

СИСТЕМА АВТОМАТИЗОВАНОГО КОНТРОЛЮ ТЕМПЕРАТУРИ У ПРОЦЕСІ ОХОЛОДЖЕННЯ СИРОГО ПРИРОДНОГО ГАЗУ

¹Вінницький національний технічний університет

Анотація

В доповіді розглядається розробка концепції системи автоматизованого контролю температури в процесі охолодження сирого природного газу. Система є частиною автоматизованої системи управління технологічними процесами компресорної станції газового промислу.

Ключові слова: розробка, система автоматизованого контролю, температура сирого природного газу, технологічний процес охолодження, компресорна станція

Abstract

The report discusses the development of a concept for an automated temperature control system in the process of cooling raw natural gas. The system is part of an automated process control system for a gas industry compressor station.

Keywords: development, automated control system, raw natural gas temperature, cooling process, compressor station

Вступ

Засоби вимірювання та контролю температури давно зайняли провідне місце у системах автоматизованого управління багатьма процесами. Ускладнення цих процесів веде до необхідності різкого зростання кількості каналів вимірювання для отримання повної інформації про них.

У цьому відношенні комп'ютеризована система контролю температури для апаратів охолодження (АПО) сирого природного газу не відрізняються від складних промислових систем автоматизації. З урахуванням того, що газові трубопроводи є важливою складовою частиною промислового комплексу України, розробка такої системи контролю є актуальною науковою та технічною задачею.

Результати дослідження

Апарати повітряного охолодження (АПО) широко використовуються в нафтогазовій промисловості для конденсації й охолодження пароподібних, газоподібних і рідких середовищ. Однією з областей застосування АПО є охолодження природного газу на компресорних станціях газових промислів (КС ГП) і на компресорних станціях магістральних газопроводів (КС МГ) [1-5]. Необхідність охолодження газу на даних об'єктах продиктована вимогами енергозбереження. У процесі стиску газу його температура збільшується. Для зниження потужності на транспортування, збільшення пропускної здатності газопроводу й підвищення його надійності газ після компресорів охолоджується вентиляторами В1-В4 в АПО (рис.1). Істотна відмінність умов експлуатації АПО газу на ДКС ГП і КС МГ полягає в тому, що на компресорні станції магістральних газопроводів надходить уже осушений газ, у той час як на газових промислах на першому компресорному щаблі доводиться охолоджувати сирий газ до сушіння. При цьому має місце проблема утворення гідратів вуглеводних газів на внутрішніх поверхнях нижніх рядів теплообмінних трубок АПО газу, що приводить до закупорки прохідного перетину трубок і виходу їх з ладу. Раніш на більшості КС першого компресорного щабля застосовувався спосіб керування АПО газу, що полягав в ручному або дистанційному включенні-відключенні вентиляторів, число яких визначалось оператором виходячи з його професійного досвіду. Визначення факту закупорки теплообмінних трубок гідратами провадилося візуально по наявності інію на трубках. Відігрівання закупорених трубок здійснювалось за допомогою парогенераторної установки, але навіть це часто є неефективним. Недоліки такої системи очевидні.

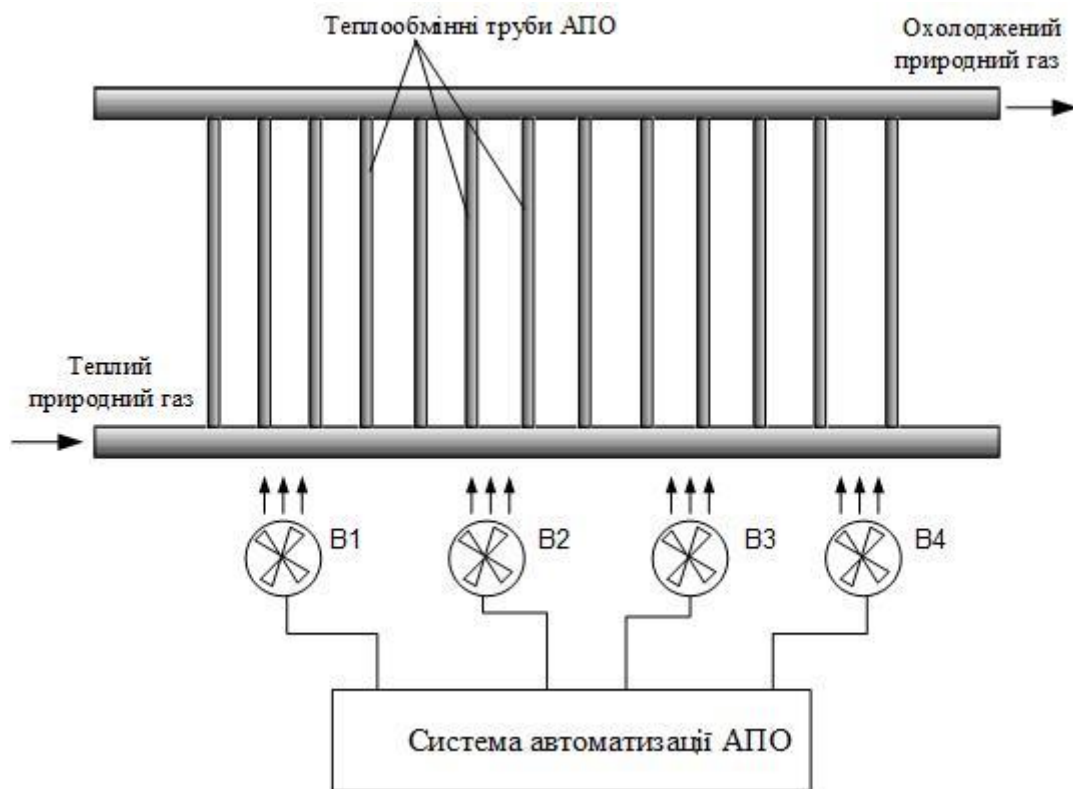


Рис. 1. Принцип повітряного охолодження сирого природного газу на компресорній станції

Тому для підвищення надійності й ефективності експлуатації АПО сирого газу тепер створюються системи автоматизації АПО, що забезпечують:

- автоматичну підтримку заданої температури газу на вихідному колекторі АПО найбільш раціональним способом;
- плавний пуск електродвигунів вентиляторів;
- недопущення закупорки в теплообмінних трубках АПО.

Застосовують наступні способи регулювання АПО газу:

- вплив на продуктивність вентиляторів;
- застосування керованих жалюзі на поверхнях теплообміну;
- включення-відключення вентиляторів;
- рециркуляція охолоджувального повітря перед теплообмінними секціями АПО газу;
- перепуск частини технологічного потоку по байпасних лініях;
- зволоження охолоджувального повітря й поверхні теплообмінних секцій АПО газу.

Найбільш ефективним і економічним способом регулювання продуктивності вентиляторів є плавна зміна їхньої швидкості (частоти) обертання, що досягається застосуванням частотно-регульованого приводу (ЧРП). Застосування ЧРП вентиляторів дозволяє досягти наступних переваг у порівнянні із традиційними методами:

- зменшення енергоспоживання в середньому на 35%;
- усунення пускових струмів і перевантажень двигуна на період пуску;
- зменшення механічного спрацювання устаткування й зниження витрат на його технічне обслуговування й ремонт завдяки зниженню кратності пускових струмів і моментів, зниження швидкості витрати ресурсу об'єкта.

По виконуваних функціях розрізняють два різновиди газокompресорних станцій: дотисні й лінійні. У процесі розробки родовищ пластовий тиск природного газу поступово падає. При падінні тиску на виході газового промислу нижче 60 атмосфер природний газ доцільно стискати до 70-76 атмосфер. Ця задача вирішується дотискними компресорними станціями. Внаслідок опору руху газу по трубопроводу його тиск падає. Тому по всій трасі газопроводу приблизно через 100 км будуються лінійні компресорні станції, що стискають газ до необхідного тиску.

Компресорна станція - це складний комплекс технологічних об'єктів. Основним тут є газоперекачувальний агрегат, що підвищує тиск газу шляхом його стиску. ГПА складається з відцентрового компресора, двигуна й допоміжного технологічного обладнання. Агрегати розрізняються за одиничною потужністю, за типом двигуна, за продуктивністю й т.д.

Як правило, одиничної потужності ГПА недостатньо для забезпечення потрібного ступеня стиску й об'ємної продуктивності, тому в складі компресорних цехів звичайно працюють відразу кілька ГПА. Компресорний цех являє собою сукупність працюючих на загальне навантаження ГПА й загальноцехового обладнання (пристрій підготовки газу, вузол підключення, режимні крани, агрегати повітряного охолодження газу, система пожежогасіння й так далі).

Як показав огляд літератури [5-10], при автоматизації компресорних станцій вітчизняних газових трубопроводів в основному використовуються системи закордонного виробництва. Проте і вони не позбавлені деяких суттєвих недоліків. Наприклад, їхнє впровадження зазвичай вимагає дуже великих коштів на придбання програмно-апаратних засобів автоматизації відомих фірм-виробників, інтерфейс роботи оператора в системі не завжди зручний, недостатньо функцій обробки результатів, алгоритми роботи системи контролю та управління закриті, їхня зміна неможлива без участі представників фірми-постачальника. Тому на вітчизняних газових трубопроводах в умовах світової економічної кризи виникають серйозні проблеми при придбанні, впровадженні та експлуатації таких сучасних систем автоматизації, зокрема, для компресорних станцій.

Вирішити цю проблему можна тільки шляхом застосування в комплексній системі автоматизації компресорної станції вітчизняних програмно-апаратних засобів, зокрема, системи автоматизованого контролю (САК) температурних режимів роботи апаратів повітряного охолодження сирого природного газу при його підготовці до транспортування по газовому магістральному трубопроводу.

Треба, щоб така САК температури була заснована на універсальних засобах управління й легко адаптувалася під конкретну конфігурацію апаратів повітряного охолодження сирого природного газу. Необхідно забезпечити відкритість її алгоритмів контролю, відповідні інструменти для їх зміни користувачем (оператором, інженером, керівником), автономність системи, здатність системи до подальшого розширення, створення форм відображення інформації з вимог фахівців галузі, а також засоби самостійного створення й редагування цих форм.

Для такої САК температурних режимів роботи апаратів повітряного охолодження сирого газу, що працюють у складних природних умовах, доцільно вибрати сучасні датчики температури, які б легко узгоджувались з мікропроцесорними засобами системи і забезпечували б завадостійке передавання даних на значні відстані. При цьому не слід орієнтуватися на надсучасні бездротові чи мережні цифрові датчики температури вартість яких надзвичайно висока (температурний радіозонд коштує від 700 до 1200 ум. одиниць, а мережний цифровий датчик – від 400 до 800 ум. одиниць).

Крім того, для зменшення загальних витрат на створення такої САК необхідно замінити дорогі пристрої введення сигналів (промислові контролери або модулі розподіленого збору даних), що застосовуються зараз в системах автоматизації компресорних станцій, на більш дешевий мікропроцесорний контролер (МК) власної конструкції для збору інформації з датчиків температури, яка б теж мала віддалений зв'язок з ПК оператора компресорної станції.

Кількість датчиків в такій САК визначатиметься конструкцією блоку АПО конкретної компресорної станції і планів її розширення. Якщо взяти за основу проєкту типову компресорну станцію, то можна орієнтовно розрахувати необхідну кількість датчиків температури. Ця компресорна станція має 4 апарати повітряного охолодження газу. Апарат має 4 секції по 35 вертикальних теплообмінних труб кожна, що обдуваються окремим вентилятором. У вертикальному напрямі секції можна поділити на 3 зони – верхню, середню та нижню, які мають різні умови охолодження в них природного газу. Тоді у всьому блоці АПО буде налічуватись 48 зон контролю температури.

Якщо в кожній зоні на окремих вертикальних трубах встановити 12 датчиків температури, як це показано на рис.2, то загальна кількість датчиків сягне 576. Додавши до цього числа ще 24 резервних датчика (на випадок розширення блоку АПО компресорної станції), отримаємо остаточне число датчиків в проєктованій системі автоматизованого контролю, що буде дорівнювати 600.

З кожної зони контролю сигнали датчиків температури повинні передаватися до загального мікропроцесорного контролера (МК) збирання інформації (централізована схема збору даних), який в свою чергу підключатиметься до ПК оператора компресорної станції. ПК оператора, як правило, розміщується у окремому приміщенні (операторська). Для зменшення загальної довжини кабелів передачі сигналів з датчиків температури до МК треба розмістити його в шафі автоматики, що

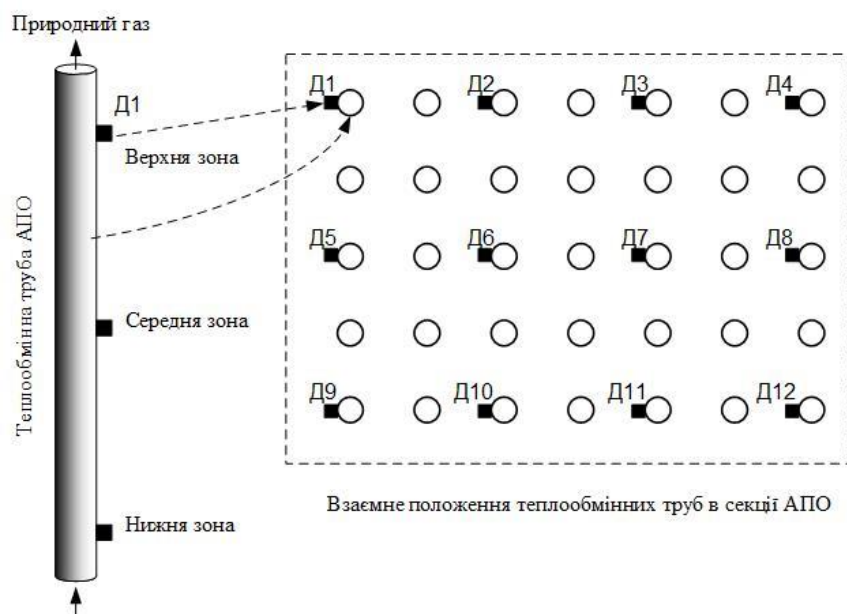


Рис. 2. Принцип розміщення датчиків в зонах контролю температури однієї секції АПО

розташована в геометричному центрі блоку АПО сирого газу. У цьому разі, виходячи з загальної площі компресорної станції, відстань від ПК оператора до МК приблизно складе 500 м. Тому треба передбачати заводозахищену дистанційну передачу даних до комп'ютера через відповідну лінію передавання цифрових даних. Усю первинну обробку інформації з датчиків температури доцільно виконувати в комп'ютері оператора, куди ця інформація передаватиметься з МК.

З урахуванням усіх зазначених вимог до нової системи автоматизованого контролю температури для АПО сирого природного газу, загальна її конфігурація буде такою, що наведена на рис.3.

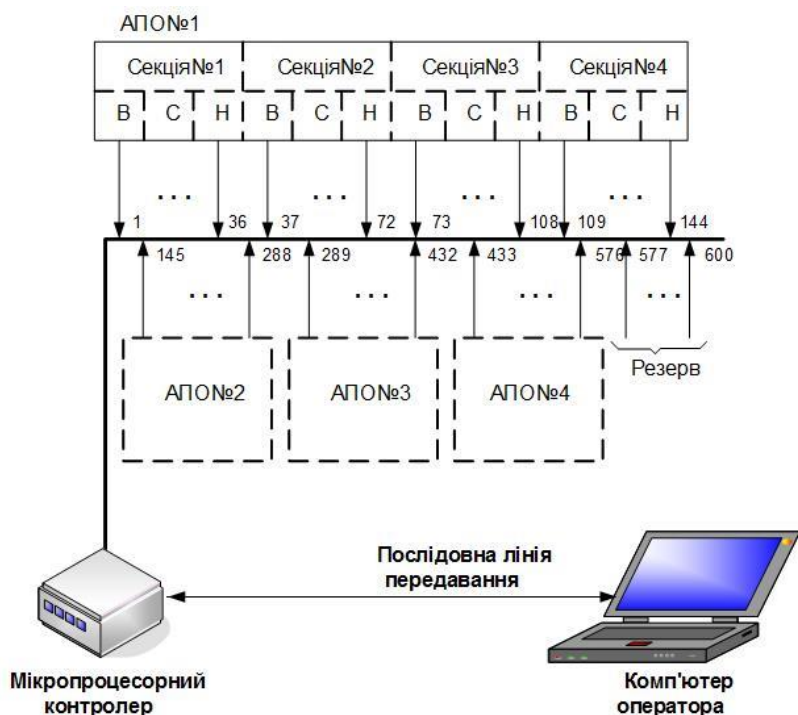


Рис. 3. Загальна конфігурація системи автоматизованого контролю температури

Програмне забезпечення комп'ютера оператора повинно виконувати ефективний обмін даними з

мікропроцесорним контролером (МК), що збирає інформацію з 600 датчиків температури, та відображення отриманої поточної інформації на моніторі через графічний інтерфейс оператора.

Висновки

В результаті виконання даної роботи була розроблена концепція системи автоматизованого контролю температури сирого природного газу в ході виконання технологічного процесу компресорної станції. В результаті були сформовані основні технічні вимоги для подальшого проєктування цієї системи автоматизованого контролю, яка є частиною системи автоматизації трубопровідної транспортної системи.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Євдокимов Я. Регулювання ДПА: проблеми і шляхи їх вирішення // Сучасні технології автоматизації. -2020. - №2. - С. 80-87.
2. Пермінов В., Яковлев А., Чаков В., Фадєєв В., Трошев Ю. Модернізація розподіленої системи управління лінійної частини магістрального газопроводу // Сучасні технології автоматизації. -2013. - №4. - С.30-37
3. Андріяхіна Д. Система автоматизованого управління технологічними процесами газозбірної пункту станції підземного зберігання газу // Сучасні технології автоматизації. - 2018. - №2. - С. 28-35.
4. Мочалов Р., Худов А., Язєв А. Автоматизація мережі газорозподільних станцій на базі програмно-технічного комплексу "Каскад-САУ" // Сучасні технології автоматизації. - 2018. - №2. - С. 36-45.
5. Романовський А., Грінєнко А., Солодовніков Г., Кузьмінов В. Система «Хортиця» для трубопровідного транспорту // Сучасні технології автоматизації. - 2022. - №2. - С. 42-48.
6. Талибов Еге. Про модернізацію АСУ ТП установок комплексної підготовки газу районах Крайньої Півночі // Сучасні технології автоматизації. - 2017. - №2. - С. 22-24.
7. Кривоносов А., Харитонов А., Гулічов В. Система управління газоперекачувальних агрегатів // Сучасні технології автоматизації. - 2017. - №2. - С. 66-69.
8. Продовіков С., Макаров А., Бунін В., Черніков А. Досвід автоматизації складних промислових об'єктів на прикладі газокompресорних станцій // Сучасні технології автоматизації. - 2019. - №2. - С. 16-27.
9. Щербінін С.В., Коловертнов Г.Ю., Краснов А.М., Новоженін А.Ю. Система автоматизованого управління апаратами повітряного охолодження сирого газу // Нафтогазова справа. - 2024. - №3. - С.1-10.
10. Вітковський С., Дубинський В. Автоматизована система управління установкою підготовки попутного нафтового газу // Сучасні технології автоматизації. -2019. - №4. - С. 26-33.

Сорочук Наталія Сергіївна - студентка групи АКІТ-22бз, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: naaatashee2004@gmail.com;

Севаст'янов Володимир Миколайович— к.т.н., доцент, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця e-mail: rada.inaeksu@gmail.com

Панінов Володимир Миколайович - канд. техн. наук, професор кафедри АІТ, факультет інтелектуальних інформаційних технологій та автоматизації, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: vnpapinov@gmail.com;

Sorochuk Natalia S. – student of AKIT-22bz group, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, email: naaatashee2004@gmail.com;

Sevastyanov Volodymyr M. - Ph. D., Assistant Professor of department of automation and intelligent information technologies, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: mvm@vntu.edu.ua;

Papinov Volodymyr M. - Ph. D., Professor of department of automation and intelligent information technologies, Faculty of Intelligent Information Technologies and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsya, e-mail: vnpapinov@gmail.com.