

УДК 696.2

Особливості експлуатації інженерних систем будівель під час воєнного стану

Ю. Й. Франчук¹, В. А. Коновалюк²

¹ к.т.н., ас. Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, franchuk.yy@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-7910-8705

² к.т.н., доц. Київський національний університет будівництва і архітектури, м. Київ, Україна, konovaliuk.va@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-5115-7188

***Анотація.** Руїнування інженерних систем будівель і споруд, періодичні пікові навантаження, що утворюються під час воєнних дій, істотно впливають на стабільність роботи цих систем. Необхідність виконувати ремонтні і налагоджувальні роботи в аварійному режимі в найкоротший термін не завжди узгоджується з чинними вимогами з охорони праці, які розроблялися для умов експлуатації інженерних мереж в мирний час. Враховуючи наявний і відтермінований вплив пошкоджень на роботу інженерних систем є необхідність врахувати наявні умови в нормативних документах, які в подальшому можуть бути використанні при форс мажорних обставинах. При вибухах поблизу газопроводів утворюється динамічні коливання, подібні до робіт по забиванню паль при будівництві. В такому випадку «Правила безпеки систем газопостачання» вимагають здійснювати перевірку міцності стиків по всій довжині впливу плюс 20 м. Часто пошкодження газопроводу від вибуху призводить до його зміщення по вертикалі й горизонталі. Тому виникає необхідність перевіряти фізичним методом контролю найближчі від місця пошкодження зварні стики. При виявленні дефекту у стиках необхідно обов'язково перевіряти і наступний стик газопроводу. Крім наскрізних пошкоджень існує вірогідність пошкоджень тільки ізоляційного покриття. Так як фізично оглянути підземний газопровід неможливо, необхідно використовувати приладний метод виявлення таких пошкоджень. Необхідно проводити позачергове приладове обстеження, на підставі якого визначаються ділянки, які потребують додаткової ізоляції. Повинна здійснюватися перевірка і додаткова герметизація інженерних вводів і випусків підземних комунікацій. В будівлях повинен здійснюватися контроль мікроконцентрацій чадного газу та контроль довибухових концентрацій метану.*

Ключові слова: газопостачання, димовидалення, газонебезпечні роботи, комплексне приладове обстеження, ремонт газопроводу.

Вступ. Існуючі реалії, які створилися в Україні особливо після 24 лютого 2022 року, значно ускладнили експлуатацію інженерних мереж, насамперед систем електро-, газо- і теплопостачання та внутрішньобудинкових інженерних систем. Нестабільність подачі енергії, руїнування елементів інженерних систем, пошкодження ізоляційних покриттів призводить до виникнення аварійних ситуацій, ускладнень в роботі промислових підприємств і зниженні комфортності перебування в будівлях.

Актуальність дослідження. Для забезпечення функціонування економіки та комфортних умов життєдіяльності населення, газорозподільні системи повинні забезпечувати надійну і безперебійну подачу газу і в умовах воєнного стану. В результаті обстрілів відбувається руїнування ділянок газопроводів, що призводить не тільки до припинення газопостачання, але й до загрози утворення вибуху чи пожежі.

Останні дослідження та публікації. Чинне законодавство регламентує проведення газонебезпечних робіт на газопроводах лише в мирний час. Порядок виконання робіт з забезпеченням вимог охорони праці передбачається в [1, 2, 4, 5].

Крім того на кожному підприємстві з газопостачання розроблені інструкції з охорони праці

при виконанні таких робіт, виробничі та посадові інструкції тощо. Ці нормативи під час дії воєнного стану не завжди актуальні. Питання потребує доопрацювання.

Формулювання цілей статті. Метою дослідження є аналіз технічного стану інженерних систем, характерних пошкоджень та руїнувань та надання пропозицій для забезпечення надійного енергопостачання.

Основна частина. Газові мережі України в основному побудовані в минулому сторіччі, вони забезпечують третину потреби країни в енергії і являються об'єктами підвищеної небезпеки. Роботи, пов'язані з оглядом, чисткою, ремонтом газопроводів і технологічного обладнання при проведенні яких можливе виділення в робочу зону шкідливих парів і газів, які можуть визвати загорання та шкідливий вплив на людину називаються газонебезпечними. При проведенні таких робіт існує ймовірність утворення вибуху та пожежі. В умовах експлуатації інженерних мереж в мирний час завдяки виконанню планованих та поточних робіт (рис. 1) забезпечується необхідний рівень безпечності та надійності роботи газових систем.

Для цього складаються графіки обслуговування та ремонту систем, які враховують вимоги

нормативних документів, вимоги паспортів заводів-виготовлювачів обладнання, технічного стану мереж, їх віку тощо.



Рис. 1. Обстеження газопроводів

За перші три місяці російського вторгнення в Україні знищено більше 5 тис. км газорозподільних мереж (рис. 5, 6), та зруйновано 6 тис м² будівель (рис. 2, 3).



Рис. 2. Руйнування газифікованих приватних будівель



Рис. 3. Руйнування газифікованих багатоповерхових будівель

Через бойові дії було відключено і пошкоджено 1074 газорозподільних та 2739 шафових газорегуляторних пунктів. Фахівці Операторів ГРМ відновили роботу 390 газорозподільних та 929 шафових пунктів.

Тільки за перші півтора місяці воєнних дій

отримали пошкодження наступні об'єкти ГТС України: три магістральні газопроводи, дві газорозподільні станції, зупинено сорок вісім газорегуляторних станцій та чотири компресорні станції захоплено окупантами.

Крім того, більше 300 тисяч домогосподарств залишилися без газопостачання [10].

В силу необхідності постійного отримання енергії газові мережі мають стабільно працювати в т.ч. і під час воєнного стану. В цей період значно зростає ймовірність пошкодження чи ураження об'єктів критичної інфраструктури, в т.ч. газової (рис. 4, 5), а отже разом з відсутністю стабільного газопостачання зростає загроза вибуху чи пожежі. Підвищуються рівень небезпеки для людей, які перебувають поблизу.



Рис. 4. Пошкодження сталевого газопроводу



Рис. 5. Пошкодження поліетиленового газопроводу

Діюче законодавство регламентує проведення газонебезпечних робіт на газопроводах лише в мирний час. Вказаними роботами мають право керувати та їх виконувати лише висококваліфіковані фахівці які пройшли медогляд, навчання та здали іспити з питань охорони праці. З

числа інженерно-технічних працівників назначаються відповідальні за технічний стан об'єктів газопостачання та газоспоживання.

В умовах реалій сьогодення в Україні інфраструктура часто зазнає пошкоджень та руйнувань. Це стосується також і підземних газопроводів (рис 6, 7).



Рис. 6. Розкопка пошкодженого газопроводу



Рис. 7. Ремонт пошкодженого газопроводу

Газонебезпечні роботи необхідно виконувати у світлий час доби, а при ліквідації наслідків аварійної ситуації – цілодобово. Здійснення ремонту, електрогазозварювання та різання газопроводів необхідно проводити під надлишковим тиском 40-150 даПа. (п. 7.30 [2]).

Дозволяється на пошкоджену ділянку газопроводу для тимчасового припинення витоку газу накладати муфту або хомут. Це забезпечить усунення витоку і необхідний рівень герметичності. Проте потрібно забезпечити щоденний огляд цього з'єднання (1.27 [2]).

Пошкоджені ділянки газопроводів, каверни глибиною понад 30 % від товщини труби необхідно ремонтувати шляхом вирізання дефектних ділянок і зварювання котушок довжиною, що відповідає діаметру труби, але не менше ніж 200 мм (рис. 8).



Рис. 8. Зварювання котушки в підземний газопровід

Часто пошкодження газопроводу від вибуху супроводжуються одночасно і їх зміщенням по вертикалі і горизонталі. Тому виникає необхідність відкривати і перевіряти фізичним методом контролю найближчі з обох боків від місця пошкодження зварні стики. При виявленні дефекту у стиках перевіряється наступний стик газопроводу (п. 1.28 [2]).

Перед початком проведення ремонтних робіт на сталевих підземних газопроводах, пов'язаних із роз'єднанням газопроводу, з метою запобігання іскроутворення, необхідно вимкнути засоби електрозахисту і встановити на роз'єднувальних ділянках газопроводу шунтувальні перемички з кабелю. Або проводити роботи тільки після продування газопроводу повітрям.

Як правило, підземний газопровід після вибухів візуально оглянути неможливо і тому є висока імовірність що сама сталева труба не зазнала руйнувань, а пошкодження отримало лише ізоляційне покриття газопроводу. У випадку не усунення пошкодження покриття сталевий газопровід зазнаватиме інтенсивної корозії, що приведе до витоку газу та виходу газопроводу з ладу. Тому потрібно провести позачергове КПО і використовувати його результатами при плануванні і виконанні ремонтних робіт (рис. 9, 10).

Динамічні навантаження, що утворюються від вибухів снарядів можна приблизно порівняти з навантаженнями, що утворюються при виконанні робіт по забиванню паль (шпунтів). Керуючись п. 1.34 [2] такі роботи допускається проводити на відстані не ближче ніж 30 м від газопроводу і після їх закінчення всі відкриті зварні стики сталевих газопроводів необхідно перевіряти фізичними методами контролю. Так як фактичні динамічні навантаження від вибухової хвилі можуть перевищувати вищезгадані навантаження, то перевірка герметичності стиків приладовими методами набуває ще більшу актуаль-

ність. Стики необхідно перевіряти по всій довжині вибухів плюс 20 м від крайнього.



Рис. 9. Розкриття контрольних шурфів



Рис. 10. Приладне обстеження стану підземних газопроводів

Доцільно пошкоджені ділянки сталевих газопроводу замінювати поліетиленовим використовуючи переходи «поліетилен-сталь» (рис. 11). При цьому необхідно забезпечити певний потенціал на сталевих підземних ділянках газопроводу.

Ремонт пошкоджених зварних з'єднань і механічних пошкоджень поліетиленових газопроводів проводиться шляхом вирізання дефектних ділянок і зварювання поліетиленових котушок довжиною не менше 500 мм. З'єднання виконуються за допомогою терморезисторного зварю-

вання. У випадку виявлення нещільностей у переході поліетилен-сталь його вирізають і замінюють новим. Якість відновленого з'єднання визначається перевіркою герметичності приладовими методами, мильною емульсією та пневматичним випробуванням.

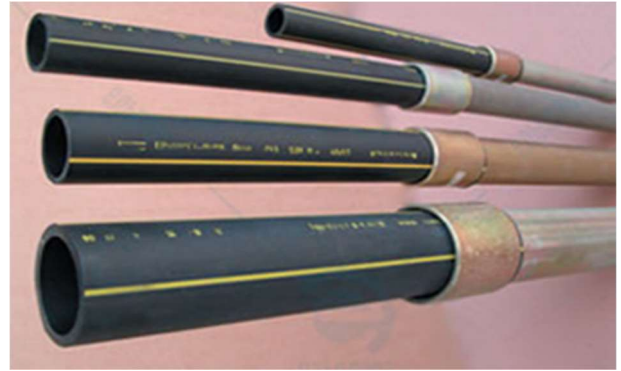


Рис. 11. Переходи «поліетилен – сталь»

Ретельної уваги потребує герметизація інженерних введів від газопроникнення. Крім мережного газу в ґрунті може бути газ біологічного походження від бродіння біологічних матеріалів та «болотний газ». При виявленні ознак загазованості складно зразу визначити тип газу. Однозначну інформацію про тип газу може надати лише спеціалізована лабораторія провівши аналіз газу в відсотковому відношенні. Детальний опис діагностування витоків газу проведений в роботі [3].

Як правило, мережний газ повинен мати не менше 90 % метану, до 3 % пропану, до 7 % бутану, до 6 % вуглекислого газу, до 1 % кисню, до 20 мг/м³ сірководню тощо. В інших газах відсоток метану значно нижчий, збільшується доля сірководню і вуглекислого газу. Описані гази перетікаючи вздовж траси підземних трубопроводів, через щілини, тунелі тощо можуть потрапляти в будівлі.

В силу вказаних причин значну увагу потрібно приділяти герметизації введів і випусків інженерних підземних комунікацій (рис. 12, 13).

Це проводить власник з оформленням акту де зазначається стан мереж. В час війни при обстрілах територій, мереж трубопроводів імовірність витоків різного роду газів зростає, а герметичність інженерних введів і випусків зменшується. Постає питання додаткового контролю вмісту газу.

У діючих будівельних нормах (п. 9.49; 9.56 [1]) передбачається контроль мікроконцентрацій чадного газу (0,005 об'ємних відсотків СО) та контроль довибухових концентрацій газу шляхом встановлення сигналізаторів у підвалах, технічних підпіллях, а за відсутності підвалів та

технічних підпілля – в цокольних та перших поверхах. Рекомендується застосовувати схему контролю концентрацій газу, наведену на рис. 14.



Рис. 12. Ввід інженерних мереж в будинок



Рис. 13. Ущільнення вводів в будинок

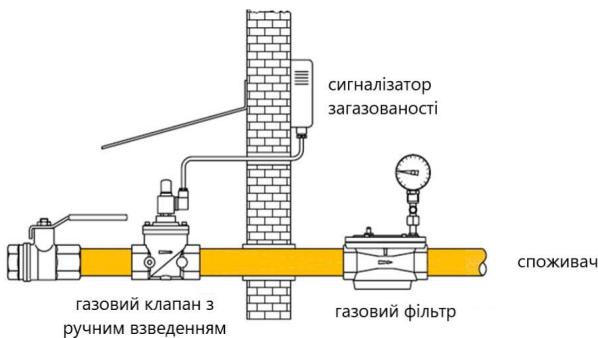


Рис. 14. Схема контролю концентрацій газу

Відповідно до п. 5.10 [2] власник будівель відповідає за утримання в належному стані ввідів підземних комунікацій в підвалах будинків, а також місць перетинів газопроводами елементів будинків.

Умови для технічного обслуговування забезпечує власник будівель. Несправне газове обладнання відключається з встановленням заглушок та оформленням відповідного акту представником експлуатаційної організації. Після проведення капітального ремонту, як і при заселенні газифікованих будинків, працівник газорозподільного підприємства проводить інструктаж із безпечної експлуатації газового обладнання власників будинків.

Прокладання газопроводів всередині будинків і споруд має бути відкритим. На цей час дозволяється приховане прокладання газопроводів (крім газопроводів скрапленого вуглеводневого газу) всередині будинків усіх призначень у шахтах або каналах стін, що закриваються щитами, які легко знімаються та мають отвори.

При будівництві внутрішніх газопроводів використовують сталеві труби. На цей час допускається використання труб із міді (згідно з вимогами ДСТУ-Н Б В.5.5-42), що з'єднуються між собою, а також з фітингами методом зварювання, твердого капілярного паяння або механічного пресування.

При проходженні вибухових хвиль відбувається значне динамічне навантаження на підземні газопроводи, що призводить до утворення прихованих пошкоджень як самої труби, так і ізоляційного покриття, які бажано мати можливість визначати неруйнівним методом. Необхідно позачергово проводити контроль стану газопроводів приладовим методом на: герметичність, контакт з землею і стан ізоляційного покриття.

У [2] зазначено, що у будинках, які обладнані приладами апаратами з відводом продуктів згорання в димоходи, забороняється влаштування витяжної вентиляції з штучним спонуканням.

В процесі тривалої технічної експлуатації житлових будинків у блоках димових та вентиляційних каналів у перестінках, які відгороджують димові канали один від одного утворюються мікротріщини, що порушує герметичність і відокремленість димоходу, тобто димовий канал стає нещільним. Під час включення механічних витяжок не відбувається процес природньої витяжки, проходить процес перетоків продуктів згорання через утворені нещільності у суміжні димоходи та вентиляційні канали, в результаті чого утворюється «зворотня тяга». При виключеній механічній витяжці від електроживлення із зміною напрямку вітру вентилятор може працювати не на витяжку, а на приплив, в результаті чого продукти згорання можуть потрапити у приміщення.

На вентиляційних каналах слід встановлювати тільки вентиляційні решітки.

Нормальною тягою димоходу вважається мінімальне розрідження в димоході, встановлене державними стандартами на прилади і апарати, які підключені до димоходу, але не менше 2 Па. Перевірка і прочищення димових і вентиляційних каналів комунально-побутових об'єктів, житлових та громадських будинків оформляються актом. Димові і вентиляційні канали на горищах

будинків, а при суміщеній покрівлі - на оголовках, повинні бути побілені і пронумеровані фарбою відповідно до номерів квартир. Після кожного ремонту димоходи підлягають позачерговій перевірці і прочищенню. Вказані роботи проводить спеціалізована організація.

Запровадження на ринку природного газу України розрахунку за спожитий чи переданий газ в енергетичних одиницях дає змогу більш точно визначати навантаження на газові мережі, підбирати діаметр труб та обладнання і проводити розрахунки за реально надані послуги. При виконанні гідравлічних розрахунків рекомендується визначати потрібні діаметри газопроводів використовуючи значення вищої теплоти згорання газу.

Висновки. Стабільність газопостачання в

умовах воєнного стану залежить від оперативності та кваліфікації працівників, що обслуговують газові мережі. Фактичні умови експлуатації можуть істотно відрізнятися від тих, що були прийняті під час розробки нормативних документів, які і зараз чинні.

Наразі є необхідність врахування наявних впливів і реалій в нормативах, оновлюючи та доповнюючи їх. Наприклад, потребує коригування існуюче обмеження проведення газонебезпечних роботи тільки у світлий час доби п. 7.13 [2]. Також необхідно вивчити вплив вибухової хвилі на стан підземних інженерних мереж, в тому числі газопроводів. Особливе актуальність має потреба детального вивчення та розробки рекомендацій по проведенню відновлювальних робіт на пошкоджених газопроводах.

References

1. DBN V.2.5-20-2018. Hazopostachannia / Minrehion Ukrainy. – K.: Minrehion Ukrainy, 2019. – 109 s.
2. NPAOP 0.00-1.76-15. Pravyla bezpeky system hazopostachannia. – K.: Osnova, 2015. – 179 s.
3. Stasiuk B. R. Udoshkonalennia metodiv diahnostuvannia vytokiv z hazovykh merezh. Dys. kand. tekhn. nauk. Ivano-Frankivskiy tekhnichnyi universytet nafty i hazu.- Ivano-Frankivsk, 2015- 144 s.
4. DBN V.2.5-41:2009 Inzhenerne obladnannia budynkiv i sporud. Zovnishni merezhi ta sporudy. Hazoprovody z polietylenovykh trub. Chastyna I. Proektuvannia. Chastyna II. Budivnytstvo. – K.: Minrehion Ukrainy, 2010. – 44 s.
5. Poriadok tekhnichnoho ohliadu, obstezhennia, otsinky ta pasportyzatsii tekhnichnoho stanu, zdiisnennia zapobizhnykh zakhodiv dlia bezavariinoho ekspluatuvannia system hazopostachannia, zatverdzhenyi Nakazom Ministerstva enerhetyky ta vuhilnoi promyslovosti Ukrainy vid 24.10.2011 № 640.
6. DBN V.2.2-15-2019 «Zhytlovi budynky. Osnovni polozhennia» / Ministerstvo rehionalnoho rozvytku, budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy. – K.: Minrehion Ukrainy, 2019. – 149 s.
7. DSTU-N B V.2.5-42:2010 Inzhenerne obladnannia budynkiv i sporud. Nastanova z proektuvannia, montazhu ta ekspluatatsii vnutrishnykh system hazopostachannia z vykorystanniam midnykh bezshovnykh kruhlykh trub.
8. Ekspluatatsiya sistem gazosnabzheniya. Operacionnye karty tehnologicheskikh processov / Pod red. G. G. Shishko – Simferopol, 2013. – 644s.
9. Tkachenko V. A., Skliarenko O. M. Hazopostachannia: pidruchnyk. – K.: IVNVKP «Ukrheliotekh», 2012. – 588 s.
10. Zbytky operatoriv HRM vid pochatku rosiiskoi ahresii // Informatsiine ahentstvo «INTERFAKS-Ukraina», 27.05.2022 r. <https://interfax.com.ua/news/economic/835348.html>.

UDC 696.2

Features of exploitation of engineering systems of buildings during martial law

Yu. Franchuk¹, V. Konovaliuk²,

¹PhD, assistant. Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, franchuk.yy@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0002-7910-8705

²PhD, associate professor. Kyiv National University of Construction and Architecture, Kyiv, Ukraine, konovaliuk.va@knuba.edu.ua, ORCID: 0000-0001-5115-7188

Abstract. The destruction of engineering systems of buildings and structures, periodic peak loads in the mode of their work, which are formed during hostilities, significantly affect the stability of the operation of these systems. The need to perform repair and debugging work in the emergency mode is not always consistent with the current labor protection requirements, which were developed for the conditions of operation of engineering networks in peacetime. Given the existing and delayed impact of damage to the operation of engineering systems, it is necessary to take into account the existing conditions in the normative documents, which can be used in the future in major circumstances. Explosions near gas pipelines generate dynamic vibrations similar to pile driving during construction. In this case, the "Safety Rules for Gas Supply Systems" require inspection of welded joints along the entire length of the damage plus 20m. Often, damage to a gas pipeline caused by an explosion leads to its displacement vertically and horizontally. Therefore, it becomes necessary to check the welded joints closest to the place of damage by a physical control method. If a defect is detected in the joints, it is necessary to check the next joint of the gas

pipeline. In addition to through damage, there is a possibility of damage to only the insulating layer. Since it is physically impossible to check an underground gas pipeline, it is necessary to use an instrumental method to detect such damage. Not eliminated insulation damage will lead to intensive corrosion of the steel gas pipeline, and subsequently to the gas leakage. Therefore, it is necessary to conduct an extraordinary instrumental examination, on the basis of which areas that need additional isolation are determined. An inspection and additional sealing of engineering inputs and outputs of underground utilities should be carried out. The buildings should be monitored for the presence of micro-concentrations of carbon monoxide and control of pre-explosion concentrations of methane.

Keywords: gas supply, smoke removal, gas hazardous work, comprehensive instrumental examination, gas pipeline repair.

Надійшла до редакції / Received 04.01.2023