

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

КАФЕДРА ЕЛЕКТРИЧНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ ТА КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ

Кваліфікаційна робота
перший бакалаврський
(рівень вищої освіти)

на тему: «Аналіз енергозберігаючих заходів у системі теплопаропостачання
промислового підприємства»

Виконав: студент V курсу,
групи ТЕ -18-1 бз
спеціальності 144 «Теплоенергетика»
і назва спеціальності)
освітньої програми
 Теплоенергетика
(код і назва освітньої програми)
спеціалізації
(код і назва спеціалізації)

А.Є. Щуренко
(ініціали та прізвище)

Керівник к.т.н., доцент С.В.Ільїн
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Рецензент к.т.н., доцент О.І.Осаул
(посада, вчене звання, науковий ступінь, підпис, ініціали та прізвище)

Запоріжжя
2023

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра електричної інженерії та кіберфізичних систем
Рівень вищої освіти перший бакалаврський
Спеціальність 144 «Теплоенергетика»
(код та назва)
Освітня програма Теплоенергетика
(код та назва)
Спеціалізація _____
(код та назва)

З А Т В Е Р Д Ж У Ю
Завідувач кафедри _____
« 12 » 05 20 23 року

З А В Д А Н Н Я

НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ (ЦІ)

Щуренко Артема Євгеновича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема роботи (проекту) «Аналіз енергозберігаючих заходів у системі теплопостачання промислового підприємства»

керівник роботи к.т.н., доцент Ільїн Сергій Віталійович

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від « 29 » грудня 20 22 року №1894-с

2 Строк подання студентом роботи 20 травня 2023 року

3 Вихідні дані до роботи витрата пари змішувальних машин; тиск пари змішувальних машин 6 кгс/см^2 ; тиск пари після конденсатовідводчика $P_2 = 0,1 \text{ кгс/см}^2$, $A = 0,65$ – коефіцієнт, що враховує температуру конденсату й перепад тисків на конденсатовідводчику.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз технологічного процесу з позиції енергоспоживання. 2. Застосування сучасних пристроїв та заходів енергозбереження в умовах промислового підприємства. Вибір і розрахунок конденсатовідводчиків. Розробка автоматизованої системи обліку пари.

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) 1) Аналіз споживання енергоресурсів промислового підприємства;

2) Основні споживачі пари в цехах №1 і №2; 3) План цеху з розташуванням обладнання; 4) Робота термодинамічного конденсатовідвідника; 5) Розраховані конденсатовідвідники для пароспоживаючого обладнання; 6) Схема подачі конденсату на теплообмінник для підігріву холодної води системи ГВП; 7) Автоматизована система обліку пари.

6 Консультанти розділів роботи

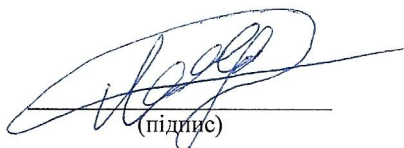
Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1	Ільїн С.В. к.т.н., доцент	15.03.2023	31.03.2023
2	Ільїн С.В. к.т.н., доцент	31.03.2023	15.05.2023

7 Дата видачі завдання 15.03.2023 р

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Аналіз технологічного процесу з позиції енергоспоживання	31.03.2023	Виконав
2	Застосування сучасних пристроїв та заходів енергозбереження в умовах промислового підприємства	15.05.2023	Виконав
3	Оформлення пояснювальної записки та розробка креслень	20.05.2023	Виконав

Студент


(підпис)

А.Є.Щуренко
(ініціали та прізвище)

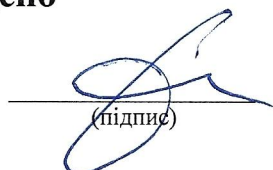
Керівник роботи (проекту)


(підпис)

С.В.Ільїн
(ініціали прізвище)

Нормоконтроль пройдено

Нормоконтролер


(підпис)

С.Є. ЧИЖОВ
(ініціали та прізвище)

РЕФЕРАТ

Розрахунково-пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи на тему «Аналіз енергозберігаючих заходів у системі теплопаропостачання промислового підприємства» містить 61 сторінка, 25 рисунків, 6 таблиць, 31 джерело посилання.

ПАРА, КОНДЕНСАТОВІДВІДНИК, УТИЛІЗАЦІЯ, КОНДЕНСАТ, ТЕМПЕРАТУРА, ТИСК, АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА ОБЛІКУ

Метою роботи є аналіз ефективності енергозберігаючих заходів у системі теплопаропостачання й розробка енергозберігаючих заходів для цієї системи стосовно до графітного виробництва.

У першому розділі проведено аналіз можливостей підвищення ефективності експлуатації системи теплопаропостачання змішувально-пресових цехів підприємства. У результаті аналізу енергозберігаючих заходів були визначені найбільш ефективні:

- застосування конденсатовідвідників для пароспоживаючого устаткування;
- утилізації теплоти конденсату пари, що відробило в технології;
- застосування автоматизованої системи обліку споживання пари.

У другому розділі проведено аналіз конденсатовідвідників, зроблено розрахунок і вибір конденсатовідвідників для пароспоживаючого устаткування підприємства.

Для забезпечення безумовного контролю над раціональною витратою пари по підприємству з метою мінімізації витрат на виробництво продукції встановлюється автоматизована система обліку пари із заміною морально застарілих приладів обліку споживання пари й доповненням нових приладів.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	6
1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ З ПОЗИЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ.....	10
1.1 Опис технологічного процесу.....	10
1.2 Аналіз обсягів споживання енергетичних ресурсів.....	18
1.3 Аналіз поточного стану технічних засобів.....	21
1.4 Запропоновані енергозберігаючі заходи у системі теплопаропостачання підприємства.....	24
2 ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ПРИСТРОЇВ ТА ЗАХОДІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В УМОВАХ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА.....	28
2.1 Вимоги до конденсатовідвідника	28
2.2 Термостатичні конденсатовідвідники	29
2.3 Механічні конденсатовідвідники	35
2.4 Термодинамічні конденсатовідвідники.....	40
2.5 Вибір і розрахунок конденсатовідвідників.....	43
2.6 Утилізації теплоти конденсату.....	48
2.7 Розробка автоматизованої системи обліку пари (АСОП)	50
2.7.1 Вимоги до системи.....	50
2.7.2 Структурна схема системи.....	52
2.7.3 Функціонування системи.....	55
2.7.4 Очікувана ефективність впровадження АСОП.....	57
ВИСНОВКИ.....	59
ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ.....	60

ВСТУП

Обстеження промислових підприємств показують, що потенціал можливого енергозбереження в промисловості може досягати до (20...25) % річного споживання ПЕР. Реальна його величина залежить від типів підприємств і характеру їхніх режимів роботи.

Загальною закономірністю є той факт, що чим нижче обсяг виробництва, тим вище (у %) цей потенціал. Тому однією з першорядних умов загального зниження обсягів енергоспоживання в промисловості є всіляке підвищення ефективності використання ПЕР.

Однією з основних причин низького рівня ефективності використання ПЕР є усе ще існуюча думка про незначність частки енергетичних витрат у собівартості продукції й подання про доступність і дешевину енергоресурсів. Проте в ряді галузей ця частка становить від 15 % до 40 % собівартості продукції (без обліку вартості сировини й матеріалів), а в окремих випадках вона досягає 75 %.

У той же час зниження конкурентоспроможності вітчизняної продукції зв'язано як з постійним подорожчанням енергоносіїв, так і в застарілому підході до керування процесом використання ПЕР у промисловості.

В остаточному підсумку це спричиняє змушене зниження обсягів виробництва (за рахунок втрати конкурентоспроможності) і додатковий ріст енергоємності продукції (у зв'язку з падінням завантаження й так неефективно завантажених виробничих потужностей).

На ефективності використання ПЕР негативно позначається відсутність стратегічних планів реструктуризації виробництв і належного адміністративно-економічного порядку в енергогосподарствах підприємств, а також недостатність (найчастіше повна відсутність) як комплексної системи нормативного забезпечення ефективного використання ПЕР, так і стратегії режимів роботи підприємства в поточних умовах.

З наслідками неефективності режимів енергоспоживання в промисловості доводиться зіштовхуватися буквально на кожному кроці.

До типових прикладів можна віднести значні втрати електроенергії при виробленні стисненого повітря, досить часто неефективно використовуються котельні установки. Високі втрати в системах водопостачання через нераціональне використання води на промислових циклах і господарському призначенні й існуючому принципі «хвостового» водоочищення. Високий рівень втрат теплоносіїв через недосконалість теплофікаційних систем і наявності «викидів в атмосферу». Значний рівень втрат електроенергії в освітлювальних установках. Українське використання власних вторинних енергоресурсів і т.п.

Все це визначається головним - відсутністю на більшості підприємств системного енергетичного моніторингу за використанням ПЕР.

Більшість підприємств посилаються на неможливість тепер організувати цілеспрямовану енергозберігаючу політику, пояснюючи це відсутністю вільних коштів.

Однак багато заходів щодо енергозбереження можуть бути здійснені з досить незначними витратами. Це, зокрема:

- створення нової системи звітності по енергоспоживанню;
- забезпечення фахівців підприємств інформацією й матеріалами про новітні методи й засоби підвищення ефективності використання ПЕР;
- розробка й реалізація програм і стандартів підприємства по керуванню енергоспоживанням і енергозбереженню;
- введення системного енергетичного моніторингу на базі існуючої оргтехніки.

Для реалізації даного переліку заходів значних засобів не потрібно, а строк їхньої окупності практично не перевищує (0,5...1) рік.

Слід зазначити, що цілеспрямоване енергозбереження ПЕР у промисловості може досягатися різними шляхами, наприклад:

- на основі корінної модернізації технологічних процесів і структури підприємства;

- шляхом поетапної реконструкції систем енергопостачання підприємства.

У рамках енергозберігаючої політики в промисловості представляється необхідним насамперед рішення наступних завдань:

- здійснення системного аналізу ефективності енергоспоживання (оцінка рівня втрат енергоносіїв і виявлення основних причин їхнього виникнення) для визначення можливого потенціалу енергозбереження по видах енергоносіїв і оцінки інвестицій в енергозберігаючі заходи;

- розробка концепції енергозбереження з виконанням техніко-економічної оцінки ефективності застосування конкретних енергозберігаючих заходів і з урахуванням перспектив розвитку або реструктуризації підприємства;

- введення обов'язкового енергетичного обстеження промислового сектора й муніципальних підприємств для об'єктивності оцінки стану енергоспоживання й розробки цілеспрямованої енергозберігаючої політики;

- проведення кардинальної паспортизації енергогосподарства промислових підприємств на основі енергетичних обстежень;

- створення єдиного нормативно-правового забезпечення енергозберігаючої політики на всіх рівнях - від підприємства до регіону;

- удосконалювання загального й методичного підходу до енергозбереження й проведення енергоаудиту промислових об'єктів;

- забезпечення системи підготовки фахівців з керування енергозабезпеченням і енергоаудиту на промислових і муніципальних об'єктах;

- організація постійно діючого проблемного семінару й регулярні публікації в спеціалізованому бюлетені;

- створення відкритого інформаційного банку даних із проблем енергозбереження.

Своєчасне рішення цих завдань дозволить досягти реального зниження споживання енергетичних ресурсів у промисловості. Тому заходи по енергозбереженню, що розглядаються у дипломній роботі є актуальними для даної теми.

1 АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ З ПОЗИЦІЇ ЕНЕРГОСПОЖИВАННЯ

1.1 Опис технологічного процесу

Електродний пек - основний товарний продукт переробки кам'яновугільної смоли - збереже на тривалу перспективу своє значення як сировинний матеріал для одержання високоякісних вуглецевих виробів. Споживча цінність кам'яновугільного пеку, а значить, і економічна ефективність роботи смолопереробних установок визначаються тим, наскільки він задовольняє постійно зростаючим вимогам споживачів, головні з яких – виробники графітової продукції, що використовують пек у виробництві анодної маси.

ПрАТ «Укрграфіт» є єдиним на території України заводом, що спеціалізується на випуску графітових і футерувальних блоків для мартенівських і інших типів печей.

Основні види і призначення продукції ПрАТ «Укрграфіт»:

Електроди графітовані (рис.1.1) – призначені для дугових сталеплавильних, рафінувальних, феросплавних, рудотермічних печей і інших електротермічних пристроїв [1].

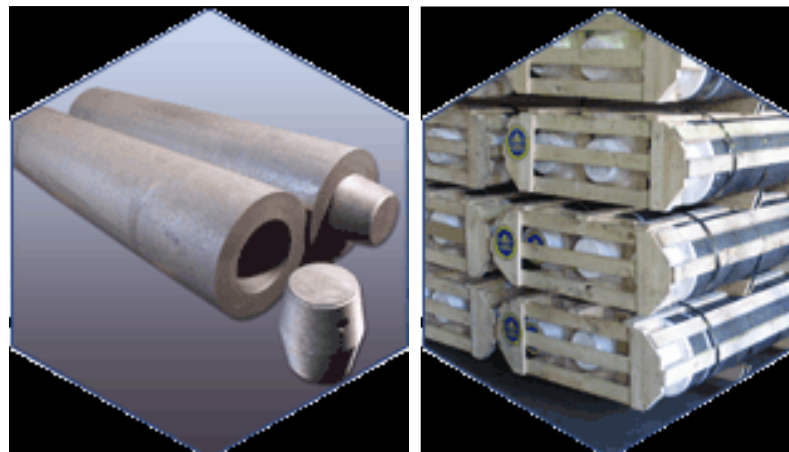


Рисунок 1.1 – Електроди графітовані

Блоки вуглецеві (рис.1.2) – призначені для футерування лещади, сурми і нижньої частини шахти доменної печі для електротермічних і хімічних процесів [1].

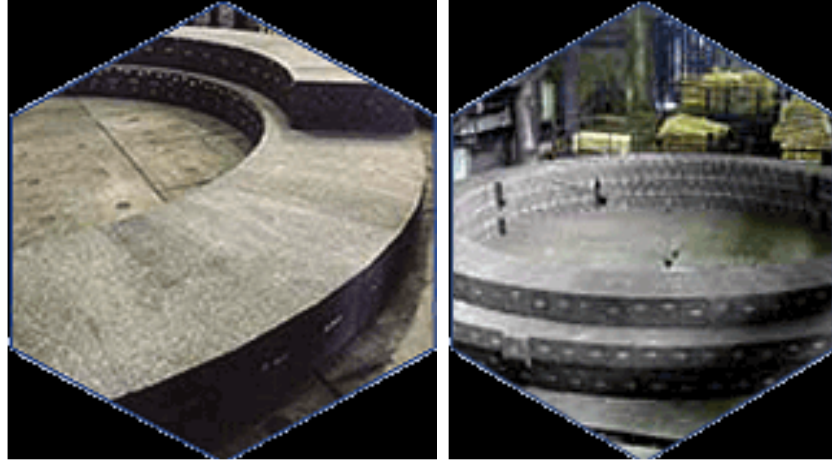


Рисунок 1.2 – Блоки вуглецеві

Блоки графітовані (рис.1.3) – призначені для кладки лещади доменних печей і футерування інших типів промислових печей [1].

Маса вуглецева тверда (МВТ) – призначена для заповнення товстих швів між блоками вуглецевого футерування металургійних і інших типів промислових печей [1].

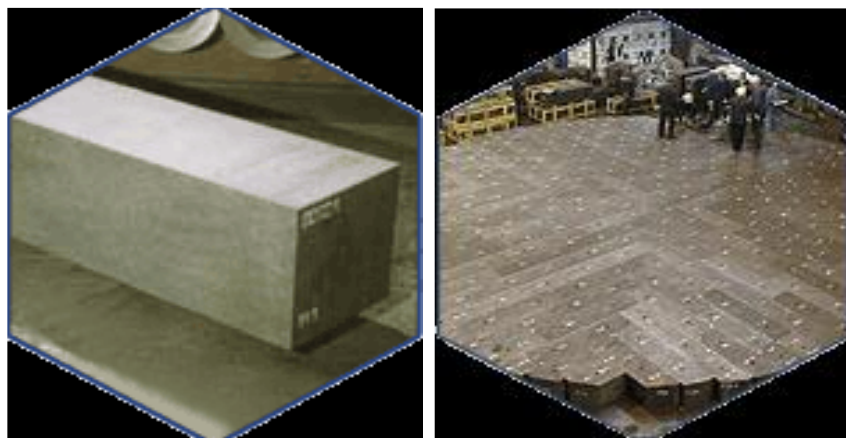


Рисунок 1.3 – Блоки графітовані

Маса вуглецева пастоподібна (МВП) – призначена для заповнення тонких швів між блоками (як цемент) вуглецевого футерування металургійних і інших типів промислових печей [1].

Аноди і бруси графітовані для магнієвої промисловості (рис.1.4) – призначені для виготовлення анодів магнієвих електролізерів [1].

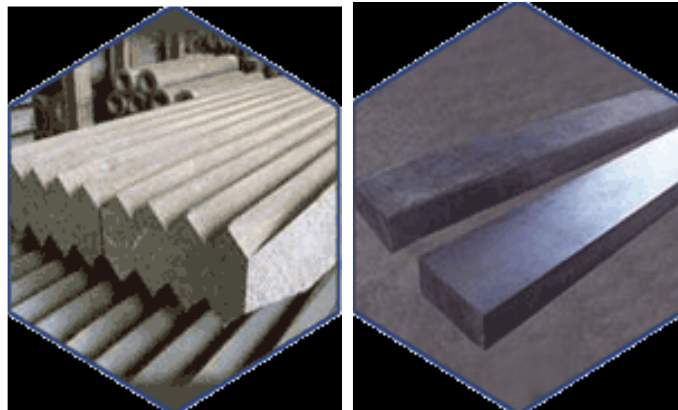


Рисунок 1.4 – Аноди і бруси графітовані

Блоки череневі (рис.1.5) – призначені для футерування подини алюмінієвих електролізерів [1].

Блоки бічні (рис.1.6) – призначені для бічного футерування алюмінієвих електролізерів [1].

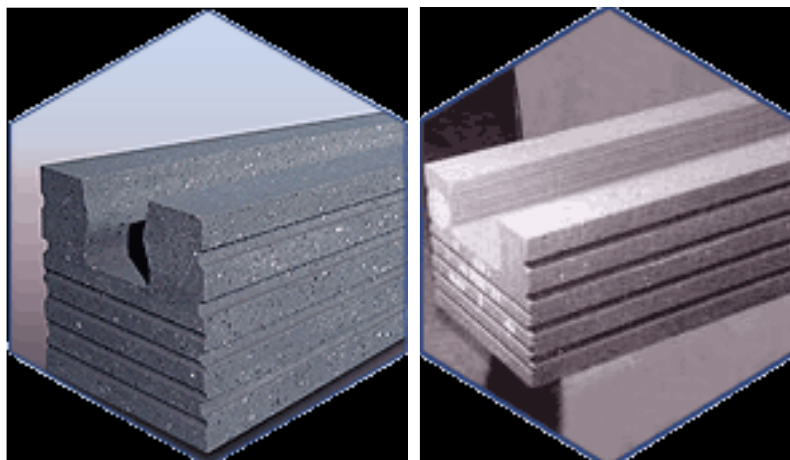


Рисунок 1.5.– Блоки череневі

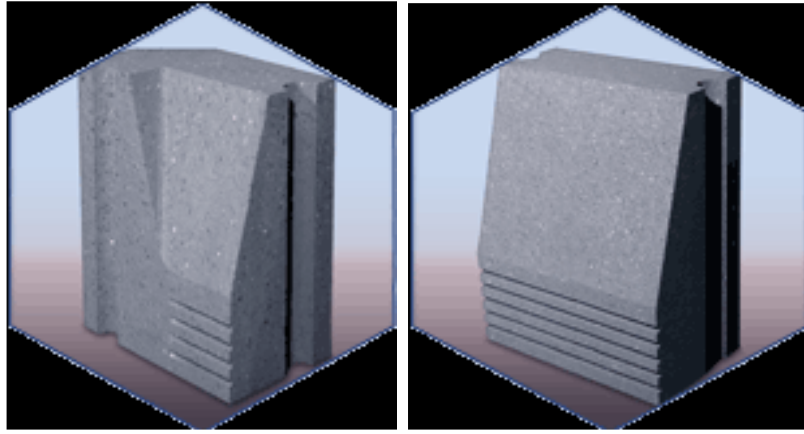


Рисунок 1.6.– Блоки бічні

Маса анодна - призначена для використання в безперервних анодах алюмінієвих електролізерів, які обпалюються самі [1].

Маса електродна - призначена для використання в безперервних електродах електротермічних печей чорної, кольорової металургії і хімічної промисловості, що самообпалюються [1].

Конструкційні вироби з вуглецевого матеріалу різних марок (рис. 1.7).

Пропонується широкий асортимент продукції з різними модифікаціями, як матеріалів, так і модифікаціями виробів по геометричному виконанню [1]. Проводяться постійні роботи над удосконаленням технології і виробництва, ставиться мета забезпечити прогресу технологіях споживачів за рахунок застосування продукції виробництва ПрАТ «Укрграфіт».



Рисунок 1.7 – Конструкційні вироби

Унікальний комплекс фізичних, хімічних, термічних і механічних властивостей продукції з вуглецевих матеріалів обумовлює її застосування в різних галузях і виробництвах (рис. 1.8) [1].

Сировиною для виробництва вугільної, вуглецевої і графітової продукції служить кокс нафтовий і пековий різних сортів і кам'яновугільний пек, використовуваний в рідкому вигляді.

Кокс прибуває на підприємство в залізничних вагонах, вивантажується і зберігається в закритих складах. Кокс, що поступає, розрізняється за своїм подальшим застосуванням:

- нафтові кокси використовуються для виробництва графітованих електродів, анодів, доменних блоків;
- пековий кокс використовується для приготування анодної маси;
- антрацит, термоантрацит і кам'яновугільний пек використовуються для виробництва футерувальних блоків для алюмінієвих електролізерів, доменних і рудотермічних печей різного типу, а також товарних мас для електродів, що самообпалюються.

Вживаний у виробництві кам'яновугільний пек зберігається в місткостях, що обігріваються.

Тверда сировина зі складу за допомогою крану, грейфера, подається на попереднє дроблення. Після дроблення сировина поступає в прокалочні печі. Антрацити прожарюються в електрокальцинаторах при температурі більше 1500 °С. Не прожарена сировина обробляється при температурі 1300 °С.

Після охолодження сировина поступає на помел, на дроблення і помел. Подрібнений матеріал розсівається на ділові фракції за розміром зерна і подається в сортові бункери для дозування. Дозування здійснюється за допомогою візків, дозувань, і пекових бачків. Шихта і пек завантажуються в машини, де змішуються і усереднюються.

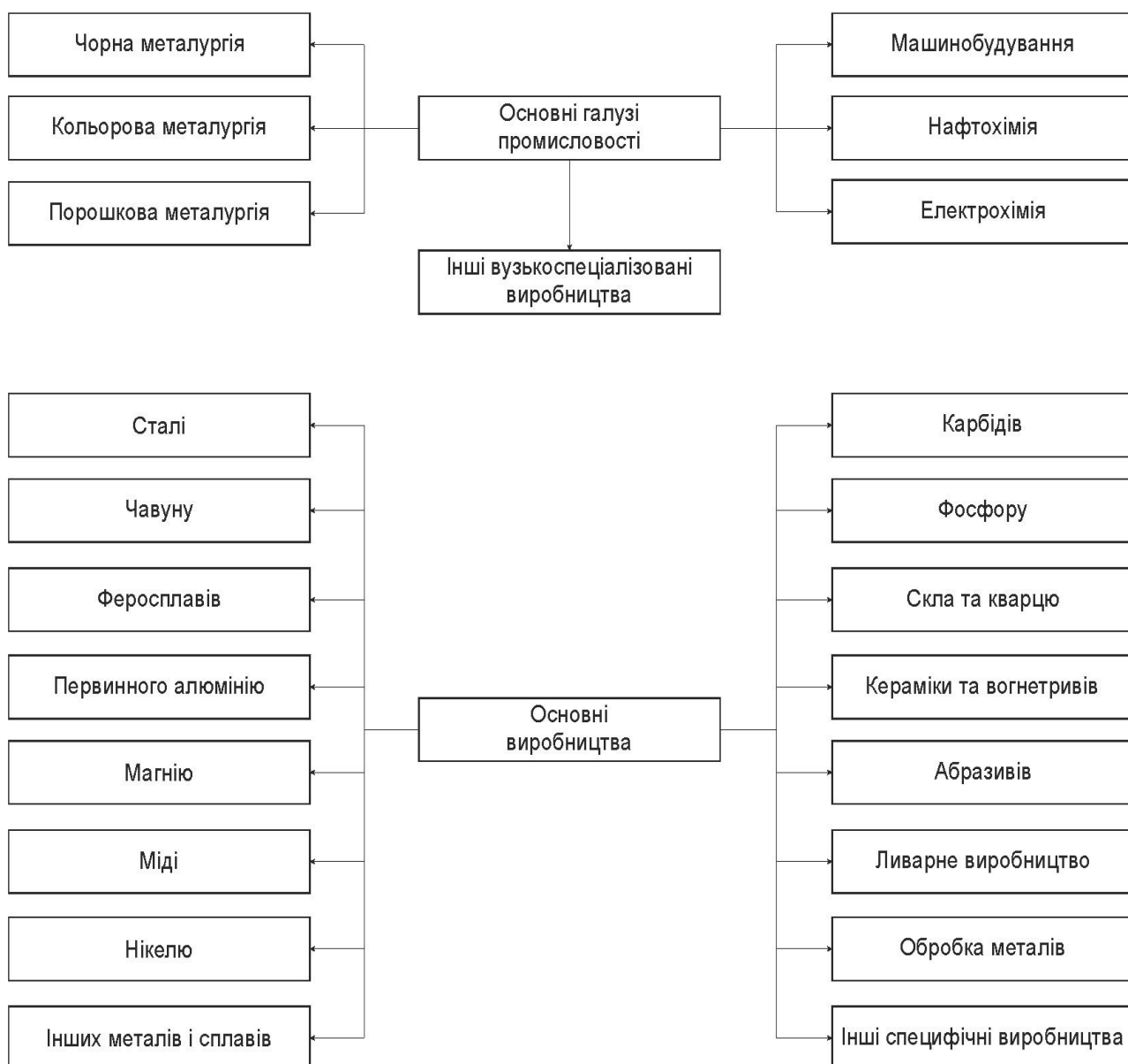


Рисунок 1.8 – Галузі і виробництва застосування продукції
ПрАТ «Укрграфіт»

Готова маса прямує на пресування «зелених» заготовок різних діаметрів і для пресування анодної маси. Далі «зелені» заготовки поступають на переділ випалення, анодна маса як готовий товарний продукт прямує споживачу.

Пресування «зелених» заготовок здійснюється на гідравлічних горизонтальних пресах, анодна маса – на прошивних пресах.

Випалення заготовок відбувається в багатоканерних газових печах кільцевого типу. Заготовки завантажуються в касетні камери вертикально по схемах залежно від товщини і засипаються дрібним вуглецевим матеріалом. Завантажена камера накривається. Випалення ведеться відповідно до певного режиму. Обпалені заготовки охолоджуються і вивантажуються на майданчики, де очищаються від підсипки і розбраковуються.

Для анодів і футерувальних блоків цим переділом виробничий цикл закінчується, і вироби прямують на склад готової продукції.

Обпалені заготовки для графітованих електродів передаються в цех графітації. Графітування виробів проводиться в електричних печах. При температурі, вище 2000 °С вуглець перетворюється на графіт, вироби покращують свої властивості – електропровідність, теплопровідність, збільшується хімічна стійкість, знижується твердість, що сприяє якісній механічній обробці.

Вироби завантажуються в піч графітації горизонтально, пересипаються коксом-горіхом і вкриваються теплоізоляційною шихтою (пісок, ошурки, коксик).

Заготовки в печі разом з підсипкою утворюють kern, по якому пропускають електричний струм. Нагрівають kern до температури, необхідної для графітації заготовок. Вибір технологічного режиму залежить від виду продукції.

Після охолодження печі графітовані заготовки вивантажуються, очищаються і розбраковуються. Придатні заготовки передаються на

механічну обробку. Деякі види продукції, що не вимагають обробки, відправляються відразу на склад готової продукції.

Механічна обробка графітованих заготовок полягає в додаванні товарного вигляду виробам на спеціальних металообробних верстатах. Після обробки вироби подаються на склад, звідки і проводиться їх реалізація.

Всі види браку і бій продукції, що утворюється при пресуванні, випаленні, графітації і механічній обробці повертаються у виробництво.

Процес виробництва вугільної й графітованої продукції - багатопереробний із замкнутим тривалим циклом.

Для кожного виду продукції використовуються свої матеріали. Щоб запобігти випадковому змішуванню матеріалів і повернень виробництво вугільних і графітованих виробів передбачається в окремих цехах.

Виробництво вугільної продукції розміщується в наступних цехах:

- цех вугільних заготівель - прийом і переробка сировини, випуск «зелених» заготівель і товарних вугільних мас;
- цех випалу, корпус III- випал вугільних заготівель;
- цех механічної обробки вугільної продукції (крім дрібнофасонних вугільних виробів).

Для виробництва вугільних виробів використовуються наступні матеріали: антрацит класу 25+13, пек кам'яновугільний марки В, графітоване повернення, обпечені вугільні повернення, «зелений » бій вугільний.

Виробництво графітованої продукції:

- цех нафтових заготівель - прийом і переробка сировини, випуск «зелених» нафтових заготівель, випуск анодної маси;
- цех випалу, корпус II - випал нафтових заготівель;
- цех механічної обробки графітованої продукції - механічна обробка графітованої продукції, виготовлення ніпелів, затарювання.

Виробництво дрібнофасонних виробів. Дрібнофасонні вироби вугільні й графітовані виготовляються відповідно за технологією виробництва

вугільної й графітованої продукції, і тільки кінцева операція - механічна обробка, виконується в цеху механічної обробки дрібнофасонної продукції.

Електроди графітовані й ніпелі до них виготовляються на основі нафтових і голчастих коксів і кам'яновугільних пеків. Технологія виготовлення графітованих електродів містить у собі підготовку сировини - дроблення й прожарювання, змішування наповнювачів з пеком і формування, випал, просочення, графітацію й механічну обробку.

1.2 Аналіз обсягів споживання енергетичних ресурсів

Основними паливно-енергетичними ресурсами на підприємстві є: пара, природний газ, електрична енергія й оборотна вода.

Дані споживання енергоресурсів по підприємству за 12 місяців 2020 року наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1 Споживання енергоресурсів по підприємству за 12 місяців 2020 року

Показник	Пара, Гкал	Газ природний, тис.м ³	Ел.енергія, тис.кВт·год	Вода оборотна, тис.м ³
Кількість	105435,9	18138,356	258458,966	15948,71
Витрати, тис.грн.	41497	40684,8	158530,8	75839,5
Загальні витрати, тис.грн.	316552,143			

Процентне співвідношення грошових витрат на паливно-енергетичні ресурси показано на рисунку 1.9.

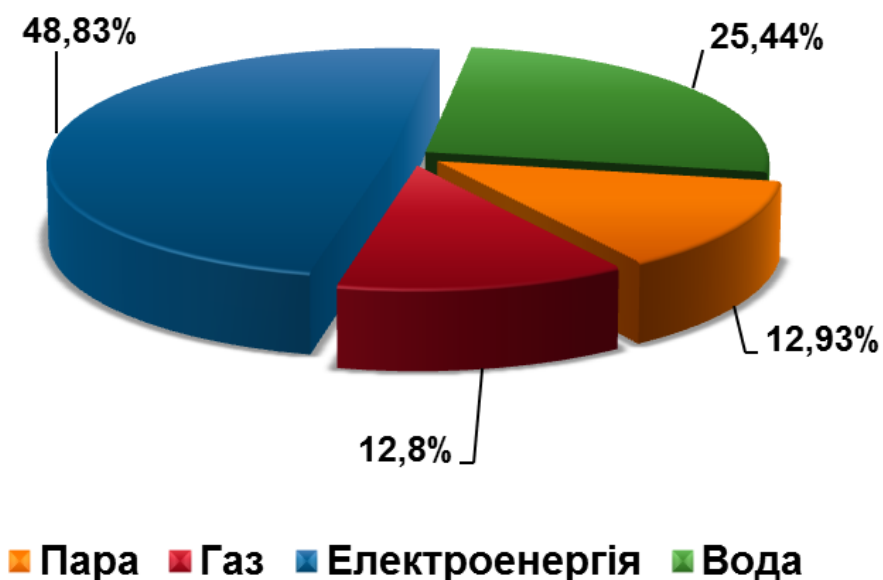


Рисунок 1.9 - Процентне співвідношення грошових витрат на паливно-енергетичні ресурси на підприємстві

На підприємстві використовується перегріта пара з параметрами: тиск пари – $6,2 \text{ кгс/см}^2$, температура пари $(250 \dots 270) \text{ } ^\circ\text{C}$.

На рисунку 1.10 наведено процентне співвідношення споживання пари по підприємству цехами.

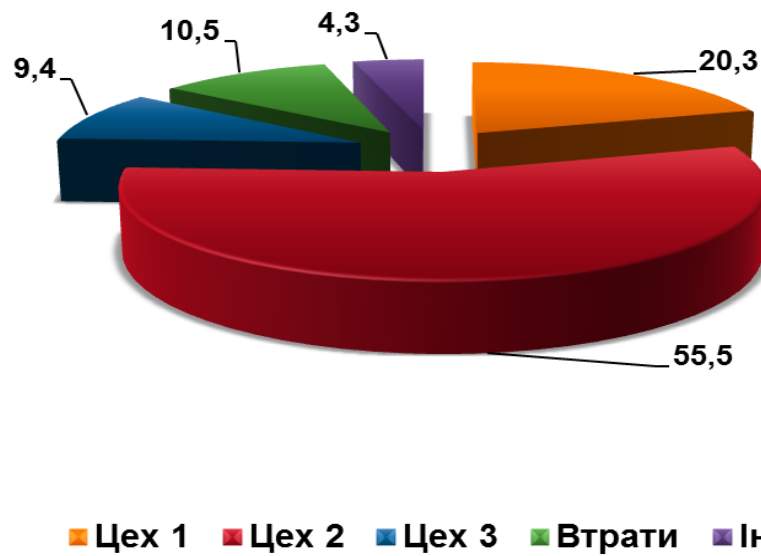


Рисунок 1.10 - Процентне співвідношення споживання пари на підприємстві

Як видно з діаграми на рисунку 1.10 основними споживачами пари по підприємству є змішувально-пресові цехи №1 і №2, а втрати пари становлять 10,5 % від загального споживання.

Основні споживачі пари в цехах №1 і №2 наведені в таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 - Основні споживачі пари в цехах №1 і №2

№ п/п	Найменування устаткування	Кількість, од.	Витрата пари 1 машини, т/год	Параметри пари: темпер./тиск, °С/атм
1	Цех №1			
1.1	Змішувальні машини	16	0,17	180/4
2	Цех №2			
2.1	Змішувальні машини лінії преса	5	0,4	250/6
2.2	Змішувальні машини електродних мас	10	0,4	250/6
2.4	Тара для високотемпературного зберігання пеку	2	0,774	180/6

Гаряча вода виробляється на центральному тепловому пункті (ЦТП) підприємства за допомогою пароводяних теплообмінників. Кількість гарячої води з температурою (60...65) °С використаної за 2020 рік склала 72673 м³. Для нагрівання цієї кількості води було витрачено 3346 Гкал пари.

1.3 Аналіз поточного стану технічних засобів

Перегрита пара надходить з параметрами 6,0 кгс/см² і температурою (255...260) °С. Через витратомірну шайбу пар з тиском (3,0...4,0) кгс/см² заходить у цех № 1 і подається на парові сорочки змішувальних машин для нагрівання електродної маси.

Прожарена суха шихта з температурою (18...30) °С у літній період і (3...17) °С у зимовий, у кількості (1528...1558) кг, надходить з бункера й засипається в змішувальну машину, попередньо розігріту до температури (80...90) °С, де крутячись у машині протягом (12...15) хвилин, поступово нагрівається до температури (83...112) °С. Потім у машину протягом (3...7) хвилин заливається розігрітий середньотемпературний пек з температурою (127...140) °С у кількості (442...472) кг.

У машині суха шихта перемішується з пеком із постійним нагріванням протягом (32...4) хвилин. Готова маса вагою 2000 кг з температурою (11...125) °С скидається зі змішувальної машини й подається на формувальну машину. Пара, що виходить із парової сорочки змішувальної машини скидається на свічу.

У цеху №2 перегріта пара через витратомірну шайбу надходить на ділянку зберігання пеку й на змішувальні машини анодної маси.

На ділянці зберігання пеку перегріта пара надходить на ємності № 1 і № 2 (ємності високотемпературного пеку). Після віддачі частини тепла теплообмінникам ємностей, температура перегрітої пари зменшується з

245⁰С на вході в теплообмінники ємностей до 167 ⁰С на виході з них, пара надходить на ємності середньотемпературного пеку № 3 і № 4, після чого скидається на свічу.

Пара в змішувальних машинах анодної маси використовується також як і в змішувальних машинах цеху №1. Установлені на пароспоживаючому устаткуванні конденсатовідвідники поплавкового типу перебувають у непрацюючому стані й не виконують свою функцію через великий термін служби (більше 30 років). Відпрацьована пара з температурою 120 ⁰С і витратою (1,8...3,0) т/год із систем обігріву скидається на пряму в атмосферу.

Наявність пролітної пари приводить до наступних неприємних наслідків:

- підвищення пароспоживання устаткування до 5 разів від номіналу;
- падіння тиску в паророзподільній системі й, як наслідок, неможливість роботи устаткування при необхідних параметрах;
- неможливість ефективного збору й повернення конденсату: Конденсат, що утвориться в теплообмінному устаткуванні, містить до 25 % теплової енергії пари.

Існуюча система обліку пари на підприємстві неефективна.

Облік пари, що надходить на підприємство контролюється теплообчислювачем СПТ-961. Контроль за витратою пари по споживачах здійснюється по вісьмох функціонуючих вузлах обліку.

Перелік приладів КВП (контрольно-вимірювальних приладів), по їхньому оснащенню наведений у таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 - Оснащення приладами КВП існуючих вузлів обліку

№ п/п	Вузол обліку	Витрата пари	Температура пари	Тиск пари
1	1с (ЦТП)	«Сапфір»22ДД БИК-1 (0...5) МА ФЩЛ шкала (0...4) т/год	ТХК, П282 (0...5) МА ФЩЛ шкала (0...300) °С, ХК	«Сапфір»22ДИ (0...5)МА ФЩЛ шкала (0...10) кгс/см ²
2	7с (цех №3, корпус 3)	«Сапфір»22ДД БИК-1 (0...5) МА РШ60 шкала (0...2) т/год	ТХК, Ш78 (0...5) МА РП160 шкала (0...180) °С, ХК	«Сапфір»22ДИ (0...5) МА РП160 шкала (0...4) кгс/см ²
3	6с (цех №2, УПП)	«Сапфір»22ДД БИК-1 (0...5) МА КСУ-4, шкала (0...4,36) т/ год	ТХК, П282 (0...5) МА КСУ4 шкала (0...270) °С, ХК	«Сапфір»22ДИ (0...5) МА КСУ-4 шкала (0...6) кгс/см ²
4	5с (цех №2)	ДМ 3583, КСДЗ шкала (0...11,2) т/ год	ТХК. КСПЗ шкала (0...250) °С, ХК	МТС-711 шкала (0...6,3) кгс/см ²
5	4с (цех №3, корпус 2)	«Сапфір»22ДД БИК-1 (0...5) МА ФЩЛ шкала (0...1) т/год	ТХК, Ш78 (0-5) МА ФЩЛ шкала 0-250 °С, ХК	«Сапфір»22ДИ (0...5) МА ФЩЛ шкала 0-5,0 кгс/ см ²
6	2с (цех№3, відділення просочення)	«Сапфір»22ДД БИК-1 (0...5)МА ФЩЛ шкала (0...1,6) т/ год	ТХК, Ш78 (0...5) МА ФЩЛ шкала (0...250) °С. ХК	«Сапфір»22ДИ (0...5)МА ФЩЛ шкала 0-8 кгс/ см ²
7	3с/н (цех №18, ББО)	«Сапфір»22ДД БИК-1 (0...5) МА ФЩЛ	ХК Ш78 (0...5) МА РП1160	«Сапфір»22ДИ (0...5) МА РП160

Інформація про добове споживання пари по споживачах у Гкал і тоннах визначається шляхом ручної обробки даних діаграм приладів, що реєструють, - самописів.

Збір інформації із самописів виконується наприкінці місяця, коли час на оперативне усунення перевитрат, що мало місце, уже безповоротно втрачено, одержати економію важко, а провести детальний аналіз причин перевитрат що трапилися, може бути неможливо. Недосконалість наявної системи обліку пари, у якій всі розрахунки ведуться за середніми

показниками споживання, не дозволяє чітко відслідковувати реальну кількість витраченої пари.

1.4 Запропоновані енергозберігаючі заходи у системі теплопаропостачання підприємства

Система паропостачання не може на 100 % виконувати поставлені завдання, якщо вона не обладнана конденсатовідвідниками . Конденсат накопичується у системі або є проліт пари. Таким чином, саме використання конденсатовідвідників принципово впливає на скорочення витрат енергоресурсів і підвищення ефективності виробничого процесу.

Оснащення пароспоживаючих установок ефективними конденсатовідвідниками може гарантувати повне використання енергії пари й відсутність «пролітної пари». Наявність пролітної пари приводить до наступних неприємних наслідків:

- підвищення пароспоживання устаткування до 5 разів від номіналу;
- падіння тиску в паророзподільній системі й, як наслідок, неможливість роботи устаткування при необхідних параметрах;
- «перетиск» апаратами, що працюють на високому тиску, апаратів, що працюють на низькому, як наслідок - проблеми з відводом конденсату від останніх, порушення технологічних (температурних) режимів;
- неможливість ефективного збору й повернення конденсату.

Конденсатовідвідник є істотною складовою частиною будь-якої парової системи. Головне призначення конденсатовідвідника - випустити із системи конденсат, повітря й інші гази, які не конденсуються і затримувати пар доти, поки він повністю не сконденсується.

Конденсатовідвідники впливають на роботу пароконденсатної системи. Так відсутність конденсатовідвідників або їхня несправність виражається в появі гідроударів, корозії, втратах із пролітною парою, зниженні продуктивності технологічного устаткування й т.д.

Пропонується встановити конденсатовідвідники на наступне пароспоживаюче устаткування:

- 16 змішувальних машин у цеху №1;
- 15 змішувальних машин у цеху №2;
- 2 ємкості високотемпературного зберігання пеку в цеху №2.

Продуктом роботи конденсатовідвідника є конденсат. Втрати теплоти з конденсатом від загальної витрати теплоти на технологію становлять понад (10...15) % . У зв'язку із цим використання теплоти конденсату становить великий інтерес для економії енергоресурсів на підприємстві. Використання теплоти конденсату пропонується направити на вдосконалення системи гарячого водопостачання підприємства як додаткове нагрівання холодної води для системи гарячого водопостачання, що дасть скорочення споживання пари.

Енергозбереження починається там, де починається облік, причому облік автоматичний, як найбільш повний, точний і оперативний, що дозволяє управляти споживанням енергоресурсів у диспетчерському режимі, проводити найбільш актуальні енергозберігаючі заходи, контролювати дотримання технологічної дисципліни.

Для забезпечення безумовного контролю над раціональною витратою пари по підприємству з метою мінімізації витрат на виробництво продукції необхідно встановити автоматизовану систему обліку пари із заміною морально застарілих приладів обліку споживання пари й доповненням нових приладів. Навіть в умовах твердого обмеження фінансових засобів можливе створення недорогих, простих у впровадженні й обслуговуванні систем. Застосування сучасних апаратних засобів і інструментальних пакетів для

програмування забезпечує короткі строки розробки й впровадження, простоту модернізації й розвитку систем автоматизації.

Автоматизована система обліку пари пропонується з метою підвищення ефективності використання пари за рахунок оперативного контролю над споживанням різними підрозділами підприємства, а також зниження втрат, за рахунок більш раннього виявлення поривів і витоків.

Для досягнення поставленої мети, у системі повинні бути вирішені наступні функціональні завдання: збір і уніфікація технологічних даних по споживанню пари, організація безперервного контролю розподілу пари між підрозділами підприємства, відображення інформації в реальному часі, забезпечення стандартного й уніфікованого доступу до обробленої інформації для керівництва й фахівців підприємства, формування стандартних виробничих звітів по споживанню пари за добу, годину, місяць, формування довільних звітів: балансів по об'єктах, режимних листів, план-факторних звітів за довільний проміжок часу по різних об'єктах обліку, забезпечення достовірною інформацією функціональних додатків, призначених для рішення завдань моделювання й оптимізації, забезпечення АСУП підприємства виробничими даними в реальному часі.

Впровадження систем технічного обліку дозволяє знизити обсяг споживання за рахунок:

- підвищення оперативності керування пароспоживанням;
- централізованого контролю споживання пари;
- документованого контролю споживання пари структурними підрозділами;
- персоналізованого контролю дотримання технологічної дисципліни й оптимізації режимів роботи устаткування;
- підвищення оперативності виявлення невикористаних витрат пари у вигляді витоків, аварійних режимів роботи устаткування й т.д.;
- підвищення точності й оперативності збору даних;

– адаптивність системи обліку для подальшого створення єдиної автоматизованої системи обліку й контролю всіх енергоресурсів підприємства.

2 ЗАСТОСУВАННЯ СУЧАСНИХ ПРИСТРОЇВ ТА ЗАХОДІВ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ В УМОВАХ ПРОМИСЛОВОГО ПІДПРИЄМСТВА

2.1 Вимоги до конденсатовідвідника

Основне призначення конденсатовідвідника - відводити конденсат і не пропускати пар. Конденсатовідвідник (КВ) - енергозберігаючий пристрій, що представляє собою автоматичний клапан.

Якщо умови у всіх типах теплообмінного устаткування були б однакові, то закономірно було б використовувати тільки один тип КВ для всіх застосувань. На практиці, однак, цього не відбувається, і КВ, що ідеально підходить для дренажу парової сорочки, не буде ефективно працювати на паровій батареї. Тому для різного типу устаткування пропонуються різні (по типу) КВ.

Вибір КВ залежить від типу устаткування й заданих умов експлуатації. Цими умовами можуть бути коливання робочого тиску, навантаження, а також протитиск на КВ. Крім цього, можуть бути поставлені умови корозійної стійкості, стійкість до гідрударів і замерзання, а також випуску повітря під час пуску системи.

Під час пуску КВ повинен мати можливість випускати повітря. Доти поки повітря не витиснуто, пара не може ввійти в паровий простір, і процес прогріву забирає тривалий час зі збільшенням втрат і зниженням ефективності установки. Тому термостатичні КВ мають перевагу, бо вони повністю відкриті під час пуску.

Випустивши повітря, КВ повинен відводити конденсат. Якщо паровий простір малий й продуктивність критична, то конденсат повинен бути вилучений негайно при температурі пари. Одна з основних причин зниження продуктивності теплової установки - це її затоплення конденсатом, через неправильний вибір КВ.

Кращими в цьому випадку є КВ механічного типу. Термодинамічні КВ, які працюють при температурах, близьких до температури насичення пари, можуть бути використані тільки при наявності невеликого ресивера для нагромадження конденсату в той час, поки КВ закритий. Використання термостатичних КВ, які випускають конденсат при температурах нижче температури пари, можливо тільки в тому випадку, якщо теплова установка допускає деякий ступінь підтоплення.

З погляду теплової ефективності термостатичний КВ може здатися найкращим вибором, тому що КВ даного типу відводять конденсат при температурах нижче температури пари. З іншого боку, якщо холодний конденсат вертається в деаератор і вимагає підігріву, то ефективність всієї системи в цілому невелика.

Надійність є однією з основних умов роботи КВ. Надійність означає можливість роботи при заданих умовах експлуатації з мінімумом обслуговування. Фактори, що впливають на надійність:

- корозія - може бути прийнята до уваги при виборі матеріалу КВ;
- гідроудар - правильне проектування системи конденсатовідводу дозволяє уникати гідроударів;
- бруд - установка фільтрів дозволяє захистити й, тим самим підвищити надійність його роботи.

2.2 Термостатичні конденсатовідвідники

Конденсатовідвідники рідинного розширення. Це найбільш простий тип термостатичного конденсатовідвідника (рисунок 2.1). Заповнений спеціальним маслом термостатичний елемент розширюється при впливі на нього температури й перекидає прохідний перетин сідла. Можливе налаштування конденсатовідвідника на його відкриття в діапазоні

(60...100) °С, що дозволяє випускати більші кількості повітря й переохолодженого конденсату.

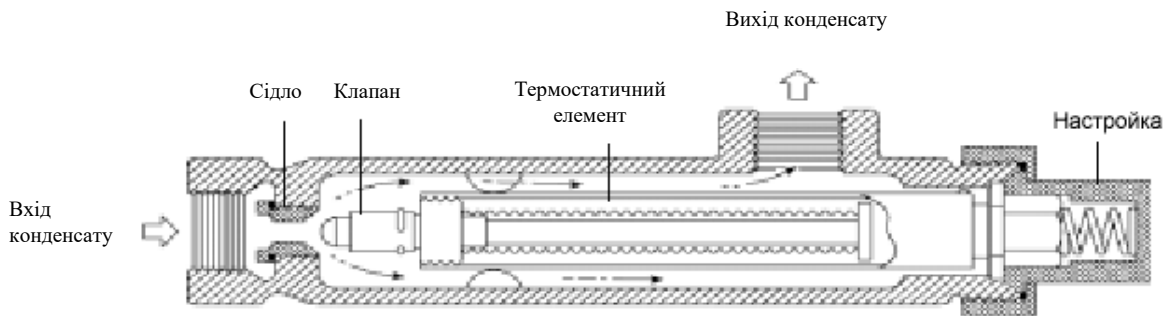


Рисунок 2.1 - Конденсатовідвідник рідинного розширення

Переваги конденсатовідвідників рідинного розширення:

- вони можуть налаштуватися на низьку температуру спрацьовування, забезпечуючи доохолодження конденсату;
- у холодному стані дані конденсатовідвідники повністю відкриті й тому можуть у моменти пуску парової системи відводити повітря й велику кількість конденсату, що утвориться при розігріві;
- вони можуть використовуватися для дренажу в моменти пуску, при використанні перегрітої пари низького тиску. При цьому необхідна велика ділянка охолодження конденсату. Вони добре протистоять вібрації й гідроударам.

Недоліки конденсатовідвідники рідинного розширення:

- термостатичний елемент може бути зруйнований при впливі на нього корозійно активного конденсату;
- у зв'язку з тим, що температура конденсату, який відводиться, становить 100 °С або нижче, неможливе використання даного типу там, де необхідно відводити конденсат з парового простору відразу при його утворенні;
- при можливості обмерзання, конденсатовідвідник і конденсатопровід, що підводить, повинні бути добре теплоізовані;

- конденсатовідвідник даного типу звичайно має потребу в установці у паралель конденсатовідвідника іншого типу. Однак, він може використовуватися там, де швидкість відводу конденсату при старті не дуже важлива, наприклад, при дренажі змійовика, що гріє, встановленого в баку.

Конденсатовідвідники, що збалансовані по тиску. Більшим кроком у розвитку термостатичних конденсатовідвідників став розвиток серії конденсатовідвідників, показаних на рисунку 2.2. Як видно з їхньої назви, вони здатні відслідковувати варіації тиску й, відповідно, температури. Термостатичний елемент являє собою капсулу, заповнену невеликою кількістю спеціальної рідини, що має точку кипіння нижче, ніж у води. У холодному стані, при старті системи, капсула "стисла" і кулька в її нижній частині відкриває клапан конденсатовідвідника, дозволяючи повітрю вільно йти.

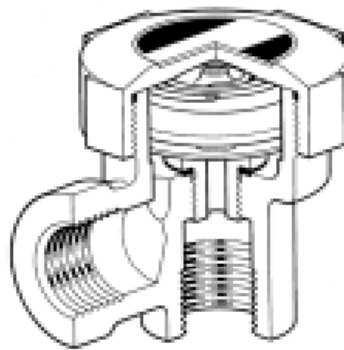


Рисунок 2.2 - Конденсатовідвідник, збалансований по тиску, з капсулою в якості термостатичного елемента

Коли конденсат проходить через КВ, він обмиває капсулу, нагріваючи рідину в ній. Рідина в капсулі скипає перше ніж до конденсатовідвідника дійде пара. Тиск усередині капсули збільшується, гнучка пластина згинається й кулька закриває клапан. Тепер КВ остигає й у певний момент капсула знову "стиснеться", кулька відкриває клапан і процес повториться знову (рисунки 2.3).

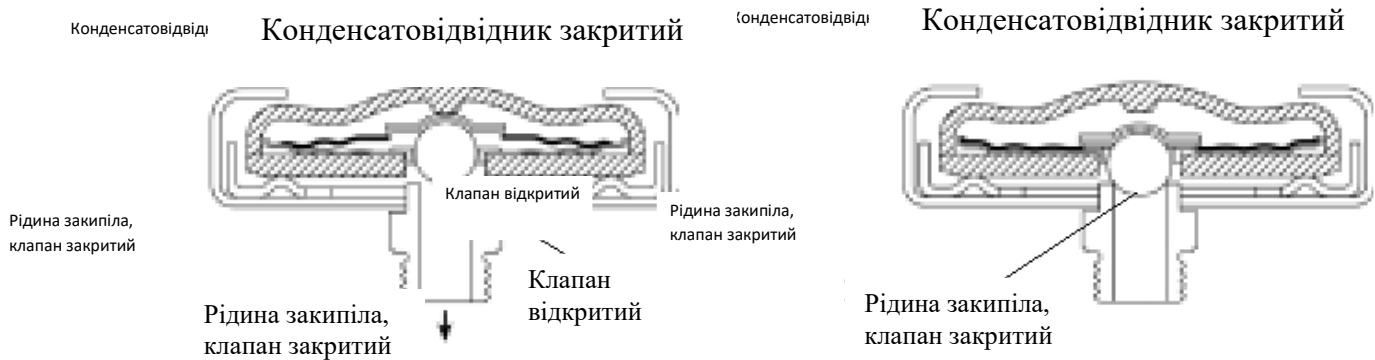


Рисунок 2.3 - Робота збалансованого по тиску конденсатовідвідника

Переваги конденсатовідвідників, збалансованих по тиску:

- вони мають малий розмір, вагу й досить більшу пропускну здатність по конденсату. При пуску клапан КВ повністю відкритий. Це забезпечує гарне видалення повітря, неконденсуємих газів і холодного конденсату при розігріві системи;

- під час роботи такі конденсатовідвідники рідко обмерзають. Виключенням може бути випадок, коли при вимиканні пари, до КВ залишається конденсат, що й приводить до обмерзання;

- сучасні конденсатовідвідники автоматично відслідковують зміни тиску пари. Вони можуть витримати перегрів до 70 °С;

- обслуговування конденсатовідвідникаа дуже просте. Всі внутрішні частини можуть бути замінені без демонтажу КВ із трубопроводу.

Недоліки конденсатовідвідників, збалансованих по тиску:

- термостатичні елементи, що випускаються раніше, швидко руйнувалися під дією гідроударів і корозійно активного конденсату;

- термостатичні елементи, що випускалися раніше, не виносили перегріву, що приводив до підвищення тиску рідини усередині елемента і його ушкодженню, тобто вони не були збалансовані по тиску;

- як і всі термостатичні КВ, вони збалансовані по тиску, не відкриваються, поки конденсат не остудиться на певну величину, що залежить від рідини, що заповнює капсулу. Тому, вони не можуть застосовуватися там де неприпустимо підтоплення парового простору.

Біметалічні конденсатовідвідники. Дані конденсатовідвідники використовують термостатичний елемент пластини, що складається з різнорідних матеріалів і зварені разом. При нагріванні такі пластини згинаються як показано на рисунку 2.4.



Рисунок 2.4 - Найпростіший біметалічний елемент.

Існує два моменти, на які треба звернути увагу. По-перше, така пластина має фіксовану температуру спрацьовування й не відслідковує зміни тиску. У других, згинаюча сила занадто мала, і, при необхідності використання на більших перепадах тиску, довелося б використовувати пластину великого розміру для створення достатньої для закриття клапана сили. Тому виробники пропонують КВ з набором біметалічних пластин, що спрацьовують при різній температурі (рисунки 2.5).

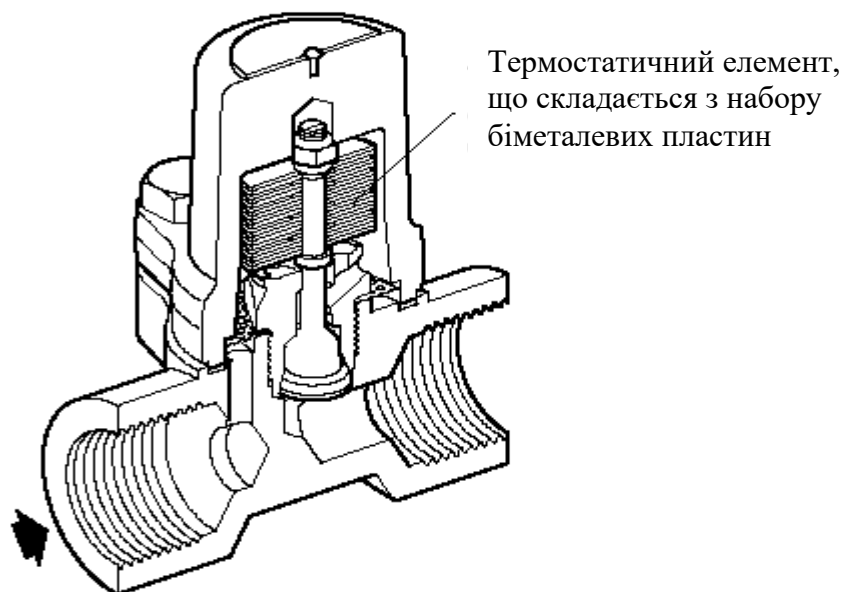


Рисунок 2.5 - Біметалічний конденсатовідвідник

Використання спеціальної дискової пружини, що навантажує біметалічний елемент, який складається з набору пластин, забезпечує практично таку ж характеристику спрацьовування, що й у КВ, урівноважених по тиску (рисунок 2.5).

Переваги біметалічних конденсатовідвідників:

- вони мають малі розмір і вагу при великій пропускній здатності;
- при пуску клапан конденсатовідвідника повністю відкритий. Це забезпечує необхідне видалення повітря, неконденсуємих газів і холодного конденсату при розігріві системи;
- звичайно, біметалічні КВ не обмерзають, але, навіть у випадку обмерзання, вони не ушкоджуються;
- термостатичні елементи, що випускалися раніше, швидко руйнувалися під дією гідроударів і корозійно активного конденсату;
- біметалічний елемент може працювати при коливаннях тиску пари без змін розміру клапана КВ;
- тому що плунжер клапана КВ перебуває за сідлом, то клапан може працювати як зворотний, при реверсивному потоці конденсату;
- якщо дозволяє технологічний процес і можливо часткове підтоплення парового простору в моменти остигання конденсату, то використання біметалічних КВ дозволяє доохолодити конденсат і відібрати від нього додаткове тепло;
- обслуговування конденсатовідвідника дуже просте. Всі внутрішні частини можуть бути замінені без його демонтажу із трубопроводу.

Недоліки біметалічних конденсатовідвідників:

- тому що КВ відводить конденсат при температурі нижче температури насичення при відповідному тиску, то, якщо перед конденсатовідвідником не зробити ділянки для охолодження конденсату (звичайно (2...3) метри), то можливе затоплення парового простору. Таким чином, вони не придатні там, де необхідно відводити конденсат відразу при його утворенні;

- швидкість проходження конденсату через біметалічні конденсатовідвідники мала, так що є більша ймовірність блокування їхнім брудом;

- якщо від біметалічного КВ конденсат зливається в магістраль із більшим протитиском, то конденсат буде доохолоджуватися на більшу величину, чим звичайно. При протитиску, рівному 50 % від тиску до КВ, конденсат може доохолоджуватися на 50 °С від температури насичення, і це може зажадати збільшити довжину ділянки охолодження, як показано, перед конденсатовідвідником;

- пара вторинного скипання, що утвориться при зливі гарячого конденсату з високого в низький тиск, може стати причиною підвищення тиску в конденсатному трубопроводі. Наявність ділянки охолодження сприяє зниженню утворення вторинної пари й зменшенню протитиску в конденсатному трубопроводі;

- біметалічні конденсатовідвідники повільно реагують на зміни тиску й витрати конденсату.

2.3 Механічні конденсатовідвідники

Конденсатовідвідники з кульовим поплавцем. Як і всі поплавкові КВ, конденсатовідводчики з кульовим поплавцем реагують на різницю щільностей пари й конденсату. У випадку конденсатовідвідника, показаного на рисунку 2.6, конденсат, заповнюючи його внутрішню порожнину, змушує поплавець спливати. Поплавець з'єднаний важелем із клапаном, що відкривається й випускає конденсат. У початковий момент конденсатовідвідник заповнений повітрям, а його клапан закритий. Таким чином, перед пуском, з КВ необхідно видалити повітря. Для цього у верхній частині КВ може бути встановлений кран (рисунок 2.6). У сучасних конденсатовідвідниках замість крана використовується автоматичний

повітряник, у якому використовується така ж капсула, як і в збалансованому по тиску конденсатовідвіднику (рисунок 2.7). Повітряник розташовується вище клапана й вище рівня конденсату. Після випуску повітря й холодного конденсату повітряник закривається й залишається закритим, поки знову не скопиться холодне повітря й інші гази, що не конденсуються. Повітряник забезпечує додаткову пропускну здатність по конденсату, випускаючи холодний конденсат під час пуску системи.

У багатьох випадках комбінація поплавкового конденсатовідвідника з термостатичним повітряником є ідеальною. Такі конденсатовідвідники відводять конденсат відразу при його утворенні, незважаючи на коливання тиску в системі.

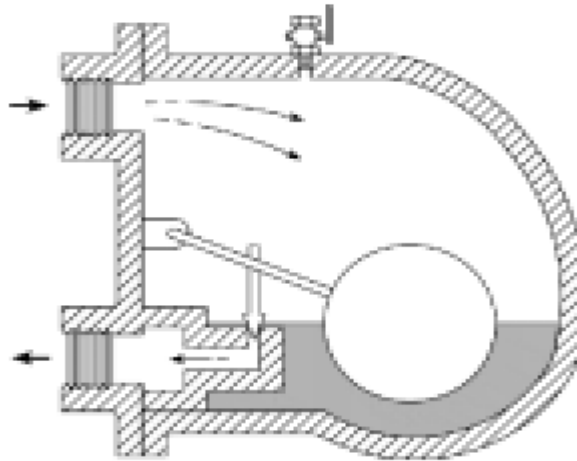


Рисунок 2.6 - Конденсатовідвідник із краном для випуску повітря

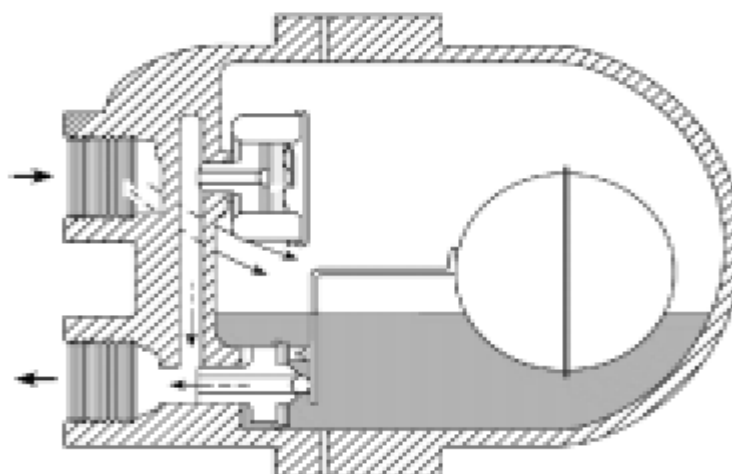


Рисунок 2.7 - Конденсатовідвідник з автоматичним капсульним повітряником

Сучасні конденсатовідвідники, у яких використовуються зварені капсули з нержавіючої сталі й зварені кульові поплавці, здатні витримати досить сильні гідроудари.

Переваги поплавкових конденсатовідвідників з кульовим поплавцем і термостатичним повітряником:

- вони забезпечують постійний відвід конденсату при температурі насичення, при даному тиску пари. Вони є кращими в тому випадку, де тепловий потік для існуючої теплообмінної поверхні високий і не припустиме підтоплення парового простору;

- вони здатні справлятися як з коливаннями витрати конденсату, так і з коливаннями тиску;

- тому що вони мають вбудований автоматичний повітряник, вони здатні видаляти повітря із системи при її пуску;

- вони мають більшу пропускну здатність по конденсату;

- вони здатні протистояти гідроударам.

Недоліки поплавкових конденсатовідвідників з кульовим поплавцем і термостатичним повітряником:

- хоча й у меншому ступені, чим конденсатовідвідники з поплавцем типу "перевернена склянка", вони можуть бути ушкоджені при обмерзанні, тому, при установці на вулиці, їх необхідно теплоізолювати або встановлювати маленький термостатичний конденсатовідвідник для дренажу поплавкової камери в моменти зупинки;

- вибір КВ залежить від перепаду на ньому тиску, тому, наприклад, при значній зміні тиску постачаючої пари може знадобитися внутрішній механізм із іншим діапазоном перепаду тиску. Стандартними діапазонами перепаду тиску на поплавковому конденсатовідвіднику є 4,5, 10, 14, 21 і 32 бар.

Конденсатовідвідники з поплавцем типу "перевернена склянка". КВ з поплавцем типу "перевернена склянка" показаний на рисунку 2.8. Поплавець з'єднаний з важелем, на якому перебуває плунжер, що закриває клапан. Істотним елементом є калібрований отвір у верхній частині поплавця.

Поплавець тоне й відкривається клапан для виходу конденсату (I). Конденсат подається знизу, заповнює конденсатовідвідник і виходить через клапан у кришці. При підході пари поплавець спливає й клапан закривається (II). Пара через отвір повільно виходить у верхню частину конденсатовідвідника й конденсується (III). При повному виході пари з поплавця й підході нової порції конденсату, поплавець знову тоне. Таким чином, конденсат порціями відводиться у конденсатну магістраль.

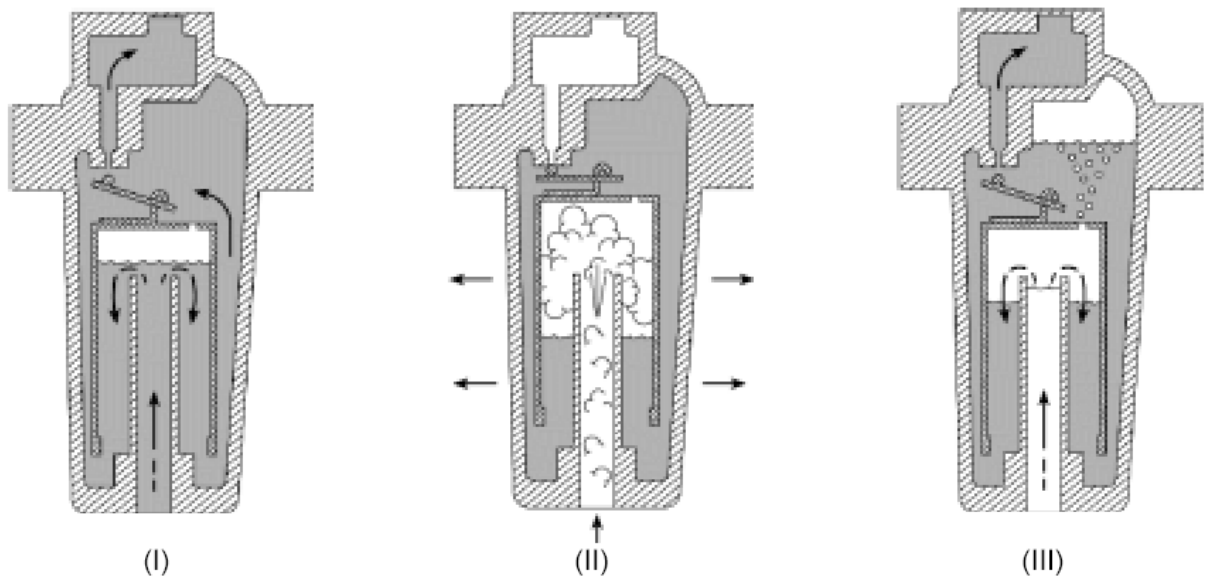


Рисунок 2.8 - Робота конденсатовідвідника з поплавцем типу "перевернена склянка"

При пуску системи повітря також видаляється через калібрований отвір. Так як отвір малий, тому при невеликих перепадах тиску видалення повітря може забрати значний час.

Щоб прискорити процес випуску повітря й прогрів системи, у паралель із конденсатовідвідником може бути встановлений автоматичний капсульний повітряник.

Переваги конденсатовідвідників з поплавцем типу "перевернена склянка":

- вони можуть працювати на високих тисках;

- вони здатні протистояти гідроударам;
- вони можуть працювати на перегрітій парі, при наявності до конденсатовідвідника зворотного клапана.

Недоліки конденсатовідвідників з поплавцем типу "перевернена склянка":

- для нормальної роботи, усередині конденсатовідвідника завжди повинен бути гідрозатвор з конденсату.

Якщо відбулася втрата цього гідрозатвора, то пара може вільно йти через клапан конденсатовідвідника. Це може траплятися в системах, де відбуваються різкі падіння тиску, у результаті яких конденсат усередині КВ може скипіти й перетворитися в пару.

Поплавець при цьому опускається до низу, і пара йде прямо через клапан конденсатовідвідника в конденсатопровід.

Тільки коли чергова порція конденсату досягне конденсатовідвідника й відновиться гідрозатвор, КВ почне працювати нормально.

Якщо конденсатовідвідник використовується в системах, де можливі різкі коливання тиску, перед КВ необхідно встановлювати зворотний клапан, що запобігає зворотному струму пари й конденсату й забезпечує наявність у конденсатовідвіднику гідрозатвора.

При роботі на перегрітій парі, ще більш імовірна ситуація із втратою гідрозатвора, і наявність зворотного клапана до конденсатовідвідника ще більш критична. Деякі КВ, що випускаються Spirax Sarco, мають вбудований зворотний клапан на вході.

Імовірність обмерзання й подальшого ушкодження конденсатовідвідника з поплавцем типу "перевернена склянка" достатньо велика.

Тому не рекомендується використовувати такі КВ, наприклад, для дренажу магістральних паропроводів.

У цьому випадку ідеальним вибором буде використання термодинамічного конденсатовідвідника.

2.4 Термодинамічні конденсатовідвідники

Дані конденсатовідвідники мають винятково міцну конструкцію. Їхня робота заснована на ефекті скипання гарячого конденсату при падінні тиску й різкого збільшення швидкості витікання пари вторинного скипання, у порівнянні зі швидкістю витікання конденсату. На рисунку 2.9 зображений типовий термодинамічний конденсатовідвідник, що складається з корпусу, рухливого диска й кришки. Клапан становить єдине ціле з корпусом. Конденсат тече по трьох каналах, які розташовані симетрично навколо клапана.

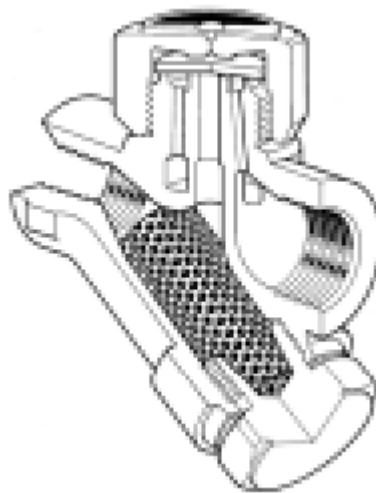


Рисунок 2.9 - Термодинамічний конденсатовідвідник

На рисунку 2.10 показана робота конденсатовідвідника. Холодний конденсат, який надходить під тиском і повітря піднімають диск і через канали йдуть далі в конденсатопровід (I). Коли через щілину між диском і сідлом проходить дуже гарячий конденсат, він починає скипати через перепад тиску на конденсатовідвіднику. Швидкість плинину, тепер уже вторинної пари, під диском різко зростає. Це приводить до падіння тиску під диском, і він притискається до сідла аеродинамічною силою (II). У той же час, тиск вторинної пари в камері над диском притискає його до сідла. У цей

момент тиск над диском дорівнює тиску під ним, але сила, що притискає, більше, тому що поверхня диска зовні більша поверхні із внутрішньої сторони. При конденсації вторинної пари, тиск у камері падає й диск піднімається, таким чином, цикл повторюється (IV). Частота спрацьовувань залежить від температури пари й навколишніх умов. Більшість конденсатовідвідників залишаються закритими (20...40) сек. Якщо конденсатовідвідник спрацьовує занадто часто, можливо через холодні й вітряні умови, то зменшити частоту спрацьовувань можна установкою ізолюючого ковпачка. Такі ізолюючі ковпачки є стандартними для конденсатовідвідників на більші тиски.

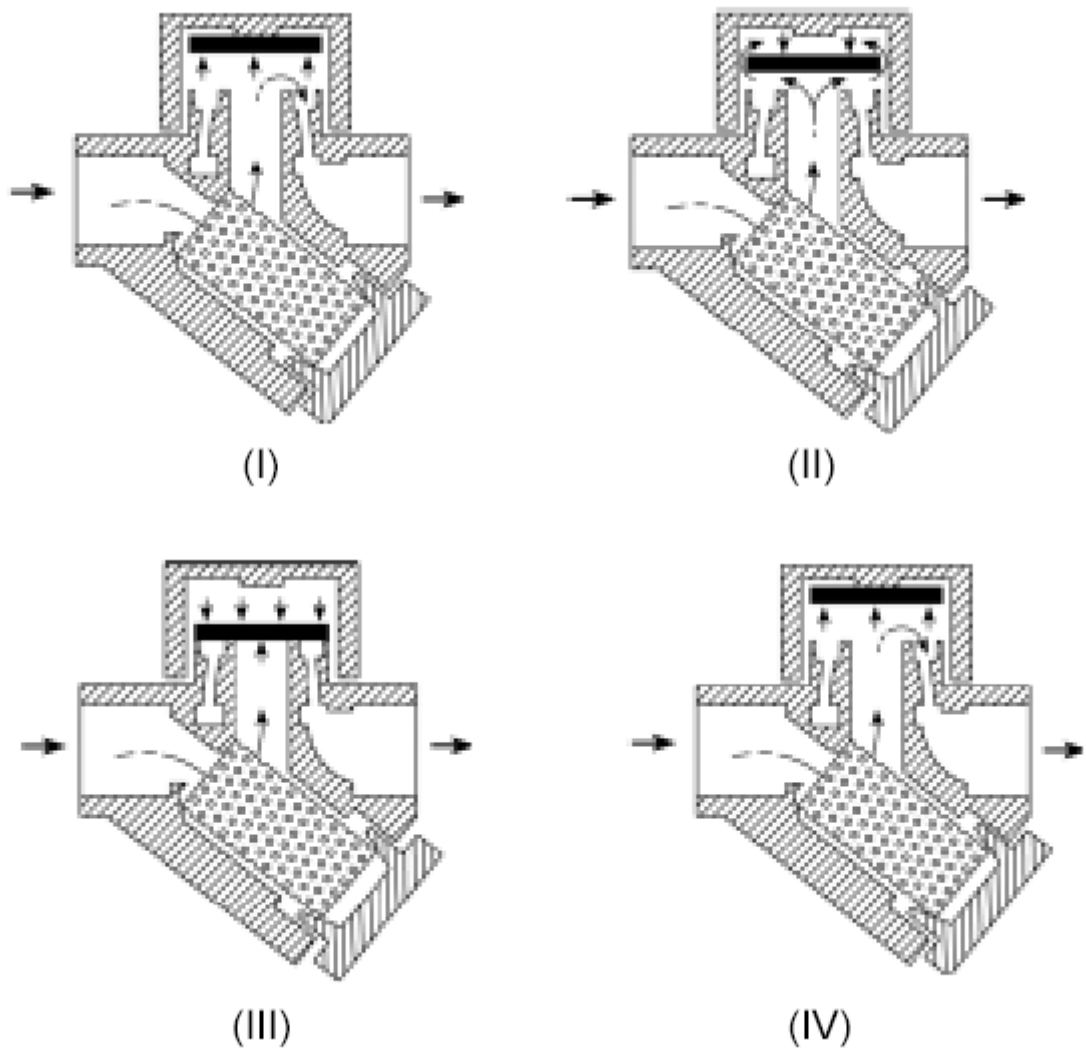


Рисунок 2.10 - Робота термодинамічного конденсатовідвідника

Переваги термодинамічних конденсаторівідвідників:

- термодинамічні конденсаторівідвідники можуть працювати в межах свого робочого діапазону без додаткового настроювання або зміни розміру клапана;
- вони компактні, прості, легкі й мають значну продуктивність для своїх невеликих розмірів;
- цей тип КВ може використовуватися на високих тисках і перегрітій парі. Витримує гідроудари й вібрацію. Виконуються повністю з нержавіючої сталі й мають високу корозійну стійкість;
- не руйнуються при замерзанні й не обмерзають, якщо встановлені у вертикальній площині з вільним випуском в атмосферу. Однак, робота в такому положенні може привести до зношування країв диска й зниженню терміну служби;
- тому що диск - єдина рухлива частина, то ремонт і обслуговування дуже прості без зняття конденсаторівідвідника із трубопроводу;
- перевірка працездатності легко визначається по добре чутих клацаннях.

Недоліки термодинамічних конденсаторівідвідників:

- термодинамічні КВ погано працюють на дуже низьких перепадах тиску, тому що падіння тиску недостатньо через зменшення швидкості. Вони розраховуються на мінімальний вхідний тиск (звичайно 0,25 бар), але можуть працювати при максимальному протитиску 80 % від вхідного тиску;
- можуть випускати велику кількість повітря при пусках, але при цьому випуск (наростання тиску) повинен бути повільним. Швидкий ріст тиску приводить до високої швидкості повітря, і конденсаторівідвідник може спрацювати на повітрі так само, як і на парі, у цьому випадку диск "залипає";
- випуск конденсату може бути дуже гучним, але установка дифузора значно знижує шум випуску;
- при підборі, розмір конденсаторівідвідника не повинен бути дуже великим (по продуктивності) , тому що це може привести до дуже частих

спрацьовувань і зношування. Для дренажу основних паропроводів досить застосовувати типи зі зниженою продуктивністю.

2.5 Вибір і розрахунок конденсатовідвідників

Основне завдання - зниження кількості пари, що споживається. Поплавкові конденсатовідвідники через отвір у склянці пропускають деяку кількість пари, але, звичайно, у набагато меншому обсязі, чим термодинамічні. Завдяки скупченню конденсату перед термодинамічним КВ проліт пари стає неможливим. Це додатково підвищує економію енергії.

Завдяки скупченню конденсату перед термодинамічним КВ знижується й швидкість пари в паропроводі, відповідно, менше пара тече в напрямку конденсатовідвідника, зменшуються втрати тепла й швидкість утворення конденсату.

У результаті кількість споживаної пари падає, принаймні, на (15...20) % у порівнянні з установками оснащеними поплавковими конденсатовідвідниками.

Додаткові переваги, які дає застосування термодинамічних конденсатовідвідників:

1. Завдяки переохолодженню конденсату істотно скорочується кількість пари вторинного скипання, іноді аж до нуля. Зменшується зношування інших арматур і трубопроводів, що в довгостроковій перспективі приведе до економії засобів на обслуговування й ремонт.

2. Можливість регулювання температури пари, що відводиться.

3. Конденсатовідвідники термодинамічні прості в обслуговуванні. Середній термін служби таких конденсатовідвідників становить не менш (10...15) років.

Таким чином, він значно краще інших типів КВ. Тому встановлюємо термодинамічні конденсатовідвідники на наше пароспоживаюче устаткування.

MIYAWAKI - провідна фірма у світі за технологією термодинамічних конденсатовідвідників керованих по температурі - пропонує комплексну серію цих відвідників, що працюють у широкому діапазоні тисків. Відвідники, керовані по температурі, випускають конденсат практично з постійною температурою не залежно від зміни тиску на відміну від термодинамічних КВ інших типів, які йдуть по лінії насиченої пари. Постійний відвід конденсату із заданою температурою приводить до істотного зниження випари й скороченню витрат енергії. Основні технічні характеристики:

1. Настроювання температури відкриття клапана в діапазоні (50...190) °С у залежності від необхідних умов у пароконденсатній системі.
2. Постійний відвід конденсату з низькою температурою в незалежності від зміни тиску пари приводить до істотного скорочення кількості пари вторинного скипання й енергетичних витрат.
3. Завдяки застосуванню фірмової системи закриття й центрування клапана вдалося істотно зменшити закриваюче зусилля, що діє на клапан, і значно збільшити термін служби КВ.
4. Настроювання температури конденсату, що відводиться, можливо під час роботи конденсатовідвідника.
5. Можливість установки в горизонтальному й вертикальному положенні.

Для вибору конденсатовідвідника необхідний його розрахунок.

Вихідні дані для розрахунку наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.1 - Вихідні дані пароспоживаючого устаткування для виконання розрахунку конденсатовідвідників

№ п/п	Найменування устаткування	Витрата пари машини $G_{ГП}$, т/год	Тиск пари $P_{ГП}$, кгс/см ²
Цех №1			
1	Змішувальна машина	0,17	6
Цех №2			
2	Змішувальна машина лінії преса	0,4	6
3	Змішувальна машина електродних мас	0,4	6
4	Тара високотемпературного зберігання пеку	0,774	6

Виконаємо розрахунок конденсатовідвідників для змішувальних машин у цеху №1.

Розрахункова кількість конденсату після теплообмінника змішувальної машини:

$$G = 1,2 \cdot G_{ГП}, \quad (2.1)$$

де $G_{ГП}$ – витрата пари, що гріє, для змішувальної машини з таблиці 2.1, т/год;

$$G = 1,2 \cdot 0,17 = 0,204.$$

Тиск пари перед конденсатовідвідником:

$$P_1 = 0,95 \cdot P_{ГП}, \quad (2.2)$$

де $P_{ГП}$ – тиск пари, що гріє, для змішувальної машини з таблиці 2.1, кгс/см².

$$P_1 = 0,95 \cdot 6 = 5,7.$$

Тиск пари після конденсатовідвідника $P_2 = 0,1$ кгс/см², тому що в нас вільний злив конденсату.

Перепад тиску на конденсатовідвіднику, кгс/см²:

$$\Delta P = P_1 - P_2, \quad (2.3)$$

$$\Delta P = 5,7 - 0,1 = 5,6.$$

Умовна пропускна здатність, т/год:

$$KV_Y = \frac{G}{A \cdot \sqrt{\Delta P}}, \quad (2.4)$$

де G - розрахункова кількість конденсату після теплообмінника, т/год;

$A = 0,65$ – коефіцієнт, що враховує температуру конденсату й перепад тисків на КВ [6].

$$KV_Y = \frac{0,204}{0,65 \cdot \sqrt{5,6}} = 0,13.$$

Вибираємо конденсатовідвідник фірми MIYAWAKI модель ТВ3F із пропускною здатністю $G_{ном} = 0,2$ т/год.

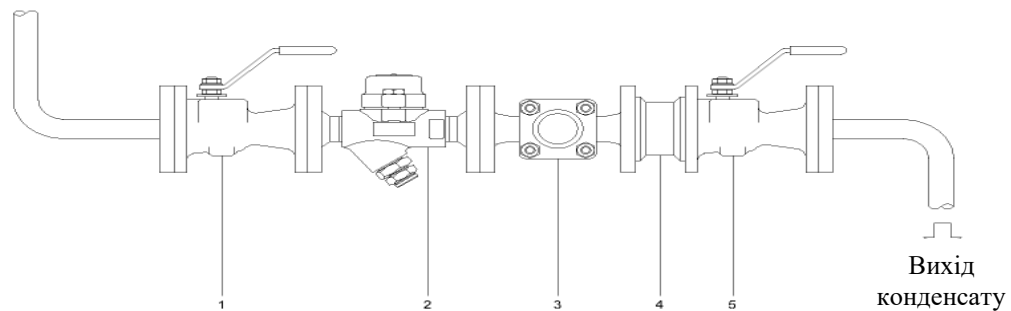
Розрахунок і вибір конденсатовідвідників для іншого пароспоживаючого устаткування такий же і зведений у таблицю 2.2.

Схема блоку конденсатовідвідника показана на рисунку 2.11.

Таблиця 2.2 - Вибір КВ для пароспоживаючого устаткування.

№ п/ п	Найменування устаткування	Розрахункові дані					Конденсато- відвідник	
		G , т/год	P_1 , кгс/см ²	P_2 , кгс/см ²	ΔP , кгс/см ²	KV_Y , т/год	Мо- дель	$G_{ном}$, т/год
Цех №1								
1	Змішувальна машина	0,17	4	0,1	5,6	0,13	ТВ3F	0,2
Цех№2								
3	Змішув. машина лінії преса	0,4	6	0,1	5,6	0,26	ТВ3F	0,3
4	Змішув. машина електродних мас	0,4	6	0,1	5,6	0,26	ТВ3F	0,3
5	Тара високо- температурного зберігання пеку	0,774	6	0,1	5,6	0,503	ТВ3F	0,55

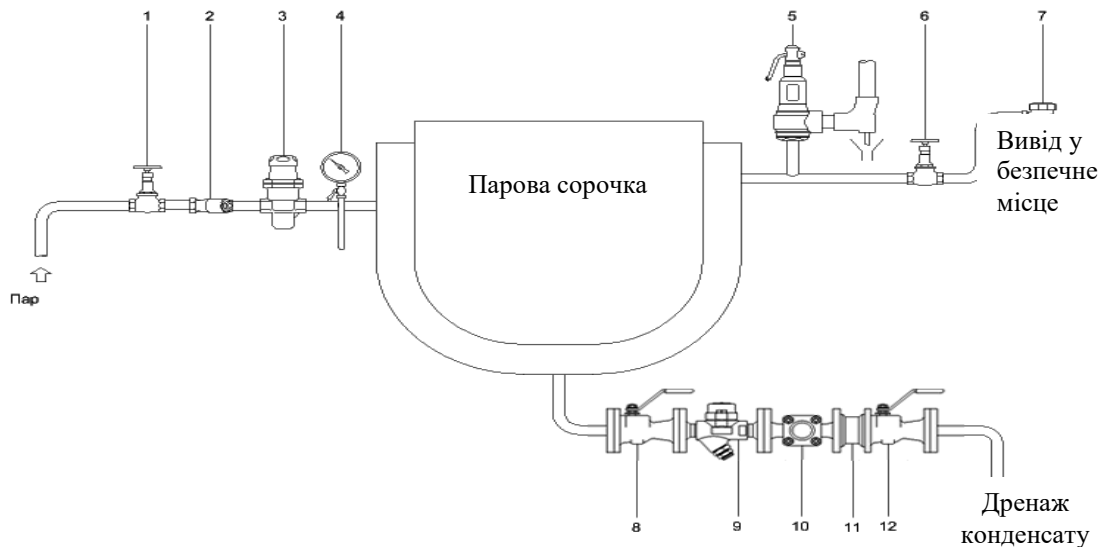
Вхід потоку



1 - запірний клапан (для відключення блоку конденсатовідводу); 2 - конденсатовідвідник; 3 - оглядове скло (для контролю за роботою КВ); 4 - зворотний клапан (для запобігання виникнення реверсивного руху потоку); 5 - запірний клапан (для відключення блоку конденсатовідводу від конденсатної системи)

Рисунок 2.11 - Схема блоку конденсатовідвідника

Схема подачі пари на парову сорочку й відвід конденсату від змішувальної машини показана на рисунку 2.12.

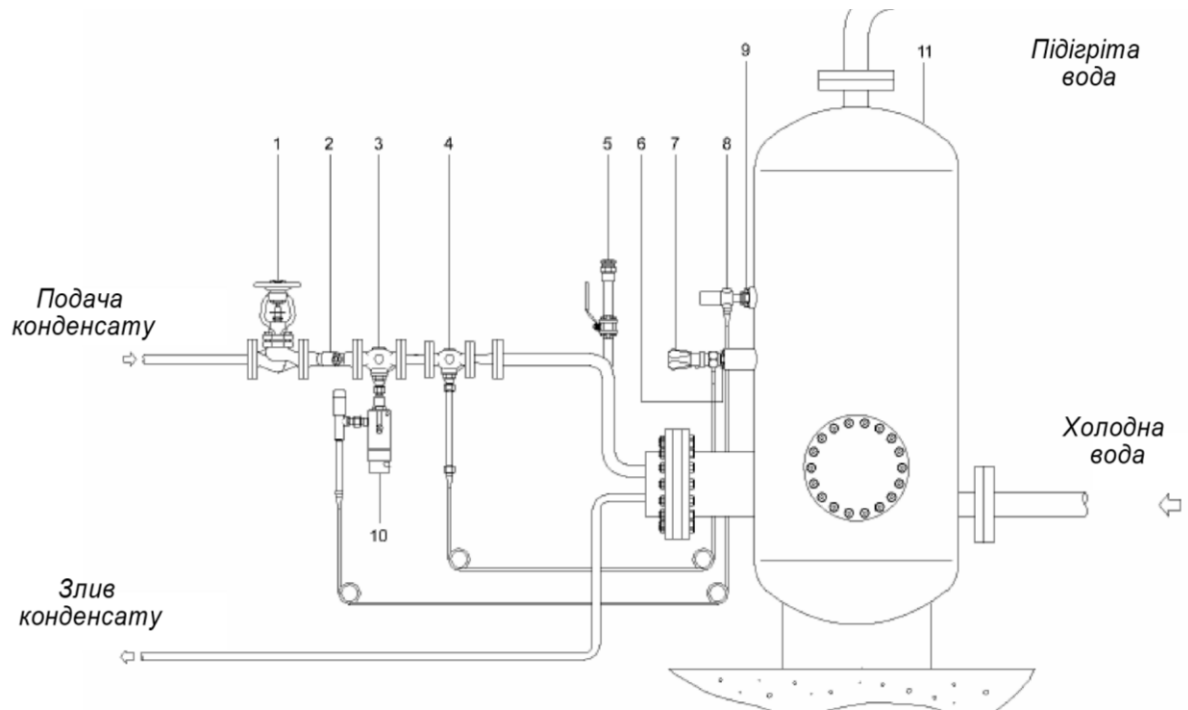


1 - запірний клапан (для відключення подачі пари від установки); 2 - фільтр (для захисту установки від забруднення); 3 - редукційний клапан (для регулювання тиску в паровій сорочці); 4 - манометр (для індикації тиску в паровій сорочці); 5 - запобіжний клапан (для захисту парової сорочки); 6 - запірний клапан (для відключення парової сорочки); 7 - повітряник (для видалення повітря з парової сорочки); 8-12 - блок конденсатовідводу.

Рисунок 2.12 - Схема подачі пари на парову сорочку й відвід конденсату від змішувальної машини

2.6 Утилізації теплоти конденсату

Конденсат температурою $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ з блоків конденсатовідвідників пароспоживаючого устаткування цеху №1 і цеху №2 по конденсатній лінії буде надходити в ЦТП для підігріву холодної води системи ГВП. Схема подачі конденсату на теплообмінник для підігріву холодної води системи ГВП показана на рисунку 2.13.



1 - запірний клапан (для відключення подачі конденсату на теплообмінник); 2 - фільтр (для захисту установки від забруднення); 3 - відсічний клапан (для захисту теплообмінника від перегріву); 4 - регулювальний клапан (для регулювання подачі конденсату в теплообмінник); 5 - переривник вакууму (для кращого відводу конденсату при виникненні у системі вакууму); 6 - гільза датчика (для швидкої заміни датчика без дренування холодної води); 7 - термостат (для керування регулювальним клапаном); 8 - система захисту від перегріву (для відключення системи при перегріві); 9 - гільза датчика (для швидкої заміни датчика без дренування холодної води); 10 - привод клапана системи захисту від перегріву (для відключення системи при перегріві); 11 – конденсаційний теплообмінник (для попереднього підігріву холодної води).

Рисунок 2.13 - Схема подачі конденсату на теплообмінник для підігріву холодної води системи ГВП

Будівля ЦТП розташована щодо цеху №1 і цеху №2 нижче на 10 метрів. Подача конденсату від цехів по конденсатній лінії до ЦТП буде виконуватися самопливом. У якості конденсатної лінії пропонується

використовувати існуючі не задіяні трубопроводи діаметром 100 мм від цеху №1 і цеху №2 до ЦТП.

У ЦТП конденсат, що надійшов, подається в конденсаційний теплообмінник попереднього нагрівання холодної води для системи ГВП.

Як конденсаційний теплообмінник пропонується використовувати існуючий резервний теплообмінник, який необхідно підключити до: конденсаційної лінії, каналізації, лінії холодної води, парового теплообміннику ГВП. У цьому теплообміннику відбувається передача тепла від конденсату до холодної води – нагрівання води на 35 °С. Після проходження через теплообмінник охолоджений конденсат зливається в каналізацію. Нагріта вода надходить у паровий теплообмінник, де догрівається пором до температури 65 °С.

2.7 Розробка автоматизованої системи обліку пари (АСОП)

2.7.1 Вимоги до системи

АСОП призначена для забезпечення автоматизованого централізованого обліку й контролю за витратою пари підрозділами підприємства. Метою створення АСОП є мінімізація витрат на виробництво.

Вимоги до надійності системи:

- наробіток системи збору інформації на відмову не менш 15000 годин;
- середній час відновлення працездатності - дві години;
- передбачуваний строк експлуатації системи -15 років;
- відмовою системи є неможливість виконання кожної з функцій системи.

Система повинна забезпечувати виконання наступних вимог:

1. Звітні документи.

Документ: добовий рапорт по обліковому вузлу повинен забезпечувати формування й вивід на печатку інформації про споживання пари в тоннах у вигляді:

- погодинного споживання пари;
- добового споживання в наростаючому підсумку.

Місячний рапорт по обліковому вузлу повинен забезпечувати формування й вивід на печатку інформації про споживання пари в тоннах:

- добове споживання;
- за місяць у наростаючому підсумку.

2. Організацію на заводському сервері бази даних з метою забезпечення інформованості користувачів у заводській мережі.

Автоматичну передачу інформації з вузлів обліку в базу даних шляхом оснащення ПК, підключених до контролерів вузлів обліку відповідним програмним забезпеченням.

Вивід інформації про добове споживання пари: у тоннах і Гкал на комп'ютер бюро по енергозбереженню й плануванню енергоресурсів; у тоннах на заводський диспетчерський пункт.

Вивід графіка споживання пари з початку зміни по кожній зміні й по споживачам з початку доби на комп'ютер споживача.

Вивід інформації про параметри пари миттєвих і по добі: температура в $^{\circ}\text{C}$, тиск у $\text{кгс}/\text{см}^2$.

3. Годинні витрати пари у вузлі обліку визначити в такий спосіб:

$$Q_{\text{час}}^i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Q_i, \quad (2.5)$$

де, i – відлік контролера;

n – кількість відліків у контролері протягом години;

Q_i – значення дійсного миттєвого значення витрати пари в i -м відліку контролера.

4. Добова витрата пари у вузлі обліку визначати як суму годинних витрат у добі:

$$Q_{сутки} = \sum_{i=1}^{24} Q_{1час} , \quad (2.6)$$

5. Місячну витрату пари визначати як суму добових витрат протягом місяця.

2.7.2 Структурна схема системи

У цей час облік пари, що надходить на підприємство, контролюється теплообчислювачем СПТ-961.

Контроль над витратою пари по споживачах, здійснюється по вісьмох функціонуючих вузлах обліку.

Інформація про добове споживання пари по споживачах (у Гкал і тоннах) визначається шляхом обробки вручну діаграм приладів, що реєструють.

АСОП створюється на базі РС-Сумісних контролерів і комп'ютерів офісного виконання, що працюють у мережі й найближчих по кабельній лінії інтерфейсу RS 485 до контролера.

Контролер здійснює збір і обробку інформації, а також розрахунок миттєвих значень витрати пари (у тоннах і Гкал) і облік погодинної витрати пари (у тоннах і Гкал).

Структурна схема пропонованої АСОП є багаторівневою, територіально розподіленою системою, побудованою на децентралізованому принципі керування.

Система умовно розділяється на наступні ієрархічні рівні автоматизації:

Рівень 1. Контролери й польова автоматика - розміщуються технічні засоби, за допомогою яких безпосередньо здійснюється моніторинг споживання пари.

Рівень 2. АРМ фахівця ділянки (цехи) - розміщуються персональні комп'ютери (ПК), на яких формуються бази даних, що містять інформацію споживання пари по окремих вузлах обліку. За допомогою такого АРМа фахівець може здійснювати моніторинг конкретного вузла обліку.

Рівень 3. Централізоване диспетчерське керування — розміщується ПК, що виконує функцію АРМа диспетчера енергосистеми. На цьому ПК формується база даних, що містить відомості споживання пари по підприємству в цілому й по її окремих ділянках.

Рівень 4. Керування підприємством - розміщується сервер і комп'ютери працівників бюро по енергозбереженню й плануванню енергоресурсів. На сервері утримується база даних, у якій є впорядкована інформація як по енергосистемі в цілому, так і по її окремих ділянках. За допомогою клієнтських додатків, установлених на ПК, працівники бюро мають можливість переглядати дані споживання пари по підприємству.

Територіально АСОП ділиться на наступні складові частини:

1. Ділянки технічного обліку пари (у цеху). Містять кілька вузлів обліку.
2. АРМ фахівців (цеху).
3. Вузол комерційного обліку пари.
4. АРМ диспетчера підприємства.
5. Сервер і АРМ працівників бюро по енергозбереженню й плануванню енергоресурсів.

Ряд наявних на підприємстві вузлів обліку пари укомплектований сучасними датчиками. Такі вузли показані в таблиці 1.3 і безпосередньо можуть бути інтегровані в АСОП, що значно знизить витрати на її

впровадження. Для більше повного автоматизованого розрахунку добового споживання пари (у Гкал і тоннах) додатково передбачається організація двох нових вузлів обліку пари: вузол обліку 2н - загальний на площадці №1, №2 цеху №3; вузол обліку 1н - у цеху №17. У вузлі обліку пари 5с/н цеху №2 виконати заміну приладів. Дані по оснащенню нових вузлів обліку наведені в таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Оснащення приладами КВП нових вузлів обліку

№ п/п	Вузол обліку	Витрата пари	Температура пари	Тиск пари
1	5с/н (цех №2)	«Сапфір»22ДД БИК-1 (0...5) МА МТМ шкала (0...5) т/год	ТХК, МТМ 402-00 шкала (0...400) °С	«Сапфір»22ДИ (0...5) МА МТМ 502-02 шкала (0...6,3) кгс/см ²
2	1н (цех №17)	ДКС 0, 6-50 «Сапфір»22ДД БИК-1 (0...5) МА МТМ шкала 0- 2т/год	ТХК, МТМ 402-00 шкала (0...300) °С	«Сапфір»22ДИ (0-5) МА МТМ 502- 02 шкала (0...6,3) кгс/см ²
3	2н (цех№3)	ДКС 0, 6-150 «Сапфір»22ДД БИК-1 (0...5) МА МТМ шкала 0- 6т/год	ТХК, МТМ 402-00 шкала(0...300) °С	«Сапфір»22ДИ (0...5) МА МТМ 502-02 шкала(0...6,3) кгс/см ²

Вузол комерційного обліку пари, встановлений на воді в заводські парові магістралі, територіально знаходяться далеко від приміщення АРМа диспетчера підприємства. Він не підключений до загальнозаводської інформаційної мережі. Тому канал зв'язку між АРМ диспетчером й вузлом комерційного обліку реалізований на телефонній лінії, що комутується, з використанням заводської АТС і відповідних модемів. Таке рішення є найбільш доцільним з погляду витрат на створення й експлуатацію. АРМ фахівців підключені до контролерів локальних вузлів обліку пари по інтерфейсних каналах зв'язку RS-485. Об'єднання АРМа диспетчера енергосистеми й АРМів фахівців у єдину систему здійснюється за

допомогою наявної загальнозаводської інформаційної мережі стандарту *Ethernet*.

На рисунку 2.14 зображено схему інформаційних потоків АСОП

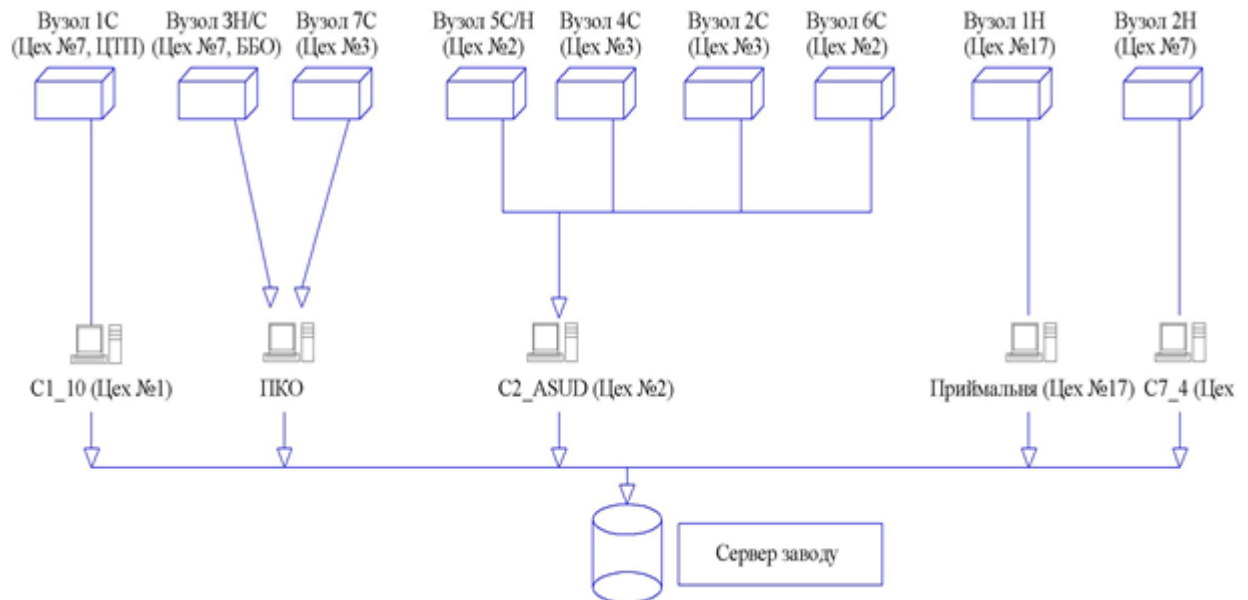


Рисунок 2.14 - Схема інформаційних потоків АСОП

2.7.3 Функціонування системи

У процесі функціонування системи контролери нижнього рівня, розміщені на локальних вузлах обліку, з необхідною періодичністю опитують датчики й роблять відповідні розрахунки для одержання відомостей про миттєве споживання пари і її параметри, і споживанні за інтервал часу (година, доба, тиждень, місяць і т.п.). Ці відомості фіксуються в базі даних контролера. АРМ фахівця ділянки (цеху) вузла технічного обліку пара періодично запитує інформацію у своїх контролерів і записує її у власну базу даних. Ця база даних має більше глибоку ретроспективу в порівнянні з базою даних контролера.

АРМ диспетчера підприємства періодично опитує АРМи фахівців і отриману інформацію записує у свою базу даних. Він же по телефонному каналу, що комутирується, періодично опитує контролер, розташований на

вузлі комерційного обліку пари, фіксуючи отримані дані. Таким чином, на АРМі диспетчера збираються оперативні відомості про стан всіх парових магістралей підприємства й кількості спожитої пари. Диспетчер підприємства має можливість оперативного візуального перегляду раніше накопиченої інформації.

АРМ диспетчера підприємства ініціює передачу інформації на сервер загальнозаводської мережі. Тут формується центральна база даних, реалізована по клієнт-серверній моделі. Ця база даних доступна клієнтським додаткам, інсталюваним на комп'ютерах працівників бюро по енергозбереженню й плануванню енергоресурсів. Клієнтські додатки забезпечують відображення на екрані монітора даних у зручному для сприйняття виді й можливість проведення ретро-моніторингу енергосистеми заводу.

На рисунку 2.15 зображено розгорнутий вигляд одного з вузлів АСОП для цеху

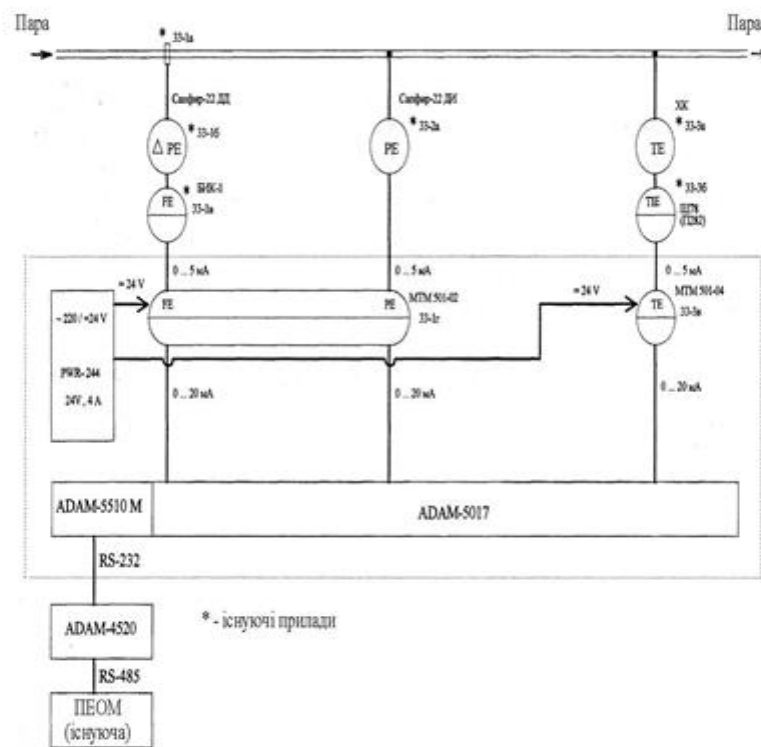


Рисунок 2.15 - Розгорнутий вигляд одного з вузлів АСОП для цеху

2.7.4 Очікувана ефективність впровадження АСОП

Пропонована система моніторингу орієнтована на використання наявної сьогодні на підприємстві техніки (комп'ютерів, датчиків, інформаційної мережі й ін.). Архітектура системи є відкритою, що дозволить здійснити поетапне впровадження й об'єднання в єдину систему сучасних засобів автоматизації на вузлах комерційного й технічного обліку інших енергоносіїв.

Після впровадження АСОП будуть досягнуті наступні результати:

1. Замінені морально застарілі системи обліку споживання пари сучасними автоматизованими системами.
2. Скорочено витрати на експлуатацію систем обліку споживання пари за рахунок переходу на безпаперову технологію реєстрації даних і їх наступну автоматизовану обробку.
3. Зекономлено фінансові засоби на оплату спожитої пари за рахунок підвищення точності вимірів.
4. Зменшено собівартість випускаємої продукції, за рахунок оптимального використання пари в технологічних процесах.
5. Вивільнено частину персоналу, що займається щозмінним обслуговуванням вузлів обліку споживання пари й обробкою діаграм приладів, що реєструють.
6. Підвищено оперативність керування витратою пари по підприємству за рахунок швидкого одержання диспетчером підприємства достовірних даних по миттєвій витраті пари і його параметрів, як по окремих ділянках, так і по підприємству в цілому.

ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі проведений аналіз ефективності енергозберігаючих заходів у системі теплопаропостачання графітного виробництва.

У результаті аналізу енергозберігаючих заходів були визначені найбільш ефективні: застосування конденсатовідвідників для пароспоживаючого устаткування; застосування теплоти конденсату пари, що відробило в технології, для підігріву холодної води системи гарячого водопостачання; застосування автоматизованої системи обліку споживання пари. Оснащення пароспоживаючого устаткування ефективними конденсатовідвідниками гарантує повне використання енергії пари й відсутність «пролітної пари». Використання теплоти конденсату в якості додаткового нагрівання холодної води для системи гарячого водопостачання дає скорочення споживання пари.

Для забезпечення безумовного контролю над раціональною витратою пари по підприємству з метою мінімізації витрат на виробництво продукції встановлюється автоматизована система обліку пари із заміною морально застарілих приладів обліку споживання пари й доповненням нових приладів.

ПЕРЕЛІК ДЖЕРЕЛ ПОСИЛАНЬ

1. Теплова енергетика - нові виклики часу / за заг. ред. П. Омеляновського, Й. Мисака; [упоряд. А. Акімов]. - Л: Українські технології. - 2009. - 658 с.
2. Пабат А.А. Економічні чинники конкурентоспроможності національних енергетичних технологій / Пабат А.А. // *Держава та регіони.* – 2009. №2. С. 144.
3. Закон України «Про енергозбереження» . – Режим доступу : <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/74/94-вр>.
4. Маслікевич М.Р. Сутність оцінки енергоефективності підприємства / Маслікевич М.Р., Сердюк Б.М. *Актуальні проблеми економіки та управління.* 2011. Вип. 5.
5. Севастьянов Р.В. Проблеми та перспективи енергозбереження на промислових підприємствах / Севастьянов Р.В. – Теоретичні і практичні аспекти економіки та інтелектуальної власності: Зб. наук. праць. – Маріуполь: ДВНЗ «ПДТУ», 2013. Випуск 1. Т.3. С. 107-110.
6. Гаприндашвілі Б.В. Енергозбереження як чинник підвищення конкурентоспроможності промислових підприємств . *БізнесІнформ.* -2014. № 8. С. 213–217.
7. Єнін П. М., Швачко Н.А. Теплопостачання .-М.: Київ, Кондор, 2007 р. 244с.
8. Прядко М.О., Павелко В.І. Теплові мережі, навчальний посібник,- Київ, Алеута, 2005 р. - 227с.
9. Гічов Ю.О. Джерела теплопостачання промислових підприємств. Частина І: Конспект лекцій. – Дніпропетровськ: НМетАУ, 2011. 52 с.
10. Кулінченко В.Р., Мирончук В.Г. Випарювання і випарні апарати у розрахунках і конструюванні: Навч. посіб.- Київ: Кондор, 2006.- 392с.

11. Енергозбереження промислових підприємств: методологія формування, механізм управління : монографія / В. В. Джеджула.- Вінниця : ВНТУ, 2014.- 346с.
12. Слободян Н. М. Аналітичний огляд основних схем використання відпрацьованого тепла [Електронний ресурс] Матеріали XLIX науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ,- Вінниця, 27-28 квітня 2020 р. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2020/paper/view/8823>.
13. Жовмір М. М. Утилізація низькотемпературної теплоти продуктів згоряння палив за допомогою теплових насосів. *Енергозбереження*.- 2008 р. С. 90-98.
14. Семеніхіна Л. В. Використання прихованої теплоти конденсації водяної пари з продуктів згоряння природного газу. *Наукові записки*. 2013 р.- С. 85-91.
15. Хейфец Р.Г., Куваев Г.Н. Теплоэнергетика металлургических заводов. Уч. пособ. – Д.:НМетАУ, 2000. - 66 с.
16. Вторичные энергетические ресурсы чёрной металлургии и их использование . Ю.И. Розенгарт, Б.И. Якобсон, З.А. Мурадова. - К.: Вища шк., 1988.- 328с.
17. Пономарчук І. А. Газоподібне паливо теплогенеруючих установок : навчальний посібник . - Вінниця : ВНТУ, 2012. - 127 с.
18. Стратегія енергозбереження в Україні: аналітично-довідкові матеріали. – НАНУ: *Академперіодика*, 2006.
19. Клименко В.В., Кравченко В.І. Телюта Р.В. Енергозбереження в теплотехнологічних процесах та установках: Навчальний посібник. - Кропивницький: ПП Ексклюзив-Систем, 2020. 219с.
20. Чепурний М.М., Ткаченко С.Й. Основи технічної термодинаміки. Вінниця, – „Поділля-2000”. 2004.- 352с.
21. Буляндра О.Ф. Технічна термодинаміка. – Підруч. для студ. енерг. спец. вищ. навч. закл. – Київ: Техніка, 2006. – 320 с.

22. Драганов Б.Х., Долінський А.А., Міщенко А.В., Письменний Є.М. і ін. *Теплотехніка*. - Київ: „ІНКОС”, 2005.
23. Константинов М.С. Теплообмін: Підручник. – Київ: ВПІ ВПК „Політехніка”: Інрес, 2005. – 304 с.
24. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти. Навч. посібник: М.Ф. Боженко. – К.: НТУУ «КПІ», 2010. - 256 с.
25. Слободян Н. М. Основні поняття та способи енергозбереження [Електронний ресурс] / Н. М. Слободян, К. В. Гігієнішвілі // Матеріали LI науково-технічної конференції підрозділів ВНТУ, Вінниця, 31 травня 2022 р.– 2022. – Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2022/paper/view/15112>.
26. Економіка підприємств: Посібник / за ред. П.С. Харіва. Тернопіль: Економічна думка, 2000. – 500 с.
27. Забарний Г.М., Кудря С.О., Ключ В.П. Методологія розробки програм енергоефективності та енергозбереження. – К., 2008. – 85 с.
28. Федішин Б.П. Економіка енергетики. Навчальний посібник для студентів енергетичних спеціальностей вищих навчальних закладів. – Тернопіль, 2003.-182с.
29. Сердюк Т.В. Організаційно-економічний механізм енергозбереження в промисловості: моногр. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2005. – 154 с.
30. Енергетичні установки. Загальний курс: Навчальний посібник. – 2-е видання X: «Видавництво САГА», 2008. – 320 с.з іл.
31. Кулішов В. В. Економіка підприємства: теорія і практика. Навчальний посібник. К. "Вікар", 2001.- 219с.