

# ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛУ ТА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ГАЗОВИХ МЕРЕЖ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ

Вінницький національний технічний університет

## Анотація

*Розглянуто особливості побудови, розподілу та експлуатації систем газопостачання промислових підприємств і виробничих котелень. Проаналізовано принципи підключення підприємств до розподільних газопроводів високого, середнього та низького тиску залежно від потреб виробництва і технологічного процесу. Охарактеризовано основні елементи системи газопостачання, включаючи газорегуляторні пункти (ГРП), газорегуляторні установки (ГРУ), міжцехові та внутрішньоцехові газопроводи. Особливу увагу приділено вибору способу прокладання газопроводів, вимогам до вентиляції, безпеки та пожежного захисту газифікованих приміщень. Наведено рекомендації щодо технічної експлуатації та автоматизації газових систем, а також визначено фактори, що впливають на вибір раціональної схеми газопостачання промислового підприємства. Зазначено, що підвищення ефективності газопостачання сприяє зменшенню металоємності мережі, покращенню економічних показників та підвищенню безпеки експлуатації.*

**Ключові слова:** газопостачання, промислове підприємство, газорегуляторний пункт, газопровід, безпека, вентиляція, експлуатація, автоматизація.

## Abstract

*The features of the construction, distribution and operation of gas supply systems of industrial enterprises and production boiler houses are considered. The principles of connecting enterprises to high, medium and low pressure distribution gas pipelines depending on the needs of production and technological process are analyzed. The main elements of the gas supply system are characterized, including gas regulation points (GRP), gas regulation units (GRU), inter-shop and intra-shop gas pipelines. Particular attention is paid to the choice of the method of laying gas pipelines, the requirements for ventilation, safety and fire protection of gasified premises. Recommendations are given on the technical operation and automation of gas systems, and factors influencing the choice of a rational gas supply scheme for an industrial enterprise are also identified. It is noted that increasing the efficiency of gas supply contributes to reducing the metal content of the network, improving economic indicators and increasing operational safety.*

**Keywords:** gas supply, industrial enterprise, gas control point, gas pipeline, safety, ventilation, operation, automation.

## Вступ

Системи газопостачання промислових підприємств та виробничих котелень є невід'ємною складовою сучасного енергетичного забезпечення виробництва. Від їхньої надійності, безпеки та ефективності залежить стабільність технологічних процесів, економічність роботи обладнання та екологічна безпека об'єктів. Газ як паливо широко застосовується у промислових печах, котельнях, сушильних установках і технологічних агрегатах, забезпечуючи високу теплотворну здатність і зручність автоматизації процесів горіння. Розробка та експлуатація систем газопостачання потребує врахування особливостей технологічного циклу підприємства, параметрів споживання, умов розміщення комунікацій та вимог безпеки [4].

Метою даної роботи є аналіз принципів побудови систем газопостачання промислових підприємств, визначення структурних елементів мереж, вимог до їх монтажу, експлуатації та безпеки, а також розгляд особливостей використання газового палива у промислових установках різного призначення.

## Результати дослідження

Системи газопостачання промислових підприємств та виробничих котелень можна розділити на дві цільові групи, одна з них – це резервне газопостачання, а друга – використання пропан-бутану як основний вид енергоносія. Газові мережі великих підприємств з необхідністю використання в цехах

газу середнього та високого тиску підключають до розподільних газопроводів високого тиску. У центральному ГРП здійснюється замір витрати газу та редукування його до величини високого тиску, необхідного для цехів, і до середнього тиску, необхідного для інших цехів. Промислові підприємства постачають газом, як правило, по системах розподільчих газопроводів високого або середнього тиску. При малих витратах газу, які не порушують режиму газопостачання побутових споживачів, можливе підключення підприємств до газопроводів низького тиску [1].

Система газопостачання підприємства складається із введення на територію, міжцехових газопроводів, ГРП та ГРУ та внутрішньоцехових газопроводів. Введення зазвичай роблять підземним і розміщують на ньому головний пристрій, що відключає. Міжцехові газопроводи в залежності від планування підприємства, насиченості його території підземними та надземними комунікаціями, ступеня осушеності газу та низки інших факторів можуть бути підземними, надземними та змішаними. На підприємствах частіше віддають перевагу надземному прокладанню міжцехових газопроводів, так як вони в цьому випадку не схильні до підземної корозії, більш доступні для огляду та ремонту, менш небезпечні при витоках газу та економічніше підземних. Освітлення приміщень з газифікованими котлами, печами та іншими агрегатами має бути природним у денний та електричний час у нічний час.

Вентиляція, природна або примусова, повинна забезпечувати не менш ніж триразовий повітрообмін без урахування повітря, необхідного для горіння газу. Приплив повітря зазвичай здійснюється за котлами, а витяжка – з верхньої зони. При використанні примусової вентиляції витяжні вентилятори та їх електромотори з пусковою апаратурою мають бути у вибухозахищеному виконанні. У печах, котлах та інших агрегатах застосовують виготовлені за діючими нормами або проектом газові пальники, що забезпечують стійкість горіння в межах необхідного регулювання теплового навантаження агрегату. Для розпалювання пальників та спостереження за їх роботою на фронтальному щиті або дверцятах топок агрегатів роблять оглядові отвори з кришками, якщо таких отворів немає в самих пальниках. Відстань від виступаючих частин пальників або арматури агрегату до стін, колон або будь-яких споруд має бути не менше 1 м [2, 3].

Приміщення газифікованих цехів та котелень мають бути забезпечені засобами пожежогасіння за нормами пожежного нагляду. Широке застосування газового палива в промислових печах підвищує економічність їх роботи, дозволяє вдосконалювати технологію теплових процесів та здійснювати їх автоматичне регулювання, спрощувати обслуговування печей та покращувати санітарно-гігієнічні умови у виробничих приміщеннях. Призначення печей вимагає організації передачі тепла від газового факела і продуктів горіння виробам, що нагріваються, і матеріалам різними способами. Передача тепла може здійснюватися променевипусканням, конвекцією та теплопередачею [5, 6].

За способом застосовуваного теплообміну і температури печі, що досягається в робочому просторі, поділяють на три групи [7]:

1. Високотемпературні (вище  $1000^{\circ}\text{C}$ ), в яких переважає передача тепла променевипусканням.
2. Середньотемпературні ( $650\div 1000^{\circ}\text{C}$ ), у яких одночасно з передачею тепла променевипусканням набуває значення теплопередача конвекцією.
3. Низькотемпературні (нижче  $650^{\circ}\text{C}$ ), у яких переважає передача тепла конвекцією.

По стінах будівель газопроводи прокладають на кронштейнах, а по перекриттях – на опорах висотою не менше 0,5 м. Компенсація температурних деформацій надземних газопроводів забезпечується відведеннями та поворотами їх у горизонтальній та вертикальній площинах, а за необхідності – лінзовими або П-подібними компенсаторами. Частина опор роблять нерухомими (мертвими), інші – ковзними. Відведення газопроводів діаметром до 100 мм роблять гнутими або штампованими, а при великих діаметрах зварними. Надземні газопроводи вологого газу прокладають з ухилом не менше 0,003, а нижніх точках монтують дренажні штуцери; за потреби такі газопроводи утеплюють. На всіх відгалуженнях до цехів встановлюють пристрої, що відключають, а на вводах в цехи монтують продувні лінії для витіснення повітря з газопроводу при первинному пуску газу [8].

Для захисту від корозії надземні газопроводи фарбують олійною фарбою двічі. Внутрішньоцехові газопроводи прокладають відкрито і кріплять до стін, колон, перекриття будівель і каркасів газоспоживаючих агрегатів за допомогою кронштейнів, гаків або підвісок (на висоті не менше 2,2 м у місцях проходів людей). При прокладанні газопроводу паралельно електрокабелю відстань між ними витримується не менше 250 мм, а при перетинах – не менше 100 мм. Прилади, що відключають, повинні бути встановлені на введенні газопроводу в цех, на всіх відводах від цехового колектора до газоспоживаючих агрегатів і перед пальниками агрегатів. Для продування внутрішньоцехових газопроводів на кінцевих їх ділянках передбачаються продувні газопроводи діаметром не менше 19 мм

із запірними пристроями, що виводяться поза будівлею на висоту не менше 1 м вище за карниз даху. Продувні газопроводи передбачаються також на відводах до агрегатів після відключаючого пристрою на агрегат. Фарбують внутрішньоцехові газопроводи у світло-коричневий колір.

Газопостачання промислових і комунальних підприємств зазвичай здійснюють за тупиковими мережами, числом, типом і місцезнаходженням ГРП і ГРУ, а також методом прокладання газопроводів і тисками в них. Для газопостачання великих підприємств іноді застосовують кільцеві схеми з одним або для надійності з двома самостійними введеннями. На вибір конкретної схеми газопостачання впливають витрата та режим споживання газу цехами, характеристика газопальникових пристроїв та теплових агрегатів, територіальне розташування цехів, зручність обслуговування мережі та техніко-економічні показники. Газові мережі невеликих промислових підприємств, що підключаються до розподільних газопроводів середнього або високого тиску, зазвичай обладнають одним ГРП. У ГРП проводяться облік витрати газу та зниження його тиску до середнього, необхідного цехам. Зниження тиску газу до низького здійснюється у внутрішньоцеховому ГРУ цеху [9].

У цехах із великою витратою газу рекомендується встановити вузли обліку витрати газу для контролю за економічністю його використання. При великій кількості цехів і при значній віддаленості від центрального ГРП доцільно в деяких цехах мати місцеві ГРУ, що забезпечують стабільність тиску газу перед пальниками теплових агрегатів. У подібних схемах газопостачання за рахунок подачі до віддалених цехів великих кількостей газу газопроводами високого і середнього тиску значно зменшується металоємність газової мережі. Вибір найбільш раціональної схеми газопостачання підприємства у кожному даному випадку проводиться на підставі техніко-економічного порівняння конкурентоспроможних варіантів мережі [10, 11].

Схеми внутрішньоцехових газопроводів дуже різні, так як залежать від планування цеху, розміщення газоспоживаючих агрегатів, типу пальників і автоматичних пристроїв на агрегатах, наявності підкранових шляхів і т. п. З огляду на відсутність особливої необхідності кільцювання внутрішньоцехові газопроводи найчастіше прокладають у вигляді окремих тупикових відповідей. Загальною вимогою до схем внутрішньоцехових газопроводів є установка відключаючого пристрою і показує манометра на введенні газопроводу в цех, головних пристроїв, що відключають – на відгалуженнях газопроводу до агрегатів, продувного трубопроводу – в кінці цехового газопроводу і відключаючих пристроїв – на великих по протяжності відповідей. Газоспоживаючі агрегати повинні бути обладнані КВП для виміру тиску газу у пальників кожного агрегату, тиску повітря в повітроводі у пальників, розрідження в топці або борові до шиберу. Агрегати, обладнані пальниками з подачею повітря від дутьових пристроїв, повинні мати блокуючі пристрої, що забезпечують автоматичне відключення газу при падінні тиску повітря нижче встановленої межі. На агрегатах, що мають димососи, передбачається блокування, яке відключає подачу газу при зупинці димососа. Котельні агрегати повинні бути обладнані автоматикою, що припиняє подачу газу при неприпустимому відхиленні тиску газу від заданого, згасанні полум'я будь-якого з основних пальників, порушенні тяги, припинення подачі повітря в пальники з примусовою подачею повітря. Необхідність встановлення вибухових запобіжних клапанів та ступінь автоматизації системи газопостачання печей, сушарок та інших агрегатів встановлюються проектною організацією.

## **Висновки**

Системи газопостачання промислових підприємств повинні забезпечувати надійну, безпечну та економічну подачу газу з урахуванням особливостей виробничих процесів. Раціональне проектування мереж, правильний вибір схеми газопостачання та способу прокладання газопроводів сприяють підвищенню ефективності й безпеки експлуатації. Важливу роль відіграють автоматизація, вентиляція та протипожежний захист, що забезпечують стабільну роботу систем і мінімізують ризики аварійних ситуацій.

## **СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ**

1. Інженерне обладнання будинків і споруд. Газопостачання: ДБН В.2.5-20-2018 – [Чинний від 2019–07–01]. – К. : Держбуд України, 2019. – 207 с. – (Національний стандарт України).
2. Правила безпеки систем газопостачання: Міністерство енергетики та вугільної промисловості України. – Офіц. Вид. – К., 2015 р. – 68 с.

3. Система газопостачання. Газопроводи підземні сталеві. Загальні вимоги до захисту від корозії: ДСТУ Б В.2.5-29:2006 – [Чинний від 2006–08–01]. – К. : Мінбуд України, 2006. – 88 с. – (Національний стандарт України).
4. Сучасні та інноваційні технології в безпеці газопостачання: монографія / В. С. Сідак, В. М. Супонев, Ю. Ф. Броневський; за заг. Ред. В. С. Сідака; Харків. Нац. Ун-т міськ. Госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. – 433 с. ISBN 978-966-695-368-4.
5. Ратушняк Г. С. Управління змістом проєктів із забезпечення надійності зовнішніх газорозподільних мереж: монографія / Г. С. Ратушняк, О. І. Ободяньська. – Вінниця, 2014. – 128 с. – ISBN 978-966-641-582-3.
6. Predun K. Using fuzzy logic elements to assess the quality of natural gas / K. Predun, U. Franchuk, O. Obodyanska // The scientific heritage. – Budapest, Hungary – 2021. – №1(73). – P. 45–52.
7. Енергетична безпека газотранспортної системи України / О.І. Ободяньська // Енергоефективність в галузях економіки України: збірник матеріалів міжнародної науково-технічної конференції (Вінниця, 12-14 листопада 2019 року) – 2019 – С. 247-249.
8. Засоби підвищення енергоефективності газових мереж населених пунктів / О.І. Ободяньська, О.А. Іванов // Енергоефективність в галузях економіки України: збірник матеріалів міжнародної науково-технічної конференції (Вінниця, 12-14 листопада 2019 року) – 2019 – С. 253-255.
9. Енергетична безпека газотранспортної системи України / О.І. Ободяньська // Енергоефективність в галузях економіки України: збірник матеріалів міжнародної науково-технічної конференції (Вінниця, 12-14 листопада 2019 року) – 2019 – С. 247-249.
10. Принципи забезпечення енергоефективності газотранспортної системи / О.І. Ободяньська // Міжнародна науково-технічна конференція «Енергоефективність в галузях економіки України» (Електронне наукове видання матеріалів конференції, м. Вінниця, 2021. – Режим доступу <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2024/paper/view/20591>).
11. Слободян Н.М. Організація та технологія проєктування систем теплогазопостачання та вентиляції: навч. Посіб. / Н. М. Слободян, О. Д. Панкевич, О. І. Ободяньська. – Вінниця, ВНТУ, 2016. – 110 с.

**Ободяньська Ольга Ігорівна** – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерних систем у будівництві Вінницького національного технічного університету, ORCID: 0000-0003-4464-3537, email: [olha.obodyanska@i.ua](mailto:olha.obodyanska@i.ua).

**Зелений Олексій Олексійович** – здобувач групи ТГ-25м факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії Вінницького національного технічного університету, e-mail: [zeleniy3349@gmail.com](mailto:zeleniy3349@gmail.com).

**Obodyanska Olha** – PhD, associate professor of department of engineering systems in construction Vinnytsia National Technical University, ORCID: 0000-0003-4464-3537, email: [olha.obodyanska@i.ua](mailto:olha.obodyanska@i.ua).

**Zelenyi Oleksii** – student group TG-25 of the Faculty of Civil and Environmental Engineering, Vinnytsa National Technical University, e-mail: [zeleniy3349@gmail.com](mailto:zeleniy3349@gmail.com).