезпечення переведення горнів агломашин № 2-6 на спалювання змішаного газу передбачено будівництво таких об'єктів і споруд:

- газопідвищувальної станції з установкою двох газодувок продуктивністю 16000 і 10000 м³/год відповідно;
- зовнішніх мереж коксового газу, паропостачання, електропостачання, азотопостачання, водопостачання, зв'язку до газопідвищувальної станції;
- газозмішувальної станції для приготування коксо - доменної суміші з можливістю добавки природного газу продуктивністю до 8,0 тис. м³/год змішаного газу;
- зовнішніх мереж змішаного газу від газозмішувальної станції до аглофабрики;
- колектора змішаного газу всередині аглофабрики;
- заміна пальників на горнах агломашин № 2-6 і обв'язки їх запірною і регулюючою арматурою і системою безпеки.

До початку виробництва основних будівельно-монтажних робіт передбачаються роботи, пов'язані з перенесенням мереж, які потрапляють в зону будівництва газопідвищувальної станції.

Для поставленого газодувного обладнання використовується масло турбінне, а в якості енергоносіїв - електроенергія, пара на опалення і продування трубопроводів, азот для виключення витоків коксового газу, що перекачується [10].

Річні витрати матеріалів і енергоносіїв наведені таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Річні витрати матеріалів і енергоносіїв

Найменування матеріалу, енергоносія	Од.вим.	Витрати
Електроенергія	кВт•год/рік	1 296 000
Пара	т/рік	220
Азот	тис. м ³ /рік	14,28
Турбінне масло	л/рік	80

1.7 Газопідвищувальна станція

Газопідвищувальна станція призначена для підвищення і стабілізації тиску коксового газу на рівні 15 кПа.

Тиск коксового газу перед газопідвищувальною станцією коливається в межах (2...8,5) кПа. Мінімальний тиск спостерігається в зимовий період, максимальний – в літній період і залежить від надлишків коксового газу на «Запоріжжкокс».

Будівництво газопідвищувальної станції виконується з метою забезпечення стабільного тиску коксового газу перед горнами не менше 4 кПа для можливості переведу пальникових пристроїв горнів агломашин № 2-6 на змішаний газ і забезпечення основних споживачів комбінату коксовим газом необхідного тиску.

Також передбачається установка дросельного клапана для підтримки стабільного тиску коксового газу у споживачів листопрокатних цехів на рівні (6...8) кПа [12].

Продуктивність газопідвищувальної станції прийнята до 26 тис. м³/год з урахуванням забезпечення потреби в коксовому газі наступних споживачів:

- аглоцефа – (4...5) тис. м³/год;
- обтискний цех – (2...5) тис. м³/год;

- ЦГПТЛ – (1...2) тис. м³/год;
- ТЕЦ-ПВС – (2...15) тис. м³/год;
- повітрянагрівачі доменних печей - 3 тис. м³/год.

З метою забезпечення стабільного тиску на виході з газопідвищувальної станції і забезпечення заданої продуктивності в зимовий і літній період часу до установки прийняті дві газодувні центробіжні машини фірми «Gardner Denver» продуктивністю 16 тис. м³/год і 10 тис. м³/год відповідно.

У зимовий період працює одна газодувка продуктивністю 10 тис. м³/год, в літній період - газодувка продуктивністю 16 тис. м³/год або обидві одночасно.

Технічні характеристики газодувних машин наведені в таблиці 1.3.

Кожен агрегат комплектується регулюючими засувками з електроприводами на вході і виході з газодувки. Засувка на вході призначена для забезпечення тиску коксового газу перед газопідвищувальною станцією не нижче (2...3) кПа шляхом її часткового перекриття та скорочення споживання коксового газу при падінні тиску газу в мережі «Запоріжкокс».

Регулюючі засувки на виході з газодувок призначені для підтримки тиску після газопідвищувальної станції не більше 15 кПа.

У разі зростання тиску понад 15 кПа передбачено відкриття клапана перепускної лінії між всмоктуючою і нагнітальною лініями.

Комплектно з газодувками поставляється система автоматики, що дозволяє здійснювати контроль за тиском коксового газу, продуктивністю по коксовому газу, вібрацією і температурою опорних вузлів компресора.

Газопідвищувальна станція працює без обслуговуючого персоналу.

Контроль необхідних параметрів і інформацію про роботу газодувних агрегатів за допомогою системи АСУ ТП передають на центральний комп'ютер диспетчера газового цеху.

Для контролю загазованості всередині станції передбачена установка газоаналізатора. При досягненні концентрації 10 % від нижньої межі

вибуховості CO і H₂ включається попереджувальна сигналізація і аварійна вентиляція. При досягненні концентрації 20 % від нижньої межі вибуховості

Таблиця 1.3 - Технічні характеристики газодувних машин

Параметр	Продуктивність, м ³ /год	
	16 000	10 000
Тип	центробіжна	
Охолодження	повітряне	
Система очистки от парафінів	паром	
Система регулювання	механічне	
Система приводу	пряма	
Кількість підшипників	2	
Країна виготовлення	Німеччина	
Охолодження	повітряне	
Максимальна продуктивність	16000	10000
Діапазон регулювання	(50...100) %	(50...100) %
Встановлена потужність, кВт	90	55
Споживана потужність, кВт	74,7	47,4
Частота обертання, об/хв	2975	2975
Маса, кг	7850	5900

відключаються газодувні агрегати і засувки з електроприводом на вході і виході з газопідвищувальної станції, і відкривається засувка на байпасній лінії. Сигналізація про загазованість, а також пожежна сигналізація передається диспетчеру газового цеху і службам пожежної охорони [16].

1.8 Газозмішувальна станція

Газозмішувальна станція розташовується на відкритому майданчику, на позначці 9,5 м від рівня землі. Станція повністю автоматизована і експлуатується без постійно обслуговуючих працівників.

Газопроводи газозмішувальної станції оснащені електрифікованими засувками з дистанційним і місцевим управлінням. На мнемонічній схемі в диспетчерській газового цеху контролюються крайні положення засувок, витрати і тиск змішувальних газів. У разі аварії в диспетчерський пункт газового цеху надходить відповідний сигнал з включенням світло-звукової сигналізації.

При змішуванні природного газу та коксового газу передбачені послідовно дві електрифіковані засувки із свічкою між ними. У разі, якщо зниження витрати доменного газу, що надходить в змішувальну установку, нижче 30 % від номінальної витрати, здійснюється автоматичне відключення подачі природного і коксового газу закриттям двох зазначених засувок і автоматичним відкриттям свічки між ними, одночасно подається звуковий сигнал про відключення газопроводів.

Газозмішувальна станція призначена для приготування змішаного газу з теплою згоряння (10,475 МДж/м³), яка може бути уточнена в процесі пусконаладжувальних робіт по переведенню горнів агломашин на спалювання змішаного газу.

Приготування суміші передбачається для трьох режимів:

- режим 1 - приготування коксо-доменної суміші (в основному в літній період при стабільній подачі коксового газу);
- режим 2 - приготування доменно-природної суміші (в зимовий період, при обмеженні подачі коксового газу);
- режим 3 - приготування коксо-доменно-природної суміші (в перехідний період).

Станція складається з трьох ліній регулювання:

- доменного газу з установкою регулятора (стабілізації тиску) і газозамірного вузла;
- коксового газу з регуляторами тиску і витрати газу вузлом виміру витрати;
- природного газу з установкою шафового газорегуляторного пункту (ГРП) для зниження тиску природного газу з 600 до 5 кПа (500 мм вод. ст.), регулятора витрати і вузла виміру витрати газу [6].

Газозмішувальна станція розміщується в районі ТЕЦ. Підключення трубопроводів доменного, коксового та природного газів виконано відповідно до технічних умов ПАТ «Запоріжсталь».

Приготування коксо-доменної суміші (в режимі 1) здійснюється шляхом подачі необхідної кількості коксового газу в вузол змішування (за допомогою витратоміра коксового газу) в залежності від споживання доменного газу, яке контролюється вузлом обліку витрати доменного газу, при цьому корекція здійснюється по калориметру доменного газу, оскільки теплота згоряння доменного газу коливається (2,933...3,771) МДж/м³. Показання калориметру доменного газу, встановленого в обтискному цеху, використовуються в проектованій системі АСУ ТП.

Приготування доменно-природної суміші (режим 2) здійснюється шляхом подачі необхідної кількості природного газу в вузол змішування в залежності від витрати доменного газу з корекцією по калориметру доменного газу.

Приготування коксо-доменно-природної суміші здійснюється шляхом подачі розрахункової кількості коксового і природного газів в вузол змішування в залежності від витрати і калорійності доменного газу.

Як клапан, що підтримує заданий тиск (5...6,5) кПа в трубопроводі доменного газу використовується затвор дисковий регулюючий d_u 400. Для регулювання тиску і витрати коксового газу використовується затвор дисковий регулюючий d_u 300 мм. Регулювання витрати природного газу здійснюється дисковим затвором d_u 200 мм.

На підвідних трубопроводах доменного, коксового та природного газів у відповідності з НПАОП 27.1-1.09-09 «Правила охорони праці у газовому господарстві чорної металургії» [3] встановлені засувки з електроприводом, що мають місцеве і дистанційне (з приміщення диспетчера газового цеху) управління.

Також засувка з електроприводом встановлена на трубопроводі змішаного газу після газозмішувальної станції.

Для обслуговування запірної арматури, регулюючих клапанів і вузлів та витрати газів передбачені майданчики для обслуговування з похилими сходами.

Всі свідчення передаються за допомогою АСУ ТП диспетчеру газового цеху і в систему загальнозаводського обліку витрат енергоносіїв.

Для пропарювання трубопроводів змішаного, коксового і доменного газів передбачений підвід пари за допомогою роз'ємного з'єднання. Відведення конденсату з нижчих точок здійснюється в проєктований водовідвідник висотою 2,0 м.

1.9 Газопостачання запальних горнів агломашин

Газопостачання запальних горнів агломашин здійснюється автоматично з регулюванням подачі змішаного газу залежно від температури поверхні шихти за пальниковими пристроями.

Подача змішаного газу до кожного горна здійснюється підключенням газового колектора діаметром ф 720x8 мм, прокладеному вздовж існуючого майданчику для обслуговування газопроводів природного газу на відм. + 25,8 м.

На загальному підводі змішаного газу до горна встановлюється вузол виміру витрати газу, який регулює і відсічний клапан, який спрацьовує при:

- підвищенні і зниженні тиску газу на 25 % від заданих параметрів;
- падінні тиску повітря перед пальником;

- зупинці ексгаустера агломашины;
- зупинці приводу агломашины;
- згасанні полум'я.

На кожному підводі до горна встановлений вузол обліку витрати дутьового повітря і регулюючий клапан для підтримки заданого співвідношення «газ-повітря» [16].

Також збережена можливість обігріву горна природним газом за існуючим підводом, на якому встановлені замірний вузол, який регулює і відсічний клапан.

З метою виключення отруєння обслуговуючого персоналу газом на працюючих майданчиках в місцях розміщення горнів агломашин встановлені газоаналізатори CO і H₂, які сигналізують про досягнення концентрації 20 % від нижньої межі вибуховості та досягненні ГДК (гранично-допустимої концентрації) CO в робочій зоні. Аварійний сигнал про перевищення концентрації направляється в пульт управління агломашин і диспетчерський пункт агломераційного цеху, з одночасним включенням звукової сигналізації.

1.10 Зовнішні мережі змішаного газу

У цьому розділі розглянуто технічні рішення з прокладання зовнішніх мереж змішаного газу від газозмішувальної станції до агломераційного цеху.

Максимальні витрати змішаного газу на агломашины № 2-6 калорійністю (10,475 МДж/м³) з урахуванням переведення в перспективі на змішаний газ агломашины № 1 складе в межах (7600...8000) м³/год.

Тиск газу - (4...6,5) кПа.

Траса газопроводу змішаного газу ф 720 мм від газозмішувальної станції до аглофабрики передбачена за існуючими і проєктованими естакадами.

У місцях установки водовідвідників і водоспускових труб передбачені введення пари (для пропарювання газопроводу) з підключенням до

паропроводу для обслуговування газопроводу. Конденсат від нижніх точок паропроводу стікає в водовідвідники.

Компенсація температурних подовжень газопроводу змішаного газу здійснюється за рахунок установки дискових компенсаторів і ділянок з самокомпенсацією [10].

1.11 Трубопроводи

1.11.1 Трубопроводи газопідвищувальної станції

До небезпечних речовин газопідвищувальної станції на території ПАТ "Запоріжсталь" відноситься трубопровід коксового газу. До складу коксового газу входять небезпечні речовини, які займають 89,9 % по об'єму.

Трубопровід коксового газу йде від точки врізки до газопідвищувальної станції з тиском $P_1 = 8$ кПа, а після газопідвищувальної станції врізається в існуючі магістральні мережі коксового газу з тиском $P_2 = 15$ кПа [19].

Параметри трубопроводу коксового газу наведені в таблиці 1.4.

Визначення геометричних об'ємів трубопроводів, по яких транспортується коксовий газ, виконується за формулою, м³

$$V' = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \ell,$$

де d – внутрішній діаметр трубопроводу, м;

ℓ - протяжність трубопроводу, м.

Таблиця 1.4 – Параметри трубопроводу коксового газу

Довжина L, м	Відносний діаметр Ду, мм	Тиск в трубопроводі P, кПа	Розрахункова температура газа, t °С	Щільність небезпечних речовин газу, кг/м ³
1	2	3	4	5
152	1000	8	60	0,3012
10	600			
13	500			
5	300			
150	1000	15	60	0,3012
12	600			
15	500			
5	300			

Визначення об'єму парогазової фази (ПГФ), приведеного до нормальних умов, виконано за формулою, м³

$$V'_0 = \frac{P_{абс} \cdot V' \cdot T_0}{P_0 \cdot T},$$

де $P_{абс}$ – абсолютний тиск в трубопроводі коксового газу до газопідвищувальної станції ($P_{абс} = P_{над} + P_{атм} = 8 + 101,3 = 109,3$ кПа);

$P_{\text{абс.}}$ – абсолютний тиск в трубопроводі коксового газу після газопідвищувальної станції ($P_{\text{абс.}} = P_{\text{над.}} + P_{\text{атм.}} = 15 + 101,3 = 116,3$ кПа);

P_0 – атмосферний тиск ($p_0 = 101,3$ кПа);

T_0 – абсолютна температура ПГФ при н.у. (293К);

T – розрахункова абсолютна температура ПГФ (333К).

V – геометричний об'єм ПГФ в трубопроводі коксового газу.

Об'єм горючих речовин в трубопроводі коксового газу розраховується за формулою, м³

$$V_{OB} = V_0' \cdot k_{OB},$$

де k_{OB} – процентний вміст небезпечних речовин в коксовому газі.

Маса горючих речовин в трубопроводі коксового газу розраховується за формулою, кг

$$G_{OB} = V_{OB} \cdot \rho,$$

де ρ – щільність горючих речовин в коксовому газі, кг/м³.

Результати розрахунків приведені в таблиці 1.5 і таблиці 1.6.

1.11.2 Трубопроводи зовнішніх мереж змішаного газу

До небезпечних речовин газозмішувальної станції на території ПАО «Запоріжсталь» відносяться трубопроводи коксового, доменного і змішаного газу з тиском $P=6,4$ кПа, і трубопровід природного газу.

Таблиця 1.5 – Результати розрахунків об'ємів і мас небезпечних речовин в трубопроводі з тиском $P_1 = 8\text{кПа}$

Ду, мм	$V, \text{м}^3/\text{ГОД}$	$V_0, \text{м}^3/\text{ГОД}$	$V_{\text{ОВ}}, \text{м}^3/\text{ГОД}$	$G_{\text{ОВ}}, \text{кг}/\text{ГОД}$
1000	118,889	112,71	101,326	30,519
600	2,656	2,518	2,264	0,682
500	2,45	2,322	2,087	0,628
300	0,295	0,279	0,251	0,075
Сума	124,29	117,829	105,928	31,904

Таблиця 1.6 – Результати розрахунків об'ємів і мас небезпечних речовин в трубопроводі з тиском $P_2 = 15\text{кПа}$

Ду, мм	$V, \text{м}^3/\text{ГОД}$	$V_0, \text{м}^3/\text{ГОД}$	$V_{\text{ОВ}}, \text{м}^3/\text{ГОД}$	$G_{\text{ОВ}}, \text{кг}/\text{ГОД}$
1000	117,09	117,988	106,071	31,949
600	3,215	3,239	2,912	0,877
500	2,857	2,879	2,588	0,779
300	0,295	0,297	0,267	0,08
Сума	123,457	124,403	111,838	33,685

Зміст горючих речовин в газах:

- в коксовому газі $k=89,9\%$ по об'єму, $\rho=0,3012 \text{ кг}/\text{м}^3$;
- в доменному газі $k=29,3\%$ по об'єму, $\rho=0,2989 \text{ кг}/\text{м}^3$;
- в природному газі $k=98\%$ по об'єму, $\rho=0,6535 \text{ кг}/\text{м}^3$;
- в змішаному газі $k=66,5\%$ по об'єму, $\rho=0,3039 \text{ кг}/\text{м}^3$.

1.11.3 Трубопровід природного газу

Трубопровід природного газу йде від точки врізки в заводські мережі до ШГРП з тиском $P_1=500\text{кПа}$, і від ШГРП до газозмішувальної станції з тиском $P_2=5\text{кПа}$.

Параметри трубопроводу природного газу наведені в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Параметри трубопроводу природного газу

Довжина L, м	Умовний діаметр Ду, мм	Тиск в трубопроводі P, кПа	Розрахункова температура газу, t °С
210	80	500	10
20	200	5	

1.11.4 Трубопровід доменного газу

Трубопровід доменного газу йде від точки врізки в існуючі мережі до газозмішувальної станції з тиском P=6,4кПа.

Параметри трубопроводу доменного газу наведені в таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 – Параметри трубопроводу доменного газу

Довжина L, м	Умовний діаметр Ду, мм	Тиск в трубопроводі P, кПа	Розрахункова температура газу, t °С
500	66	6,4	20
80	35		

1.11.5 Трубопровід коксового газу

Трубопровід коксового газу йде від точки врізки в існуючі мережі до газозмішувальної станції з тиском P=6,4кПа.

Параметри трубопроводу коксового газу наведені в таблиці 1.9.

1.11.6 Трубопровід змішаного газу

Трубопровід змішаного газу йде від газозмішувальної станції до аглоцеху.

Таблиця 1.9 – Параметри трубопроводу коксового газу

Довжина L, м	Умовний діаметр Ду, мм	Тиск в трубопроводі Р, кПа	Розрахункова температура газу, t °С
500	85	6,4	20
300	3		
80	52		

Параметри трубопроводу змішаного газу наведені в таблиці 1.10

Таблиця 1.10 – Параметри трубопроводу змішаного газу

Довжина L, м	Умовний діаметр Ду, мм	Тиск в трубопроводі Р, кПа	Розрахункова температура газу, t °С
768	700	6,4	35
5	600		
160	300		
11	200		

Визначення геометричних об'ємів трубопроводів, по яким транспортуються газу, виконується за формулою, м³

$$V' = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \ell,$$

де d – внутрішній діаметр трубопроводу, м;

ℓ - протяжність трубопроводу, м.

Визначення об'єму парогазової фази (ПГФ), приведеного до нормальних умов, виконано за формулою, м³

$$V_0' = \frac{P_{абс} \cdot V_i' \cdot T_0}{P_0 \cdot T_i},$$

де $P_{абс}$ - абсолютний тиск в трубопроводі коксового, доменного і змішаного газу ($P_{абс} = P_{над} + P_{атм} = 6,4 + 101,3 = 107,7$ кПа);

$P_{абс}$ – абсолютний тиск в трубопроводі природного газу до ШГРП ($P_{абс} = P_{над} + P_{атм} = 500 + 101,3 = 601,3$ кПа);

$P_{абс}$ – абсолютний тиск в трубопроводі природного газу після ШГРП ($P_{абс} = P_{над} + P_{атм} = 5 + 101,3 = 106,3$ кПа);

P_0 – атмосферний тиск ($p_0 = 101,3$ кПа);

T_0 – абсолютна температура ПГФ при н.у. (293К);

T_1 – розрахункова абсолютна температура ПГФ суміші коксо-доменного газу (308К);

T_2 – розрахункова абсолютна температура ПГФ природного газу (283К);

V_1' – геометричний об'єм ПГФ в трубопроводі.

Об'єм горючих речовин в трубопроводах розраховується за формулою, м³

$$V_i = V_0' \cdot k_i,$$

де k_i – відсотковий вміст горючої речовини в газі.

Маса небезпечних речовин в трубопроводах розраховується за формулою, кг

$$G_i = V_i \cdot \rho_i,$$

де ρ_i – щільність горючого газу при н.у., кг/м³.

Результати розрахунку наведені в таблицях 1.11-1.14.

Таблиця 1.11 – Результати розрахунків об'ємів і мас небезпечних речовин в трубопроводі природного газу

Ду, мм	V, м ³ /год	V', м ³ /год	V, м ³ /год	G, кг/год
200	0,628	0,682	0,668	0,436
80	1,065	6,44	6,311	4,124
Сума	30,803	36,557	10,511	4,56

Таблиця 1.12 – Результати розрахунків об'ємів і мас небезпечних речовин в трубопроводі доменного газу

Ду, мм	V, м ³ /год	V', м ³ /год	V, м ³ /год	G, кг/год
1	2	3	4	5
500	12,952	13,77	4,035	1,206
80	0,176	0,187	0,055	0,016
Сума	13,128	13,957	4,09	1,222

Таблиця 1.13 – Результати розрахунків об'ємів і мас небезпечних речовин в трубопроводі коксового газу

Ду, мм	V, м ³ /год	V', м ³ /год	V, м ³ /год	G, кг/год
500	16,681	17,735	15,944	4,802
300	0,212	0,225	0,202	0,061
80	0,261	0,277	0,249	0,075
Сума	17,154	18,237	16,413	4,938

Таблиця 1.14 – Результати розрахунків об'ємів і мас небезпечних речовин в трубопроводі змішаного газу

Ду, мм	V, м ³ /год	V', м ³ /год	V, м ³ /год	G, кг/год
700	295,411	321,045	213,5	64,882
600	1,413	1,548	1,029	0,313
300	11,304	12,383	8,235	2,503
200	0,345	0,378	0,251	0,076
Сума	308,473	335,354	223,015	67,774

2 ВИКОРИСТАННЯ СУМІШЕЙ ГАЗІВ ДЛЯ ГАЗОПОСТАЧАННЯ АГЛОМЕРАЦІЙНИХ МАШИН ПАТ «ЗАПОРІЖСТАЛЬ»

2.1 Технічні умови підключення агломераційного цеху до газових мереж

2.1.1 Технічні умови на підключення газопідвищувальної станції до мереж коксового газу

Параметри коксового газу в точці підключення:

- діаметр колектора коксового газу $D_u = 1800$ мм;
- тиск надмірний (200...800) мм вод. ст.;
- калорійність коксового газу - 16,78 МДж/м³;
- середньорічна температура коксового газу 35 °С (мінімум - 20 °С, максимум 55 °С);
- відносна вологість 100% при робочій температурі.

2.1.2 Технічні умови на підключення агломераційного цеху до мереж газопостачання (доменний газ, коксовий газ, природний газ)

Параметри доменного газу в точці підключення:

- діаметр газопроводу доменного газу $D_u = 2400$ мм;
- тиск надмірний (400...1100) мм вод. ст.;
- теплота згоряння доменного газу коливається в межах (3,143...3,436) МДж/м³;
- середньорічна температура доменного газу 35 °С (мінімум - 20 °С, максимум – 60 °С);
- відносна вологість 100% при робочій температурі.

Параметри коксового газу в точці підключення:

- діаметр колектора коксового газу $D_u = 700$ мм;
- тиск надмірний (200...800) мм вод. ст.;
- теплота згоряння коксового газу - 16,78 МДж/м³;

- середньорічна температура коксового газу 35°C (мінімум - 20°C , максимум 55°C);

- відносна вологість 100% при робочій температурі.

Параметри природного газу в точці підключення:

- діаметр підвідного газопроводу природного газу $D_u = 300$ мм;

- тиск надмірний (5,0..6,0) кгс / cm^2 ;

- калорійність природного газу ($33,73$ МДж/ m^3);

- розрахункова температура природного газу 1°C ;

- газ сухий [21].

2.2 Зовнішні мережі змішаного газу

У цьому розділі розглянуто технічні рішення з прокладання зовнішніх мереж змішаного газу від газозмішувальної станції до агломераційного цеху.

Максимальні витрати змішаного газу на агломашини № 2÷6 калорійністю 2500 ккал/ m^3 з урахуванням переведення в перспективі на змішаний газ агломашини № 1 складе близько 8000 m^3 /год.

Тиск газу - $4 \div 6,5$ КПа.

Траса газопроводу змішаного газу $\varnothing 720$ мм від газозмішувальної станції до аглофабрики передбачена по існуючим естакадах з ухилом не менше $0,005$.

Прокладка доменного газопроводу здійснюється по будівельних конструкціях існуючої траси доменного газу $\varnothing 2400$ мм.

Газопровід змішаного газу прокладається по спільній трасі доменного газу $\varnothing 920$ мм і природного газу $\varnothing 630$ мм. Існуючі колони для кріплення газопроводу $\varnothing 720$ мм підлягають нарощуванню і місцями посилення.

Категорія газопроводу - II, згідно «Правил будови і безпечної експлуатації трубопроводів для горючих, токсичних і зріджених газів» (ПУГ) [23].

Монтаж і випробування газопроводу змішаного газу робити згідно із законодавством України «Правила охорони праці в газовому господарстві підприємств чорної металургії» НПАОП 27.1-1.09-09 [3].

У нижчих точках газопроводу, для відведення конденсату, передбачено встановлення конденсатовідвідників з відповідним утепленням.

У місцях встановлення конденсатовідвідників і водоспускових труб передбачені вводи пари (для пропарювання газопроводу) з підключенням до паропроводу для пропарювання газопроводу. Конденсат від нижчих точок паропроводу скидається в конденсатовідвідники.

Компенсація температурних подовжень газопроводу змішаного газу здійснюється за рахунок установки дискових компенсаторів і ділянок з самокомпенсацією.

Дисковий компенсатор оснащується двома штуцерами, призначеними для заливки і спуску антраценового масла. Злив масла здійснюється маслобензостійким рукавом в переносну ємність.

Зовнішня поверхня газопроводу змішаного газу після закінчення монтажу та випробувань забарвлюється двома шарами ґрунту і двома шарами лаку ПФ-170 [3].

Для газопроводу змішаного газу передбачені труби електрозварні прямошовні по ГОСТ 10704 -91 зі сталі марки ВСтЗсп5 [24].

2.3 Спалювання коксо-доменної суміші в літній період

Доменний газ - відходи у вигляді газу, що утворюються під час виплавки чавуну в доменних печах. Є в основному продуктом неповного згоряння вугілля. Теплота згоряння доменного газу приблизно (3,6...4,6) МДж / м³ або (850...1100) ккал / м³. При збагаченні дуття киснем вміст азоту в газі знижується і відповідно до цього зростає кількість інших газів (в тому числі оксиди вуглецю і водню), а також теплота згоряння.

Використовується на металургійних заводах як паливо в повітрянагрівачах доменних печей, коксових і мартенівських печах (в суміші з коксовим газом), газових двигунах, в парових котлах [7].

В таблиці 2.1 вказано склад коксового і доменного газів.

Таблиця 2.1 – Склад коксового і доменного газів, %

Склад газу	Коксовий газ	Доменний газ
CH ₄	25	0,2
C ₂ H ₆	2,1	-
CO ₂	2,2	12
N ₂	2,5	54,8
CO	6,5	30
O ₂	0,6	-
H ₂	61,1	3

Коксовий газ – горючий, утворюється в процесі коксування кам'яного вугілля, тобто при нагріванні його без доступу повітря до (900...1100) °С. Газ, що утворюється при коксуванні, містить багато цінних речовин. Крім водню, метану, оксидів вуглецю, до його складу входять пари кам'яно-вугільної смоли, бензол, аміак, сірководень та ін. Парогазову суміш, що відходить з коксових камер, уловлюють та відводять у цех конденсації на переробку. Коксовий газ охолоджується до температури (25...30) °С, при цьому він конденсується і з нього виділяється смола, підсмольна (аміачна) вода.

Використовують як паливо у промислових печах, газових двигунах, як сировину в хімічній промисловості [14].

2.4 Розрахунок теплоти згоряння коксо-доменної суміші

Теплота згоряння - кількість теплоти, яка виділяється при повному згорянні масової (для твердих і рідких речовин) або об'ємної (для газоподібних) одиниці речовини. Теплота згоряння, віднесена до одиниці маси або об'єму палива, називається питомою теплою згоряння.

Нижча теплота згоряння відповідає тій кількості теплоти, що виділяється при повному згорянні, без урахування теплоти конденсації водяної пари. Теплоту конденсації водяної пари також називають прихованою теплою пароутворення (конденсації) [11].

Нижча теплота згоряння визначається експериментально для кожної речовини і є довідковою величиною. Теплота згоряння газоподібного палива дорівнює сумі теплот горіння газоподібних горючих складових [17].

2.4.1 Розрахунок теплоти згоряння доменного і коксового газу

Коксовий газ, МДж/м³

$$Q_{\text{н кг}}^{\text{c}} = (0,611 \cdot 2579 + 0,065 \cdot 3018 + 0,25 \cdot 8555 + 0,021 \cdot 15,226) \cdot 4,19 \cdot 10^{-3} = 17,724.$$

Доменний газ, МДж/м³

$$Q_{\text{н дг}}^{\text{c}} = (0,3 \cdot 3018 + 0,002 \cdot 8555 + 0,03 \cdot 2579) \cdot 4,19 \cdot 10^{-3} = 4,189.$$

Задана теплота згоряння суміші, МДж/м³

$$Q_{\text{н суміші}}^{\text{c}} = 2500 \cdot 4,19 = 10,475.$$

2.4.2 Розрахунок складу коксо-доменної суміші

Визначаємо об'ємну долю доменного газу

$$r_{\text{дг}} = \frac{Q_{\text{см}} - Q_{\text{кг}}}{Q_{\text{дг}} - Q_{\text{кг}}} = \frac{10,475 - 17,724}{4,189 - 17,724} = 0,536;$$

де $Q_{\text{кг}}$ – теплота згоряння коксового газу, МДж/м³;

$Q_{\text{дг}}$ – теплота згоряння доменного газу, МДж/м³;

$Q_{\text{см}}$ – теплота згоряння суміші, МДж/м³.

Об'ємна доля коксового газу

$$r_{\text{кг}} = 1 - r_{\text{дг}} = 1 - 0,536 = 0,464.$$

Склад суміші доменного і коксового газу (склад див. табл. 2.1) ,% [17]

$$\text{CH}_4_{\text{см}} = \text{CH}_4_{\text{кг}} \cdot r_{\text{кг}} + \text{CH}_4_{\text{дг}} \cdot r_{\text{дг}} = 25 \cdot 0,464 + 0,2 \cdot 0,536 = 11,7;$$

$$\text{C}_2\text{H}_6_{\text{см}} = \text{C}_2\text{H}_6_{\text{кг}} \cdot r_{\text{кг}} = 2,1 \cdot 0,464 = 0,97;$$

$$\text{N}_2_{\text{см}} = \text{N}_2_{\text{кг}} \cdot r_{\text{кг}} + \text{N}_2_{\text{дг}} \cdot r_{\text{дг}} = 2,5 \cdot 0,464 + 54,8 \cdot 0,536 = 30,53;$$

$$\text{CO}_2_{\text{см}} = \text{CO}_2_{\text{кг}} \cdot r_{\text{кг}} + \text{CO}_2_{\text{дг}} \cdot r_{\text{дг}} = 2,2 \cdot 0,464 + 12 \cdot 0,536 = 7,45;$$

$$\text{CO}_{\text{см}} = \text{CO}_{\text{кг}} \cdot r_{\text{кг}} + \text{CO}_{\text{дг}} \cdot r_{\text{дг}} = 6,5 \cdot 0,464 + 30 \cdot 0,536 = 19,1;$$

$$\text{O}_2_{\text{см}} = \text{O}_2_{\text{кг}} \cdot r_{\text{кг}} = 0,6 \cdot 0,464 = 0,28.$$

2.4.3 Розрахунок вологовмісту суміші

Вологовміст - це кількість водяної пари, розчиненої в одиниці об'єму попутного газу при заданих умовах. Визначається по формулі, г/м³ [20]

$$d_{\text{см}} = d_{\text{кг}} \cdot r_{\text{кг}} + d_{\text{дг}} \cdot r_{\text{дг}},$$

де $d_{кг}$ – вологовміст коксового газу, $г/м^3$;

$d_{дг}$ – вологовміст доменного газу, $г/м^3$.

$$d_{см} = 35 \cdot 0,464 + 50 \cdot 0,536 = 43,04.$$

2.4.4 Розрахунок теоретичних витрат повітря

Об'єми, ентальпії повітря та продуктів згоряння визначають в розрахунку на $1 м^3$ газоподібного палива. Розрахунки виконують без урахування хімічної і механічної неповноти згоряння палива. Незначна хімічна неповнота згоряння, відповідна до прийнятих при виконанні теплового розрахунку значень, практично не впливає на точність розрахунку. Теоретично необхідний об'єм повітря при $\alpha = 1$, визначають по формулі для газоподібного палива, $м^3/м^3$

$$\begin{aligned} V_{в}^0 &= 0,0476 \cdot (0,5 \cdot CO + 0,5 \cdot H_2 + 1,5 \cdot H_2S + (m + \frac{n}{4}) \cdot C_mH_n - O_2) = \\ &= 0,0476 \cdot (0,5 \cdot 19,1 + 0,5 \cdot 29,96 + 0 + (1 +) \cdot 11,7 + (2 +) \cdot 0,97) = 2,44, \end{aligned}$$

де m і n – числа атомів вуглецю і водню в хімічній формулі вуглеводню, які входять до складу палива [13].

2.4.5 Розрахунок об'ємної дійсної витрати повітря

Об'ємна дійсна витрата повітря, $м^3/м^3$

$$V_{в\ об} = \alpha \cdot V_{в}^0,$$

де α – коефіцієнт надлишку повітря (за технологією (1,1...1,6))

$$V_{\text{в об}} = 1,1 \cdot 2,44 = 2,684.$$

2.4.6 Розрахунок теплової потужності агломераційної машини

Від теплової потужності агломераційної машини залежить процес спікання агломерату. Він починається з запалювання верхнього шару шихти при просуванні його під запальником горна. Запалювання шихти має на меті не тільки займання палива, але і рівномірне добре оплавлення поверхні пирога агломерату. Запалювання шихти повинно бути рівномірним і досить інтенсивним. Рівномірне і інтенсивне запалення сприяє швидкому розвитку процесу в шарі і досягненню високої продуктивності агломашин.

Оптимальна температура факела досягається при коефіцієнті надлишку повітря $\alpha \approx (1,0 \dots 1,6)$. При цьому полум'я має яскравий світло-жовтий відтінок. При нестачі повітря полум'я синіє, а при великому надлишку повітря полум'я стає червонуватим і тьмяним.

Для забезпечення нормального запалювання аглошихти необхідно постійне підтримання температури запалювання шихти $(1250 \dots 1300) ^\circ\text{C}$ [19].

Середня теплова потужність агломераційної машини на аглофабриці ПАТ «Запоріжсталь» складає, МВт [21]

$$Q_{\text{тп}} = 3,2 \dots 4,68.$$

За технологією в літній період теплова потужність однієї агломераційної машини складає, МВт

$$Q_{\text{агл}} = 3,74.$$

Розрахунок потужності одного пальника, МВт

$$Q_{\text{пал}} = \frac{3,74}{4} = 0,935,$$

де 4 – кількість пальників на одній агломашині.

Розрахунок витрати палива на один пальник, м³/с

$$G_{\text{кд}} = \frac{Q_{\text{пал}}}{1,07 \cdot Q_{\text{НС}}} = \frac{0,935}{1,07 \cdot 10,475} = 0,0833.$$

$$G_{\text{кд}} = 0,083 \cdot 4 \cdot 5 \cdot 3600 \cdot 4500 = 26989200 \text{ м}^3/\text{рік} \quad (2.1)$$

де 4 – кількість горнів;

5 – кількість агломашин;

3600 – кількість секунд в годині;

4500 – фонд робочого часу агломашини влітку, год/рік.

Розрахунок витрати повітря на один пальник, м³/с [20]

$$V_{\text{в}} = G_{\text{Г}} \cdot V_{\text{в уд}} = 0,224.$$

2.5 Заміна пальників

Для переводу горнів агломашин № 2-6 на спалювання змішаного газу передбачається заміна існуючих пальників на універсальні пальники ГНП.Р-250-31.

Пальник газовий ГНП.Р-250-31 - інжекційно-рециркуляційного типу, низького тиску, спрямованої дії з примусовою подачею газу і повітря, із застосуванням спеціального газового сопла, призначеного для спалювання газових сумішей і природного газу та повітряохолоджувальної рекуперативної насадки носика пальника, виконаної з жароміцної сталі, визначальної стійкість пальника в цілому і призначеної для можливої роботи пальника на газових сумішах або на природному газі за вибором.

Переведення опалення горна на обраний вид палива здійснюється методом підготовки до роботи обладнання

КІПіА, запірно-регулюючої арматури, клапанів безпеки, газопроводів, продувних свічок обраного типу газоподібного палива.

Подача/відключення кожного виду палива на пальник здійснюється за допомогою відкриття/закриття кульових кранів, встановлених перед пальником. подача повітря на пальник одна загальна.

Введення в експлуатацію пальників здійснюється згідно з «Правилами подачі та використання газу в народному господарстві», «Правил охорони праці у газовому господарстві підприємств чорної металургії» [3], «Інструкції по експлуатації агломашин агломераційного цеху» ПАТ «Запоріжсталь» [21] і технічного паспорта пальника ГНП.Р-250-31. На кожному горні агломашин № 2-6 нові пальники встановлюються на торцевій стіні горна агломашини під кутом 45 градусів в кількості 4 штук.

2.6 Опис роботи пальника ГНП.Р-250-31

Пальник газовий ГНП.Р-250-31 призначений для роботи на газових сумішах (кокс-доменна, природно-доменна і коксо-природно-доменна), а також природному газі.

Схема пальника газового ГНП.Р.-250-31 представлена на рисунку 2.1. На рисунку 2.2 представлена установка пальників газових ГНП.Р.-250-31 в торцевій стіні горна агломашин.

При використанні газових сумішей для опалення агломашин (рисунок 2.2) газоподібне паливо надходить в пальник від газового колектора поз. 10 по дроту поз.4 і регулюється краном шаровим поз.6. Далі по трубопроводу поз.3 газ подається на пальник.

Технічна характеристика пальника ГНП.Р-250-31 при використанні газових сумішей:

- | | |
|---|---|
| - паливо ПДС, КДС | $(Q^p_H = (9,22...11,31) \text{ МДж /м}^3)$; |
| - теплова потужність пальника, МВт | 0,9...1,3 ; |
| - витрата газової суміші, м ³ /год | 300...400; |

- витрати повітря, м ³ /год	1000...1300;
- тиск газової суміші перед АМ, мм вод. ст.	300;
- тиск повітря перед АМ, мм вод. ст.	400...600;
- коефіцієнт надлишку повітря	1,05...1,15;
- коефіцієнт робочого регулювання	5;
- габаритні розміри пальника, мм	1165x632x672;
- вага пальника, кг	135.

2.7 Досвід роботи горнів агломашин і пальників конструкції ПФ «Рубікон» на газових сумішах, коксовому і природному газі

Пальники ГНП.Р-250-31, що працюють на КДС, ПДС, ПГ встановлені і працюють в АЦ-1, АЦ-2 АДД з 2008 по теперішній час, в АЦ МП АДД ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг» з 2005 року по теперішній час. Встановлення пальників було проведено по черзі на кожній агломашині під час капітальних ремонтів або ППР силами цеху. Пуско-налагодочні роботи виконані фахівцями ПАТ «АрселорМіттал Кривий Ріг».

Пальники ГНП.Р-250-31, що працюють на КГ, були поставлені ТОВ ПФ «Рубікон» для агломашин ПАТ «Алчевський металургійний комбінат» та експлуатуються з 2008 року.

Встановлення пальників було проведено по черзі на кожній агломашині під час капітальних ремонтів або ППР силами цеху. Пуско-налагодочні роботи виконані спеціалістами ПАТ «АМК». У 2012 році для ПАТ «Південний ГЗК» були виготовлені і поставлені пальника ГНП.Р-250-16 для переведення опалення агломашин підприємства з ПДС на ПГ без зміни конструкції і теплової потужності горнів п'яти агломашин.

Переведення агломашин було проведено по черзі на всіх працюючих агломашинах № 1÷5 під час ППР і капітальних ремонтів силами цеху підприємства. Пуско-налагодочні роботи були виконані фахівцями ПАТ «Південний ГЗК» по черзі, з пуском кожної машини.

2.8 Опис схеми газопостачання горнів агломашин № 2-6

Подача змішаного газу до кожного горна здійснюється підключенням до газового колектора діаметром ф 720x8 мм, прокладеного вздовж існуючого майданчика для обслуговування газопроводів природного газу на відм. + 25,8 м.

На загальному підводі змішаного газу до горна встановлюється вузол виміру витрати газу, регулюючий і відсічний клапани. За допомогою регулюючого клапана підтримується задана температура в середині горна, що забезпечує запалювання шихти.

Відсічний клапан (клапан безпеки) спрацьовує при:

- підвищенні і зниженні тиску газу на 25% від заданих параметрів;
- падіння тиску повітря перед пальником;
- зупинці ексгаустера агломашини;
- зупинці приводу агломашини [21].

Забезпечення дутьйовим повітрям зберігається існуюче, шляхом централізованої подачі від двох вентиляторів типу ВДН-18 продуктивністю 60 000 м³/год (один резервний).

На кожному підводі до горна встановлений вузол обліку витрати дутьйового повітря і регулюючий клапан для підтримки заданого співвідношення «газ-повітря».

Також збережена можливість обігріву горна природним газом за існуючим підводом, на якому встановлені замірний вузол, регулюючий і відсічний клапани.

Відведення конденсату з нижчих точок трубопроводу змішаного газу передбачено в водовідвідники, виготовлені з труби ф 325x8 висотою 2,0 м [21].

З метою виключення можливості отруєння обслуговуючого персоналу чадним газом при переводі горнів на спалювання змішаного газу, на робочому майданчику передбачена установка газоаналізаторів, що

сигналізують про наявність оксиду вуглецю (CO) при досягненні ГДК в робочій зоні [3].

2.9 Контроль за газопостачанням агломераційного цеху

Режим роботи агломераційного цеху - цілодобовий, тризмінний. Весь технологічний процес, включаючи підвищення тиску коксового газу, приготування суміші газів і спалювання змішаного газу в горнах агломашин № 2-6 повністю автоматизований і не вимагає присутності постійного обслуговуючого персоналу.

Управління, контроль і моніторинг технологічного процесу в газопідвищувальній і газозмішувальній станціях здійснюється диспетчером газового цеху за допомогою промислового комп'ютера.

Управління та контроль спалювання змішаного газу в горнах агломашин здійснюється за допомогою комп'ютера, встановленого в приміщенні управління агломашин [5].

2.10 Розрахунок вжитку природного газу в зимовий період року

Основним енергозберігаючим заходом є скорочення вжитку природного газу за допомогою переведення агломашин № 2-6 на спалювання змішаного газу – в основному коксо-доменної суміші, з можливістю незначної добавки природного газу в зимовий період.

Переведення агломашин на спалювання змішаного газу виключить вжиток природного газу в літній період на 100 % і скоротить вжиток природного газу в зимовий період на (40...60) %.

В даний час середня витрата природного газу на одну агломашину складає 350 м³/год, при цьому річна витрата на 5-ти агломашинах складає, м³/рік

$$G_{nl} = \tau \cdot g \cdot n = 8500 \cdot 350 \cdot 5 = 14875000, \quad (2.2)$$

де τ – фонд робочого часу агломашини, год/рік;

g – витрата природного газу на одну агломашину до реконструкції, м³/год;

n – кількість реконструйованих агломашин.

В зимовий період передбачається робота запальних горнів агломашин на доменно-природній суміші, при цьому вжиток природного газу на одну агломашину складе, м³/год [8]

$$Q_{см} * (G_{дг} + G_{пг}) = Q_{пг} * G_{пг} + Q_{дг} * G_{дг}$$

$$Q_{см} * G_{дг} + G_{см} * G_{пг} = Q_{пг} * G_{пг} + Q_{дг} * G_{дг}$$

$$G_{пг} * (Q_{см} - Q_{пг}) = G_{дг} * (Q_{дг} - Q_{см})$$

$$G_{пг} * (Q_{пг} - Q_{см}) = G_{дг} * (Q_{см} - Q_{дг})$$

$$G_{пг} = \frac{G_{дг} * (Q_{см} - Q_{дг})}{Q_{пг} - Q_{см}} = \frac{860 * (10,475 - 4,189)}{34,747 - 10,475} = 222,7$$

де $G_{дг}$ – витрати доменного газу на одну агломашину 860 м³/год;

$Q_{см}$ – калорійність суміші - 10,475 МДж/м³;

$Q_{пг}$ – калорійність природного газу - 34,747 МДж/м³;

$Q_{дг}$ – калорійність доменного газу - 4,189 МДж/м³.

Вжиток природного газу після реконструкції в зимовий період складе, м³/рік [9]

$$G_{пг} = \tau_3 * g * n = 4000 * 222,7 * 5 = 4454000, \quad (2.3)$$

де 4000 – фонд робочого часу агломашини взимку, год/рік.

Річна економія природного газу після реконструкції, м³/рік

$$\Delta G_{пг} = G_{пг1} - G_{пг} = 14875000 - 4454000 = 10421000 \quad (2.4)$$

Річна економія природного газу після реконструкції, грн/рік

$$10421 \cdot 8000 = 83368000, \quad (2.5)$$

де 8000 – орієнтовна вартість природного газу, грн/1000 м³.

Витрати доменного газу в зимовий період, м³/рік

$$G_{\text{дг}} = 860 \cdot 5 \cdot 4000 = 17200000 \quad (2.6)$$

Основні техніко-економічні показники використання сумішей газів для газопостачання агломераційних машин ПАТ «Запоріжсталь» наведені в таблиці 2.2.

Таблиця 2.2 – Основні техніко-економічні показники використання сумішей газів для газопостачання агломераційних машин ПАТ «Запоріжсталь»

Найменування показників	Од.вим.	Значення показників
Витрати коксо-доменної суміші влітку (2.1)	млн м ³ /рік	26,989
Витрати природного газу до реконструкції (2.2)	млн м ³ /рік	14,875
Вжиток природного газу після реконструкції в зимовий період (2.3)	млн м ³ /рік	4,454
Скорочення споживання природного газу (2.4) (2.5)	млн м ³ /рік млн грн/рік	10,421 83,368
Витрати доменного газу в зимовий період (2.6)	млн м ³ /рік	17,2
Річні витрати електроенергії	млн кВт/рік	1,296

Річні витрати пари	т/рік	220
Річні витрати азота	тис. м ³ /рік	14,3
Капітальні вкладення, в тому числі:	млн грн	62,211
- будівельні роботи		24,605
- обладнання		24,149
- інші витрати		13,458
Питомі витрати енергоносіїв на виробництво змішаного газу:	кВт*год/тис м ³	28,6
- електроенергії	кг/тис м ³	4,85
- пари	м ³ /тис м ³	0,315
- азоту		

2.11 Аналіз витрат газів за 2013 – 2018 роки

В цьому підрозділі розглянуті витрати газів (природного, коксового, доменного) агломераційним цехом ПАТ «Запоріжсталь» за період з 2013-2018 роки згідно технічної і економічної документації агломераційним цехом за даний період.

Як бачимо на рисунку 2.3 витрати природного газу у 2013 році склали 17998 тис. м³, виробництво агломерату склало 5569 тис.т., згідно з цими даними питомі витрати у 2013 р. склали – 3,23 м³/т.

2014 рік – витрати природного газу склали 18086 тис.м³, за цей період виробництво агломерату склало 5873 тис. т., з цих даних отримуємо питомі витрати, які склали 3,08 м³/т.

2015 рік – витрати природного газу склали 17913 тис. м³, за цей період виробництво агломерату склало 5976 тис. т., з цього отримуємо питомі витрати. Вони склали 3,0 м³/т. З 2016 року на комбінаті «Запоріжсталь» у статистику починають входити коксовий і доменний газ через переведення агломашин № 2-6 на **5** змішаний газ. Отже, згідно даних агломераційного цеху, у 2016 році витрати природного газу склали – 12005 тис.м³, коксового газу – 9769 тис.м³, доменного газу – 10621 тис.м³ (коксовий газ отримується з комбінату «Запоріжжкокс», а саме – коксових батарей; доменний газ отримують з доменних печей комбінату «Запоріжсталь»). У цей період виробництво агломерату склало 5630 тис.т.. З цього, питомі витрати природного газу склали 2,13 м³/т.

2017 рік – витрати природного газу склали 8578 тис. м³, коксового газу – 17407 тис. м³, доменного газу – 16246 тис. м³. Виробництво агломерату склало – 5853 тис. т.. Питомі витрати у 2017 році склали – 1,47 м³/т природного газу.

2018 рік – витрати природного газу склали 11801 тис. м³, коксового газу – 12675 тис. м³, доменного газу – 24476 тис. м³. Виробництво агломерату склало – 6363 тис. т.. Питомі витрати у 2018 році склали – 1,86 м³/т природного газу. Витрати природного газу і питомі витрати збільшилися по відношенню до 2017 року за рахунок збільшення виробництва агломерату і переводу у цей період агломашини №1 на змішаний газ.

На рисунку 2.4 зображена динаміка витрати газу до оптимізації використання вторинних газів, був розглянутий період з 2013 по 2015 роки, де витрати природного газу на горни агломераційних машин агломераційного цеху ПАТ «Запоріжсталь» склали 3,1 м³/т.

2013 рік – витрати природного газу склали – 17998 тис. м³. Виробництво агломерату у цей рік склало – 5569 тис. т., з цього питомі витрати склали – 3,232 м³/т агломерату.

2014 рік – витрати природного газу склали – 18086 тис. м³. Виробництво агломерату у цей рік склало – 5873 тис. т., з цього питомі витрати склали – 3,080 м³/т агломерату. Збільшення витрати природного газу у 2014 році по відношенню до 2013 року пов’язано зі збільшенням виробництва агломерату. Питомі витрати зменшилися завдяки внутрішнім заходам агломераційного цеху по скороченню витрат природного газу на запалювання горнів агломераційних машин.

2015 рік – витрати природного газу склали – 17913 тис. м³. Виробництво агломерату у цей рік склало – 5976 тис. т., з цього питомі витрати склали – 2,998 м³/т агломерату.

В агломераційному цеху на запальних горнах агломашин в якості палива до 2016 року використовувався природний газ з питомими витратами 2,998 м³/т (середні витрати за 2015 рік).

В 2016 році після реконструкції запальних горів агломашин № 2-6 для використання в якості палива на запалювання горнів агломашин № 2-6 природно-доменну і коксо-доменну суміш.

Також в грудні 2017 року – лютому 2018 року була виконана заміна горна і газового обладнання на а/м № 1 для використання в якості палива природно-доменної та коксо-доменної суміші.

На рисунку 2.5 зображена схема існуючих і побудованих газопроводів, для подачі змішанного газу на горни агломашин. Основні роботи для прокладки газопроводів:

- ремонт газопроводу змішанного газу від ТЕЦ до агломераційного цеху;
- прокладка газопроводу змішанного газу внутрішньої розводки агломераційного цеху;
- будівництво газопідвищувальної станції для стабілізації тиску коксового газу для усіх споживачів ПАТ «Запоріжсталь»;
- реконструкція горнів агломашин з заміною пальникових пристроїв з системою автоматики.

На рисунку 2.6 розглянута динаміка витрати газу після виконання оптимізації використання вторинних газів.

Середнє значення за 2013 – 2015 роки витрати природного газу склали 17999 тис. м³, за цей період середнє значення виробництва агломерату склало – 5806 тис. т.. Питомі витрати склали – 3,103 м³/т агломерату.

У 2016 році витрати природного газу склали – 12005 тис. м³, що на 33 % нижче, ніж за період з 2013 по 2015 роки. Виробництво агломерату склало – 5630 тис. т., що на 3 % нижче, ніж за період з 2013 по 2015 роки. Питомі витрати склали – 2,132 м³/т агломерату, що на 31 % нижче, ніж за попередній період.

У 2017 році, витрати природного газу склали – 8578 тис. м³, що на 29 % нижче, ніж у 2016 році, і на 62 % нижче, ніж за період з 2013 по 2015 роки. Виробництво агломерату склало – 5853 тис. т., що на 4 % більше, ніж за попередній рік, і на 1 % більше, ніж до переведення агломераційних машин на змішаний газ. Питомі витрати склали – 1,466 м³/т, що на 31 % нижче, ніж у 2016, та на 62 % нижче, ніж за період з 2013 по 2015 роки.

У 2018 році збільшилися витрати природного газу до 11801 тис. м³, що пов'язано зі збільшенням виробництва агломерату – до 6362 тис. т., що на 9 % більше, ніж у 2017 році. Питомі витрати склали 1,855 м³/т.

При порівнянні періоду з 2013 року по 2015 рік, до переведення агломераційних машин на використання газових сумішей, з 2018 роком, можна зробити висновок, що витрати природного газу скоротилися на 34 %, при збільшенні виробництва агломерату на 10 %. Питомі витрати скоротилися на 40 %.

В період з 2016 року по 2018 рік впровадження заходу по скороченню витрати природного газу дозволило шляхом заміщення зекономити 23907 тис. м³, що склало 6662,3 тис.\$ (за даними агломераційного цеху), а також знизити викиди CO² в атмосферу на 48,5 тис. т. (17 тис.грн.), за рахунок споживання змішаного газу.

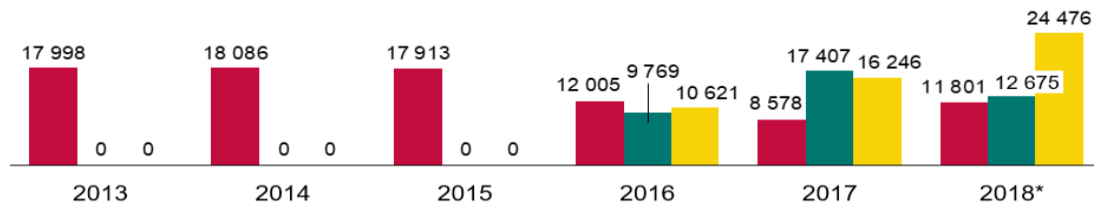
На рисунку 2.7 розглянута помісячна динаміка витрати газів з 2016 року, коли було виконано переведення агломераційних машин на змішаний газ.

На рисунку видно, як збільшуються, або зменшуються витрати природного, коксового і доменного газів кожного місяця.

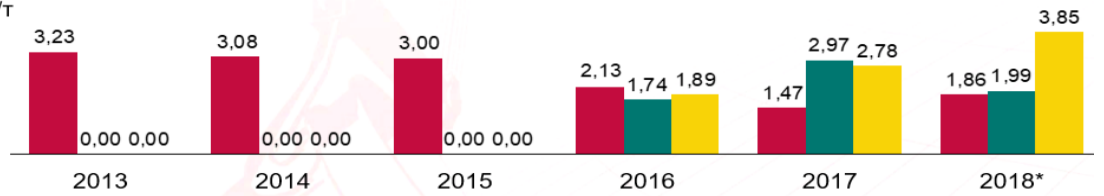
Збільшення витрати природного газу залежить передусім з роботою коксових батарей комбінату «Запоріжжкокс». Чим менше ремонтних робіт на них, тим більша кількість коксового газу надходить на ПАО «Запоріжсталь», і тим більше комбінат може замінити природний газ у своєму виробництві.

Чим менше коксового газу надходить на комбінат «Запоріжсталь», тим більший час агломераційні машини працюють на природно-доменній суміші, що створює збільшення витрат природного газу на виробництво агломерату.

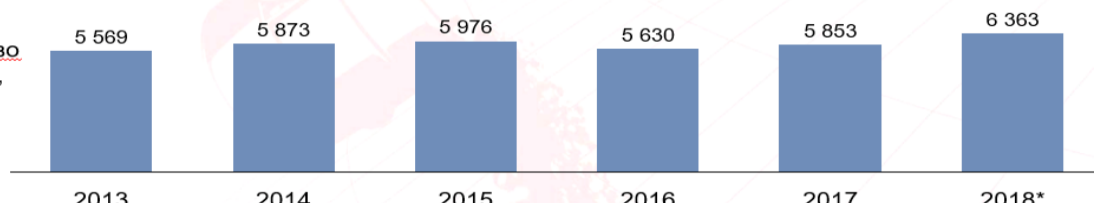
Витрати,
тис. м³



Питомі
витрати, м³/т
агломерату

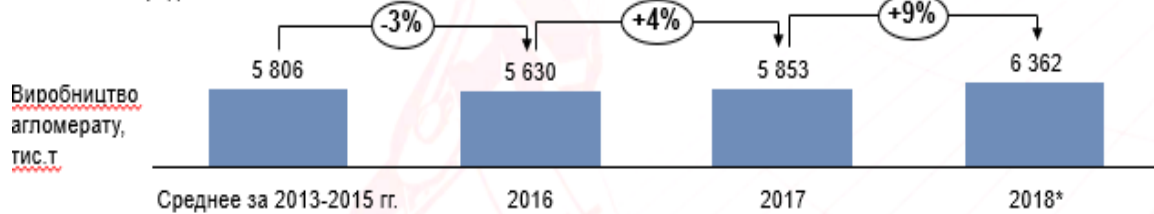
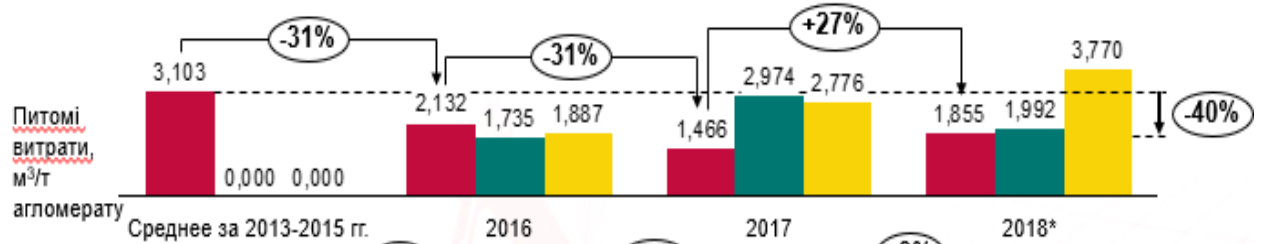
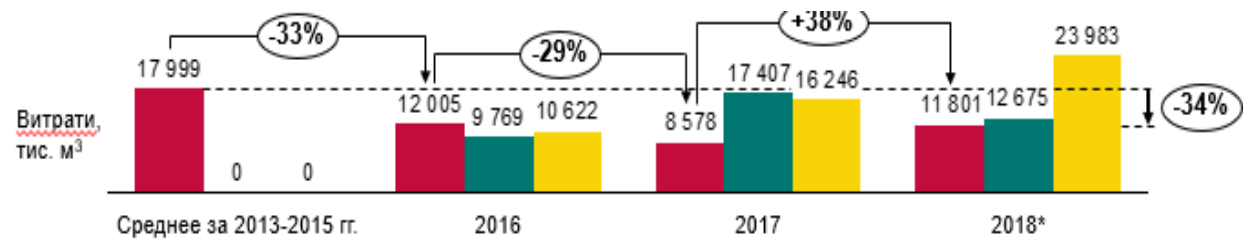


Виробництво
агломерату,
тис.т

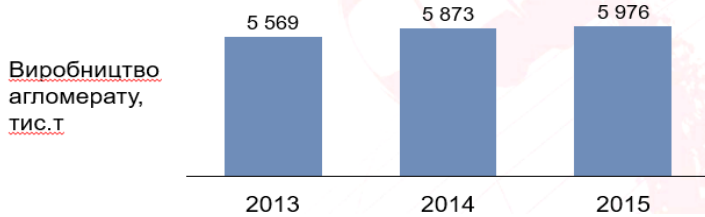
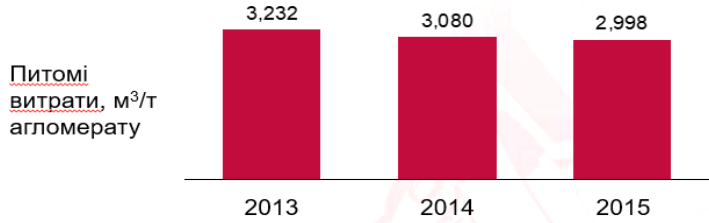
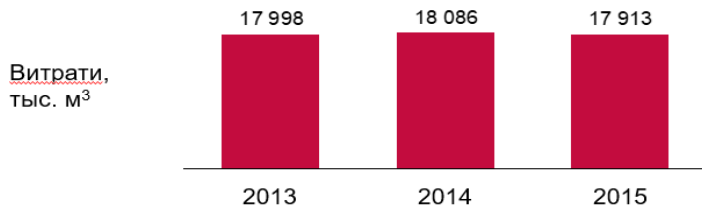


* - дані за січень – серпень 2018р. Приведені до року

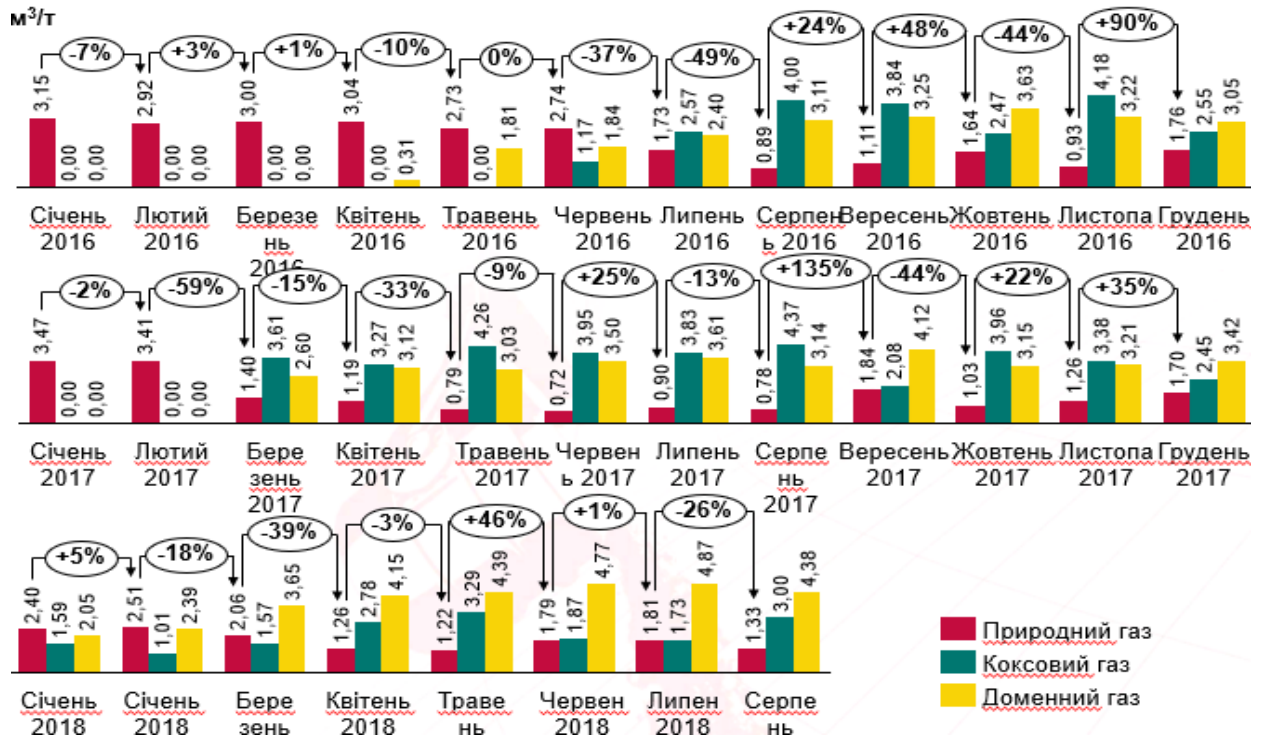
■ Природний газ ■ Коксовий газ ■ Доменний газ ■ Виробництво агломерату



■ Природний газ ■ Коксовий газ ■ Доменний газ ■ Виробництво агломерату



■ Природний газ
■ Виробництво агломерату



3 АВТОМАТИЗАЦІЯ

3.1 Контрольно-вимірювальні прилади і автоматика

Для забезпечення автоматизації технологічних процесів і забезпечення надійності та безпеки роботи технологічного обладнання проектом передбачається:

1. У газопідвищувальній станції: дистанційний контроль тиску коксового газу у всмоктуючому і нагнітаючому колекторах; місцевий контроль температури і дистанційний контроль тиску коксового газу на лініях всасу і нагнітання газодувок № 1 і № 2; дистанційний і місцевий облік витрати пари і газоподібного азоту; автоматичне регулювання тиску коксового газу за допомогою регулюючого клапана, встановленого на перепускній лінії нагнітального і всмоктуючого колекторів.

Для місцевого контролю температури коксового газу встановлюються термометри, які показують, для дистанційного контролю тиску коксового газу датчики надлишкового тиску.

Сигнали від датчиків тиску надходять на шафу управління ГПС, яка встановлюється в електроприміщеннях газопідвищувальної станції.

Для технологічного обліку енергоносіїв (насиченої пари і газоподібного азоту) організовуються установки вимірювальних пристроїв: діафрагми, датчики надлишкового тиску, датчики різниці тиску, датчики температури. Як прилад обліку насиченої пари проектом передбачається використання обчислювача типу СПГ-961 (відповідно до технічних умов ПАТ «Запоріжсталь» на тепlopостачання газопідвищувальної станції). Як прилад обліку газоподібного азоту проектом передбачається використання обчислювача типу СПГ-762.

Сигнали від приладів обліку надходять на шафу управління ГПС.

Передача даних від ШУ ГПС здійснюється по оптоволоконному кабелю в шафу сервера диспетчерської газового цеху, потім в шафу сервера аглоцеха.

Далі інформація надходить в інформаційну мережу комбінату для передачі даних в систему АСКУ ПЕР.

2. У газозмішувальній станції: дистанційний контроль температури, тиску газової суміші на виході з газопідвищувальної станції; дистанційний контроль температури і тиску природного, доменного і коксового газу; облік витрат природного, доменного і коксового газу; автоматичне регулювання тиску доменного та коксового газу за допомогою регулюючих клапанів, встановлених на трубопроводах; автоматичне регулювання співвідношення газових сумішей за показами витрати і калорійності доменного газу.

Для дистанційного контролю температури і тиску газової суміші на виході з газозмішувальної станції, температури і тиску природного, доменного і коксового газу встановлюються датчики температури і датчики надлишкового тиску.

Для дистанційного контролю тиску природного, доменного і коксового газу на трубопроводах встановлюються датчики надлишкового тиску.

Сигнали від датчиків надходять на шафу управління ГЗС в диспетчерському пункті газового цеху.

Для технологічного обліку енергоносіїв (природного газу, доменного газу, коксового газу) організуються установки вимірювальних пристроїв: лічильники газу ультразвукові, датчики надлишкового тиску, датчики температури, обчислювач. Сигнали від датчиків надходять на обчислювач СПГ-762, який встановлюється в шафі управління ГЗС. Значення калорійності доменного газу в систему АСУ ТП надходить від регулятора МК-52, який знаходиться в шафі КВП в приміщенні старшого нагрівальщика обтискового цеху. За свідченнями витрат газів і показання калорійності доменного газу здійснюється регулювання співвідношення подачі природного і коксового газу.

Передача даних від ШУ ГЗС здійснюється по оптоволоконному кабелю в шафу сервера диспетчерської газового цеху, потім в шафу сервера аглоцеха.

Далі надходить в інформаційну мережу комбінату для передачі даних в систему АСКУ ПЕР.

3. На ділянці газопостачання запальних горнів агломашин № 2÷6.

Для забезпечення горнів агломашин коксо-доменною сумішшю передбачається заміна існуючих пальників на універсальні горілкові пристрої, що виготовляються ТОВ ПФ «Рубікон» і обв'язка КВП запалювальних горнів.

На запальних горнах агломашин № 2÷6 передбачається: встановлення датчиків тиску і температури з місцевою індикацією і виведенням сигналів в систему АСУ ТП; встановлення пірометрів в горні для вимірювання температури поверхні агломерату; організація вузлів обліку змішаного газу; управління швидкодіючим відсічним клапаном; управління регулятором витрати змішаного газу; управління регулятором витрати природного газу; управління існуючим регулятором витрати повітря; вивід показань від існуючого вузла витрати повітря в систему АСУ ТП.

Сигнали від датчиків тиску і температури надходять на шафи управління ГОРНА АМ 2 (АМ 3-АМ 6), які встановлюються в будівлі аглоцеха.

Для технологічного обліку змішаного газу для горнів агломашин № 2÷6 організовуються установки вимірювальних пристроїв: діафрагма, датчик різниці тиску, датчик надлишкового тиску, датчик температури, обчислювач.

Сигнали від датчиків надходять на обчислювач СПГ-762, який встановлюється в шафі управління кожного горна агломашини.

Передача даних від ШУ ГОРНА АМ 2 (АМ 3-АМ 6) здійснюється по оптоволоконному кабелю в шафу сервера диспетчерської аглоцеха. Далі надходить в інформаційну мережу комбінату для передачі даних в систему АСКУ ПЕР [28].

3.2 Установка газоаналізаторів

Для автоматичного контролю гранично-допустимих концентрацій (ГДК) CO в робочій зоні і контролю підвищення концентрації шкідливих і горючих газів CO, H₂, CH₄ до 20 % від нижньої межі вибуховості (НМВ) встановлюються стаціонарні сигналізатори-аналізатори.

У приміщенні газопідвищувальної станції і в робочій зоні запальних горнів агломашин № 2÷6 встановлюються вимірювальні перетворювачі CO, H₂, CH₄. Сигнали від ИП надходять на стаціонарні сигналізатори-аналізатори, що встановлюються в електроприміщеннях газопідвищувальної станції і в диспетчерській аглоцеха.

Сигналізатори складаються з блоку живлення і сигналізації та призначаються для:

- автоматичного безперервного контролю ГДК CO в повітрі робочої зони;
- автоматичного безперервного вимірювання об'ємних часток CO, H₂, CH₄ в повітрі;
- видачі світлової та звукової сигналізації і комутації зовнішніх електричних кіл (включення приточно-витяжної вентиляції) при перевищенні заздалегідь встановлених норм і концентрацій загазованості;
- перетворення виміряного значення концентрації в вихідний сигнал постійного струму і ін.

Сигналізатори забезпечують при перевищенні ГДК і НМВ видачу світлової та звукової сигналізації на робочих місцях, а також в диспетчерській газового цеху і аглоцеха. По кожному вимірювальному каналу при включенні порогових пристроїв, цифровий дисплей сигналізатора відображає номер індиційного вимірювального каналу і значення концентрації контролюваного компоненту [3].

3.3 Автоматична система управління технологічними процесами (АСУ ТП)

3.3.1 Загальні положення

Найменування системи - Автоматизована система управління технологічним процесом переводу агломашин № 2÷6 на спалювання змішаного газу ПАТ «Запоріжсталь».

Скорочена назва - АСУ ТП АМ № 2÷6.

Система призначена для керування технологічними процесами роботи газопідвищувальної станції, газозмішувальної станції, газопостачання агломашин № 2÷6.

Вид автоматизуємої діяльності - управління.

Вид керованого процесу - технологічний, безперервно - дискретний.

Мета створення системи:

- досягнення високої ефективності, надійності і безпеки роботи технологічного обладнання;
- представлення повної і своєчасної інформації про параметри технологічних процесів газопідвищувальної і газозмішувальної станцій, а також систем газопостачання запальних горнів агломашин № 2÷6;
- підвищення продуктивності і поліпшення умов праці обслуговуючого персоналу.

Досягнення цих цілей забезпечується:

- контролем за перебігом технологічних процесів, роботою обладнання і діями експлуатаційного персоналу;
- стабілізацією і оптимізацією параметрів технологічного процесу;
- здійсненням аварійних захистів обладнання;
- технологічною сигналізацією про відхилення параметрів від заданих значень;
- контролем і архівацією основних параметрів процесу, дозволяють оперативно аналізувати дотримання технології і роботу обладнання [29].

3.3.2 Опис процесу діяльності

Система АСУ ТП АМ № 2÷6 забезпечує прийом і первинну обробку аналогової і дискретної інформації від:

- теплоенергетичних датчиків (температура, тиск, різниця тиску, витрата і кількість рідини, газу);
- механічних датчиків (вібрація, відносні переміщення, положення виконавчих механізмів, рівень);
- газоаналізаторів (концентрація окремих складових в суміші газів);
- прийом, обмін та обробку інформації і команд від автономних підсистем автоматичного управління;
- перевірку достовірності інформації і згладжування вимірних значень відповідно до вимог технологічних алгоритмів;
- масштабування, лінеаризація і обчислення не вимірювальних значень параметрів;
- формування масивів інформації;
- перевірку виходу значень параметрів за значення уставок спрацьовування технологічних захистів;
- формування сигналів технологічної сигналізації при виході вимірювальних параметрів за значення уставок спрацьовування технологічних захистів;
- формування ознак істотних змін значень аналогових параметрів при перевищенні заданої швидкості їх зміни;
- відображення інформації оператору-технологу;
- зв'язок і взаємодія з ІСУП заводу.

В системі передбачена автоматична діагностика технічних і програмних засобів і перевірка достовірності вхідної інформації з видачею відповідних сигналів попереджувальної сигналізації і повідомлень, а також можливість автоматичного виведення з роботи сигналів від несправних датчиків, що використовуються в контурах управління. При відмовах модулів УСО (і після їх усунення), виявлених алгоритмами самодіагностики

формується відповідні ознаки недостовірності (достовірності) вхідної інформації [28].

3.4 Основні технічні рішення

3.4.1 Вимоги до числа рівнів ієрархії і ступеня централізації

Система має три рівні управління.

Нижній рівень - включає датчики КВП, приводу і автономні системи локальної автоматизації.

Середній рівень - включає програмовані логічні контролери SIMATIC S7-300 (ПЛК), модулі вводу / виводу SIMATIC S7-300 і операторські панелі SIMATIC TP900 COMFORT (ОП).

Виконує функції збору і первинної обробки інформації, управління технологічним обладнанням та обміну інформацією з верхнім рівнем системи.

Верхній рівень включає:

- пульти управління;
- сервери.

Верхній рівень виконує функції введення візуалізації, протокування, архівування, видачі завдань і уставок для нижнього рівня, обміну інформацією із середнім рівнем і ІСУП.

3.4.2 Рішення по засобам і способам зв'язку для інформаційного обміну між компонентами системи, підсистем

Зв'язок між ПЛК, серверами і пультами управління середнього рівня побудувати на базі промислової мережі Industrial Ethernet відповідно до вимог

стандарту ISO Ethernet IEEE 802/3. Переносна інженерна станція обслуговуючого персоналу має можливість підключення по мережі Ethernet для безпосереднього доступу до контролерів.

Режим функціонування системи - в цілому автоматизований. Система реалізує наступні види функцій управління технологічним об'єктом управління:

- дистанційне управління;
- автоматичне і логічне управління.

Включені в проект рішення відповідають сучасному рівню розвитку науки і техніки. Прийняті в проекті рішення відповідають діючим нормам і правилам техніки безпеки, пожежо- і вибухобезпеки. У технічних засобах фірм Siemens, Cisco застосовуються передові технології та досягнення. Устаткування фірм Siemens, Cisco має позитивний досвід використання в жорстких виробничих умовах підприємств металургії [29].

3.5 Опис програмного забезпечення

Програмне забезпечення АСУ ТП АМ № 2÷6 реалізується із застосуванням засобів обчислювальної техніки, а також має засоби організації всіх процесів обробки даних, що дозволяють виконувати всі автоматизовані функції у всіх регламентованих режимах.

Як операційні системи (ОС) використовуються ОС Microsoft Windows 8 64 bit Professional with Downgrade Right Windows 7 64 bit (RU) Security Package і ОС Windows Sever 2012 Standart.

Для реалізації прикладного ПО системи використано базове стандартне програмне забезпечення Siemens, що включає:

- SIMATIC WINCC V7.2, RC 8192 (8192 зовнішніх змінних), системне по scada-систем;
- WINCC / SERVER V7.2, серверна опція для SIMATIC WINCC V7.2, яке виконує ПО;

- WINCC / WEB NAVIGATOR V7.2, опція web-інтерфейсу для WINCC V7.2 I WINCC 7.2 ASIA, серверна і клієнтські компоненти;
- SIMATIC STEP 7 PROFESSIONAL V13, по розробкам;
- SIMATIC WINCC COMFORT V13, по розробкам hmi-систем.

Прикладне програмне забезпечення АСУ ТП АМ № 2÷6 забезпечує реалізацію системою всіх інформаційних функцій і функцій управління. Прикладне ПО базується на математичному забезпеченні, включаючи описи алгоритмів рішень інформаційних завдань і завдань управління всіма сторонами технологічного процесу отримання агломерату.

У прикладному ПО АРМ операторів передбачена можливість зміни необхідних параметрів технологічного процесу з екранних мнемосхем АРМ оператора. При цьому реалізовані заходи щодо захисту від помилок при введенні і обробці інформації. ПО має засоби діагностики технічних засобів і контролю на достовірність вхідної інформації [30].

3.6 Зв'язок і сигналізація

Для ліній зв'язку на підключення газопідвищувальної станції коксового газу в електроприміщеннях передбачається установка телефонного апарату.

Для цього прокладається кабель зв'язку ТППеП 10х2х0,4 з кросу електропідстанції «М-1» до коробки розподільчої, встановленої в електроприміщенні. Розведення абонентської телефонної мережі виконується неекранованою «крученою парою» УТР від коробки розподільчої КРТ до телефонної розетки [26].

3.7 Охоронна сигналізація

Для захисту електроприміщення і вентприміщення газопідвищувальної станції від несанкціонованого проникнення передбачається пристрій охоронної сигналізації .

Проектом передбачається обладнання приміщень системою охоронної сигналізації. Для цього виконується блокування всіх дверей і воріт із застосуванням магнітно-контактних датчиків типу СОМК і вікон приміщення ГПС проводом НВМ по захисній металевій решітці.

Інформація про стан шлейфів сигналізації виводиться на прилад приймально-контрольний охоронний ППКОП «Дунай», що встановлюється в електроприміщенні. Передбачається виведення сигналу тривоги по телефонній лінії зв'язку на загальнозаводський центральний пульт охорони «Дунай».

Для оповіщення про порушення на фасаді будівлі на висоті не менше 2,5 м від рівня землі встановлюється світлозвуковий пристрій.

Електроживлення системи сигналізації передбачається по 1 категорії. При відключенні електроживлення (~ 220 В, 50 Гц) прилади автоматично переходять на живлення від резервних джерел живлення ІPS.

До обслуговування системи охоронної сигналізації допускаються особи, які мають відповідну кваліфікацію і пройшли інструктаж з техніки безпеки. Проходження інструктажу відмічається в журналі. Електромонтери, які обслуговують систему сигналізації, повинні бути забезпечені захисними засобами, інструментом і приладами, які пройшли відповідні лабораторні випробування.

Всі електромонтажні роботи, обслуговування електроустановок, періодичність та методи випробувань захисних засобів, повинні виконуватися з дотриманням ПУЕ [27].

4 ОХОРОНА ПРАЦІ І ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ

4.1 Небезпечні і шкідливі виробничі фактори агломераційного виробництва

До небезпечних і шкідливих виробничих факторів проектованого виробництва відносяться:

- виділення вибухонебезпечних газів (CO , H_2) в робочу зону внаслідок можливої аварійної розгерметизації трубопроводів;
- можливість отруєння чадним газом (CO);
- шум і вібрація від газодувних і вентиляційного устаткування;
- рухоме підйомно-транспортне обладнання;
- тепловиділення від працюючого електроустаткування;
- безпека ураження електричним струмом при дотику до токопровідних частин обладнання [3].

4.2 Заходи щодо захисту працюючих від впливу небезпечних і шкідливих виробничих факторів

Передбачаються наступні заходи щодо захисту працюючих від небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- технологічний процес підвищення тиску коксового газу, змішання газів і спалювання змішаного газу в горілчаних пристроях горнів агломашин здійснюється в обладнанні, герметично з'єднаного трубопроводами, що працює в автоматичному режимі і оснащеному автоматичними засобами безпеки, що виключають можливість утворення вибухонебезпечних концентрацій газів;
- в приміщенні газопідвищувальної станції передбачена установка газоаналізаторів, що сигналізують про загазованість приміщення, при цьому при досягненні концентрації CO і H_2 в розмірі 10 % від нижньої межі вибуховості (НМВ) включається аварійна вентиляція, а при досягненні

концентрації 20 % від НМВ відключається подача коксового газу і відключаються газодувки, при досягненні концентрації CO в розмірі ГДК (20 мг/м³) в робочій зоні, включається аварійна вентиляція і сигналізація, а при досягненні концентрації 60 мг/м³ відключаються газодувки;

- на робочих майданчиках в місцях розміщення горнів агломашин також встановлені газоаналізатори CO і H₂, які сигналізують про досягнення концентрації 20 % від нижньої межі вибуховості та досягненні ГДК CO в робочій зоні;

- з метою виключення вибуху всередині горнів на підводах змішаного газу встановлені запобіжні клапани (клапани безпеки), відсікаючі подачу газу при підвищенні і зниженні тиску газу від заданого, при падінні тиску дутьового повітря, при зупинці ексгаустера і при відключенні приводу агломашини;

- обертові частини приводів і механізмів огорожені суцільними металевими кожухами;

- продування азотом ущільнень для виключення витoku, перекачується газ через ущільнення газодувного обладнання;

- огороження робочих майданчиків намічено виконати висотою 1,0 м із суцільною обшивкою по низу металевим листом на висоту 100 мм;

- всі сходи і технологічні майданчики для обслуговування обладнання і арматури виконуються з огорожею;

- трубопроводи зворотного водопостачання прокладаються зовні будівлі на низьких і високих опорах з урахуванням забезпечення проходів до обладнання і зручності обслуговування трубопроводів [2].

4.3 Заходи щодо захисту працюючих від шуму і вібрації

Для зниження рівня шуму і вібрації в приміщеннях передбачаються наступні заходи:

- з метою боротьби з вібрацією газодувного обладнання встановлено на масивний залізобетонний фундамент, не пов'язаний з фундаментом газопідвищувальної станції;

- для зниження рівня шуму огорожувальні конструкції будівлі передбачаються з теплошумопоглинаючих панелей;

- приточні вентилятори розміщуються на віброгасильних підставках. Приточна установка приєднана до повітряпроводів через гнучкі з'єднання. Вентилятори дахові оснащуються пластинами шумоглушення;

- в будівлі газопідвищувальної станції постійні робочі місця відсутні, а при періодичних оглядах обслуговуючий персонал користується індивідуальними засобами захисту від шуму.

Зазначені заходи дозволяють знизити рівень шуму на території газопідвищувальної станції до 70 дБА, а на кордоні житлової забудови до 45 дБА [4].

4.4 Захисні заходи електробезпеки

Захист людей від ураження електричним струмом в електроустановках підстанцій № 10 і № 123Б (напругою 6 кВ), а також в газопідвищувальній і газозмішувальній станціях передбачена відповідно до вимог:

- ДБН В.2.5-27-2006 «Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будівель і споруд» [22];

- ГОСТ 12.1.013-78 "ССБТ. Будівництво. Електробезпека. Загальні вимоги" [23];

- ГОСТ 12.1.019-79 "ССБТ. Електробезпека. Загальні вимоги і номенклатура видів захисту » [24];

- Правила улаштування електроустановок (ПУЕ) [25].

Захист здійснюється як при відсутності пошкодження в електроустановках, так і при його наявності шляхом застосування заходів

захисту, який поєднує в собі захист від прямого дотику і захист у разі непрямого дотику.

Розподільні пристрої 6 кВ та 0,4 кВ розташовані в окремих приміщеннях, в які обмежений доступ для некваліфікованого персоналу.

Як заходи захисту від прямого дотику, застосовані обладнання і кабельно-провідникова продукція, що має основну ізоляцію з токопровідних частин або оболонки зі ступенем захисту не менше 1P2X, а також передбачені наступні заходи:

- використання технічно досконалого обладнання;
- розміщення обладнання поза зоною досяжності;
- дотримання відповідних відстаней до струмоведучих частин і захист їх;
- застосування блокувань апаратів та захисних пристроїв, для запобігання помилкових операцій і доступу до струмоведучих частин;
- надійне і швидкодіюче автоматичне відключення частин електрообладнання, що випадково опинилося під напругою;
- застосування попереджувальної сигналізації, написів і плакатів;
- вибір електрообладнання необхідного ступеня захисту;
- заземлення всіх металевих частин електроустановки і елементів електроустановок, які можуть опинитися під напругою внаслідок пошкодження ізоляції;
- захист від перевантаження і перенапруги основного електрообладнання;
- контроль струму витoku на землю і «землі» в мережі.

Крім того, для захисту від прямого дотику передбачається застосування при виконанні робіт в електроустановках наступних спеціальних захисних засобів електробезпеки:

- ізолюючих штанг;
- покажчиків напруги;
- діелектричних килимків, рукавичок, взуття;
- ізолюючих кліщів і іншого інструменту з ізольованими рукоятками;
- захисних окулярів;

- плакатів і знаків безпеки.

Як заходи захисту, у разі непрямого дотику, передбачено автоматичне відключення живлення. Для забезпечення автоматичного відключення живлення, передбачена система заземлення TN-C-S і основна система зрівнювання потенціалів, а також забезпечена селективність захисних пристроїв, які здійснюють це вимикання. Відкриті провідні частини електроустановок, які нормально не перебувають під напругою, за допомогою захисних провідників повинні бути приєднані до системи заземлення.

В системі електропостачання газопідвищувальної і газозмішувальної станцій забезпечений захист людей від ураження електричним струмом, як при відсутності пошкоджень в електроустановках, так і при їх наявності. Для цього застосовано поєднання заходів захисту від прямого та непрямого дотику.

Як заходи захисту від прямого дотику застосовані: ізоляція струмоведучих частин; огорожі і оболонки; розміщення обладнання і токопровідних частин поза зоною досяжності.

Як заходи захисту у разі непрямого дотику застосовані: автоматичне відключення живлення; ізолюючі зони; система зрівнювання потенціалів; електричне відокремлення кіл.

Передбачені проектом заходи захисту від ураження електричним струмом відповідають вимогам ПУЕ, ГОСТ 12.1.002-84, ГОСТ 12.1.019-79, ДСНіП 239-96, ДСН 3.3.6.037, ДСанПіН 3.3.6-2002, ГКД 34.20.507-2003, ДБН В.2.5-27-2006, ПТЭЭП и ПБЭЭП.

4.5 Блискавкозахист і заземлення

Відповідно до ДСТУ Б В.2.5-38: 2008 рівень блискавкозахисту будівлі газопідвищувальної станції - II.

Захист від прямих ударів блискавки здійснюється подвійним тросовим блискавкоприймачем з круглої сталі Ø 8 мм. Блискавкоприймач приєднаний токовідводами із сталеві смуги 4x40 до поглибленого заземлителя із сталеві смуги 4x40.

Заземлюючий пристрій є загальним для блискавкозахисту та захисного заземлення.

Захист від вторинних проявів блискавки забезпечен шляхом приєднання всіх металевих корпусів обладнання і комунікацій до внутрішньої магістралі заземлення. Для захисту від заносу високих потенціалів по підземним і надземним комунікаціям запроєктовано їх заземлення при вводі в будівлю газопідвищувальної станції [4].

4.6 Заходи з пожежної безпеки

Пожежна безпека газопідвищувальної станції забезпечується розробкою організаційних заходів щодо забезпечення пожежної безпеки, виконанням заходів щодо запобігання пожежам та заходів з пожежного захисту згідно ГОСТ 12.1.004-76 і «Правил пожежної безпеки в Україні».

Протипожежні відстані від будівлі до сусідніх будівель і споруджень передбачені згідно вимог СНіП II-89-80, будівля забезпечена під'їзними автодорогами та протипожежними під'їздами.

Об'ємно - планувальні і конструктивні рішення, вогнестійкості несучих і огорожувальних конструкцій, рішення по евакуації з приміщень передбачені відповідно до вимог СНіП 2.09.02 - 85 «Виробничі будівлі», СНіП 2.09.04 - 87 «Адміністративні та побутові будівлі» .

Дані про категорії пожежо - вибухонебезпечності приміщень та класифікації приміщень по НАПБ Б.03.002-2007 «Норми визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною безпекою».

У технологічній частині проекту передбачені наступні протипожежні заходи:

- контроль загазованості коксовим газом усередині машинного залу з пристроєм звукової і світлової сигналізації, що спрацьовує при досягненні концентрації вибухових речовин в розмірі 10 % від нижньої межі вибуховості, при цьому включається аварійна вентиляція, а при досягненні концентрації 20% відключається подача коксового газу і відключаються газодувки;

- передбачений захист від статичної електрики;

- відповідно до рекомендацій «Правил пожежної безпеки в Україні» (НАПБ А.01.001-2004) газопідвищувальна станція вкомплектована двома вуглекислотними вогнегасниками, покривалом з негорючого матеріалу розміром 2х2м, двома лопатами, а також ящиками з піском ємністю 1 м³;

- передбачена закладення негорючими матеріалами місць проходів інженерних комунікацій крізь будівельні конструкції;

- електрообладнання виконано у вибухонебезпечному виконанні.

Вогнезахисна обробка металоконструкцій виконується по окремому проекту.

До протипожежних заходів також слід віднести наступні заходи:

- для внутрішньої відділки будівлі застосовуються негорючі оздоблювальні матеріали (НГ по п.2.2 ДБН В.1.1-7-2002);

- для евакуації з будівлі передбачається пристрій двох рознесених виходів безпосередньо назовні з будівлі;

- двері на шляху евакуації запроектовані з відкриванням в напрямку виходу з будівлі;

- для підйому на покрівлю і можливості проведення пожежно-рятувальних робіт проектом передбачається влаштування зовнішніх вертикальних пожежних сталевих сходів по ряду «А» (тип П2 по ДБН В.1.1-7-2002);

- відділення приміщення категорії «А» від приміщень інших категорій протипожежною стіною I типу (по осі 2 будівлі), товщиною 250 мм з

керамічної цегли КРПВ-1НФ-М100-1650-F35-1 (ДСТУ Б В.2.7-61: 2008) на цементно-піщаному розчині М-50.

Протипожежне обслуговування будівель і споруд буде здійснюватися силами пожежної частини, яка обслуговує ПАТ «Запоріжсталь».

Для систем опалення і вентиляції передбачені наступні протипожежні заходи:

- автоматичне відключення всіх вентиляційних систем при пожежі;
- витяжні вентилятори, які обслуговують категорію «А», передбачені у вибухозахищеному виконанні;
- установка вогнезатримуючого клапана на виході з приточного вент-приміщення при перетині стіни категорії «А»;
- заземлення приточно - витяжного обладнання та повітропроводів, обслуговуючих приміщення машзалу, згідно вимог ПУЕ;
- оснащення звуковою та світловою сигналізацією, що оповіщає про несправності роботи вентиляційного устаткування приточної (П1) і витяжних систем (В1, В2), які обслуговують приміщення машзалу;
- оснащення аварійної витяжної вентиляції, заблокованою з роботою газоаналізаторів в приміщенні машзалу [4].

Заходи щодо забезпечення пожежної безпеки систем опалення та вентиляції передбачені відповідно до вимог СНіП 2.04.05-91, ДБН В.1-7-2002, ДБН В.2.5-13-98.

4.7 Протипожежне водопостачання

Будівельний об'єм будинку газопідвищувальної станції - 4,37 тис.м³, ступінь вогнестійкості будівельних конструкцій - II, категорія виробництва по вибухопожежонебезпечності - А. З огляду на зазначені характеристики будівлі, відповідно с ДБН В.2.5-64 діє до: 2012 проектом передбачається внутрішній протипожежний водопровід. Пожежогасіння в будівлі забезпечується двома струменями з продуктивністю 2,6 л/с кожна. Витрата

води на внутрішнє пожежогасіння становлять 5,2 л/с, 18,72 м³/рік, вільний тиск у пожежного крана - не менше 0,1 МПа. Для пожежогасіння використовуються кран-комплекти з кутовим пожежним краном діаметром 50 мм з пожежним рукавом завдовжки 20 м і діаметром насадки пожежного ствола 16 мм. Пожежні крани-комплекти встановлюються в пожежних шафах з задньою стінкою, які обладнані вентиляційними отворами.

Кожна пожежна шафа додатково укомплектовується пожежним кран-комплексом з рукавом довжиною 20 м і кутовим вентилям діаметром 25 мм, а також двома ручними порошковими вогнегасниками. Комплектація пожежних кранів виконується на підставі ДБН В.2.5-64 діє до: 2012 п. 8.13 і відповідно до ДСТУ 4401-1: 2005 р.

Кількість пожежних кранів у будівлі становить 5 штук і визначено, виходячи з радіуса обслуговування одним пожежним краном 18 м з урахуванням зрошення кожної точки приміщення від двох пожежних кранів, а також наявності майданчика для обслуговування устаткування на позначці +3.500. Необхідний натиск в мережі водопроводу на ввіді в будинок - 0,2 МПа. Наявний натиск у зовнішній мережі водопроводу становить 0,27 МПа. Параметри зовнішньої заводської мережі водопроводу забезпечують необхідні параметри для протипожежного водопостачання будівлі газопідвищувальної станції.

Витрата води на зовнішнє пожежогасіння становить 10 л/с відповідно до ДБН В.2.5-74 діє до: 2013 р. Зовнішнє пожежогасіння забезпечується від одного проектованого пожежного гідранта, що встановлюється на мережі протипожежного водопроводу діаметром 100 мм на ділянці від врізки в спільну заводську мережу до введення в будівлю. Місце установки зовнішнього пожежного гідранта відзначено покажчиком з флуоресцентним покриттям [4].

4.8 Протипожежні заходи, передбачені в електротехнічній частині проекту

4.8.1 Система пожежної сигналізації

Для забезпечення пожежної безпеки приміщення газопідвищувальної станції і електроприміщення передбачені протипожежні заходи, відповідно до «Технічні умови» №3 від 19.05.14 р. ООСПА ПАТ Запоріжсталь» і діючими нормами і правилами: ДБН В.1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва» і ДБН В.2.5-56-2010 «Інженерні обладнання будівель і споруд. Системи протипожежного захисту».

Приміщення газопідвищувальної станції має категорію по вибухопожежо-небезпеці - «А», клас 2 по ПУЕ, електроприміщеннях - категорію «Д». Постійно обслуговуючий персонал відсутній. Автоматична установка пожежної сигналізації в захищеному приміщенні призначена для виявлення пожежі і сповіщення про пожежу черговому персоналу, включення системи оповіщення про пожежу.

В установці застосовується приймально-контрольний прилад ППКП «Дозор», який встановлюється в електроприміщеннях на стіні на висоті (1,2 ... 1,6) м від рівня землі.

Від ППКП здійснюється передача сигналу про пожежу на загальнозаводський центральний пульт охорони «Дунай».

Для виявлення ознак загоряння в приміщенні газопідвищувальної станції встановлюються теплові пожежні сповіщувачі. Кількість сповіщувачів визначається за середньою, захищеною сповіщувачами площею.

На шляху евакуації встановлюються ручні пожежні сповіщувачі, які розміщуються на стіні на висоті 1,5 м від рівня підлоги. Все обладнання - у вибухозахищеному виконанні.

Сповіщувачі пожежної сигналізації групують в шлейфі по територіальному принципу і підключаються до приладів пожежної сигналізації.

Для виявлення ознак загоряння в електроприміщеннях встановлюються теплові пожежні сповіщувачі; на шляху евакуації - ручні пожежні сповіщувачі загальнопромислового виконання.

Шлейфи автоматичної пожежної сигналізації прокладаються екранованим кабелем КМВБВ 4x0,5. Шлейфи світлозвукових сповіщувачів і шлейфи керування протипожежними та інженерними системами - кабелем ННХН-FE180 / E30 2x1,5, живлення системи - кабелем ННХН-FE180 / E30 3x2,5, які мають клас вогнестійкості 30 хв.

Електроживлення системи сигналізації передбачається по 1 категорії. При відключенні електроживлення (~ 220В, 50Гц) прилади автоматично переключаються на резервне живлення від акумуляторної батареї АКБ, забезпечуючи час роботи в черговому режимі не менше 30 годин, а в режимі «Пожежа» - не менше 30хв. Роботи з монтажу автоматичних установок пожежної сигналізації повинні проводитися спеціалізованими підприємствами, що мають відповідний допуск і відповідно до затвердженої проектно-кошторисної документації.

Експлуатація та технічне обслуговування установки пожежної сигналізації повинні здійснюватися відповідно до вимог інструкцій з експлуатації обладнання «Правила технічного утримування установок пожежної автоматики» НАПБ Б.01.004-2000.

Установка, зняття, монтаж і технічне обслуговування (за винятком перевірки функціонування) приладів і обладнання повинні проводитися при відключеній напрузі живлення.

При виробництві монтажних-налагоджувальних робіт установки пожежної сигналізації необхідно керуватися вимогами чинних нормативних документів з охорони праці.

При виконанні електромонтажних робіт необхідно дотримуватися вимог ПУЕ.

Роботу з апаратурою і її установку необхідно проводити з дотриманням ДНАОПП 0.00-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів» [3].

4.8.2 Автоматизована система раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення

У газопідвищувальній станції (ГПС) і в відділенні запалювання шихти (запальні горни агломашин № 2÷6) можуть виникнути наступні критичні виробничі фактори:

- небезпека розгерметизації комунікацій коксового, змішаного або природного газу;
- наявність в приміщенні вибухонебезпечної хмари коксового, змішаного або природного газу;
- наявність в приміщенні ГПС токсичної хмари коксового газу;
- наявність у відділенні запалювання шихти токсичної хмари змішаного газу.

Автоматизована система раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення для газопідвищувальної станції і запалювальних горнів агломашин № 2÷6 призначається для:

- раннього виявлення загрози виникнення надзвичайних ситуацій (контроль докритичних значень параметрів);
- виявлення надзвичайних ситуацій (контроль критичних значень параметрів);
- оповіщення керівного складу, працюючого персоналу і інших осіб, які можуть знаходитися поблизу або на території будівель ГПС і аглоцеху, про загрозу виникнення надзвичайних ситуацій;
- передачі відповідної інформації на пульт централізованого спостереження та оповіщення.

Для раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення, на виробничих об'єктах встановлюються датчики загазованості для постійного автоматичного контролю концентрацій токсичних і вибухонебезпечних газів в повітрі приміщень: CO, CH₄, H₂. Сигнали від датчиків надходять на стаціонарні сигналізатори-аналізатори для видачі сигналізації про

перевищення встановлених значень об'ємної частки CO, CH₄, H₂ і ГДК CO в повітрі робочої зони.

Для оповіщення персоналу аглоцеха необхідно вивести сигнали оповіщення на пульти управління агломашин № 2÷6 і в диспетчерську цеху згідно ТУ ПАТ «Запоріжсталь».

Проектна документація на автоматизовану систему раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення буде видана при розробці робочої документації [28].

4.9 Система оповіщення про пожежу та управління евакуацією

Виробнича будівля ГПС, обладнане пожежною сигналізацією, підлягає оснащенню системою оповіщення про пожежу першого типу.

Для цього типу оповіщення використовуються: світлозвукові оповіщувачі з написом «Вихід», встановлені на шляху евакуації всередині приміщення, що захищається; світлозвукові сповіщувачі, встановлені на фасаді будівлі на висоті не менше 2,5 м від р.землі.

Евакуація людей з приміщення в разі пожежі передбачається безпосередньо назовні [2].

4.10 Техногенна безпека

Проектовані об'єкти будівництва: газопідвищувальна станція, газозмішувальна станція, зовнішні мережі змішаного газу і пальники запальних горнів агломашин № 2÷6 є потенційно небезпечними об'єктами.

Споруджуванні об'єкти будівництва (газопідвищувальна станція і газозмішувальна станція) працюють в автоматичному режимі без присутності постійного обслуговуючого персоналу.

Заходи щодо забезпечення техногенної безпеки [4]

4.10.1 Газопідвищувальна станція

У приміщенні газопідвищувальної станції передбачена установка газоаналізаторів, що сигналізують про загазованість приміщення, при цьому при досягненні концентрації CO і H₂ в розмірі 10 % від нижньої межі вибуховості (НМВ) включається аварійна вентиляція, а при досягненні концентрації 20 % від НМВ відключається подача коксового газу і відключаються газодувки.

При досягненні концентрації CO в розмірі ГДК (20 мг/м³) в робочій зоні, включається аварійна вентиляція і сигналізація, а при перевищенні концентрації 60 мг/м³ відключаються газодувки і відключається подача коксового газу.

Управління газопідвищувальною станцією здійснюється дистанційно і повністю автоматизовано. Також на місцевому щиті кожного електродвигуна газодувки передбачені аварійні кнопки «Стоп» для ручної зупинки електродвигунів.

Для запобігання зниження тиску газу в підвідному колекторі нижче допустимої межі (0,5 кПа) на станції передбачені наступні заходи:

- лінія нагнітання і всасу з'єднана байпасом з дросельним клапаном, який автоматично спрацьовує при зниженні тиску газу в підвідному газопроводі нижче 1,0 кПа і перепускає частину газу з нагнітального колектора в всмоктуючий;

- передбачена світлозвукова сигналізація, яка автоматично подає сигнали в диспетчерський пункт газового господарства при зниженні тиску газу на лінії всмоктування до 0,5 кПа;

- при зниженні тиску газу нижче ніж 0,5 кПа спрацьовує автоблокування з зупинкою газодувок.

4.10.2 Газозмішувальна станція

Газозмішувальна станція розташовується на відкритому майданчику, на відмітці 9,5 м від рівня землі. Станція повністю автоматизована і експлуатується без постійно обслуговуючих працівників.

Газопроводи газозмішувальної станції оснащені електрофікованими засувками з дистанційним і місцевим управлінням.

На мнемонічній схемі в диспетчерській газового цеху контролюються крайні положення засувок, витрати і тиску змішуваного газу. У випадках аварій в диспетчерський пункт газового цеху надходить відповідний сигнал з включенням світлозвукової сигналізації.

При змішуванні природного та коксового газу передбачені по дві електрофіковані засувки із свічкою між ними. У разі якщо зниження витрати доменного газу, що надходить в змішувальну установку, нижче 30% від номінальної витрати, здійснюється автоматичне відключення подачі природного і коксового газу з закриттям двох вказаних засувок і автоматичним відкриттям свічки між ними, одночасно подається звуковий сигнал про відключенні газопроводів.

4.10.3 Газопостачання запальних горнів агломашин

Газопостачання запальних горнів агломашин здійснюється автоматично з регулюванням подачі змішаного газу залежно від температури поверхні шихти за пальниковими пристроями.

Подача змішаного газу до кожного горна здійснюється підключенням до запроєктованому газовому колектору діаметром Ø 720x8 мм, прокладеному

уздовж існуючої площадки для обслуговування газопроводів природного газу по ряду Д на відм. + 25,8 м.

На загальному підводі змішаного газу до горна встановлюється вузол виміру витрати газу, регулюючий і відсічний клапани який спрацьовує при:

- підвищення і зниження тиску газу на 25 % від заданих параметрів;
- падіння тиску повітря перед пальником;
- зупинці експаустера агломашины;
- зупинці приводу агломашины;
- згасанні полум'я.

На кожному підводі до горна встановлений вузол обліку витрати дутьового повітря і регулюючий клапан для підтримки заданого співвідношення «газ-повітря».

Також збережена можливість обігріву горна природним газом по існуючому підводу, на якому встановлені замірний вузол, який регулює і відсічний клапани.

З метою виключення отруєння обслуговуючого персоналу газом, на робочих майданчиках в місцях розміщення горнів агломашин встановлені газоаналізатори CO і H₂, які сигналізують про досягнення концентрації 20 % від нижньої межі вибуховості та досягненні ГДК CO в робочій зоні. Аварійний сигнал про перевищення концентрації направляється в пульт управління агломашин і диспетчерський пункт агломераційного цеху, з одночасним включенням світло-звукової сигналізації [3].

ВИСНОВКИ

В даній дипломній роботі запропоновані і розраховані заходи щодо скорочення споживання природного газу агломераційним цехом комбінату «Запоріжсталь».

Були розраховані два варіанти газопостачання агломераційного цеху, а саме: літній період – на коксо-доменній суміші, зимовий – природно-доменній. За технологією теплова потужність 1-єї агломераційної машини в літній період = 3,74 МВт. Виходячи з цього розрахована теплота згоряння коксового газу, доменного газу, коксо-доменної суміші, визначені об'ємні доли коксового та доменного газів, вологовміст та інші характеристики коксо-доменної суміші, розраховано потужність одного пальника = 0,935 МВт, витрати палива на один пальник, витрати повітря на один пальник, теоретичні витрати повітря, об'ємна дійсна витрата повітря.

Виходячи з цих розрахунків був вибраний пальник газовий ГНП.Р-250-31 – інжекційно-рециркуляційного типу, низького тиску, призначеного для спалювання газових сумішей та вибрана схема обв'язки горнів агломашин.

Варіант роботи агломераційних машин на доменно-природній суміші дозволяє розрахувати річну економію природного газу, що склала 10,4 млн м³/рік, або при вартості 8000 грн/тис. м³ складе економію більше 83 млн. грн/рік.

Був виконаний аналіз використання газів до реалізації заходів щодо використання вторинних газів та після. Показана динаміка витрати газів по рокам та по місяцям.

Рішення даної роботи є обгрунтованими та реальними в плані енергозбереження.

Результати даної дипломної роботи дозволять зекономити та зробити крок в напрямку розвитку енергозбереження в роботі агломераційного цеху, ПАТ «Запоріжсталь», та металургійної промисловості України.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Закон України «Щодо об'єктів підвищеної небезпеки» від 18.01.2001 р №2245
2. НПАОП 0.00-3.08-02 «Нормативи порогових мас небезпечних речовин для об'єктів підвищеної небезпеки», Постанова КМУ від 11.03.2014 р №313
3. НПАОП 27.1-1.09-09 ПБГЧМ 2010 «Правила охорони праці в газовому господарстві підприємств чорної металургії» Україна
4. НАПБ Б.03.002-2007 «Нормы определения категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности»
5. Авдеева, А.А. Контроль сжигания газообразного топлива [Текст]/ А. А. Авдеева. - М. : Энергия, 1971. - 255 с.
6. Акулов, Л.А. Установки для разделения газовых смесей [Текст]/ Л. А. Акулов. - Л. : Машиностроение, 1983. - 215 с.
7. Алабовский, А.Н. Газоснабжение и очистка промышленных газов [Текст]: учебник для вузов / А. Н. Алабовский, Б. В. Анцев, С. А. Романовский ; ред. А. Н. Алабовский. - К. : Вища школа, 1985. - 190 с.
8. Андронов, И.В. Измерение расхода жидкостей и газов [Текст]/ И. В. Андронов. - М. : Энергоиздат, 1981. - 88 с.
9. Арсеев, А.В. Сжигание природного газа [Текст]/ А. В. Арсеев. - М. : Metallurgizdat, 1963. - 408 с.
10. Балінський, І.С. Проектування систем газопостачання [Текст]: навч. посібник / І. С. Балінський, Г. І. Шпак, О. О. Савченко ; Нац. ун-т "Львів. політехніка". – Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2012. - 134 с.
11. Бартльме, Ф. Газодинамика горения [Текст]: пер. с нем. / Ф. Бартльме. - М. : Энергоиздат, 1981. - 280 с.
12. Баясанов, Д.Б. Распределительные системы газоснабжения [Текст]/ Д. Б. Баясанов, А. А. Ионин. - М. : Стройиздат, 1977. - 407 с.
13. Беренда, Н.В. Механика жидкости и газа. Гидрогазодинамика: Методические указания к практическим занятиям. Для студ. ЗГИА проф.

- направления 0904 "Металлургия", 0905 "Энергетика", 0925 "Автоматизация и компьютерно-интегрированные технологии" оч. и заоч. отд-ний [Текст]/ Н. В. Беренда, И. В. Малышева ; ЗГИА. - Запорожье: ЗГИА, 2003. - 55 с.
14. Больцман, Л. Лекции по теории газов [Текст]: пер. с нем. / Л. Больцман. - М. : Гостехиздат, 1956. - 554 с.
15. Прохоров, А.М. Большая Советская энциклопедия [Текст]. Б 799. В 30 т. Т. 6. Газлифт - Гоголево / ред. А. М. Прохоров. - 3-е изд. - М. : Сов. энциклопедия, 1971. - 624 с.
16. Варанкин, Ю.В. Газовое хозяйство заводов [Текст] / Ю. В. Варанкин. - Мн. : Вышэйшая школа, 1973. - 240 с.
17. Варгафтик, Н.Б. Справочник по теплофизическим свойствам газов и жидкостей [Текст]/ Н. Б. Варгафтик. - М. : Физматгиз, 1963. - 708 с.
18. Вернигор, П.И. Техника безопасности в газовом хозяйстве металлургических заводов [Текст]/ П. И. Вернигор. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Metallurgiya, 1975. - 247 с.
19. Рябцев, Н.И. Газовое оборудование, приборы и арматура [Текст]: справочное руководство / ред. Н. И. Рябцев. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Недра, 1972. - 520 с.
20. Гафанович, М. Д. Измерение расхода газа в промышленности [Текст]/ М. Д. Гафанович. - М. : Энергия, 1975. - 120 с.
21. «Технологічна інструкція роботи агломераційного цеху комбінату «Запоріжсталь»», 2017 рік - 316 с.
22. ДБН В.2.5-27-2006 «Захисні заходи електробезпеки в електроустановках будівель і споруд» - Мінбуд України 2006. – 156 с.
23. ГОСТ 12.1.013-78 "ССБТ. Будівництво. Електробезпека. Загальні вимоги"
24. ГОСТ 12.1.019-79 "ССБТ. Електробезпека. Загальні вимоги і номенклатура видів захисту »
25. Правила улаштування електроустановок – Міненерговугілля, Київ 2017. - 617 с.

26. Ельперін, І.В. Автоматизація виробничих процесів [Текст] підручник / О. М. Пупена, В. М. Сідлецький, С. М. Швед ; Нац. ун-т харчов. технологій. - 2-ге вид., випр. - К. : Ліра-К, 2016. - 378 с.
27. Вісник Національного університету "Львівська політехніка" [Текст] № 561. Теплоенергетика. Інженерія доквілля. Автоматизація / ред. Є. П. Пістун ; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Львів : Вид-во Нац. ун-ту "Львів. політехніка", 2006. - 71 с.
28. Головка, Д. Б. Автоматика і автоматизація технологічних процесів [Текст] : підручник / Д. Б. Головка, К. Г. Реґо, Ю. О. Скрипник. - К. : Либідь, 1997. - 232 с.
29. Міняйло, Н. О. Дипломне проектування [Текст] : метод. вказівки до написання та оформлення дипломного проекту для студ. ЗДІА напряму підготовки 6.050201 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" / Н. О. Міняйло, М. Ю. Пазюк ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2013. - 75 с.
30. Пазюк, М. Ю. Автоматизація технологічних процесів [Текст] : Методичні вказівки до розробки технічного проекту систем автоматизації. Для студ. ЗДІА всіх спец. ден. та заоч. форм навчання / М. Ю. Пазюк, І. А. Овчинникова ; ЗДІА. - Запоріжжя : ЗДІА, 2005. - 74