

Національний університет водного господарства та природокористування
(повне найменування вищого навчального закладу)

Навчально-науковий інститут будівництва та архітектури
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра теплогазопостачання, вентиляції та санітарної техніки
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

Пояснювальна записка
до магістерської роботи

**на тему: «Шляхи відновлення працездатності систем
газопостачання та вентиляції в умовах воєнного стану»**

Виконав: студент VI курсу, групи ТГВ-61
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна
інженерія, освітньо-професійна програма
“Теплогазопостачання і вентиляція”

Назаров О.В.

(прізвище та ініціали)

Керівник: Грицина О.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: _____

(прізвище та ініціали)

Рівне – 202__

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Актуальність теми. Питання попередження нещасних випадків та аварійних ситуацій при використанні газу в побуті є одним із пріоритетних в діяльності фахівців та науковців цього напрямку.

Адже статистика нещасних випадків у регіонах України свідчить, що саме недотримання споживачами вимог безпеки під час експлуатації газових приладів, самовільне їх встановлення та підключення, незадовільний стан димових і вентиляційних каналів, несвоєчасне та не в повному обсязі виконання робіт з технічного обслуговування разом з відсутністю належного контролю і є головними причинами аварій та смертності.

Проведений аналіз травматизму при використанні газу у побуті показує, що щороку кількість таких випадків збільшується. З початком повномасштабної збройної агресії РФ кількість таких випадків доповнилася результатами ракетних обстрілів населених пунктів та наслідків цих обстрілів для систем газопостачання та вентиляції житлових будинків різної поверховості.

Магістерська робота спрямована на оцінку наслідків відмов у системах газопостачання та вентиляції як на побутовому рівні так і внаслідок ракетних обстрілів та формування шляхів відновлення працездатності цих систем.

Мета роботи: розробити шляхи відновлення працездатності систем газопостачання та вентиляції в умовах воєнного стану.

Для досягнення мети було поставлено нижченаведені **завдання:**

- виконати аналіз руйнувань та пошкоджень систем газопостачання та вентиляції в умовах воєнного стану;
- оцінити втрату працездатності системами газопостачання та вентиляції житлових будівель внаслідок військових дій та побутового користування;
- запропонувати шляхи відновлення працездатності систем газопостачання та вентиляції в умовах воєнного стану;

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

- запроектувати ремонтно-механічного підприємства газопостачання та вентиляції та сисему його газопостачання;

- розробити заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

Об'єкт дослідження - подія, що полягає в порушенні працездатного стану внутрішньо-будинкового газопроводу та вентиляції.

Предмет дослідження - внутрішньо-будинкові газопроводи та вентиляція.

Методи дослідження. При проведенні досліджень були застосовані методи наукових досліджень: аналіз, дедукція, моделювання та пасивного експерименту з наступною обробкою за допомогою програмного забезпечення. Обробку статичних даних виконували за затвердженими стандартними методиками. Для вирішення поставлених завдань був використаний комплекс сучасних статистичних баз даних відмов газопроводів.

Практичне значення одержаних результатів:

- результати наукової роботи використовуються в виробничій діяльності операторів газорозподільних систем та включені до лекційного матеріалу освітньої компоненти “Газопостачання”, “Системи газопостачання промислових підприємств”.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 1. Аналіз руйнувань та пошкоджень систем газопостачання та вентиляції в умовах воєнного стану

1.1. Руйнування та пошкодження житлового фонду домогосподарств України внаслідок війни

Активні ракетні та артилерійські обстріли міст, як частина тактики ведення бойових дій, призводять до масових руйнувань житлового фонду у містах, особливо тих, які знаходяться поруч/на лінії фронту. За попередніми оцінками, станом на 1 вересня 2022 р., внаслідок бойових дій РФ, у значній кількості міст та містечок пошкоджено чи зруйновано понад 50% всього житлового фонду. Це формує потребу не лише у відбудові окремих будинків, а й у комплексній відбудові міст, розробленні нової містобудівної документації тощо [1].

Найбільших руйнувань зазнав житловий фонд таких міст як Маріуполь, Харків, Чернігів, Сєверодонецьк, Рубіжне, Лисичанськ, Попасна, Ізюм та Волноваха. До прикладу, за попередніми оцінками, у Сєверодонецьку пошкоджено 90% житлового фонду. При цьому, кількість пошкоджених житлових будівель (як багатоповерхових, так і індивідуальних будинків) щодня збільшується через продовження активних бойових дій на територіях Харківської, Луганської, Донецької, Запорізької, Херсонської, Миколаївської областей та тимчасової окупації частини території України [1].

За попередніми даними обласних військових адміністрацій, станом на 1 вересня 2022 року, загальна кількість зруйнованих або пошкоджених об'єктів житлового фонду становить близько 135,8 тис. будівель, з них 119,9 тис. – приватних (індивідуальних) будинків; 15,6 тис. – багатоквартирних будинків; 0,2 тис. – гуртожитків [1].

Регіональний розподіл кількості зруйнованих або пошкоджених об'єктів житлового фонду наведений на рис. 1.1.

Загальна площа пошкоджених або зруйнованих об'єктів становить 74,1 млн. кв. м., що складає 7,3% від загальної площі житлового фонду України. За

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

попередніми оцінками, часткового пошкодження (ступінь руйнування менше рівне 10%) зазнали 18,6 тис. житлових будівель (їх загальна площа – 16,3 млн кв. м); середніх пошкоджень (ступінь руйнування – більше 10% менше рівне 40%) зазнали 45,1 тис. житлових будівель (їх загальна площа – 27 млн кв. м; повністю зруйновано (ступінь руйнування – понад 40 %) зазнали 72,1 тис., житлових будівель (їх загальна площа – 30,8 млн кв. м) [1].

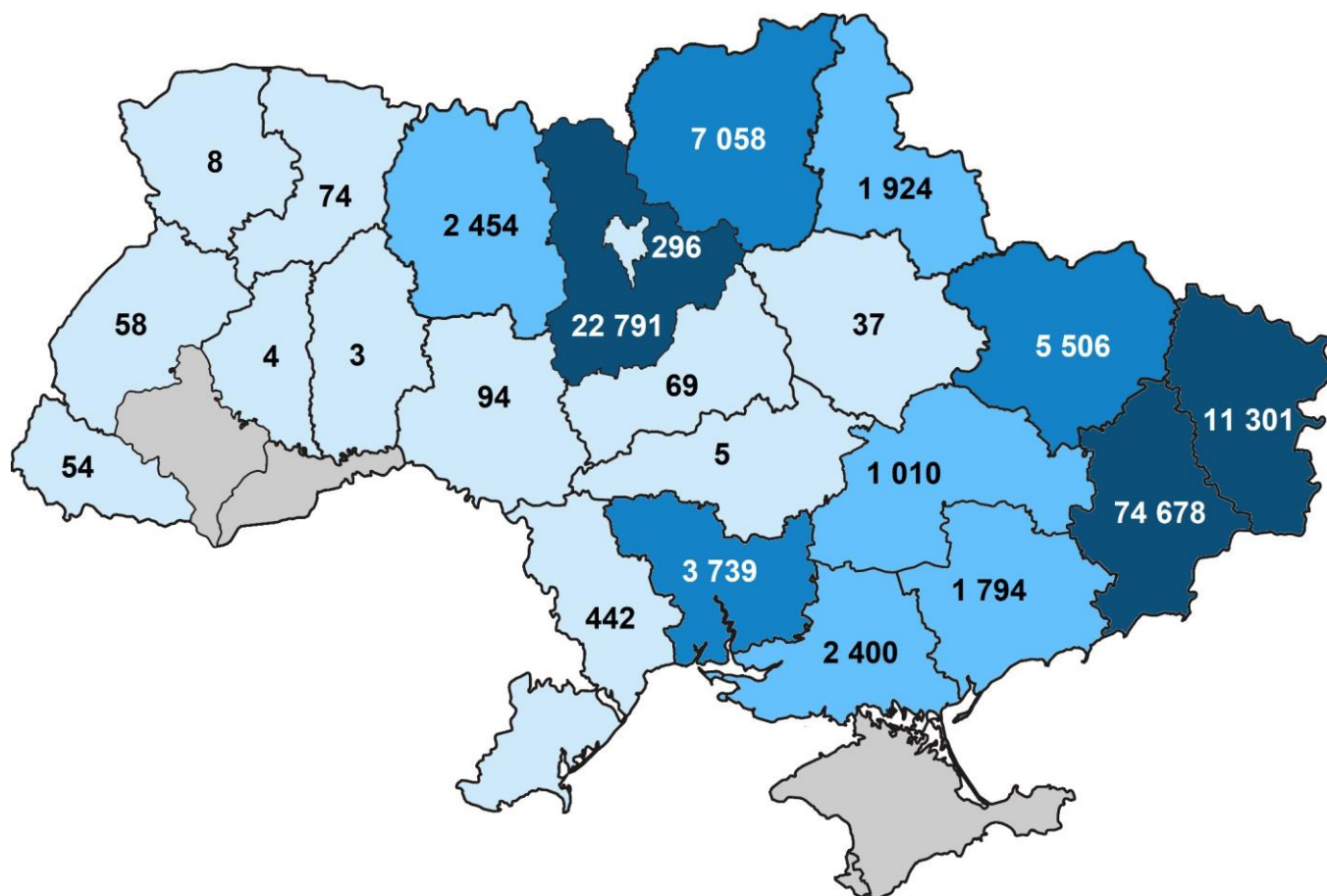


Рис. 1.1. Загальна площа пошкоджених або зруйнованих об'єктів [1].

За результатами детальних по об'єктних технічних оглядів будинків це співвідношення може змінюватись. Так, житло близько 1,2 млн домогосподарств (близько 3 млн осіб) є пошкодженим або зруйнованим.

За попередніми оцінками вартісний вираз прямих збитків для житлового фонду становить \$50,5 млрд. Це більше третини від загальних прямих збитків України станом на 1 вересня 2022 року.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Лише для повернення житла до попереднього стану, потрібно буде здійснювати витрати за такими напрямками:

- поточний ремонт житлових будівель;
- капітальний ремонт чи реконструкція житлових будівель;
- нове будівництво;
- відновлення прибудинкової території біля житлових будівель (парканів, лавок, озеленення, дитячих та спортивних майданчиків тощо);
- закупівлю предметів довготривалого користування (меблів, побутова техніка).

Таблиця 1.1.

Оцінка прямих втрат житлового фонду внаслідок війни [1]

Види втрат	Одиниця кількості	Первісна кількість об'єктів	Кількість пошкоджених об'єктів	Оцінка втрат, \$ млрд
Прямі збитки				
Зруйновано				
Багатоквартирні будинки	од.	178 921	6 153	29,812
Приватні будинки	од.	8 984 976	65 847	4,644
Гуртожитки	од.	7 114	85	0,296
Пошкоджено				
Багатоквартирні будинки	од.	178 921	9 490	13,986
Приватні будинки	од.	8 984 976	54 069	1,570
Гуртожитки	од.	7 114	155	0,174
Загальні прямі збитки інфраструктури	х	х	х	50,482

Крім того, за попередніми даними, внаслідок бойових дій було зруйновано 616 адміністративних будівель, з них: 595 – будівлі органів державного та місцевого управління; 21 – центри надання адміністративних послуг. За попередніми оцінками вартісний вираз прямих збитків для адміністративних будівель становить \$0,8 млрд [1].

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

1.2. Аналіз пошкоджень та руйнувань системи газопостачання та вентиляції в умовах воєнного стану

Від початку російського вторгнення енергетична інфраструктура України зазнає масштабних руйнувань. Найбільше – на територіях, де тривають бойові дії.

Голова правління НАК "Нафтогаз України" Олексій Чернишов у колонці для "Інтерфакс-Україна" від 6 грудня повідомив "Постраждала також газовидобувна інфраструктура "Нафтогазу" – ворожі ракети поцілили і в неї. Із початку російської агресії пошкоджено понад 350 об'єктів підприємств групи "Нафтогаз". Це об'єкти газової і нафтової інфраструктури. Окрім того, пошкоджено понад 450 км газопроводів" [2].

Аналіз пошкоджень та руйнувань системи газопостачання та вентиляції виконаємо на основі інформації що міститься у відкритих джерелах.

Так, 15 грудня війська РФ кілька разів обстріляли Нікопольщину. Про це повідомив голова Дніпропетровської обласної військової адміністрації Валентин Резніченко. За словами посадовця, у громадах понівечені будинки (рис. 1.2) [3].



Рис. 1.2. Пошкодження житлового будинку та систем газопостачання і вентиляції (Нікопольщина) [3].

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Руйнування даху будівлі не призвело до порушення конструкції димоходу проте під впливом високої температури більш за все втрачена герметичність димоходу, що потребує додаткових перевірок. Система газопостачання будинку влаштована із сталевих труб та передбачає влаштування ізолюючих фланців. Видимого розриву трубопроводу не спостерігається.

Армія РФ 8 грудня обстріляла Торецьк, одна людина загинула, двоє отримали поранення. Про це повідомив очільник Донецької обласної військової адміністрації Павло Кириленко. "Снаряди влучили у приватний сектор – зруйновано та пошкоджено щонайменше 12 будинків. Росіяни вкотре цинічно обстрілюють цивільних – продовжують свою тактику терору", – написав він.

Після артобстрілу в одному з приватних будинків загорілась покрівля (рис. 1.3.). Про це повідомила пресслужба ГУ ДСНС України в Донецької області [4].

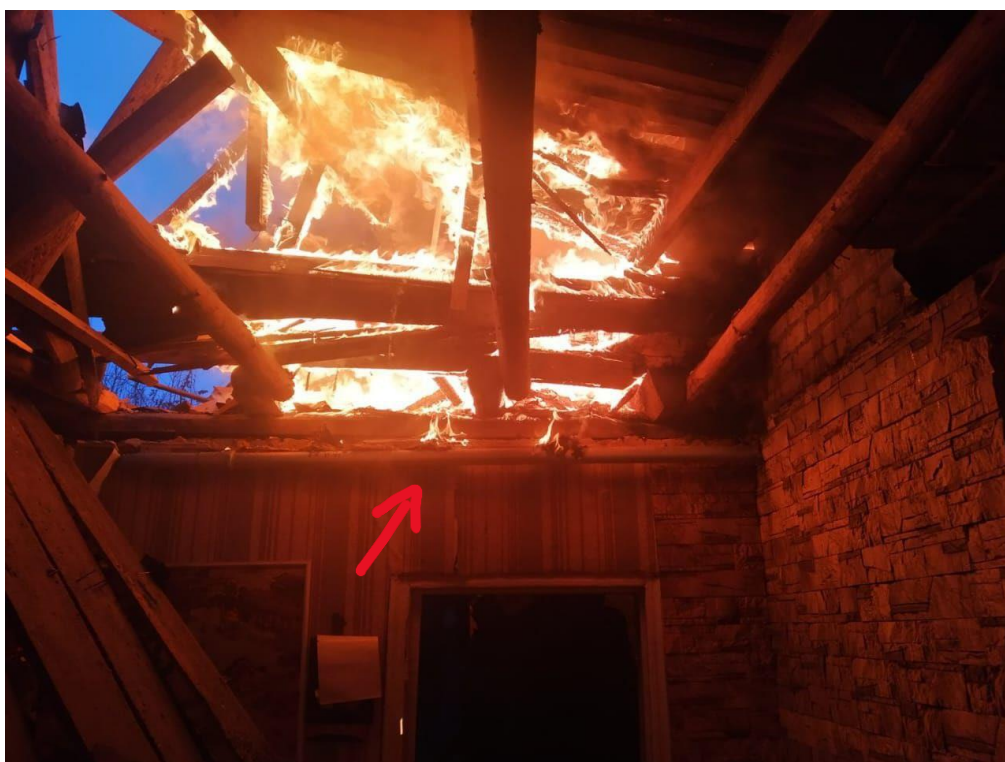


Рис. 1.3. Горіння покрівлі приватного будинку м. Торецьк [4].

Продукти горіння покрівлі подають на внутрішній сталевий газопроводів, де ще певний час триває процес їх горіння. Прогину газопроводу чи видимого вигину не

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

спостерігається. Наявність певного об'єму природного газу у трубопроводі може привести до його підігріву та самозаймання.

Російські війська обстріляли Часів Яр на Донеччині. Прямим влучанням зруйнований під'їзд п'ятиповерхівки, пошкоджені недобудова та склад, повідомив голова ОВА Кириленко (рис. 1.4.) [5]



Рис. 1.4. Зруйнований під'їзд п'ятиповерхівки Часів Яр на Донеччині [5].

Внаслідок руйнування під'їзду значна частина конструкції зруйнована, що викликало розгерметизацію колектора будинку з утворенням видимого розриву та відповідним витокom газу. Система вентиляції зруйнована в кухнях будинку.

У ніч на 23 вересня війська РФ випустили по Нікопольщині майже 30 снарядів з "Градів". Є руйнування житлових будинків (рис. 1.5.) [6].

Надземний газопровід зазнав руйнування та розгерметизації з наступним вивільненням природного газу в атмосферу з наступним самозайманням. Процес горіння триває до завершення джерела горіння, а саме природного газу в об'ємі трубопроводів житлового будинку.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		



Рис. 1.5. Руйнування житлових будинків на Нікопольщині [6].

Російські військові завдали чотири удару по Нікопольському району на Дніпропетровщині - повідомив керівник ОВА Резніченко (рис.1.6, 1.7) [7].



Рис. 1.5. Руйнування кухні житлового будинку [7].

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Внаслідок вибухової хвилі зруйноване вікно та віконна рама. Газові прилади перебувають у попередньому положенні. Видимих руйнувань внутрішніх газопроводів не зафіксовано. На підлозі знаходиться фрагмент вентиляційної решітки. Вентиляційні решітка кухні поєднаної з паливною знаходиться у верхній частині приміщення біля газового котла. Потребує перевірки стан гнучких з'єднань газових приладів до газопроводів та герметичність як системи газопостачання так і вентиляції.



Рис. 1.7. Руйнування будинку в Нікопольському районі [7].

Будинок отримав значні механічні пошкодження різних елементів конструкції. Внаслідок втрати опор відбулося просідання газопроводу в правій частині будівлі. Газовий колектор зазнав механічних пошкоджень і має значні згини, проте видимих розривів не спостерігається. Ізолюючі фланці потребують обслуговування.

Стан житлового будинку в районі Слов'янська, Краматорська та Бахмута наведено на рис. 1.8. Внаслідок обстрілу будинок зазнав пошкоджень та як наслідок горіння даху. Система природньої вентиляції уціліла і після перевірки та ремонту

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

зможє виконувати свої функції проте потребує відбудова частини будинку та даху, в тому числі влаштування приміщення кухні та топкової.

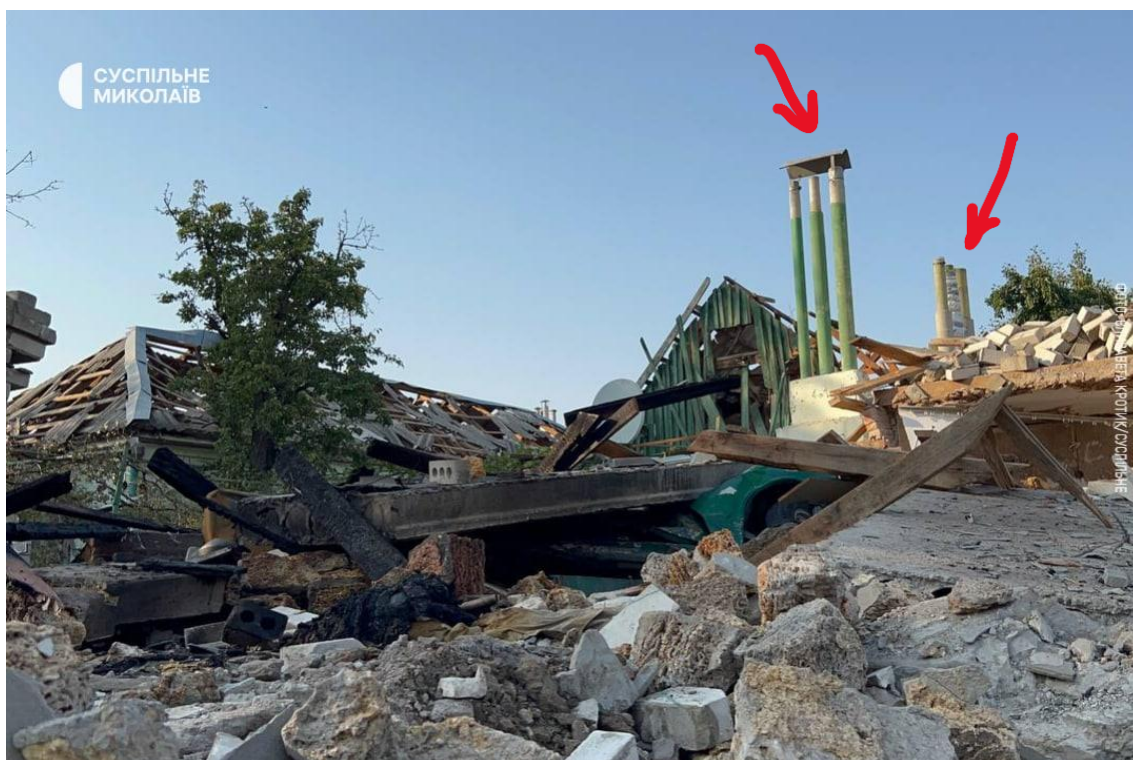


Рис. 1.8. Житлові райони Слов'янська, Краматорська та Бахмута [8]

Таким чином, наведені рисунки демонструють характер руйнувань систем газопостачання та вентиляції. Масштаби руйнувань, спричинених вибухом газу, що витікає з газопроводу, значною мірою залежать як від наявності вентиляційних пристроїв та отворів, так і від типу та технічного стану несучих конструкцій об'єкта. Аналіз вибухів газу в житловому будівництві показує, що такі аварії можуть призводити як до руйнування елементів будівлі (наприклад, вікон або дверей), так і до пошкодження несучої конструкції (що може сприяти втраті конструктивної цілісності будівлі).

Ефективна вентиляція та виявлення наявності газів у приміщеннях з газовими приладами або в місцях розташування трубопроводів є одним із суттєвих елементів захисту житлового будинку від вибуху газу. Проте, у разі вибуху газу, вентиляційні пристрої та отвори відіграють важливу роль у забезпеченні безпеки несучої конструкції будівлі.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

1.3. Фактори вибуху газу в приміщенні та аналіз впливу вентиляційних отворів при цьому

На рис. 1.9. представлено вплив активації вентиляційного отвору на зміну величини надлишкового тиску в замкнутому просторі. Графік побудовано на основі фактичних вимірювань параметрів вибуху, які проводилися в рамках випробувань на стійкість до вибухових навантажень [9-11].

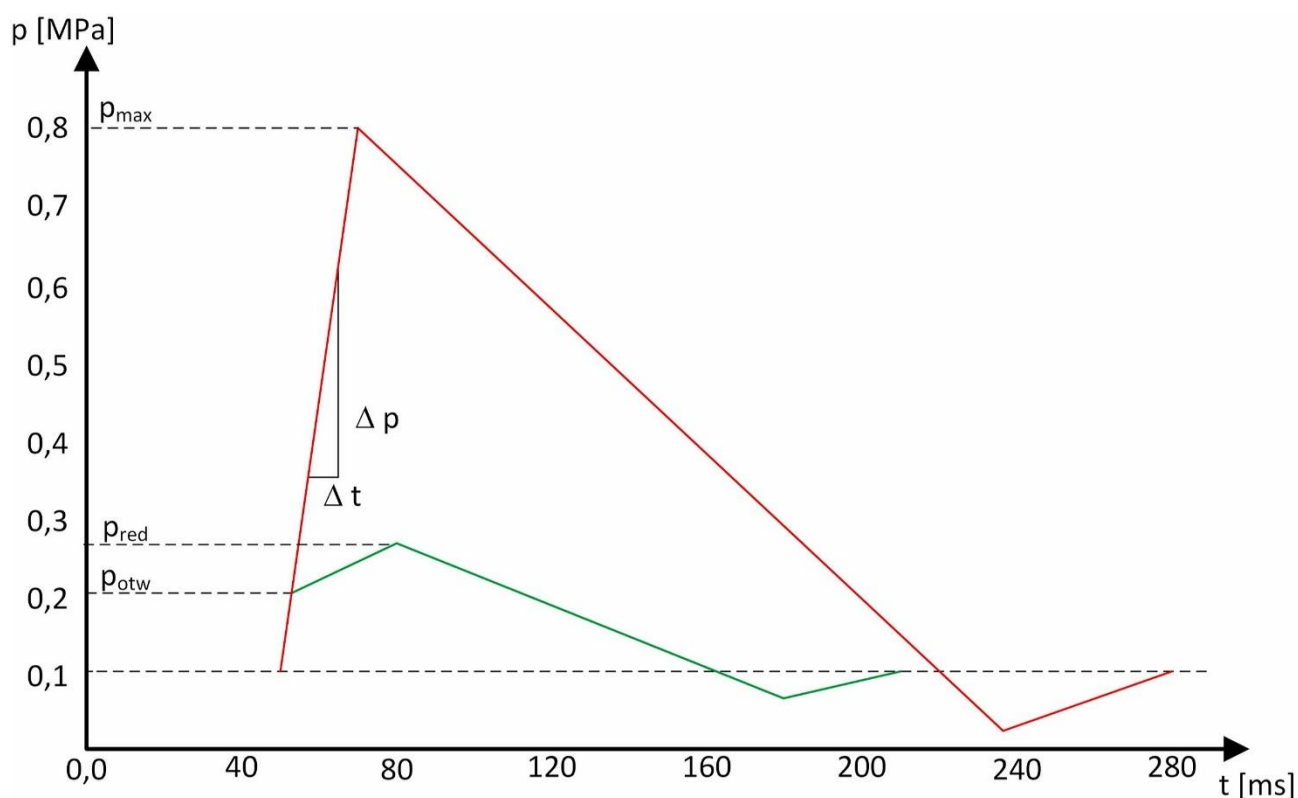


Рис. 1.9. Ідеалізація ходу зміни надлишкового тиску в замкненому просторі в разі спрацьовування (зелена лінія) або відмови (червона лінія) вентиляційного отвору [10].

Численні дослідження були спрямовані на аналіз можливості вибуху вентиляції для підвищення безпеки промислових об'єктів [12, 13]. У випадку з об'єктами такого типу особливе значення мають вентиляційні пристрої, такі як скидні канали або труби [14, 15].

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Вентиляція вибухів також широко використовується в житлових будівлях [16, 17], вона виникає в результаті пошкодження або руйнування найслабкішого елемента будівлі, який можна розглядати як потенційний вентиляційний отвір. Вентиляція під час вибуху газу дає змогу вільно випустити газ, який розширюється, що сприяє зниженню тиску і забезпечує напіввідкритий простір для поширення полум'я. Тому правильно і надійно спроектована зона вентиляції має вирішальне значення як для захисту здоров'я і життя мешканців, так і для обмеження ступеня пошкодження будівлі [9].

Ідеалізований графік вибуху показує (рис. 1.9.), що як у разі активації вентиляційного отвору, так і в разі його руйнування, швидкість наростання надлишкового тиску, що розуміється як $\Delta p / \Delta t$, у кілька разів перевищує швидкість його розсіювання. Активація вентиляційного отвору за надлишкового тиску p_{otw} значно знижує вплив вибуху на несучі конструкції будівлі з p_{max} до p_{red} , що також у багато разів нижче за максимальне значення (порівняйте рис. 1.9. - зелена лінія) [10].

Під час вибухів газів, що використовуються в житлових і громадських будівлях, максимальна деформація елементів конструкцій відбувається за надлишкового тиску, який відповідає значенню приведенного надлишкового тиску $p_{obc} \approx p_{red}$ [18]. Явище вибуху в замкнутих просторах кубічної форми має дефлаграційний перебіг, тобто горіння відбувається зі швидкістю, що не перевищує швидкість звуку в газовій суміші до займання [18]. Як хід, так і параметри вибуху вентилязованого газу є предметом численних дрібномасштабних емпіричних досліджень [19, 20].

В роботі Бао та ін. [20] було проведено 29 серій випробувань на вентиляований вибух у бетонній камері об'ємом 12 м^3 , заповненій метаноповітряною сумішшю, з метою дослідження впливу концентрації метану і тиску вентиляції на розвиток надлишкового тиску всередині камери.

Дегазація здійснювалася через квадратне бокове вікно з площею вентиляції $0,64 \text{ м}^2$ після розриву вентиляційного отвору. Тиск вентиляції варіювався за допомогою шести різних типів вентиляційних отворів і визначався за допомогою чисельного моделювання. Концентрація метану в змішаному газі змінювалася від

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

6,5 до 13,5 об'ємних %, охоплюючи як бідні, так і багаті режими горіння. Були узагальнені умови генерації чотирьох типів профілів надлишкового тиску в часі з різними перехідними процесами надлишкового тиску [20].

Серед перехідних процесів надлишкового тиску в основному домінували ΔP_1 , викликаний несправністю вентиляційної засувки, і ΔP_4 , обумовлений зв'язком між акустичним режимом і полум'ям. Швидкість зростання ΔP_1 , а також пікові значення ΔP_1 і ΔP_4 мали однакову тенденцію спочатку зростати, а потім зменшуватися зі збільшенням концентрації метану від бідної до багатой.

Вони досягли свого максимального значення при концентрації метану близько 9,5%, в той час як швидкість зростання ΔP_4 виявилася нечутливою до концентрації метану. Пікове значення ΔP_1 зростало зі збільшенням тиску вентиляції, в той час як ΔP_4 спочатку зростало, а потім зменшувалося зі збільшенням тиску вентиляції.

Крім того, темпи зростання ΔP_1 і ΔP_4 були нечутливими до тиску вентиляції. Виникнення ΔP_4 залежало від концентрації метану і тиску вентиляції. Відмінності в поведінці цих перехідних процесів надлишкового тиску свідчать про різні механізми їх генерації [20].

В роботі Ю та ін. [21] було сконструйовано напівзамкнену прозору камеру розмірами 150 мм × 150 мм × 500 мм. Полум'я газового вибуху поширювалося від джерела запалювання і взаємодіяло на своєму шляху з однією порожнистою квадратною перешкодою. Експериментально досліджено вплив пустотілої квадратної перешкоди на характеристики газового вибуху.

Досліджувалися три пустотілі квадратні перешкоди з різною внутрішньою формою (трикутна, квадратна та кругла), але з однаковим коефіцієнтом перекриття 30%. Встановлено, що трикутна пустотіла квадратна перешкода викликає найбільшу інтенсивність турбулентності полум'я, швидкість поширення полум'я та надлишковий тиск вибуху, а кругла пустотіла квадратна перешкода - найменші значення [21].

Також були детально розглянуті механізми спостережуваних явищ і проведено чисельне моделювання для підтвердження цього механізму.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Проте, через складність цього типу явища і кількості співіснуючих чинників найбільш достовірне уявлення про вибухове навантаження можна отримати за допомогою повномасштабних натурних випробувань. Тому особливе значення мають випробування, що проводяться в приміщеннях із розмірами, близькими до реальних [21].

Прикладом може слугувати дослідження [16], у якому автори представили результати експериментальних випробувань, проведених у приміщенні об'ємом 182 м^3 . Типова будівля складається з декількох приміщень, часто з вікнами різного розміру і тиску руйнування та перешкодами у вигляді меблів і декору, розділених перегородками з дверними отворами, що з'єднуються між собою.

Отже, максимальний тиск, що розвивається під час вибуху газу, залежатиме від індивідуальних характеристик будівлі. У рамках цього дослідження на випробувальному полігоні DNV GL Spadeadam було проведено великомасштабну експериментальну програму для визначення впливу розміру і перевантаженості вентиляційних отворів на вибухи газу у вентиляції.

Тридцять вісім стехіометричних вибухів природного газу/повітря було проведено у вибуховій камері об'ємом 182 м^3 з $L/D = 2$ і $K_A = 1, 2, 4$ і 9 . Закупорка варіювалася шляхом розміщення в камері декількох поліетиленових труб діаметром 180 мм , забезпечуючи об'ємну закупорку від 0 до 5% і блокування за площею поперечного перерізу від 0 до 40% [16].



Рис. 1.10. Вибухова камера [16].

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

У результаті серії випробувань було отримано піковий надлишковий тиск вибуху від 70 мбар до 3,7 бар із відповідною максимальною швидкістю полум'я в діапазоні 35-395 м/с на відстані 7 м від точки займання.

Експерименти показали, що можна створити надлишковий тиск понад 200 мбар за об'ємного блокування всього 0,57%, якщо немає достатнього відтоку через ненавмисний процес вентиляції. Розмір і тиск руйнування потенційних вентиляційних отворів, а також ступінь закупорки всередині будівлі є ключовими факторами, що визначають, чи матиме будівля структурні пошкодження після вибуху газу.

З огляду на те, що середній обсяг закупорки в приміщенні житлового будинку у Великій Британії становить приблизно 17%, стає зрозумілим, що без використання великих вікон із низьким тиском руйнування будівлі, як і раніше, будуть схильні до значного структурного пошкодження під час випадкового вибуху газу [16].

Багато дослідників [9, 18, 21, 22] вказують і на інші фактори, що впливають на ефективність вентиляції газового вибуху. До них, зокрема, належать:

- початкові параметри вибухової суміші (тобто склад, початковий тиск і температура);
- геометричні параметри приміщення, у якому відбувається вибух;
- розташування осередку займання.

Аналіз цих факторів дає змогу оцінити параметри вибуху.

Наприклад, у статті [23] представлено прогнозування величини надлишкового тиску під час вибуху газу в кубічному приміщенні з перешкодами та без них із використанням нещодавно розробленої штучної байєсівської нейронної мережі регулювання (модель Бауенса).

Метою даної роботи є розробка інтегрованої моделі, а саме моделі Бауенса-Бранна, для оцінки максимального надлишкового тиску вибуху газу, що випускається, для оцінки максимального надлишкового тиску вибуху газу, що випускається. При розробці моделі Bauwens-BRANN було використано серію експериментів для кубічних оболонок з перешкодами та без них.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Два важливих параметри були модифіковані для вирішення існуючих проблем моделі Бауенса. Шляхом включення алгоритму байєсівської регуляризації штучної нейронної мережі (BRANN) в модель Бауенса, розроблено модель Бауенса-BRANN. Для моделі Bauwens-BRANN спостерігається покращення точності оцінки тиску у порівнянні з моделлю NFPA-68 2013 року [23].

Цікаві результати були представлені в статті [24], де автори проаналізували явище вибуху газу в житловому будинку, що має велику площу вентиляції, високий коефіцієнт турбулентності, низький піковий тиск і невизначену точку займання. Проведене дослідження дало змогу зробити корисні висновки, зокрема, про вплив місця займання, площі вентиляції, тиску у вентиляції та розміру приміщення на криву "тиск-час".

Автори вказали, що ефект вентиляції кращий за більшої тривалості вибуху та меншої швидкості горіння, яка значною мірою залежить від об'ємної концентрації суміші. Для більшості вибухів газові суміші не досягають "найкращого" складу - це може бути основною причиною того, що в більшості аварій не створюється дуже високий тиск [24].

Зі збільшенням побутового споживання газу в містах і селищах Китаю досить часто трапляються аварії, пов'язані з вибухами газу, в результаті яких багато споруд зазнають значних руйнувань. Раціональне фізичне проектування може захистити споруди від руйнування, але характер вибухового навантаження повинен бути вивчений в першу чергу шляхом створення правильної механічної моделі для імітації вибухів газу, що випускається.

Вивчення процесу вибуху з метою забезпечення безпеки обладнання хімічних виробництв проводилося протягом багатьох років. Основною проблемою цих досліджень було те, що рівняння, як правило, включали деякі регульовані параметри, які необхідно було оцінювати за експериментальними даними, а процедура розрахунку була надзвичайно складною, тому достовірність цих досліджень була серйозно обмежена [9].

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

На основі цих досліджень була створена проста математична модель з використанням законів збереження енергії, маси, рівняння газового стану, рівняння адіабатного стиснення і рівняння газовиділення. Вибухове навантаження необхідно оцінювати з урахуванням планування приміщення; швидкість підвищення тиску потім коригується за допомогою коефіцієнта турбулентності, що дозволяє отримати криву залежності тиску від часу [24].

Використання цього методу дозволило уникнути складних розрахунків, а експериментальні та розрахункові результати досить добре узгоджуються. Було розраховано декілька кривих "тиск-час" у типовому прямокутному приміщенні для дослідження впливу різних місць запалювання, товщини та концентрації газу, розміру приміщення та площі вентиляції на тиск вибуху.

Результати показали, що: найнебезпечніший стан при запалюванні в геометричному центрі приміщення; чим більша швидкість горіння, тим гірший ефект вентиляції; чим більший тиск вентиляції, тим вищий піковий тиск; чим більша площа вентиляції, тим нижчий піковий тиск [9].

1.4. Огляд методів оцінки наслідків газового вибуху

У випадку аналізу механізму газового вибуху особливу цінність представляють методи оцінки відповідності результатів моделювання реальним параметрам вибуху (тобто зворотний аналіз). Приклад такого аналізу наведено в роботі [25], де авторами проведено ретроспективне моделювання вибуху природного газу, що стався у 2015 році в районі Шицзіншань в Пекіні. Автори підкреслюють, що в більшості випадків симуляції вибуху газу спочатку переводяться в тротилові еквіваленти, які потім використовуються в чисельному аналізі. Таке наближення призводить до нехтування впливом властивостей газу на процес і наслідки вибуху.

В роботі Wang та ін. [25] описано пошкодження конструктивних елементів будівлі, що виникли в результаті вибуху газу. Аналіз ступеня пошкодження окремих елементів будівлі (стін, дверей, місць з'єднання) дозволив авторам створити фізичну

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

модель, що відповідає реальному перебігу аварії. Крім того, автори підтвердили, що величина надлишкового тиску і дальність поширення ударної хвилі безпосередньо залежать від площі заповнення газом і розташування вогнища займання.

Автори порівняли розрахункове значення тиску з результатами моделювання, що дозволило зробити висновок про те, що пікові надлишкові тиски, отримані в результаті моделювання, перевищують розрахункові значення максимальних надлишкових тисків [25]. Особливі сумніви викликає 4-5-кратна різниця у значеннях надлишкового тиску руйнування скління, що може бути наслідком як складності процесу газового вибуху, так і кількості необхідних припущень.

Аналогічно, в роботі Kadela та ін. [26] проведено короткий огляд прикладів руйнування конструкцій внаслідок вибуху газу у великопанельних будівлях, що дозволило авторам розробити пружно-пластичну модель пошкодження. Автори проаналізували три різні сценарії в залежності від часу, коли почалася вентиляція вибуху, і прийшли до висновку, що найбільші пошкодження перекриття спостерігаються у випадку вибуху без вентиляції.

Численні дослідження спрямовані на вивчення впливу вибуху газу на несучу здатність окремих елементів конструкцій [27, 28]. Наприклад, в роботі [27] авторами проаналізовано механізм руйнування цегляної стіни в результаті газового вибуху. Авторами були прийняті квазістатичні умови навантаження - моделювання нелінійної поведінки конструкції проводилося на основі малих кроків збільшення статичного навантаження.

В роботі Цен [28] вказано, що в даний час існує дуже обмежене розуміння процесу вибуху газу в житлових будинках. У цьому дослідженні була розроблена чисельна модель вибуху газу в житловому будинку з використанням обчислювальної гідродинаміки (CFD). Чисельне моделювання проводилося для різних областей заповнення газової хмари та коефіцієнтів еквівалентності для визначення початкового сценарію, а результати моделювання порівнювалися з реальними наслідками вибуху газу.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Крім того, були проаналізовані часові та просторові характеристики зміни надлишкового тиску вибуху та температури в приміщенні. Крім того, було досліджено вплив співвідношення площі вентиляційних отворів та тиску спрацювання вентиляційних панелей на кухні для того, щоб запропонувати ефективні заходи щодо зменшення наслідків вибухів газу в житлових будинках [28].

Результати показали, що результати моделювання, відтворені CFD моделлю, добре узгоджуються з реальними наслідками аварії. Під час вибуху розподіл надлишкового тиску в приміщенні в один і той же момент часу є майже рівномірним і не має значних просторових відмінностей. Максимальна температура може досягати 1953°C , що може легко викликати вторинні пожежі.

Максимальна швидкість полум'я знаходиться в діапазоні 34,3 м/с та 230,9 м/с [28]. Це свідчить про те, що вибух газу всередині житлових будинків є типовим процесом дефлаграції. Коли коефіцієнт площі вентиляційних отворів менше 0,3, піки надлишкового тиску швидко зменшуються зі збільшенням коефіцієнта площі вентиляційних отворів.

Однак, коли коефіцієнт вентиляційної площі більший за 0,3, піки надлишкового тиску майже не залежать від коефіцієнта вентиляційної площі. Існує пропорційна залежність між піками надлишкового тиску та тиском спрацювання вентиляційних панелей. Ці досягнення забезпечують надійні вихідні дані для розслідування аварій з вибухом газу та подальшої обробки [28].

В роботі Лі та ін. [29] було проведено дев'ять повномасштабних натурних вибухових випробувань у спеціально сконструйованій залізобетонній камері (ЗБК) для дослідження характеристик стін з глиняної цегляної кладки, армованих стрічковим полімерним матеріалом, армованим вуглецевим волокном (CFRP), що піддавалися вибухам вентиляційних газів. Для проведення вибухових випробувань було підготовлено три зразки стін: неармовані, армовані з розподіленим розташуванням та армовані з зосередженим розташуванням. Були записані та проаналізовані дані випробувань, включаючи часові діаграми надлишкового тиску

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

при вибухах газів, що випускаються, часові діаграми переміщень, режими руйнування кожного зразка стінки.

Встановлено, що при вибухах газу в середовищі, що відводиться, зразок стіни, підсилений концентрованим розташуванням, показав підвищену вибухостійкість, а всі три зразки стіни зазнали типових пошкоджень при згинанні. В LS-DYNA були розроблені детальні мікромоделі стін з цегляної кладки, що включають параметри матеріалу, отримані в результаті випробувань матеріалу [29].

Точність числових моделей у прогнозуванні реакції стін з цегляної кладки була підтверджена даними випробувань. Проведено параметричні дослідження з вивчення роботи кладки стін різної висоти та товщини при дії вибухових навантажень, передбачених нормами проектування.

Встановлено, що зі збільшенням товщини стіни або зменшенням висоти стіни максимальне зміщення та рівень пошкодження кладки стін значно зменшуються. Стіни товщиною 115 мм потребували підсилення для запобігання руйнуванню під дією зазначених вибухових навантажень. Укріплені стіни зазнали типової реакції на згин, а також було проведено чисельне порівняння ефективності зміцнення за допомогою склопластику, склопластику та розпилюваної поліречовини [29].

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 2. Втрата працездатності системами газопостачання та вентиляції житлових будівель

2.1. Методики оцінки дії газового вибуху

Відомо, що якщо тривалість дії надлишкового тиску вибуху в декілька разів перевищує період коливань елемента конструкції, то навантаження, яке відчуває конструкція, буде еквівалентним статичному навантаженню за величиною рівному піковому надлишковому тиску, що створюється під час вибуху [9, 10].

У зв'язку з різноманітними наслідками вибуху газу в житлових будинках особливого значення набуває забезпечення можливості вентиляції вибуху (наприклад, через належним чином спроектовані віконні поверхні). У цьому документі проаналізовано умови щодо розмірів вентиляційних отворів відповідно до трьох обраних нормативних документів: PN-EN 1991-1-1: Єврокод 1, Європейський стандарт EN 14994:2007 та Стандарт щодо захисту від вибуху шляхом дефлаграції - NFPA 68:

- Європейський стандарт PN-EN 1991-1-1 (EC1) [30]:

$$0,05 < \frac{A_v}{A} \leq 0,15 \text{ m}^2/\text{m}^3, \text{ отже } \frac{0,15\text{m}^2}{\text{m}^3} \cdot V > A_v \cdot 0,065\text{m}^2/\text{m}^3 \cdot V \quad (2.1)$$

- Європейський стандарт EN 14994:2007 [31]:

$$A_v = \{[(0,1265 \lg(K_G) - 0,0567) \cdot p_{red}^{-0,5817}] + 0,1754 p_{red}^{-0,5722} (p_{stat} - 0,1\text{bar})\} V^{2/3} \quad (2.2)$$

- Стандарт вибухозахисту шляхом дефлаграції NFPA 68 [32]:

$$A_v = \frac{A_s C}{\sqrt{p_{red}}} \quad (2.3)$$

де A_v - геометрична площа вентиляційного отвору, m^2 ,

V - об'єм корпусу, m^3 ,

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

K_G - константа вибуху газу, $\text{бар} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^{-1}$,

P_{red} - приведений надлишковий тиск вибуху, бар],

P_{stat} - статичний тиск спрацьовування зони вибухової вентиляції, бар ,

A_s - площа корпусу, м^2 ,

C - коефіцієнт реакційної здатності газу.

$$C = 0,223\lambda S_v \text{бар}^{1/2} \quad (2.4)$$

де λ - коефіцієнт турбулентності.

S_u - швидкість горіння газу, м/с , згідно [34] прийняте значення: 0,405.

Слід зазначити, що це припущення зазначено в Європейському стандарті 14 994:2007 [33]: $0,1 \text{ бар} \leq p_{\text{stat}} \leq 0,5 \text{ бар}$ для закслених прорізів, може не виконуватися через значення тиску пошкодження віконної рами [9, 25]. У випадку тиску у вентиляційному отворі нижче 0,10 бар для порівняльного аналізу формула (2.2) буде спрощена до наступного вигляду:

$$A_v = [(0,12651g(K_G) - 0,0567)p_{\text{red}}^{-0,5817}]V^{2/3} \quad (2.5)$$

Таким чином, необхідна площа вентиляційного отвору буде функцією максимального приведенного надлишкового тиску вибуху. Ця величина може бути визначена як характерне навантаження, що викликає руйнування конструктивного елемента будівлі. Всі розрахунки проводились для граничних станів за експлуатаційною придатністю з урахуванням характерних параметрів.

Цю методологію зворотного аналізу будівель, пошкоджених унаслідок вибуху газу можна використовувати як для оцінювання ризику для конструкції всіх будівель, обладнаних газовою установкою, так і для впровадження рішень щодо мінімізації збитків від можливого вибуху газу.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

2.2. Втрата працездатності системами газопостачання та вентиляції на прикладі житлового будинку

Оцінка параметрів вибуху газу, що виділяється, за ступенем руйнування будівельних конструкцій розглянемо на прикладі події, що сталася 26 вересня о 15:19 в місті Сарни по вулиці Короленка 34 в приватному житловому будинку (одноповерховий, дерев'яний, критий шифером, розміром 9х8м) стався вибух, внаслідок якого майже повністю зруйновано будинок. Стався вибух газоповітряної суміші природного газу [35].



Рис. 2.1. Наслідки вибуху в житловому будинку [35].

Будинок № 34 має корисну площу $A_s = 72 \text{ м}^2$, об'єм $V_{34} = 208,8 \text{ м}^3$ та загальну площу вікон $A_{34} = 11,1 \text{ м}^2$. Виходячи з пошкоджень віконної рами, статичний тиск відкривання кватирок оцінювався на рівні $p_{\text{stat}} = 0,05 \text{ бар}$, а максимальний приведений тиск: $p_{\text{red}} = 0,075 \text{ бар}$.

Спочатку за прийнятою в даному дослідженні методикою газо-вибухового аналізу було визначено мінімальну площу вентиляційного отвору. Після цього був

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

проведений аналіз несучої здатності окремих конструктивних елементів цих житлових будинків.



Рис. 2.2. Наслідки вибуху в житловому будинку (система газопостачання) [35].

Для випадку, що аналізується було визначено найслабший елемент будівлі (який руйнувався в першу чергу) та найслабший конструктивний елемент (руйнування якого призвело б до катастрофи будівлі). У розрахунках використовувалася електронна таблиця. Коректність прийнятих при розрахунках припущень та отримані результати підтверджують відповідність реальним наслідкам вибухів для обох проаналізованих випадків.

У випадку, що аналізується вентиляційний отвір будинку № 34, де стався вибух, становить: $A_{34} = 11,4 \text{ м}^2$, що у порівнянні з вимогами мінімальної площі по кожному з проаналізованих нормативів свідчить:

- відповідно до [30]: $A_{\text{мін}} = 11,0 \text{ м}^2 < A_{34}$ - умова не виконується,
- відповідно до [31]: $A_{\text{мін}} = 28,2 \text{ м}^2 > A_{34}$ - умова не виконується,
- відповідно до [32]: $A_{\text{мін}} = 12,1 \text{ м}^2 > A_{34}$ - умова не виконується.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Стіна зведена із застосуванням кладки 1 групи, керамічних кладок (клас 10), розчину загального призначення М2. Характеристична міцність f_k розрахована за формулою (2.6), при цьому межа міцності на стиск кладки склала 10,0 МПа, інші параметри залишаються незмінними.

Характеристична міцність кладки на стиск становить:

$$f_k = K f_b^{0,7} f_m^{0,3} \quad (2.6)$$

де K - коефіцієнт, що залежить від типу і групи кладки та розчину - 0,45.

f_b - нормована середня межа міцності на стиск блоків - 7,5 МПа,

f_m - межа міцності на стиск розчину - 2,0 МПа.

$f_k = 2,27$ МПа.

Спочатку було визначено посилення несучої здатності стіни від стискаючого напруження σ_k . Напруження, що виникли в стіні на першому поверсі, розраховувалися з урахуванням ваги стіни верхніх поверхів і першого поверху до рівня пірсу.

Необхідна площа вентиляційного отвору для значення приведенного тиску повинна становити:

- відповідно до [31]: $A_{\min} = 12,1 \text{ м}^2 > A_{34}$ - умова не виконується,

- відповідно до [32]: $A_{\min} = 5,6 \text{ м}^2 < A_{34}$ - умова виконується.

Явище вибуху газу є предметом численних аналізів та емпіричних досліджень [9]. Однак, найбільш достовірне уявлення про навантаження, викликані вибухом газу, в силу множинності факторів, що впливають на його процес, і його складності, дають дослідження, засновані на натурних польових випробуваннях. Значення руйнівного тиску для окремих елементів будівлі, наведені в літературі в досить широкому діапазоні і не прив'язані до типу використовуваного матеріалу або конструктивного рішення.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Детальний аналіз, проведений для випадку свідчить про те, що не менш важливим, ніж вибір розмірів вентиляційних прорізів, є правильний вибір способу монтажу віконної рами. Якби в будинку, що постраждали від вибуху газу, були встановлені, наприклад, вікна ПВХ з склопакетом, то міг би бути зруйнований поверх будівлі.

Очевидно, що дерев'яні вікна з одинарним склопакетом менш стійкі до пошкоджень, ніж вікна ПВХ з подвійним склопакетом, а вікна з клеєного бруса з потрійним склопакетом будуть ще більш міцними. Таким чином, величина тиску у вентиляційному отворі залежить від типу віконної рами, а величина збільшення тиску - від розміру площі вентиляційного отвору. Таким чином, вентиляційні отвори відіграють вирішальну роль у забезпеченні безпеки конструкції при вибуху газу.

Було проаналізовано три нормативні документи, що стосуються вимог до будівель, які піддаються впливу вибуху газу. Один з них дозволяє безпосередньо визначити необхідну площу вентиляційних отворів в залежності від об'єму камери [30], а два інших вказують на залежність між площею вентиляційних отворів та приведеним тиском вибуху p_{red} [31, 32]. Проте, в жодному з цих нормативних документів не розглядаються питання, пов'язані з міцністю матеріалів, що застосовуються в аварійних будівлях. Проведений аналіз показує, що представляється доцільним визначати вимоги до будівель, що піддаються впливу вибуху газу, в залежності від застосованих конструктивних рішень. Основним завданням в цих будівлях є підвищення як безпеки їх конструкції, так і безпеки їх експлуатації.

Явище вибуху газу в житловому будинку може спричинити серйозні наслідки як для користувачів, так і для самої будівлі. Основним завданням є запобігання вибуху шляхом застосування відповідних заходів і запобіжних заходів, таких як: періодичні перевірки технічного стану газових установок, використання систем виявлення газу, які додатково дають змогу знизити ймовірність вибуху, наприклад, шляхом вимкнення електропостачання та подачі газу до газового приладу. Проте в

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

ситуації, коли відбувається вибух газу, вкрай важливо захистити здоров'я і життя мешканців, а також пом'якшити наслідки вибуху для будівлі [9].

Проаналізуємо можливості зниження впливу вибуху газу на конструкцію будівлі за рахунок відведення продуктів вибуху. У житлових будівлях це зазвичай відбувається через віконні та дверні конструкції, що дає змогу знизити тиск вибуху до рівня, який не загрожуватиме цілісності несучої конструкції.

Для того щоб забезпечити ефективну систему розвантаження від вибуху, необхідно знати перебіг явища та його параметри. Через численні чинники, що впливають на процес вибуху газу (особливо в житлових будівлях), найбільш достовірні дані надають натурні випробування. Проте, набагато більше аналізів стосується моделювання вибуху газу в замкнутому просторі, яке вимагає численних припущень і тому не завжди дає надійні результати.

Вивчення конкретних випадків також є цінним джерелом даних про протікання вибуху газу в замкнутому просторі. На основі двох випадків вибухів газу в житлових будівлях був проведений аналіз розмірів вентиляційних отворів і впливу навантажень, викликаних вибухом, на конструктивні елементи. Під час аналізу використовували чотири окремі нормативні документи, що стосуються вентиляції під час вибуху газу.

У житлових будівлях вікна, двері та часто конструкції даху можуть бути потенційними вентиляційними отворами. У проаналізованих випадках такою вентиляційною зоною стали перегородки, руйнування яких дало змогу знизити статичний тиск до рівня, безпечного для конструктивних елементів.

Рекомендується проектувати розміри розвантажувальних отворів відповідно до нормативних документів: Постанова міністра інфраструктури від квітня 2002 року (польська виконавча постанова), PN-EN 1991-1-1: Єврокод 1 [9].

Проте, представлений приклад показує, що для забезпечення безпеки несучих конструкцій будівель від впливу вибуху газу, також важливо вибрати відповідний метод і тип віконних столярних виробів для конструкції та матеріальних рішень, що використовуються в будівлі. На основі зворотного аналізу, було запропоновано

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

метод визначення максимальних навантажень від вибуху газу, які можуть бути передані конструкцією будівлі. Першим кроком є визначення найслабшого конструктивного елемента будівлі, руйнування якого призведе до обвалення будівлі.

Потім слід прийняти статичну схему цього елемента, відповідну його роботі у всій конструкції будівлі. Знаючи параметри будівельних матеріалів і поверхні, з якої передаватиметься газове вибухове навантаження, можна визначити допустиме приведенне значення тиску вибуху p_{red} . Виходячи з цього, можна визначити допустиме значення тиску відкриття вентиляційного отвору p_{otw} , що дає змогу вибрати тип і спосіб кріплення вікон. Ця процедура вимагає певного інженерного досвіду, але вона дає змогу оцінити загрозу для конструкції, яка може бути спричинена вибухом газу [9].

Звичайно, існують інструменти для проведення детального аналізу вибуху, наприклад, CFD (Computational Fluid Dynamics) аналіз, що дають змогу розглянути різні сценарії розсіювання газу, щоб зрозуміти розвиток хмари, динаміку вибуху, а також тиск і тривалість у різних частинах багатокамерного корпусу. Проте цей вид аналізу вимагає спеціалізованого програмного забезпечення і численних припущень, які не завжди дають надійні результати [9].

Проведений аналіз ясно показує, що для гарантування безпеки мешканців і конструкцій під час вибуху газу необхідно враховувати не тільки розмір вентиляційних отворів, а й міцність матеріалів і будівельних рішень, що використовуються в будівлі.

У будівлях, де використовуються газові прилади, видається доцільним визначити міцність стін на вигин, яка також вказує на максимально допустиме навантаження, що діє на стіну внаслідок вибуху газу.

Використовуючи (2.4), (2.5) можна визначити необхідну площу вентиляційного отвору в залежності від величини приведенного тиску вибуху p_{red} , який може бути переданий несучою конструкцією будівлі. Правильне проектування венткамери вимагає врахування конструктивних і матеріальних рішень, що застосовуються в

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

будівлях. Такий підхід у проектуванні дозволить значно зменшити наслідки вибуху газу як для користувачів, так і для самої споруди [9].

2.3. Проектування вентиляції житлового будинку

Вентиляція приміщень житлових будинків призначена для видалення надлишків теплоти, вологи, вуглекислого газу, які виділяються людьми, інших шкідливих виділень у результаті процесів приготування їжі тощо.

Основними напрямками вентиляції є робота по створенню комфортних умов для підвищення продуктивності праці, покращення умов побуту і відпочинку, підвищення контролю за станом внутрішнього повітря .

В умовах сучасного проектування систем вентиляції житлових будинків основною задачею вентиляції полягає в підтриманні забезпеченні обміну повітря для підтримання розрахункових параметрів внутрішнього повітря.

Тип будівлі — цегляна, внутрішні перегородки з цегли. Вертикальні канали витяжної системи вентиляції в туалетах прокладені в внутрішніх стінах. Повітропроводи системи вентиляції прокладені під стелею, закриті підвісною стелею з гіпсокартону. Місце розташування будівлі - місто Сарни.

Потрібно забезпечити необхідний повітрообмін в приміщення. Кількість припливного повітря, яку необхідно прийняти вибираємо для приміщень житлових будинків приймаємо $3 \text{ м}^3/\text{год м}^2$, для туалетів - $25 \text{ м}^3/\text{год}$, для ванни $25 \text{ м}^3/\text{год}$. [36]. Повітря подається в житлові кімнати, а видаляється через санвузли та кухні. В котельні проектуємо витяжну з природнім спонуканням.

Сума витрати припливного повітря – $274 \text{ м}^3/\text{год}$, витяжного повітря – $449 \text{ м}^3/\text{год}$ різницю $175 \text{ м}^3/\text{год}$ направляємо в приміщення 1 та 7. Надлишки тепла будемо знімати за рахунок автономних кондиціонерів.

Обладнання припливної системи розміщується у вентиляційній камері , забір повітря здійснюється через отвір зроблений у зовнішній стіні , через решітку, далі

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

встановлений зворотній клапан - перекриває вхід до повітропроводу коли припливна система не працює.

Таблиця 2.1

Розрахунок повітрообмінів

№ приміщення	Площа м ²	Об'єм м ³	Кількість повітря	
			приплив	витяжка
1	2	3	4	5
1	33,5	84	230	101
2	40,8	102	0	122
3	2,3	6	0	7
4	15,7	39	47	47
5	17,0	43	51	51
6	25,1	63	75	75
7	36,9	92	46	0
8	9,9	25	0	30
9	5,3	13	0	16

Повітропроводи робимо круглими з сталі. Для того щоб , щоб у повітрозабір не потрапляв пил ,після зворотного клапана встановлено фільтр для круглих каналів серії FLK фірми OSTBERG. Виготовлений з оцинкованої сталі.

Фільтрувальний матеріал виконаний у вигляді панелі із синтетичного волокна і має клас очистки EU4. Зовнішня решітка серії USAV250 фірми OSTBERG пристосована до встановлення на круглих повітропроводах , виготовлена з алюмінію і оснащена сіткою від комах.

Зворотний клапан серії RSK фірми OSTBERG підпружиненими лопастями, пристосований для автоматичного перекриття круглих каналів при вимкненому вентилятору корпус з оцинкованої сталі , лопаті виконані з листового алюмінію . Конструкція корпусу клапана дозволяє кріпити його за допомогою хомути.

Вентилятор встановимо в припливну систему серії CV/KV250C фірми OSTBERG.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Аеродинамічний розрахунок припливної системи вентиляції

№ діл	Витрата повітря L , м ³ /год	Довжина ділянки l , м	Рекомендована швидкість v_R , м/с	Орієнтовна площа перерізу F_{OP} , м ²	Розміри перерізу $A \times B$ або d , мм	Фактична площа перерізу $F_{0\Phi}$, м ²	Фактична швидкість v_{Φ} , м/с	Динамічний тиск P_D , Па	Еквівалентний діаметр d_E , мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Розрахунковий напрямок 1 – 5 (магістраль)									
1	75	6,1	4	0,0052	100	0,00785	2,65	4,24	100
2	121	2,3	4	0,0084	125	0,012	2,74	4,52	125
3	172	3,6	4	0,011	125	0,012	3,89	9,12	125
4	219	4,4	4	0,0152	140	0,0153	140	9,4	140
5	449	6,0	4	0,0311	200	0,0314	3,97	9,49	200
Ув'язування втрат тиску на відгалуженні 6 з магістральною ділянкою 2									
6	51	3,1	4	0,0035	100	0,00785	1,8	1,96	100
Ув'язування втрат тиску на відгалуженні 7 з магістральною ділянкою 3									
7	47	3,1	4	0,0032	100	0,00785	1,66	1,66	100
Ув'язування втрат тиску на відгалуженні 8 з магістральною ділянкою 4									
8	230	13,3	4	0,0159	160	0,0201	3,18	6,08	160

№ діл	Поправочний коефіцієнт m	Матеріал, абс. шорсткість KE , мм	Поправочний коефіцієнт n	Питомі втрати тиску R , Па/м	Втрати тиску по довжині Rl_{nm} , Па	Сума коеф. місцевих опорів $\sum \xi$	Втрати тиску на місцеві опори z , Па	Сумарні втрати тиску на ділянці ΔP , Па	Сумарні втрати тиску з попередніми ділянками $\sum \xi P$, Па
1	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Розрахунковий напрямок 1 – 5 (магістраль)									
1	1	Сталь листова 0,1	1	1,23	7,5	4,01	17	24,5	24,5
2	1	Сталь листова 0,1	1	0,99	2,27	3,2	14,46	16,73	41,23
3	1	Сталь листова 0,1	1	1,86	6,71	0,3	2,74	9,45	50,68
4	1	Сталь листова 0,1	1	1,66	7,31	0,7	6,58	13,89	64,57
5	1	Сталь листова 0,1	1	1,07	6,44	0,4	3,8	10,24	74,81
Ув'язування втрат тиску на відгалуженні 6 з магістральною ділянкою 2									
6	1	Сталь листова 0,1	1	0,62	1,91	4,34	8,51	10,42	10,42
Неузгодженість втрат тиску, %									70,1%
Ув'язування втрат тиску на відгалуженні 7 з магістральною ділянкою 3									
7	1	Сталь листова 0,1	1	0,53	1,65	4,34	7,2	8,85	8,85
Неузгодженість втрат тиску, %									80,2%
Ув'язування втрат тиску на відгалуженні 8 з магістральною ділянкою 4									
8	1	Сталь листова 0,1	1	0,95	12,59	4,34	26,39	38,98	38,98
Неузгодженість втрат тиску, %									35,01%

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР				Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата					

Розрахунок місцевих опорів для припливної системи вентиляції

№ ді- лянки	Найменування опору	Кіль- кість	Умови та обґрунтування вибору	Коефіцієнт місцевого опору ξ	Сума коефі- цієнтів місцев- вих опорів $\sum \xi$
1	2	3	4	5	6
1	Повітророзподільник	1	4АПН	2,9	2,9
	Відвід прямокутний на 90°	2	програма VentCalc	0,4	0,8
	Трійник прямокутний припливний на прохід	1	програма VentCalc	0,31	0,31
					$\sum \xi = 4,01$
2	Повітророзподільник	1	4АПН	2,9	2,9
	Трійник прямокутний припливний на прохід	1	програма VentCalc	0,3	0,3
					$\sum \xi = 3,2$
3	Трійник прямокутний припливний на прохід	1	програма VentCalc	0,3	0,3
					$\sum \xi = 0,3$
4	Відвід прямокутний на 90°	1	програма VentCalc	0,4	0,4
	Трійник прямокутний припливний на прохід	1	програма VentCalc	0,3	0,3
					$\sum \xi = 0,7$
5	Відвід прямокутний на 90°	1	програма VentCalc	0,4	0,4
					$\sum \xi = 0,4$
6	Повітророзподільник	1	4АПН	2,9	2,9
	Відвід прямокутний на 90°	1	програма VentCalc	0,4	0,4
	Трійник прямокутний припливний на відгалуження	1	програма VentCalc	1,04	1,04
					$\sum \xi = 4,34$
7	Повітророзподільник	1	4АПН	2,9	2,9
	Відвід прямокутний на 90°	1	програма VentCalc	0,4	0,4
	Трійник прямокутний припливний на відгалуження	1	програма VentCalc	1,04	1,04
					$\sum \xi = 4,34$
8	Повітророзподільник	1	4АПН	2,9	2,9
	Відвід прямокутний на 90°	1	програма VentCalc	0,4	0,4
	Трійник прямокутний припливний на відгалуження	1	програма VentCalc	1,04	1,04
					$\sum \xi = 4,34$

В відгалуженнях нев'язка яких перевищує 10% встановлюємо діафрагми.

Глушник до встановлення приймаємо серії TFU 300/900 фірми OSTBERG. З шумоглушильним шаром в 50 мм мінеральної вати , вкритою склотканиною в

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

середині. Брудне повітря видаляється на зовні з допомогою витяжного каналного вентилятора серії CK250A фірми OSTBERG .

Встановлений також зворотний клапан серії RSK фірми OSTBERG, зовнішня решітка серії USAV. Повітропроводи влаштовуємо круглого перерізу , прокладаємо за підшивною стелею. Трасування повітропроводів здійснюють таким чином , щоб їх протяжність була найменшою. В туалетних кімнатах передбачена природна витяжна система .

Вибір схеми організації повітрообміну приміщень. У приміщенні організована схема подачі повітря за схемою «зверху - вниз». Повітря подається в кімнати віяловими струменями , що настилаються на стелю. Решітки влаштовуються на стелі. Витяжну систему влаштовуємо поряд з припливною схема забору повітря за схемою «знизу вверху». Решітки влаштовуються на стелі.

Розрахунок калориферної установки. Визначаємо потрібну теплову потужність калориферної установки:

$$Q_k = \rho \cdot c \cdot L \cdot (t_{\Pi} - t_3) / 3,6, \quad (2.7)$$

ρ - густина повітря 1,2 кг/м³;

c - питома теплоємність повітря;

L - витрата повітря, м³/год.;

t_{Π} - температура припливного повітря, °С;

t_3 - температура зовнішнього повітря, °С.

$$Q_k = 1,2 \cdot 1 \cdot 449 \cdot (18 - (-21)) / 3,6 = 5,8 \text{ кВт}$$

Підбираємо калорифер потужністю 5,8 кВт.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

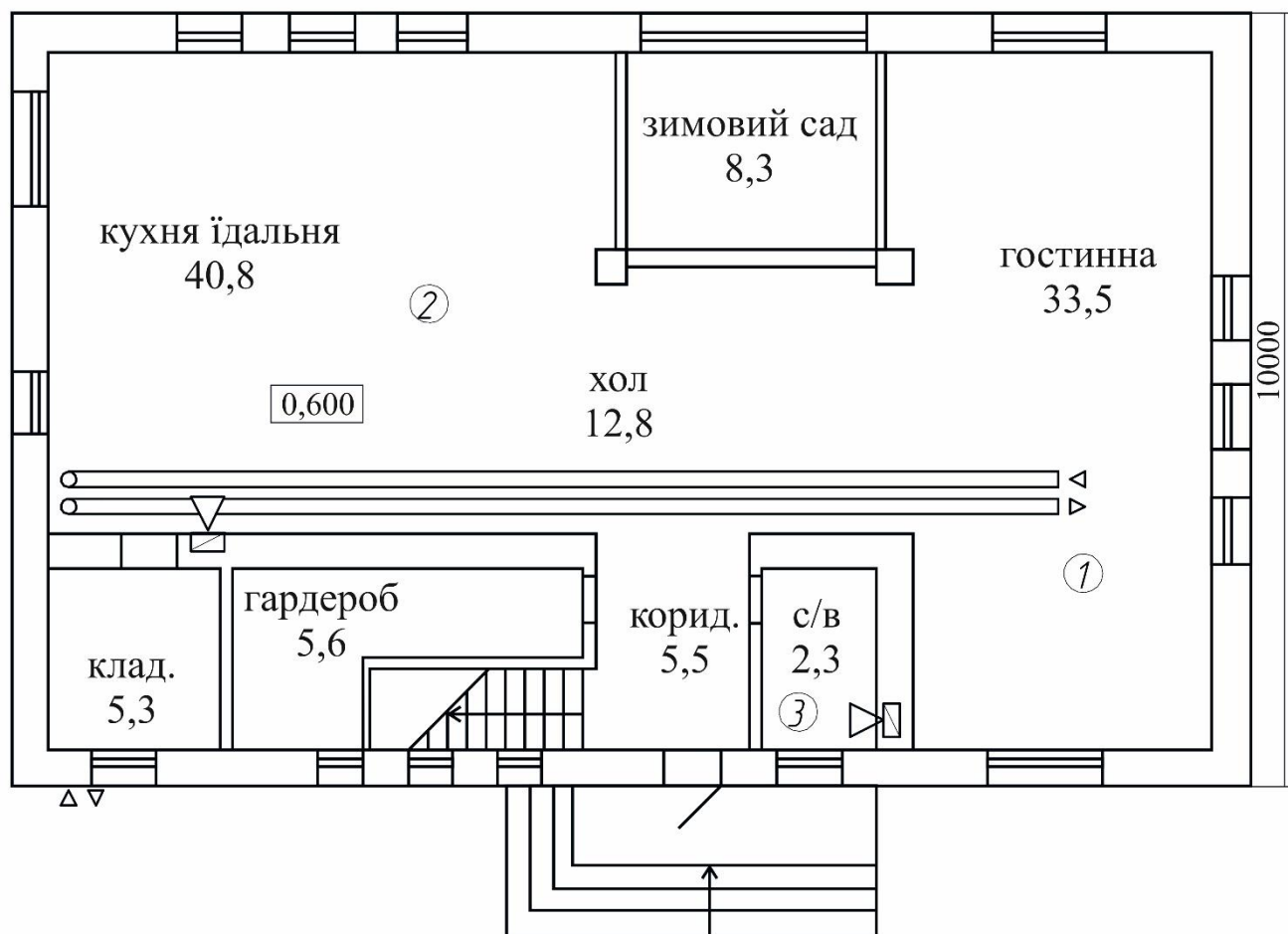


Рис. 2.3. Креслення першого поверху будинку з повітропроводами.

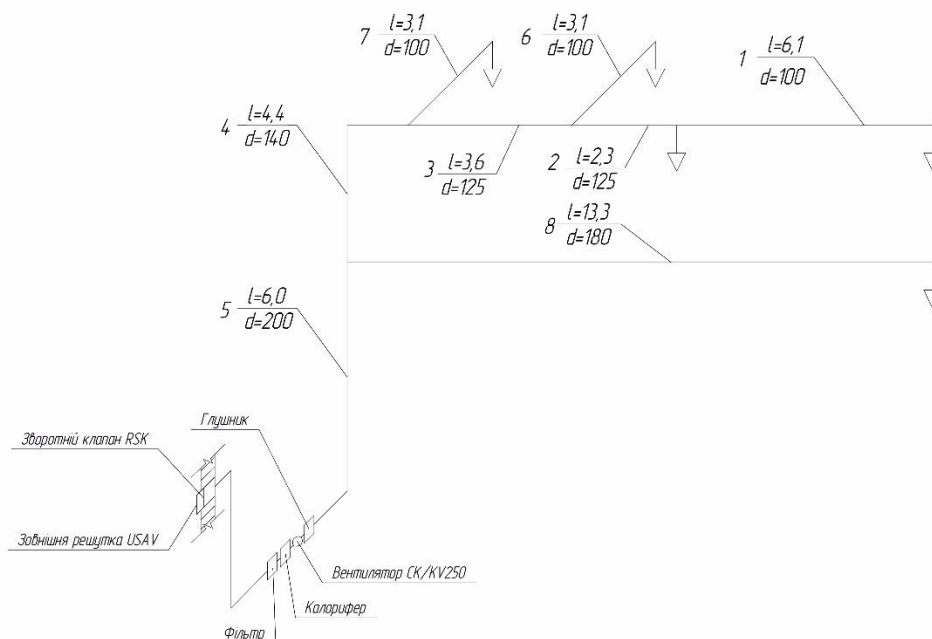


Рис. 2.4. Схема припливної вентиляції.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

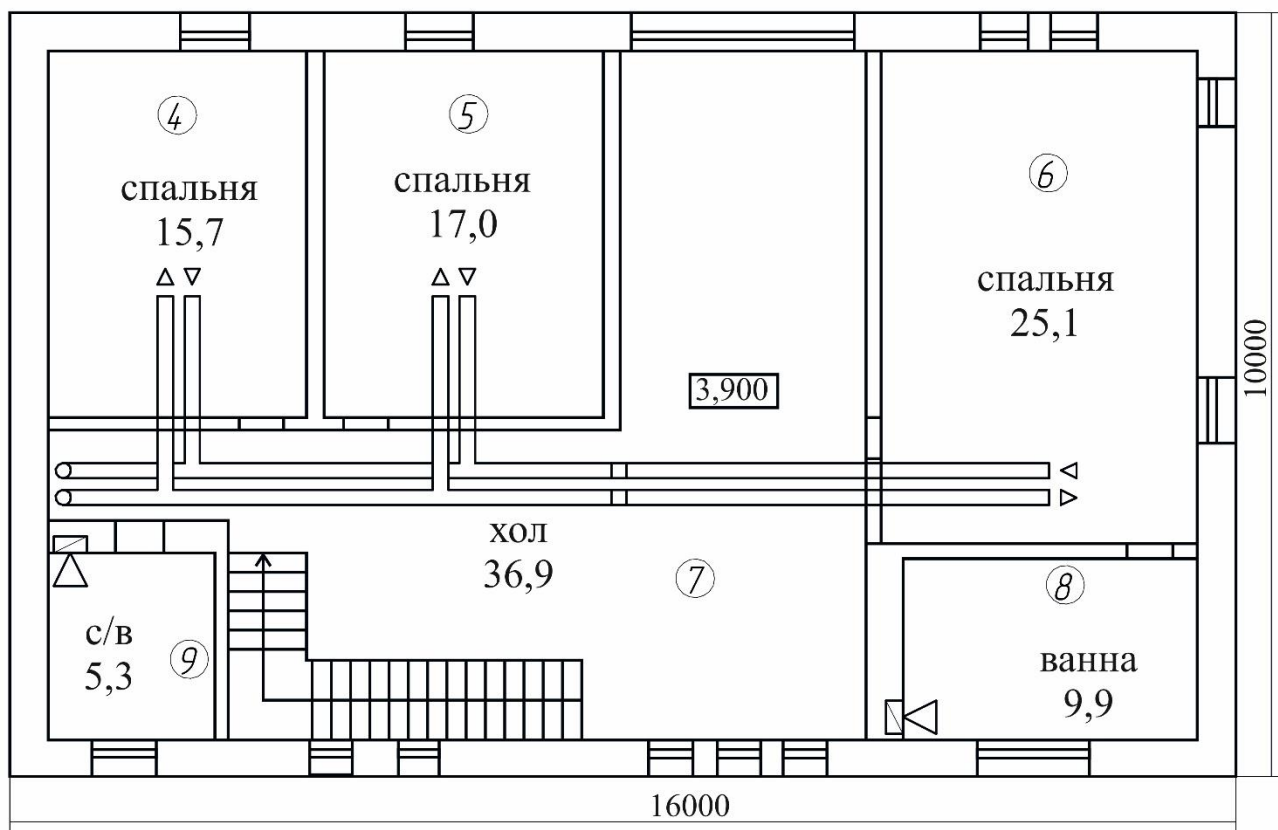


Рис. 2.5. Креслення другого поверху будинку з повітропроводами.

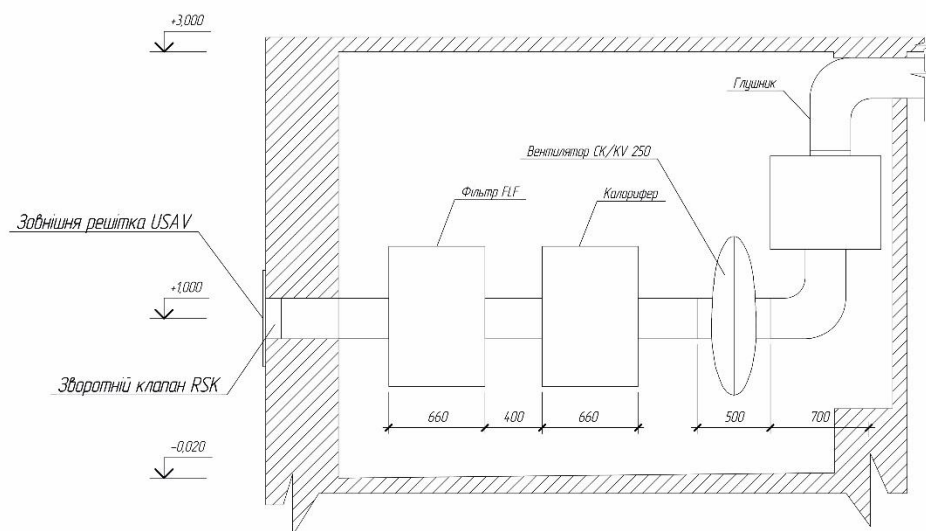


Рис. 2.6. Креслення припливної камери.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 3. Шляхи відновлення працездатності систем газопостачання та вентиляції в умовах воєнного стану

3.1. Розроблення алгоритму з ліквідації нещасних випадків та аварій на внутрішньо-будинкових системах газопостачання та вентиляції

Оскільки природний газ має небезпечні властивості, в першу чергу, здатність вибухати, то при проектуванні та експлуатації внутрішньо-будинкових систем газопостачання (ВБСГ) та вентиляції необхідно враховувати ці особливості газу: не допускати його витоків, запобігати утворенню вибухонебезпечних концентрацій, забезпечувати повне згоряння та видалення продуктів згоряння газу.

Питання безпечної експлуатації ВБСГ набуло особливої актуальності в останні роки. Вибухи побутового газу, що сталися в ряді регіонів України та призвели до людських жертв, не були випадковими подіями. Тенденції останніх років свідчать про неухильне погіршення аварійності вітчизняного газового обладнання, про те, що проблеми технічного стану та обслуговування вітчизняного газового обладнання мають системний характер [37-39].

Аналіз стану та розкриття проблем експлуатації ВБСГ, пошук шляхів підвищення надійності цих систем та моделювання умов безпечної експлуатації ВБСГ є важливою ланкою в організації та впровадженні нових технологій і обладнання, реконструкції ВБСГ та автоматизації процесів управління.

Особливе занепокоєння викликає безпека громадян, які проживають у багатоквартирних будинках, несвоєчасна профілактика внутрішньобудинкового газового обладнання, нерегулярне технічне обслуговування, неухильність до використання газових приладів самими абонентами. Сьогодні в епіцентрі вибуху побутового газу може опинитися будь-хто.

Аналіз аварійності на системах газопостачання свідчить, що нещасні випадки при використанні газу в побуті та загибель людей відбуваються через витoki та вибухи газу на ШРП, відсутність тяги в димових та вентиляційних каналах, несправність автоматики безпеки на побутових газових водонагрівачах та

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

опалювальних приладах, а також аварії на газових мережах. Крім того, близько 7% від загальної кількості аварій стається через аварійне підвищення тиску після проведення ремонту пунктів редукування газу (ПРГ). Основною умовою стабільної та безпечної роботи системи газопостачання є забезпечення постійного тиску в мережі, автоматичне підтримання вихідного тиску на заданому рівні незалежно від відбору газу споживачами та коливань вхідного тиску.

За найбільш приблизними даними, під час експлуатації систем СПГГ в Україні щорічно гине в 6-8 разів більше людей, ніж на об'єктах газорозподільних мереж, газифікованої енергетики, промисловості та транспорту. Спостерігається тенденція відносного збільшення кількості загиблих внаслідок витоків газу, спричинених незадовільним технічним станом газового обладнання в житлових будинках, самовільним підключенням та ремонтом газовикористовуючого обладнання.

Система газопостачання є багатоступеневою та розгалуженою, заходить практично в кожен квартиру чи будинок. Розподільні газопроводи прокладаються під землею, під водою, при необхідності над землею через інженерні споруди відповідно до нормативних документів, а ввідні газопроводи прокладаються по фасадах будівель. Газопроводи та споруди на них не охороняються і є відносно легкодоступними. Ввідні газопроводи вводяться в під'їзди, будинки, перетинають стіни і перекриття будівель. Багато внутрішніх газопроводів з газовими кранами розташовані в під'їздах багатоповерхових будинків.

Внутрішньобудинкове газове обладнання встановлюється в приміщеннях житлових будинків і квартирах. Газовим обладнанням щоденно користуються пересічні мешканці міста. Всі абоненти зобов'язані проходити інструктажі - вступний та повторний, але серед них трапляються недбалі, безвідповідальні та просто хворі люди, що є проблемою для безпеки. Приклади наявності втручання в систему газопостачання та причини аварій на ВБСГ:

- несанкціоновані врізки, відключення газопостачання (мешканці будинків перекривають вентилі, крани) під час проведення ремонтних робіт у квартирах;
- хуліганські дії підлітків;

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

- несанкціоноване перенесення газового обладнання;
- помилкові врізки внутрішніх газопроводів в систему;
- ракетні обстріли об'єктів;
- перебування об'єкту на лінії або біля лінії фронту;
- водопостачання у разі самовільного встановлення газового обладнання тощо.

При відносно вільному доступі до окремих елементів системи газопостачання виникають труднощі з доступом до них обслуговуючого персоналу спеціалізованих підприємств з газопостачання на територіях приватних домоволодінь та промислових підприємств різних форм власності.

Аналіз динаміки травматизму в Україні свідчить, що основними причинами нещасних випадків є: недотримання правил монтажу та експлуатації газових приладів, ремонт газових приладів особами, які не мають відповідної кваліфікації та допуску до даного виду робіт, використання газових приладів з несправними димовими та вентиляційними каналами, самовільне підключення та введення в експлуатацію газових приладів, самовільне перепланування газифікованих приміщень, допуск до експлуатації газових приладів осіб, які не пройшли інструктаж з правил безпечного користування газовими приладами.

Аналіз причин вибухів та нещасних випадків при використанні газу в побуті виявив наступні проблеми, сукупність яких може призвести до до нещасних випадків.

Інфраструктурно-технічні:

- Фізичний знос внутрішньобудинкових мереж та газового обладнання. Газові плити та газові колонки, які були встановлені 50-60 років тому, як правило, не оновлюються і є джерелом підвищеної небезпеки [37].
- Близько 35% багатоквартирних будинків не відповідають протипожежним та антитерористичним нормам, що становить загрозу для мешканців.
- Запірна арматура на внутрішньобудинкових газопроводах (як правило, коркові крани, встановлені в під'їздах житлових будинків) потребує заміни на

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

сучасні кульові крани, а внутрішньобудинкова система газопостачання (ВБСГ) підлягає оновленню та реконструкції відповідно до європейських стандартів.

- Відсутність захисту газового обладнання ПРГ від несанкціонованого втручання.

- Фізичний та моральний знос основного обладнання ПРГ. Понад 60% такого обладнання в Україні відпрацювало подвійний і більше ресурс.

- Технологічні схеми ВБСГ, газове обладнання, запірні арматури, клапани, засувки, газоспоживаючі котли, що знаходяться в експлуатації, значно відстають за технічними параметрами та показниками надійності і не відповідають нормативним вимогам Європейського Союзу (ЄС).

- Відсутні джерела фінансування для підтримання ВБСГ в нормальному стані та в необхідному обсязі для оновлення основних фондів (ця проблема потребує більш глибокого аналізу і має бути розглянута місцевими органами влади).

Зростають вимоги до надійності функціонування СПГГ. Зростаюча кількість постраждалих і загиблих, вибухів і зруйнованих будинків, спричинених відмовами обладнання та неконтрольованими витоками газу, супроводжується економічними, моральними і соціальними втратами.

Накопичені за останні десятиліття "недоремонти", незамінені газові крани, газові плити та газові водонагрівачі призвели до того, що планові ремонти зараз практично неможливі і часто поступаються місцем аварійним [37-39].

Кількість випадків витоків або вибухів газу спричинена не лише непридатністю газового обладнання та газових мереж, а й недотриманням правил безпеки при користуванні газом у побуті. Якщо зараз не вжити заходів, не розробити програми та заходи щодо зменшення кількості витоків, заміни газового обладнання, газових кранів, виведення з експлуатації застарілого обладнання, яке не має необхідних систем захисту, забезпечення житлового фонду (особливо багатоповерхових будинків) технічними системами контролю загазованості під'їздів та підвальних приміщень, а також капітального ремонту внутрішньобудинкових газопроводів та

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

багато інших дій, то вже через декілька років система стане некерованою, що призведе до збільшення аварій та нещасних випадків.

Для того, щоб зменшити витрати газу в ГРС, необхідно організувати якісне технічне обслуговування (ТО):

- перевіряти герметичність газопроводів і апаратів не повітрям, а за допомогою газу під надлишковим тиском - приладовим методом
- негайно усувати виявлені витрати газу;
- організувати перевірку відповідності проекту монтажу газових приладів і газопроводів вимогам ВБСТГ;
- перевіряти наявність тяги в димових та вентиляційних каналах;

Витрати на технічне обслуговування житлових будинків і квартир у багатоповерхових будинках (під час якого використовуються мастило, шпаклівка, олія або фарба, свинцевий сурик, пароніт, гвинти, штифти, пружини запірних пристроїв газових плит) відшкодовуються за рахунок експлуатаційних витрат на обслуговування СПГГ.

Витрати на утримання об'єктів соціально-побутового призначення, підприємств виробничого та невиробничого призначення відшкодовуються за рахунок коштів власників ГРМ.

Витрати на утримання об'єктів соціально-побутового призначення повинні розраховуватися відповідно до "Методичних положень з планування обліку і калькулювання собівартості продукції (робіт, послуг) на підприємствах з газопостачання та газифікації та їх структурних підрозділах". Витрати на відключення або підключення індивідуального газового обладнання, газифікованих об'єктів за заявою власника, а також на повторне підключення об'єктів, які були відключені за допущені ним порушення, фінансуються за рахунок власника.

Витрати, пов'язані з ліквідацією аварійних ситуацій в системах газопостачання населених пунктів (у тому числі СПГГ), які можуть призвести до аварій і не входять до обсягів технічного обслуговування, здійснюються Оператором ГРМ за рахунок експлуатаційних витрат СПГГ.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Витрати з монтажу, ремонту та реконструкції ВБСГ житлових будинків, громадських будівель, побутових, комунальних, виробничих підприємств незалежно від їх відомчої належності і форм власності, фінансуються за рахунок власника і розраховуються (з урахуванням вартості обладнання, вузлів та деталей), відповідно нормативам часу за виконані роботи, цін і тарифів, що діють в період надання послуг.

Розрахунки за послуги з технічного обслуговування ВБСГ ведуться згідно з умовами, визначеними договором за фактично надані послуги та виконані роботи.

Удосконалення на державному рівні нормативних документів, прийняття закону України про розподільчі мережі, ВБСГ в новій редакції та введення їх в дію, дозволить підвищити якість ВБСГ та рівень безпеки газопостачання.

Ситуацію суттєво можемо поміняти, якщо розробити, забезпечити фінансуванням та впровадити комплексну програму з капітального ремонту внутрішніх будинкових систем з впровадженням енергозберігаючих технологій та сучасних приладів обліку газу. Терміново замінити зношене устаткування на сучасні прилади з автоматикою безпеки, газові крани, будинкові регулятори тиску газу та електромагнітні клапани з датчиками по витокам природного газу і наявності чадного газу [37].

Експлуатація систем газопостачання, як і будь-якого небезпечного виробничого об'єкта, супроводжується низкою інцидентів, які в ряді випадків призводять до виникнення надзвичайних ситуацій, і в цьому сенсі СПГГ не є винятком. Оцінка безпеки цих об'єктів необхідна в контексті переходу до управління промисловою безпекою на основі критеріїв прийнятного ризику, а також виходячи з законодавчої вимоги "постійно здійснювати прогнозування надійності аварій і катастроф" для кожного небезпечного виробничого об'єкта систем газопостачання.

Для визначення стану ВБСГ проводиться аналіз аварії або інциденту шляхом реалізації алгоритму ліквідації аварій на ВБСГ (рис. 3.1).

Залежно від того, в який період життєвого циклу об'єкт підвищеної безпеки (ОПН) розглядається, міра глибини і деталізація аварійного ризику будуть різними.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Найповніші дослідження аварії можливі по експлуатованому або ліквідованому об'єкті підвищеної небезпеки, коли об'єм необхідної вихідної інформації і детальність аналізу обмежуються лише суб'єктивними чинниками.

Відповідно, для проєктованих обмежувачів перенапруг характерні менш повні дослідження. Для об'єкта підвищеної небезпеки, який знаходиться на стадії проєктування, аналіз аварійності є більш ефективним, оскільки на стадії проєктування є можливість уникнути його небезпечного наближення до третіх осіб або вразливих елементів навколишнього середовища.

Визначаються основні потенційні небезпеки, притаманні об'єкту підвищеної небезпеки, тобто оцінюється аварійність. Це може бути витік газу, який призведе до вибуху, або небезпека отруєння чадним газом у приміщенні, у разі несправності димових та вентиляційних каналів, або у разі поганого згоряння газу.

Вся процедура аналізу зазвичай складається з чотирьох незалежних (рис. 3.1), але взаємозалежних етапів:

На першому етапі визначаються основні потенційні небезпеки, притаманні об'єкту підвищеної небезпеки, тобто оцінюються і реалізуються необхідні заходи щодо усунення порушень правил безпечного використання газу та проведення дрібних ремонтних робіт.

Усунення аварійних ситуацій в системах газопостачання населених пунктів (в т.ч. СПГГ), які можуть призвести до аварій і не входять до обсягів технічного обслуговування, виконується АДС за рахунок витрат на експлуатацію СПГГ.

На другому етапі здійснюється аналіз та кількісна оцінка можливих наслідків прогнозованих аварій, несанкціонованого втручання абонентів у роботу ГТС та виконання заходів з ліквідації аварій шляхом їх усунення за заявками служб ГТС. Витрати на відключення або підключення до газопостачання, а також повторне підключення об'єктів, які були відключені за порушення, допущені абонентом, відшкодовуються власником.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

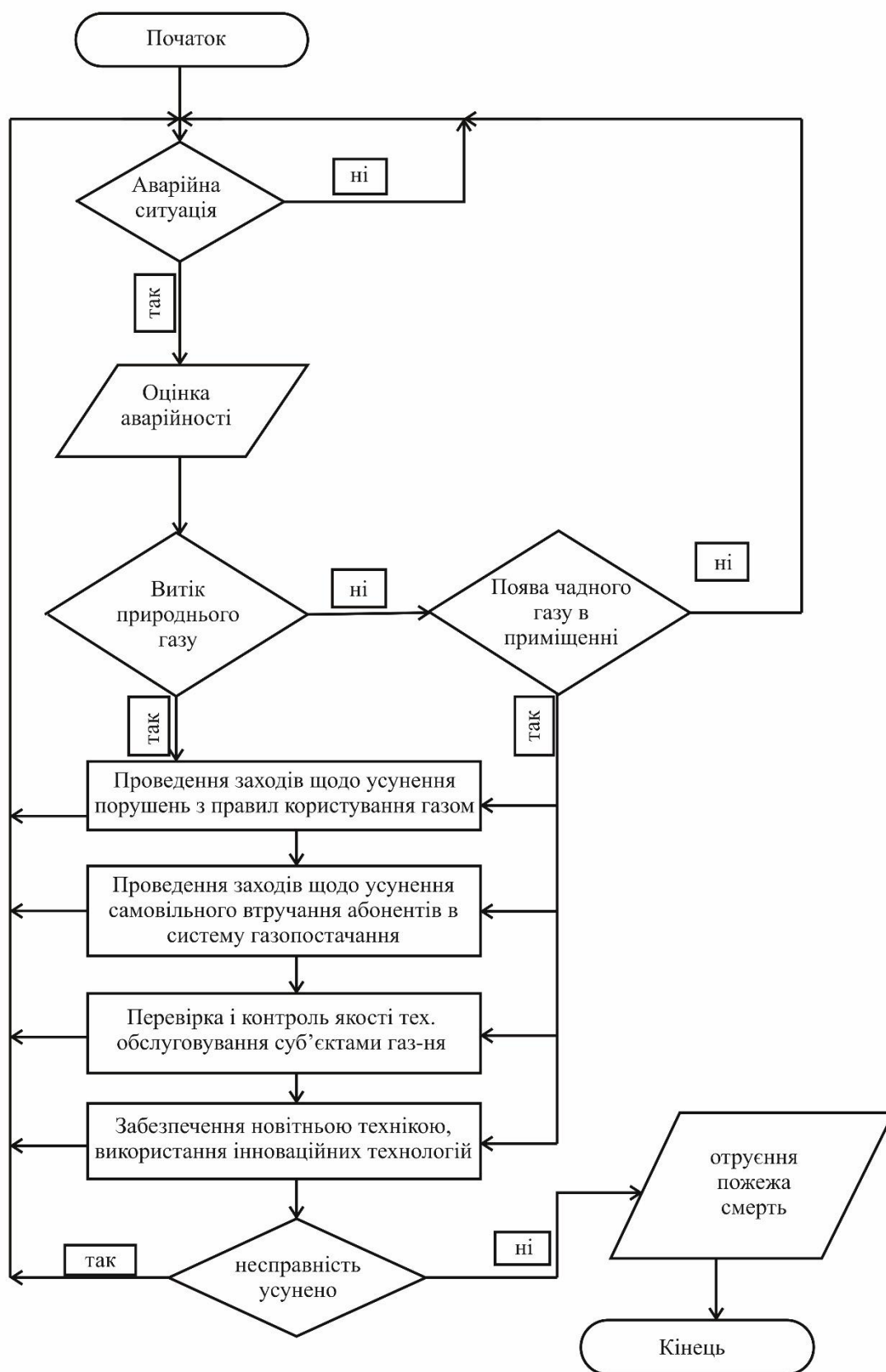


Рис. 3.1. Алгоритм з ліквідації нещасних випадків та аварій на внутрішньо-будинкових системах газопостачання та вентиляції.

Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата

НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР

Арк

Третій етап - аналіз частоти виникнення аварійних подій, який полягає у визначенні їх інтенсивності та ймовірності, а також перевірі якості проведення регламентних робіт, стану внутрішньобудинкових газопроводів, газових приладів, автоматики безпеки газових водонагрівачів та перевірі на наявність витоків.

Витрати на обслуговування об'єктів житлово-комунального господарства, підприємств виробничої та невиробничої сфери відшкодовуються власниками ГРМ відповідно до укладених з ПАТ "Укртрансгаз" договорів [37].

На четвертому етапі дані про очікувані збитки та втрати від окремих аварій об'єднуються з даними про можливу інтенсивність та ймовірність виникнення аварій і розраховується значення прогнозованого аварійного ризику. Розробляються заходи щодо забезпечення новітнім обладнанням (газовим обладнанням та запірною арматурою), впроваджуються інноваційні технології відповідно до стандартів ЄС.

Удосконалення нормативних документів на державному рівні дозволить підвищити якість технічного обслуговування, а отже підвищити безпеку мешканців міста та зменшити кількість аварійних ситуацій та інцидентів на СПГГ. Модернізація міської системи водопостачання та заміна новітнього газового обладнання фінансується за рахунок власника об'єкта газоспоживання. Після кожного з цих етапів проводиться аналіз отриманих даних, і якщо вони є неприйнятними, розробляються та впроваджуються коригувальні дії для зниження рівня небезпеки. Таким чином, процес управління зниженням ризику виникнення аварій є безперервним. Після реалізації певних впливів знову реалізуються блоки 1-4 і так до тих пір, поки не буде досягнуто прийнятного значення прогнозованого ризику.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

3.2 Дизайн дерева відмов внутрішньо-будинкових систем газопостачання та вентиляції

Відмова об'єкта – подія, що полягає в тому, що об'єкт повністю або частково перестає виконувати задані функції [39, 37]. З причин виникнення відмов розрізняють:

- відмови через конструктивні дефекти;
- відмови через технологічні дефекти;
- відмови через експлуатаційні дефекти;
- відмови через поступове старіння (зносу).

Для досягнення цих цілей використовується метод дерева несправностей.

В основі цього методу лежить зворотна логіка, яка широко використовується в різних дослідженнях, коли спочатку відомий тільки кінцевий результат, а необхідно визначити всі причини і обставини події, що відбулася. Побудова дерева відмов починається з формулювання небажаної події відмови системи.

Це подія, яка викликає непрацездатність системи на розглянутому інтервалі часу в заданих умовах, незалежно від будь-якого моменту часу. Всі гілки, події яких взаємозалежні або викликають верхню небажану подію в ситуації логічної взаємодії первинних подій, повинні сходитися до вершини дерева. Подальший рух вниз від вершини небажаної події здійснюється за допомогою логічних функцій (І, АБО тощо), які утворюють причинно-наслідкові ланцюжки подій аж до основи дерева.

Для пошуку і візуалізації причинно-наслідкового зв'язку за допомогою дерева несправностей необхідні елементарні блоки, які розділяють і пов'язують велику кількість подій. В інженерній практиці прийнято використовувати два типи блоків: логічні символи (знаки) і символи подій.

Логічні символи. Логічні символи (знаки) з'єднують події за причинами їх виникнення, позначення логічних знаків наведено в додатку Г на рисунку Г.1. Логічний символ (знак) може мати один або декілька входів, але тільки один вихід, або вихідну подію.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Логічний знак "І" (схема збігу). Вихідна подія логічного знака "І" відбувається, якщо одночасно з'являються всі вхідні події. Правило формулювання подій. Події, що входять в операцію "І", повинні бути сформульовані таким чином, щоб друга подія була обумовлена першою, третя подія - першою і другою, а остання подія - всіма попередніми подіями. Крім того, хоча б одна з подій повинна бути пов'язана з настанням початкової події.

Повний опис події не є обов'язковим. Іноді він навіть заважає графічній наочності діаграми. Необхідно лише впорядкувати події так, щоб подія справа залежала від настання події зліва. Таким чином, поява початкової події буде визначатися появою останньої події в серії з N - подій.

Правило використання логічного знаку І. Якщо є декілька причин, які повинні з'явитися одночасно, то зазвичай використовують операцію І. Вхідні дані операції повинні відповідати на питання: "Що необхідно для того, щоб відбулася вихідна подія?".

Логічний знак "АБО" (схема об'єднання). Вихідна подія логічного знаку "АБО" відбувається, якщо відбувається будь-яка з вхідних подій. Правило формулювання подій. Події, що входять в операцію АБО, повинні бути сформульовані так, щоб вони в сукупності вичерпували всі можливі шляхи настання вихідної події. Крім того, будь-яка з вхідних подій повинна приводити до вихідної події. Правило не дає способу опису подій, але його необхідно дотримуватися при побудові дерева несправностей.

Правило застосування знаку логічного АБО. Якщо будь-яка з причин призводить до появи вихідної події, то слід застосувати операцію АБО. Входи операції відповідають на питання: "Які події є достатніми для настання вихідної події?". Порядок застосування логічних знаків І та АБО Для будь-якої події, що аналізується, спочатку розглядають всі можливі події, які є входами операцій АБО, потім входами операцій І. Причинно-наслідкові зв'язки, виражені логічними знаками І та АБО, є детермінованими, оскільки настання вихідної події повністю визначається вхідними подіями.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Знак логічного виключення. Для зображення імовірнісних причинно-наслідкових зв'язків використовується шестикутник, який є логічним диз'юнктором. Подія, яка розміщується під логічним диз'юнктором, називається вхідною подією, а подія, яка розміщується збоку від логічного диз'юнктора, називається умовною подією.

Умовна подія стає подією, якщо відбувається вхідна подія. Вихідна подія відбувається, якщо відбуваються і вхідна, і умовна події. Іншими словами, вхідна подія викликає вихідну подію з імовірністю (як правило, постійною) настання умовної події. Знак логічної дискваліфікації часто з'являється у випадках, коли подія викликається на вимогу. Він використовується в основному для зручності і може бути замінений знаком логічного І. Вихідна подія відбувається, якщо вхідні події відбуваються в певній послідовності (зліва направо). Поява вхідних подій в іншому порядку не викликає вихідної події.

Аналізу причин відмов і підготовці найбільш ефективних заходів щодо їх усунення сприяє побудова дерева відмов і непрацездатних станів. Такий аналіз повинен проводитися для кожного періоду експлуатації, кожної частини або системи в цілому.

Наприклад, побудова дерева відмов на рис. 3.2 починається з формулювання небажаної події при відмові системи. Такою подією є подія, що викликає відмову системи на розглянутому часовому інтервалі - витік газу на ГРСГ з урахуванням подій (відгалужень) витоку газу в під'їзді, квартирі житлового будинку та газовому обладнанні, встановленому в квартирі (газова колонка, газовий котел, газова плита та лічильник газу). Побудова дерева є основою логіко-імовірнісної моделі причинно-наслідкових зв'язків відмов системи (як виду небезпеки) з відмовами її елементів та іншими подіями (впливами).

При аналізі виникнення відмови системи подія представляється послідовністю і комбінацією порушень і відмов, тобто є багаторівневою графічною структурою причинно-наслідкових зв'язків, отриманою в результаті вивчення динаміки розвитку

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

небезпечних ситуацій у зворотному порядку з метою пошуку можливих причин їх виникнення.

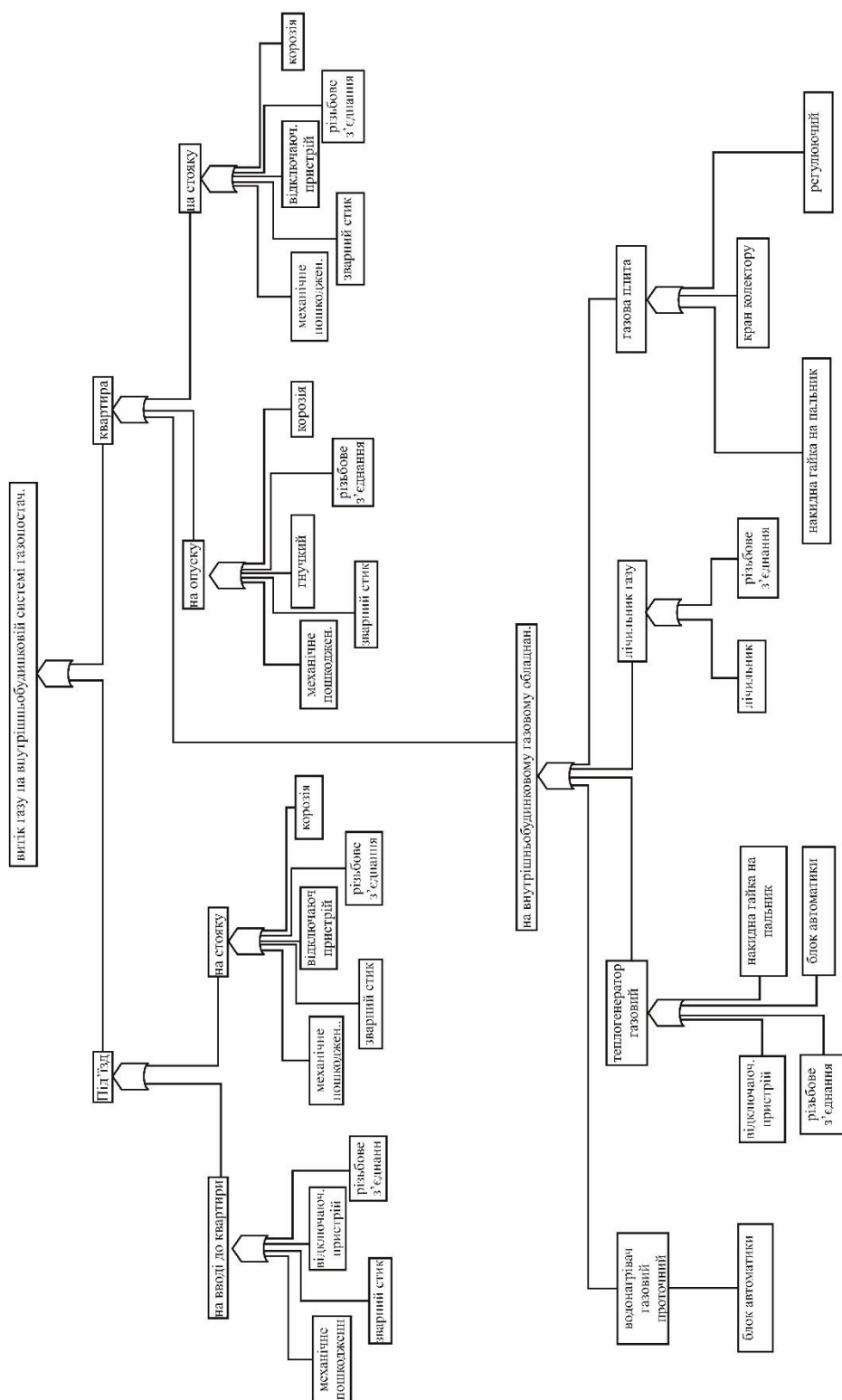


Рис. 3.2. Дизайн дерева відмов внутрішньобудинкових систем газопостачання та вентиляції.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Як бачимо, на верхівці дерева (рис. 3.3, рис. 3.4) є лише дві незалежні причини аварії - вибух природного газу або отруєння чадним газом. В той же час, рух до основи дерева виявляє значно більшу кількість першопричин та вихідних умов аварії, переважно людського характеру. Це пов'язано з несанкціонованим безпосереднім втручанням абонента у внутрішньобудинкову систему газопостачання.

Абоненти:

- самовільне встановлення, перенесення, заміна, ремонт побутових газових приладів та самовільне втручання абонентів в систему газопостачання, конструкцію газових приладів і автоматики безпеки, влаштування димових та вентиляційних каналів з порушенням нормативних вимог;

- недостатній повітрообмін у приміщенні, де встановлено газове обладнання (закриті квартирки вікон, реконструйовані приміщення з встановленням металопластикових вікон, закриті отвори та решітки вентиляційних каналів);

- тяга в димових та вентиляційних каналах не відповідає нормам (захащеність, засмічення, руйнування каналів).

- Ввідні газопроводи, прокладені по стінах будівель, не завжди відповідають вимогам проектів та державних норм. При прокладанні ввідних та внутрішніх газопроводів через стіни труби не фарбують або прокладають без футляра, порушуючи норми ПБСГУ в частині перетину з електропроводами. У деяких будинках до оголовків ДКС монтуються антени різного типу, що призводить до їх руйнування.

Щоб хоч якось зменшити вплив людського фактору на безпеку газопостачання, споживачі повинні дотримуватися правил безпечного користування газом у побуті та не допускати дій або бездіяльності, які можуть призвести до небажаних подій, що призводять до виходу з ладу СПГГ негайно повідомляти виконавця послуг про аварії, пожежі, вибухи, які виникають під час експлуатації внутрішньобудинкового газового обладнання;

■ утримувати внутрішньобудинкове газове обладнання в належному стані;

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

■ забезпечити безаварійні умови зберігання балонів зі скрапленим вуглеводневим газом;

■ опломбовувати місця входів і виходів газопроводів та підземних комунікацій у підвальних приміщеннях житлових будинків і споруд;

■ повідомляти виконавця послуг про час виселення мешканців з житлового приміщення для відключення газовикористовуючого обладнання;

■ повідомляти виконавця послуг про несправність побутових газових приладів, відсутність тяги в димоходах або вентиляційних каналах, наявність запаху газу в приміщеннях тощо.

Суб'єкти господарювання:

Надійність та безпека технічних систем значною мірою залежить від якості технічного обслуговування та ремонту цих систем. З цієї причини повинні бути розроблені технології обслуговування як внутрішньобудинкових систем газопостачання, так і систем безпеки, пов'язаних з ними.

Спеціалізовані газові підприємства (СПП) - неякісно і несвоєчасно, не в повному обсязі проводять технічне обслуговування газового обладнання, автоматики безпеки газових водонагрівачів та котлів, не відключають газові прилади від системи газопостачання у разі їх невідповідності вимогам Правил безпеки систем газопостачання.

Технічне обслуговування систем безпеки повинно забезпечувати виконання таких завдань:

- перевірку умов роботи систем безпеки, як в тестових режимах, так і в робочих процесах;

- перевірку справності обладнання систем безпеки на робочих місцях з використанням дистанційного керування;

- запобігання діям або бездіяльності, які можуть призвести до небажаних подій, що призводять до відмов СПП під час технічного обслуговування і ремонту. Помилки і порушення персоналом інструкцій і стандартів при виконанні робіт з

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

технічного обслуговування і ремонту можуть стати причиною виникнення небезпеки.

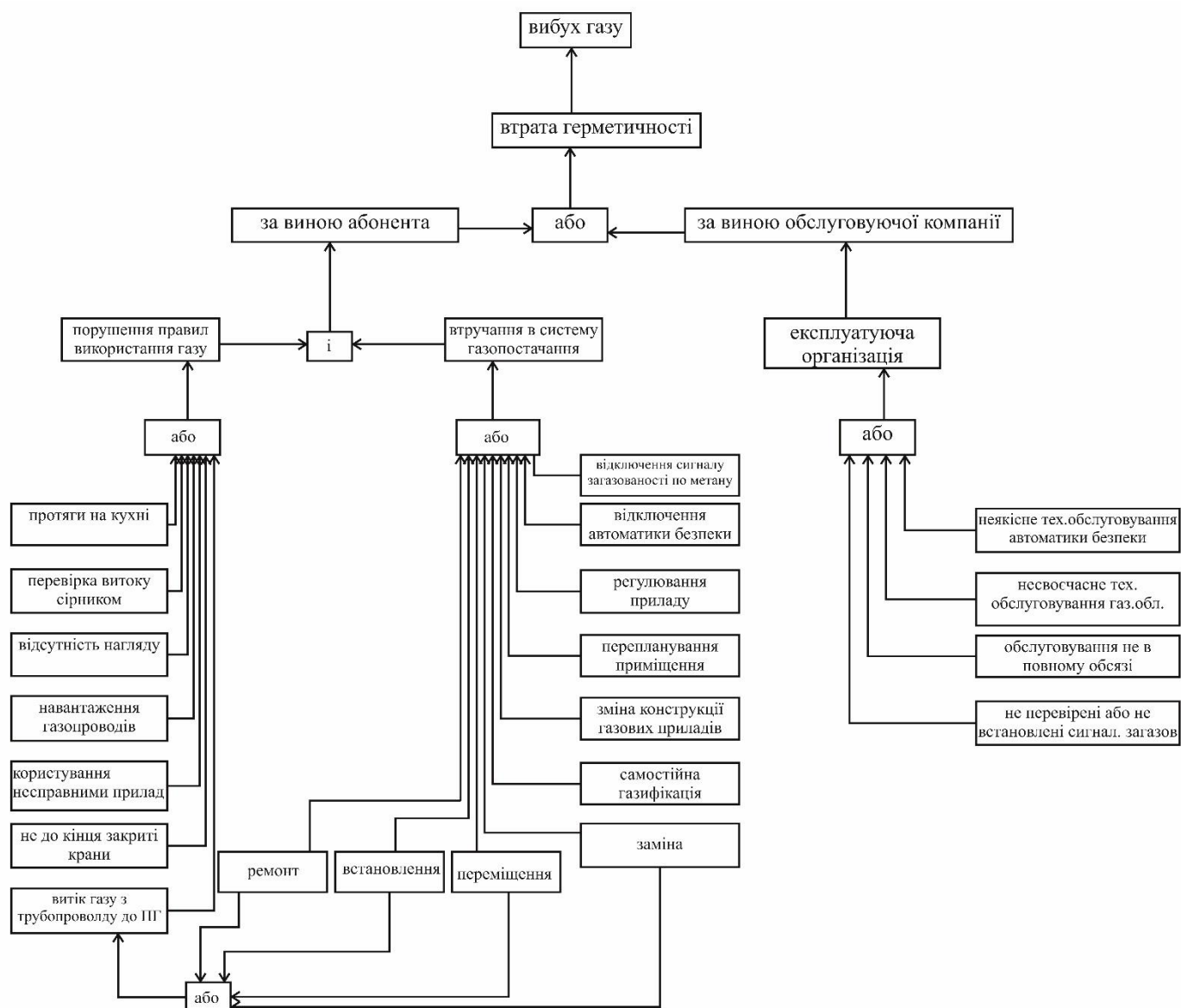


Рис. 3.3. Моделювання дерево відмов при вибусі газу на ВБСГ та вентиляції.

Тому мають бути розроблені детальні інструкції для проведення таких робіт. У них мають бути відображені кваліфікаційні вимоги до обслуговуючого персоналу, а також вимоги до контролю за виконанням цих робіт.

Необхідно розробити план перевірок і випробувань складних технічних систем, терміни проведення яких повинні суворо дотримуватися. Перевірці повинні піддаватися технічні засоби і заходи контролю небезпеки.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Перевірки та випробування повинні відповідати загальноприйнятій практиці і проводитися з періодичністю, рекомендованою виробником, а за необхідності - частіше. Технічний персонал, який експлуатує системи, повинен усувати несправності або перед подальшою експлуатацією системи, або за графіком, якщо необхідні заходи щодо забезпечення безпечної експлуатації не були вжиті негайно.

Житлово-експлуатаційними організаціями та організаціями, які здійснюють технічне обслуговування ТРЦ - відсутність контролю за перевіркою стану димових та вентиляційних каналів, непроведення їх технічного обслуговування та очищення. Пломбування вводів інженерних комунікацій в окремих випадках не відповідає вимогам будівельних норм, обстежено не всі квартири, мають місце факти складання фіктивних актів обстежень багатоквартирних будинків.

Не допускати дій або бездіяльності, які можуть призвести до небажаних подій, що призводять до витоків газу, вибухів та отруєння людей чадним газом через незадовільне утримання житлового фонду. У разі виявлення побутового газового обладнання необхідно відключити його від ПРГ зі складанням акта та встановленням заглушки на газопроводі:

- самовільна газифікація або переобладнання газового обладнання;
- перепланування приміщень, що може призвести до порушення роботи газового обладнання, тобто до вибухів або отруєння чадним газом;
- необхідність заміни газового обладнання у разі неможливості усунення несправностей під час технічного обслуговування або ремонту обладнання;
- витoki газу, які неможливо усунути під час технічного обслуговування
- витoki газу, які неможливо усунути під час технічного обслуговування групової або індивідуальної балонної установки скрапленого вуглеводневого газу (ЗВГ);
- порушення умов зберігання наповнених або порожніх запасних балонів LPG;

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

■ несправності автоматики безпеки побутового газового обладнання та інші несправності, які можуть призвести до аварії або створюють загрозу життю і безпеці людей за відсутності технічної можливості їх негайного усунення;

■ відсутність тяги в димоходах та вентиляційних каналах;

■ негерметичність димовідводів газовикористовуючого обладнання;

■ відсутність умов для забезпечення припливу необхідної кількості повітря для горіння газу.

Підключення газоспоживаючого обладнання до мережі газоспоживання повинно здійснюватися спеціалізованою організацією, після усунення виявлених порушень та несправностей.

3.3. Шляхи відновлення працездатності систем газопостачання та вентиляції.

На рівень безпеки та ефективності використання газу значною мірою впливає низький технічний рівень обладнання, що знаходиться в експлуатації. На сьогодні у споживачів газу в багатоквартирних та житлових будинках налічується близько 80% морально застарілого та фізично зношеного газового обладнання, яке не відповідає сучасним вимогам безпеки його експлуатації [37].

Додатковим фактором, що негативно впливає на рівень безпеки та ефективності використання газу в побуті, є відсутність законодавчо встановленого порядку проведення технічного обслуговування та ремонту газового обладнання в житлових будинках, а також регламентованих критеріїв оцінки належного технічного стану побутового газового обладнання. Розроблено основні критерії та заходи (рис. 3.4.) для забезпечення надійності СГП:

■ технічні;

■ організаційні;

■ функціональне управління.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Для зниження ризику відмов вітчизняних систем газопостачання з проектних, виробничих або експлуатаційних причин існує ряд стандартних профілактичних, контрольних і захисних заходів, які забезпечують надійність і безпеку технічних систем. Вони застосовуються на різних стадіях життєвого циклу - на етапах проектування, виготовлення та експлуатації.

На етапі проектування і виготовлення технічних систем профілактичні заходи, як правило, повинні включати

- використання апробованих методів і засобів забезпечення надійності;
- аналіз альтернативних проектних рішень і вибір найкращого з них;
- створення резервів працездатності при навантаженнях і відмовах різного характеру
- застосування резервування; вибір високонадійних компонентів і матеріалів;
- створення тестуємих і ремонтпридатних елементів;
- співпраця з експлуатаційними службами розробників, конструкторів, випробувачів та навчання їх передовим методам і способам забезпечення надійності транспортних засобів;
- розроблення нових засобів контролю та діагностики.

Контрольні заходи:

- експериментальна перевірка технічних рішень, особливо новітніх розробок;
- перевірка всіх режимів експлуатації;
- цільові та комплексні випробування;
- експериментальна перевірка резервів працездатності на всіх режимах експлуатації;
- контроль надійності;
- контроль якості роботи виконавців, самоконтроль.

Захисні заходи:

- аналіз видів і наслідків відмов;
- впровадження в систему спеціальних елементів, що забезпечують безпеку при виникненні аварійних ситуацій;

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

- відпрацювання основних аварійних режимів роботи;
- підготовка експлуатаційного персоналу;
- реалізація технічних рішень по локалізації відмов;
- застосування оперативного контролю та управління функціонуванням;
- забезпечення збереження працездатності системи при відмовах елементів;
- розробка системи технічного обслуговування і відновлення обладнання.

На стадії експлуатації технічних систем профілактичні заходи:

- використання автоматизованих засобів контролю і пошуку несправностей;
- розробка експлуатаційно-технічної документації;
- проведення планово-попереджувальних ремонтів;
- оцінка і прогнозування технічного стану і надійності;
- навчання та атестація персоналу.

Заходи контролю:

- автоматизована реєстрація та обробка інформації про відмови і несправності;
- контроль якості;
- гарантійний нагляд.

Захисні заходи:

- використання автоматичних засобів захисту;
- аналіз наслідків відмов, що вже відбулися, та впровадження захисних заходів;
- підготовка та атестація персоналу для роботи у разі виникнення відмов.

Технічне забезпечення та безпека робіт.

Всі технічні засоби забезпечення надійності та безпеки, що використовуються при створенні та експлуатації технічних систем, можна умовно розділити на три класи: засоби попередження, засоби контролю та засоби захисту.

До технічних засобів попередження конструктивних відмов відносяться забезпечення проектувальників

- автоматизованими комплексами цифрового та аналого-цифрового моделювання, які мають необхідне математичне забезпечення і дозволять

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

проектувальникам розробляти велику кількість альтернативних варіантів елементів систем, режимів їх роботи і вибрати найбільш надійні та ефективні з них

- засоби автоматизованої розробки конструкторської та технологічної документації, що дозволяють виключити помилки в документації та значно прискорити її розробку;
- сучасне експериментальне обладнання, що дозволяє своєчасно відпрацьовувати нові технічні рішення, забезпечуючи високу надійність елементів;
- технічні засоби підготовки та підвищення кваліфікації конструкторів, технологів, експериментаторів та інших працівників підприємств-розробників;
- автоматизовану інформаційну систему з питань якості та надійності елементів технічних систем.

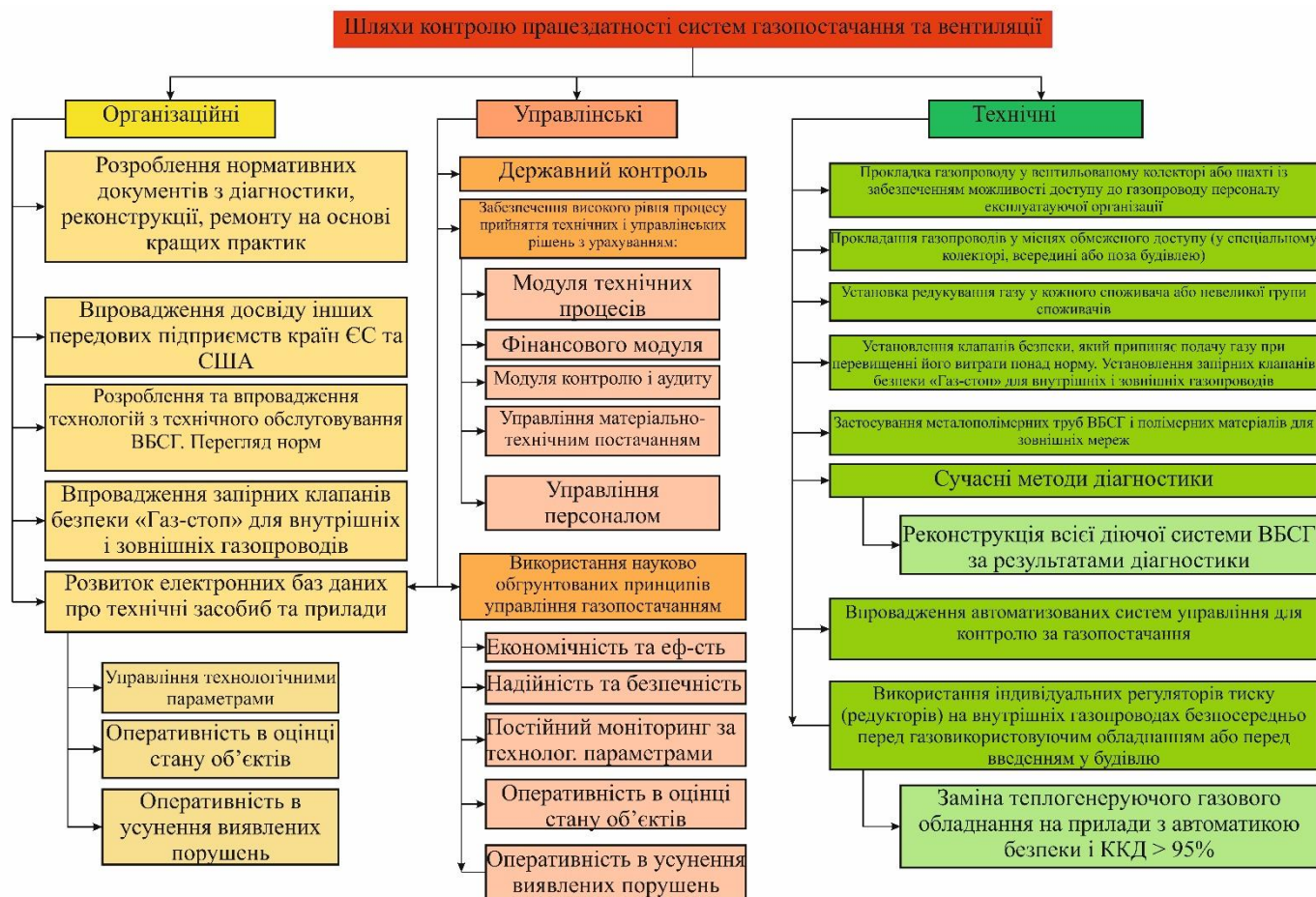


Рис. 3.4. Шляхи контролю працездатності систем газопостачання та вентиляції.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

До технічних засобів, що запобігають виникненню відмов і відхилень виробничого характеру, відносяться

- сучасне автоматизоване виробниче і технологічне обладнання, засоби контролю і управління технологічними процесами;
- розробка нових технічних засобів вхідного неруйнівного контролю та діагностики, які виключають потрапляння у виробництво неякісних матеріалів, напівфабрикатів і комплектуючих виробів;
- автоматизовані засоби навчання робітників та інженерно-технічного персоналу виробничих підприємств;
- автоматизована інформаційна система з якості та надійності систем у виробництві.

До технічних засобів попередження відмов в експлуатації:

- технічні засоби для розробки експлуатаційної документації (стенди, макети, тренажери) та навчання експлуатаційного персоналу
- автоматизовані засоби контролю, діагностики та пошуку несправностей
- технічні засоби для проведення планово-попереджувальних і поточних ремонтів.

технічні засоби контролю надійності в експлуатації:

- технічні засоби неруйнівного контролю та діагностики;
- автоматизовані засоби реєстрації та обробки інформації про результати функціонування елементів системи, відмови та несправності
- технічні засоби прогнозування працездатності елементів, контролю та пошуку несправностей
- автоматизовані засоби контролю якості роботи операторів.

Технічні засоби захисту, призначені для усунення умов виникнення відмов, а також наслідків їх виникнення:

- технічні засоби локалізації відмов, які вводяться безпосередньо в систему;
- технічні засоби оперативного контролю та управління системою при виникненні небезпечних ситуацій;

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

- блокування в критичних технологічних процесах, які виключають можливість руйнування елементів системи при порушенні технологічного процесу;

Для зменшення втрат від можливих відмов при проектуванні ВВСТ застосовані наступні технічні засоби, що дозволяють зменшити втрати від можливих відмов:

- Пожежо- та вибухобезпека і пожежогасіння.
- Запобігання помилковим діям диспетчера або оператора.
- Автоблокування, яке виключає проходження і виконання помилкових команд і не дозволить приймати помилкові керуючі рішення.

При розробці нових технічних систем вони повинні бути передбачені:

- Засоби попередження відмов і відхилень від встановленого ходу технологічних процесів.
- Засоби оперативного контролю та виявлення причин відмов і відхилень.
- Засоби захисту від небезпечних наслідків відмов і відхилень.

Організаційні заходи

Технічне обслуговування і ремонт

Надійність і безпека технічних систем істотно залежить від якості технічного обслуговування і ремонту цих систем. З цієї причини повинні бути розроблені технології технічного обслуговування як внутрішньобудинкових систем газопостачання, так і пов'язаних з ними систем безпеки.

Обслуговування системи безпеки (СБ) повинно вирішувати наступні завдання:

Організаційні:

- перевірка умов функціонування систем безпеки, як в тестових режимах, так і в робочих процесах;
- перевірка справності обладнання систем безпеки на робочих місцях шляхом дистанційного контролю;
- зміна структури управління; збільшення частоти обходів трас підземних газопроводів;

Помилки та порушення персоналу під час виконання робіт з технічного обслуговування та ремонту можуть стати причиною виникнення небезпеки. Тому

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

мають бути розроблені детальні інструкції для проведення таких робіт. В них повинні бути відображені кваліфікаційні вимоги до обслуговуючого персоналу, а також вимоги до нагляду за виконанням цих робіт. Необхідно розробити план перевірок і випробувань складних технічних систем, терміни проведення яких повинні суворо дотримуватися.

Перевірці повинні підлягати технічні засоби і заходи контролю безпеки. Перевірки і випробування повинні відповідати загальноприйнятій практиці і проводитися з періодичністю, рекомендованою виробником, а при необхідності - частіше. Технічний персонал, який експлуатує системи, повинен усувати несправності або перед подальшим використанням системи, або за графіком, якщо необхідні заходи для забезпечення безпечної експлуатації були вжиті негайно.

Варто також відзначити одну небезпечну тенденцію, на яку не звертає уваги персонал при виконанні робіт з технічного обслуговування та ремонту. У наш час всі намагаються покращити свої житлові умови - встановлюють безпечні двері, пластикові вікна та балкони, ставлять примусові витяжки, зовсім забуваючи про те, що такі перетворення роблять квартиру негерметичною і підвищують ризик отруєння чадним газом. За таких обставин необхідно проводити інструктаж та інформувати споживачів про дотримання елементарних правил: після включення газу - перевірити тягу, відкрити кватирку, забезпечити приплив свіжого повітря в приміщення та не закривати вентиляційні канали. Необхідно встановити газові сигналізатори з електромагнітними клапанами для відключення газу та лічильники газу з запірною арматурою.

Організаційні та інформаційні заходи

1. Зменшення кількості порушень при використанні газу в побуті шляхом здійснення організаційних та інформаційних заходів:

- виготовлення листівок та публікації статей, що відображають сезонну специфіку використання газу, в яких висвітлюються наслідки порушень правил користування газовими приладами;

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

- підготовка відеоматеріалів про причини та наслідки нещасних випадків та питання безпеки із залученням місцевих телекомпаній, а також їх показ у програмах місцевого телебачення. Використання цих відеоматеріалів під час проведення інструктажів населення;

- широка пропаганда безпечного використання газу в побуті через місцеве радіозв'язок.

2. Систематизація та аналіз нещасних випадків (забезпечити систему оперативного інформування про причини та наслідки нещасних випадків, що сталися під час використання газу в побуті через диспетчерські служби РГК).

3. Зменшення кількості випадків отруєння чадним газом та підвищення ефективності роботи газового обладнання, а саме постійно інформувати споживачів, які використовують газові прилади з організованим відводом продуктів згоряння, про необхідність своєчасного проведення технічного обслуговування та ремонтних робіт спеціалізованими організаціями.

4. Зменшення кількості порушень при використанні газу в побуті. Для цього необхідно практикувати проведення

- нарад за участю представників органів місцевого самоврядування, районних та обласних органів виконавчої влади, територіальних органів Держгірпромнагляду та підприємств житлово-комунального господарства, відповідальних за газове господарство, з питань утримання та експлуатації димових і вентиляційних каналів, газового обладнання, економного та раціонального використання газу та стану розрахунків за його споживання;

- засідання комісій місцевих органів влади з питань безпеки життєдіяльності населення, на яких розглянути стан роботи з профілактики травматизму при використанні газу в побуті;

- бесіди, лекції в навчальних закладах, гуртожитках, організаціях, промислових підприємствах з питань безпечного та економного споживання газу.

5. Підвищення рівня знань та зменшення кількості порушень при використанні газу в побуті, тобто постійно надавати допомогу місцевим органам управління

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

освітою в організації вивчення правил користування газовими приладами школярами.

Навчання

Незважаючи на те, що технічні засоби займають важливе місце в забезпеченні безпеки, жодне виробництво не буде працювати без участі людини. Оскільки люди можуть мати як позитивний, так і негативний вплив на безпеку, вкрай необхідно зменшувати останній і всіляко підтримувати перший. Обидві цілі можуть бути досягнуті шляхом правильного підбору персоналу, його первинної підготовки та подальшого підтримання професійних навичок.

Повторний інструктаж повинен проводитися не рідше одного разу на три роки (або частіше) для кожного працівника, задіяного в експлуатації систем газопостачання, з метою підтвердження того, що працівник розуміє і твердо дотримується чинних інструкцій з експлуатації.

Керівник повинен визначити за погодженням з працівниками, залученими до експлуатації, періодичність повторного навчання. Керівник повинен забезпечити, щоб кожен працівник, залучений до процесу, отримав і засвоїв необхідні знання та навички. Результати навчання та атестації персоналу повинні бути належним чином задокументовані.

Підвищення рівня знань працівників газового господарства та обізнаності абонентів з питань користування побутовими газовими приладами, а саме обладнати кімнати (куточки) для інструктажу населення з правил безпеки користування газом у побуті: - з питань експлуатації газового обладнання

- засобами наочної агітації;
- засобами технічної інформації;
- необхідною літературою для ефективного проведення первинного інструктажу (навчання споживачів газу) абонентів.

Діагностика небезпечних ситуацій в технічних системах Визначення технічного стану систем в процесі експлуатації або після ремонту називається технічним діагностуванням. За допомогою технічної діагностики можна прогнозувати можливі

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

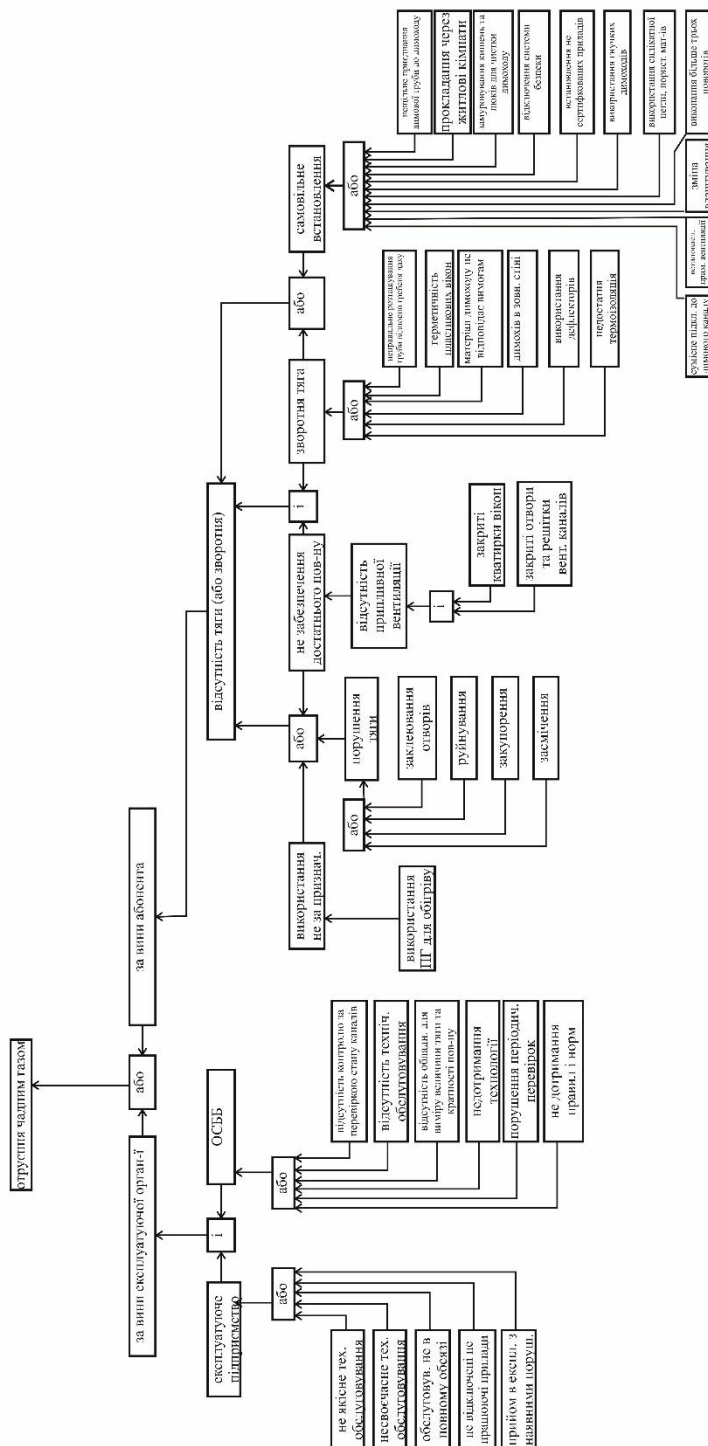


Рис. 3.5. Модель дерева відмов з отруєння чадним газом на ВБСГ.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк.
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Сукупність засобів, правил і алгоритмів діагностування утворює систему технічного діагностування (СТД). Основними завданнями діагностування під час проектування є перевірка відповідності розробленої системи вихідному завданню на проектування та забезпечення високої якості діагностування системи на наступних етапах життєвого циклу для виявлення можливих відмов. Оскільки значна частка аварій пов'язана з помилками проектування, а ціна кожної пропущеної помилки надзвичайно висока, необхідно приділяти діагностиці велику увагу. При виготовленні, монтажі систем газопостачання технічна діагностика є невід'ємною частиною виконуваних робіт.

Основною метою діагностики на цих етапах є перевірка працездатності. Існує два можливих технічних стани системи: працездатний і непрацездатний. Під час ремонту за допомогою діагностики можна визначити, чи містить система несправні елементи, чи всі несправності усунені. Алгоритми технічного діагностування повинні забезпечувати необхідну достовірність результатів визначення стану системи. Результати діагностування можуть бути використані при прогнозуванні розвитку подій і пошуку причин відмов.

Адміністративно-правові заходи.

Забезпечення безаварійної експлуатації газових приладів у житловому фонді та запобігання нещасним випадкам при використанні газу населенням, тобто, у разі необхідності, подавати на розгляд адміністративних комісій місцевих органів виконавчої влади матеріали для притягнення порушників правил користування газом до адміністративної відповідальності.

Таким чином, аварійність на ВБГС має глибоке коріння, пов'язане з невирішеними законодавчими, нормативно-правовими та технічними проблемами житлово-комунального комплексу. Численні людські жертви після вибухів газу в житлових будинках та отруєння чадним газом не є випадковими подіями.

Вони свідчать про те, що проблеми стану та утримання ВДГО мають системний характер. Тому їх вирішення потребує вжиття відповідних системних заходів,

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

першим з яких має стати запровадження ефективного (забезпеченого ресурсами) державного нагляду за безпечною експлуатацією ГРС [37-39].

Багатьом аваріям можна було б запобігти, дотримуючись найпростіших принципів безпеки, які сьогодні порушуються практично повсюдно. Звичайно, просто мати правила недостатньо - важливо донести ці правила до громадян, мотивувати необхідність їх дотримання. Ефективним рішенням могло б стати включення правил безпеки до типового договору про надання послуг з газопостачання, проведення широкої просвітницької та рекламної кампанії, спрямованої на інформування споживачів блакитного палива про небезпеки, які тягне за собою порушення умов експлуатації побутового газового обладнання.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 4. Проектування ремонтно-механічного підприємства газопостачання та вентиляції

4.1. Вихідні дані для проектування ремонтно-механічних підприємств газопостачання та вентиляції

Надійність і безпечність трубопровідних систем певною мірою визначаються кількістю аварійних ситуацій. До того ж зменшення кількості аварій з руйнуванням трубопроводів забезпечується широким використанням внутрішньотрубного діагностування, збільшенням обсягу ремонтів, зокрема вибіркових, за результатами діагностування [40].

У разі значного збільшення парку газового обладнання, насиченості систем газозбереження приладами й пристроями більшість газових ремонтно-експлуатаційних виробництв застосовують агрегатний і агрегатно-вузловий методи ремонту. Це дає змогу під час кооперування й концентрування робіт створити на підприємствах газової промисловості й енергетики ремонтно-механічні підрозділи вузької спеціалізації.

Найближчим часом спеціалізація ремонтних підприємств України буде вдосконалюватися. У сільських районах й невеликих населених пунктах доцільно використовувати універсальні й мобільні ремонтні підрозділи, а на великих газових підприємствах – сучасні ремонтно-механічні бази.

Масове виробництво відновлювання виробів за своєю сутністю є потоковим. Робочі місця обладнані згідно із спеціалізацією, ремонт організовано за потоковим методом, тобто вироби один за одним розбираються і складаються і т. д. Тільки такий ремонт гарантує повне відновлення проектних можливостей трубопроводу й реальне збільшення термінів його використання. Це найважливіше завдання – підтримування працездатності трубопровідних систем тривалий час – можна вирішити за умови організації внутрішньо-трубною діагностики за новітніми технологіями і використанні для ремонту композиційних матеріалів.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Вихідним документом для проектування ремонтно-механічного виробництва, наприклад цеху, є відомість газового обладнання й систем транспортування газу, які обслуговуються із зазначенням їхніх технічних характеристик (базових розмірів, ремонтної складності тощо). На підставі цих даних розробляється річна програма роботи цеху, яка визначається трудомісткістю ремонтних робіт. Трудомісткість ремонтних робіт, тобто кількість верстатних, верстатно-зварювальних, демонтажних, слюсарно-складальних та інших робіт, необхідних для виробництва, обумовлюється видом і характером ремонтних робіт, виду ремонтного обладнання, його розмірами й складністю конструкції. Трудомісткість того чи іншого виду ремонту визначається для кожного об'єкта окремо під час проектування ремонтно-механічних цехів і майстерень на базі практичних даних та може виражатися:

- безпосередньо в годинах, які визначають тривалість ремонту за кожним видом або об'єктом. Такий спосіб застосовується тільки за наявності типових норм витрат часу й тільки під час розрахування невеликих цехів, майстерень, виробництв запасних частин, а також спеціалізованих підприємств;

- кількістю умовних одиниць, прийнятих залежно від ремонтної складності об'єкту; за умовну одиницю приймається встановлена трудомісткість у годинах для кожного виду ремонтної роботи або обладнання, обраного за еталон, наприклад засувка, компресор, ділянка трубопровідної системи. Ця умовна одиниця називається одиницею ремонтної складності або ремонтною одиницею, її розмірність необхідно науково обґрунтувати.

Кількість одиниць ремонтної складності, за якими визначають відповідний номер категорії ремонтної складності об'єкта, встановлюють для кожного об'єкта, порівнюючи складність ремонту того чи іншого обладнання зі складністю ремонту виробу, прийнятого за еталон. Розподіл обладнання за групами ремонтної складності має бути передбачено типовим положенням щодо єдиної системи планово-попереджувальних робіт і експлуатації систем газопостачання [40].

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Знаючи трудомісткість одиниці ремонтної складності для певного виду ремонту й номер категорії ремонтної складності будь-якого виробу (агрегату, обладнання, трубопроводу, апарату), можна визначити загальну витрату часу (загальну трудомісткість T , год) необхідну для виконання певного виду ремонту газового обладнання цього типу за формулою:

$$T = h \cdot E_p, \quad (4.1)$$

де h – трудомісткість ремонтної складності, год.;

E_p – кількість одиниць ремонтної складності (категорія ремонтної складності); для даного типу газового обладнання.

Отриманий таким чином час на виконання цього виду ремонту одного агрегату (системи) певного типу буде витрачатися впродовж усього ремонтного циклу, тривалість якого становить декілька років. Щоб визначити, яка частина цього загального часу буде витрачатися щорічно, потрібно цей час помножити на коефіцієнт циклічності. Коефіцієнтом циклічності ($K_{\text{ц}}$) називається співвідношення якості ремонтів цього виду ($\Pi_{\text{ц}}$), які виконуються протягом циклу, до тривалості ремонтного циклу ($T_{\text{ц}}$):

$$K_{\text{ц}} = \frac{\Pi_{\text{ц}}}{T_{\text{ц}}}, \quad (4.2)$$

Якщо, наприклад, тривалість ремонтного циклу становить п'ять років, то для капітального ремонту коефіцієнт циклічності $K_{\text{ц}} = 1/5 = 0,2$; якщо протягом циклу було проведено шість малих ремонтів, то коефіцієнт циклічності малих ремонтів $K_{\text{ц}} = 6/5 = 1,2$. Помноживши час, витрачений на виконання цього виду ремонту одиниці обладнання певного типу протягом усього ремонту, отримаємо щорічну витрату часу T_r , год, для цього виду ремонту одного виробу певного типу, яку можна визначити за формулою:

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

$$T_r = T \cdot K_y = h \cdot E_p \cdot K_{\text{ц}}, \quad (4.3)$$

Приклад щорічних витрат часу на ремонтні роботи за цією формулою наведено в таблиці 4.1.

Встановлена щорічна витрата часу на ремонт одиниці газового обладнання є вихідною величиною для розрахунку кількості ремонтно-механічного обладнання й працівників ремонтного підприємства.

Необхідно зазначити, що одиниця трудомісткості ремонтної складності приймається постійною для всіх типів газового обладнання. Номер категорії ремонтної складності, встановленої для певного типорозміру агрегату (виробу), залишається постійним для всіх видів ремонтних робіт певного типорозміру газового обладнання; його значення різняться тільки для різних типів (розмірів) газового обладнання.

Щоб спростити розрахунки, зазвичай застосовують однакову (середню) категорію ремонтної складності для усіх типорозмірів газового обладнання певного виробництва.

Середні категорії складності ремонту газового обладнання та трубопровідних систем у різних галузях промисловості та комунальних господарствах можуть коливатися у великих межах, наприклад від 7,5 до 14,0. Окрім ремонту обладнання систем газопостачання ремонтно-механічне підприємство (цех) виконує роботи з ремонту опалювальних, вентиляційних, трубопровідних систем, а також власне технологічного обладнання (зварювальних апаратів, верстатів, пресів, піднімально-транспортних механізмів тощо). Усі ці роботи можуть бути класифіковані так само, як і газове обладнання.

Замість визначення витрат часу на ремонт за трудомісткістю та кількістю умовних одиниць для спрощення можна використовувати нормативи сумарних величин витрат на той чи інший вид і розмір трубопроводів. Наприклад, для внутрішніх трубопроводів трудомісткість умовної одиниці приймається в людино-годинах на 1000 м³ будівлі, а для зовнішніх – в людино-годинах на один гектар

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

території промислового підприємства. Години трудомісткості розподіляються в процентному співвідношенні [40].

Таблиця 4.1

Трудомісткість одиниці ремонтної складності та щорічні витрати часу протягом п'яти років (Тц) на одиницю газового обладнання десятої категорії ремонтної складності

Найменування ремонтних робіт	Кількість ремонтів за цикл, $P_{\text{ц}}$	Коефіцієнт циклічності, $K_{\text{ц}}$	Трудомісткість умовної одиниці ремонтної складності				Щорічна витрата часу на одиницю обладнання (агрегат)			
			Слюсарно-механічні й розбирально-складальні роботи, h , люд./год	Ремонтно-відновлювальні роботи, h , нормо-год	Інші роботи, $h_{\text{ін}}$, год	Усього, h , нормо-год	Слюсарно-механічні та розбирально-складальні роботи, h , люд./год	Ремонтно-відновлювальні роботи, h , нормо-год	Інші роботи, $h_{\text{ін}}$, год	Загальна трудомісткість, T
ТО-1	10	0,2	1,00	0,1	–	1,10	20	2,0	–	22,0
ТО-2	8	1,6	0,75	0,1	–	0,85	12	1,6	–	13,6
ТО-3	6	1,2	4,00	2,0	0,1	6,10	48	24,0	1,2	73,2
СР	2	0,4	16,00	7,0	0,5	23,50	64	28,0	2,0	94,0
Р	1	0,2	23,00	10,0	2,0	35,00	46	20,0	4,0	70,0
Всього			44,75	19,2	2,6	66,55	190	75,6	7,2	272,8

Примітка. Прийнята норма часу на очищення або промивання 0,35 люд./год, на випробування – 0,4 люд./год [40].

Встановивши щорічну витрату часу на ремонт одиниці газового обладнання та знаючи кількість обслуговуваного ремонтом обладнання певного виду (турбіни, компресора, насоса, вентилятора тощо), можна підрахувати річну витрату часу (T_N) на ремонт усього обладнання цього виду у годинах:

$$T_N = T_r \cdot N = h \cdot E_p \cdot K_{\text{ц}} \cdot N, \quad (4.4)$$

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

де T_r – щорічна витрата часу на ремонт одиниці обладнання певного виду, год.;
 N – кількість одиниці обладнання певного виду, обслуговуваного ремонтом.

Обсяг ремонтних робіт протягом року для всієї кількості обладнання певного виду визначають за формулою:

$$Q_E = E_p \cdot K_{\text{ц}} \cdot N, \quad (4.5)$$

де Q_E – загальний річний обсяг, виражений кількістю одиниць ремонтної складності, може бути базовим для визначення кількості технологічного обладнання ремонтно-механічного цеху, а також чисельності працівників та інших розрахунків.

4.2. Склад ремонтно-механічного підприємства

Склад ремонтно-механічного підприємства газових і енергетичних виробництв обумовлюється обсягом виконуваних робіт. Найбільше виробничих підрозділів (відділів, ділянок) мають підприємства, які здійснюють капітальний ремонт газового обладнання великих регіонів. До складу ремонтно-механічних підприємств входять основні та допоміжні відділення, ділянки, служби, а також службові й побутові приміщення, промислові майданчики.

До основних виробничих підрозділів ремонтно-механічного підприємства, що здійснює ремонт газового обладнання, належать приймально-здавальні (комплектувальні) відділення, розбирально-мийна й дефектувальна, заготівельна, ковальсько-пресова, зварювальна, механічна, трубна, прецизійна, електромеханічна, складальна й ізолювальна ділянки та інші відділення.

Допоміжні підрозділи ремонтно-механічного підприємства обслуговують робочі місця та основне технологічне обладнання, тобто основне ремонтне виробництво. До нього належать також відділення або ділянки енергетика, механіка, інструментальника, а також склад ремонтного фонду, склади матеріалів, запасних

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

частин, технологічного оснащення, служби й засобів транспортування матеріалів, напівфабрикатів і готових виробів.

На розбирально-мийній ділянці виконують розбирання, попереднє й завершальне миття, очищення агрегатів і деталей систем газопостачання. Тут також здійснюється дефектування. На великих ремонтних підприємствах розміщується контрольно-сортувальна ділянка, де контролюють і сортують деталі на придатні й такі, що потребують відновлення, а також призначають маршрути для відновлення деталей. Цю ділянку зазвичай називають ділянкою дефектування.

Ділянка комплектування деталей за маршрутами відновлення призначена для зберігання й обліку деталей, які потребують відновлення. Тут також комплектують партії за маршрутами технологічного процесу ремонту.

Складальний відділ становить низка ділянок, наприклад комплектувальна й слюсарно-підготувальна. Тут зберігаються придатні й відновлені деталі, здійснюється селективне підбирання й складання окремих вузлів, слюсарно-припасувальні роботи, підбирання деталей для складальних ділянок і транспортування їх на місце складання. У виробничий підрозділ відновлення також включають такі ділянки, як гальванічна, пластмасова, прецизійна.

На ковальсько-пресовій ділянці деталі виправляють і відновлюють за допомогою методу пластичних деформацій; розбирають і складають вироби, замінюють окремі частини, згинають, зварюють труби, листи та елементи.

Особливе місце в практиці ремонту трубопроводів посідає зварювальна ділянка, де зношені деталі відновлюють шляхом зварювання: ручним газовим, електродуговим, вібродуговим, під шаром флюсу та в середовищі вуглецевого газу природним газом, газовим різанням і наплавленням. Ці ділянки організовують у підрозділах, які ремонтують підземні трубопроводи і здійснюють протикорозійний захист. На великих ремонтно-механічних підприємствах існують гальванічні підрозділи, де зношені деталі відновлюють за допомогою хромування й хімічного нікелювання; виготовляють захисні покриття, а також здійснюють ремонт за допомогою паяння.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Існують також металізаційні ділянки, де зношені деталі відновлюють шляхом металізації. На термічних ділянках виконують знімання технологічних напружень під час ремонту, термічну обробку в муфельних і шахтних печах, а також струмами високої частоти.

Слюсарно-механічні ділянки використовують для виконання холодного ручного та механічного оброблення деталей і підкладок. Тут також притирають корки, розподільники, крани й іншу ущільнювальну арматуру. Є також ділянки нестандартного обладнання.

До складу допоміжних виробництв входять інструментальна й інші ділянки, які призначені для обслуговування технологічного ремонтного виробництва.

На інструментальній ділянці виготовляють і відновлюють інструменти й пристосування, заточують увесь різальний інструмент, зберігають і видають пристосування й інструменти.

На ремонтно-механічній ділянці відділу головного механіка обслуговують і ремонтують основне технологічне обладнання й сантехнічні установки; виготовляють нестандартне обладнання.

Електричні прилади й обладнання ремонтуються на спеціально організованій електроремонтній ділянці. Тут здійснюють догляд за електросиловими, освітлювальними й компресорними установками й мережами, ремонтують електродвигуни, засоби електро- й корозійного захисту та діагностування.

Ремонтно-будівельна ділянка призначена для обслуговування й ремонту водопроводу, каналізації, печей, будівель і споруд. Допоміжні відділення й склади – це склад матеріалу, склад запасних частин, проміжний склад, інструментально-роздавальна комора, заточувальна майстерня, експедиція тощо. Службові й побутові приміщення: контора цеху, гардеробна, вбиральні, умивальні, душові, кімнати для прийняття їжі тощо.

Склад основних і допоміжних відділень може змінюватися залежно від виробничої потужності газового й енергетичного господарства та обсягу ремонтних робіт, які виконуються ремонтно-експлуатаційним підрозділом газової

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

промисловості. У невеликих ремонтно-механічних цехах деякі відділення об'єднують, а у великих, навпаки, відокремлюють. Так, замість електроремонтного відділення для великих цехів проектують окремий електроремонтний цех. Термічне й ковальське відділення організовують тільки при ремонтно-механічних цехах; іноді їх об'єднують тільки для інструментального й ремонтно-механічних цехів. У інших випадках термічну обробку й виготовлення виковок здійснюють у відповідних цехах господарства. Зварювальне, трубопровідне й котельне відділення іноді об'єднують в окрему зварювально-монтажну ділянку. На деяких газових і енергетичних виробництвах запроваджується предметна спеціалізація, наприклад служба ремонту газопроводів, служба внутрішньодомового газового обладнання тощо. Усе це враховується під час проектування ремонтно-механічних підприємств газової промисловості.

4.3. Базові складники проекту ремонтно-механічного підприємства

Залежно від кількості номенклатури і складності газового обладнання, довжини газотранспортних трубопроводів, а також споруд на них створюються певні структури ремонтних баз. У місцях з невеликим обсягом ремонтних робіт організовують ремонтно-експлуатаційні стаціонарні або пересувні майстерні. Мобільність цих виробництв, якість і тривалість ремонту визначаються низкою факторів і, насамперед, технічним оснащенням і наявністю досвідчених спеціалістів-ремонтувальників [40].

Щоб спростити дослідження питань, пов'язаних з проектуванням ремонтно-механічних баз газоенергетики, розглянемо загальний порядок проектування цих виробничих підрозділів на прикладі цехів. Необхідно пам'ятати, що для успішного розроблення проекту цеху в заданий термін необхідно скласти календарний план проектних робіт. Такий порядок забезпечує можливість прискорення процесу проектування. Важливо, що проектування на тому чи іншому його етапі зумовлює можливість диференціації робіт, послідовного та паралельного виконання окремих його частин. З цією метою календарний план виконання проектних робіт зручно

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

зображати у вигляді графіків, які дають змогу прослідкувати процес усього проектування й визначати послідовність стадій проектування.

Проект ремонтно-механічного цеху можна розподілити на такі етапи:

- завдання на проектування та виробнича програма цеху;
- технологічна й проектно-конструкторська частини проекту зі здійсненням розрахунків;
- розрахункова частина проекту стосовно ремонтно-механічного цеху;
- план розташування обладнання і загального компоновання цеху із розробленням основних даних для проектування будівельної частини, вентиляційних систем тощо;
- план транспортування, тобто технологічний маршрут;
- розроблення завдань для проектування енергетичної, санітарно-технічної та інших спеціальних частин проекту;
- організація виробництва й керування цехом;
- розгляд питань охорони праці, протипожежної техніки й екологічної безпеки;
- економічна частина проекту, зокрема визначення техніко-економічних показників;
- оформлення пояснювальної записки до проекту (зі схемами, графіками, розрахунками).

4.4. Проектування ремонтно-механічних підприємств

Розроблення проекту ремонтно-механічного підприємства є важливим і складним завданням, і якому бере участь багато кваліфікованих інженерно-технічних робітників різних спеціальностей, тому для забезпечення кращої організації роботи, якості проекту й мінімальних витрат проектування здійснюється у два етапи: технічний проект, а на його підставі (після затвердження) – проектування робочих креслень. Розроблення проекту в один етап допускається у тому разі, якщо для вирішення питань про вибір майданчика для будівництва,

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

джерел і способів водо- й енергопостачання проектного об'єкта, а також про вибір основних, технічних рішень не потрібно буде попередньо виконувати проектні й дослідні роботи, оскільки вже є аналогічні рішення у вигляді відповідних типових чи рекомендованих для повторного застосування індивідуальних проектів або застосовується досвід проектування аналогічних об'єктів ремонтних баз газової промисловості.

Під час розроблення технічного проекту необхідно визначити склад ремонтно-механічного підприємства і, у разі доцільності, уточнити його потужність: забезпечити правильний вибір майданчика для будівництва, джерел і способів постачання проектного об'єкта водою, паливом, теплом, газом і електроенергією, визначити основні технологічні й будівельні рішення та методи будівництва проектного підприємства, а також транспортні шляхи. До складу технічного проекту входять технологічна, енергетична, будівельна, кошторисна й техніко-економічна частини.

Провідна частина проекту – технологічна, оскільки правильність вирішення всіх інших частин і техніко-економічних показників проекту насамперед обумовлюється якістю вирішення технологічної частини. Провідним проектувальником є проектна організація, яка розробляє технологічну частину проекту (рис. 4.1).

Технологічна частина включає розрахунки за уточненими показниками або за технологічним процесом кількості працівників, технологічного ремонтного обладнання й оснащення, запасів складів, площ, витрат повітря, виробничої води й пари, електроенергії, газу й кошторисної вартості обладнання, виробничого інвентарю, дорогих пристосувань й інструментів; компоновання й план розміщення обладнання з докладною специфікацією. За енергетичною частиною розраховують мережі й потужність трансформаторної підстанції. Вирішують питання щодо влаштування транспортних засобів і доріг.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		



Рис. 4.1. Перелік основних робіт, які виконуються на ремонтно-механічному підприємстві під час модернізації обладнання.

Кошторисна частина включає складання кошторису за всіма частинами проекту, за винятком технологічної, зведеного кошторису, проекту організації будівництва.

Техніко-економічна частина становить аналіз зведеного кошторису й визначення основних фондів за групами; зіставлення калькуляції собівартості продукції, що випускається; зіставлення техніко-економічних показників і їхній аналіз порівняно з показниками аналогічних діючих підприємств або з показниками інших затверджених проектів.

Будівництво будівель і споруд, а також монтаж обладнання здійснюються за робочими кресленнями. Робочі креслення розробляються відповідно до затверджених технічним проектом вимог і уточнень, передбачених у протоколі затвердження.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

До початку розроблення робочих креслень замовник повинен отримати від організації, на яку покладено комплектування обладнання для будівництва, підтвердження можливості поставки обладнання, передбаченого технічним проектом, своєчасно повідомити про це проектну організацію і надати їхні вихідні дані щодо замовленого технологічного обладнання (верстати, зварювальні апарати, преси тощо). Під час проектування виробничих будівель необхідно передбачити протипожежні заходи, встановлені нормами, нормативно-технічною документацією, стандартами, протипожежними вимогами, основними положеннями проектування.

Виробництва ремонтно-механічних та інших підприємств щодо пожежної небезпеки поділяються на п'ять категорій – А, Б, В, Г і Д. До категорії А належать хімічні виробництва, що виробляють, обробляють або застосовують газоподібні речовини, легкозаймисті рідини тощо.

4.5. Визначення необхідної кількості технологічного обладнання

Кількість заготівельних, металорізальних верстатів, зварювального, ковальсько-пресового та іншого обладнання ремонтно-механічного виробництва можна визначити двома способами:

– за видами ремонтних робіт щодо кожної одиниці газового й іншого обладнання, передбаченого програмою, а також за кількістю одиниць обслуговуваного обладнання газопостачання регіону;

– за відсотковим співвідношенням технологічного ремонтного обладнання ремонтно-механічного складника до кількості ремонтного газового обладнання й трубопровідних систем. Такий спосіб застосовують в разі укрупненого проектування.

На підставі показника трудомісткості ремонту за видами робіт можна встановити річну витрату часу на станково-машинну роботу для ремонту всієї кількості газового й енергетичного обладнання кожного виду, наприклад, металорізального N_1 , ковальського – N_2 , N_3 і т. д. Позначивши річну витрату часу

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

відповідно через $T_{N1ст}$, $T_{N2ст}$, $T_{N3ст}$ і т. д. і підсумувавши ці величини, отримаємо сумарну річну витрату часу на верстатну роботу для ремонту обладнання усіх видів, тобто

$$T_{\Sigma N_{ст}} = \sum_1^n T_{ст} \cdot N = \sum_1^n h_{ст} \cdot T_h \cdot K_c \cdot N = \sum_1^n h_{ст} Q_c, \quad (4.6)$$

де n – кількість видів обладнання, наприклад металорізального, ковальського, зварювального, гальванічного тощо;

Q_c – сумарна кількість одиниць ремонтної складності.

Під час розрахування необхідної кількості верстатів та іншого технологічного обладнання для ремонтно-механічного цеху необхідно врахувати виконання цих та інших додаткових робіт. Для цього сумарну щорічну витрату часу ремонту всього газоенергетичного обладнання збільшують на відповідний відсоток залежно від обсягу та умов робіт, наприклад на 10–20 % і більше (аж до 50 %). На підставі загальної витрати часу на виконання усіх ремонтно-відновлювальних робіт ремонтно-механічним цехом і усіма ремонтними базами, визначають необхідну кількість верстатів S за аналітичною формулою:

$$S = \frac{T_{\Sigma N_{ст}}}{F_d \cdot m \cdot \eta_z}, \quad (4.7)$$

де $T_{\Sigma N_{ст}}$ – сумарний час на верстатну роботу протягом року для ремонту усього газового й енергетичного обладнання регіону, год.;

F_d – розрахунковий річний фонд часу роботи верстата, год.;

m – кількість змін роботи ремонтно-механічного цеху;

η_z – коефіцієнт завантаження верстатів ремонтно-механічного цеху, середня величина якого зазвичай обирається в межах 0,75–0,80.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Отриману загальну кількість технологічного обладнання ремонтно-механічного цеху розподіляють за типами, використовуючи дані дослідних ремонтних виробництв газоенергетики (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Кількість обладнання певних типів відповідно до загальної кількості

Найменування обладнання	Процент щодо загальної кількості
Токарно-гвинторізальне й револьверне	20–30
Свердлильне	3–4
Фрезерне	6–7
Шліфувальне	5–4
Стругальне й довбальне	3–4
Заготівельне	2–3
Відрізне	3–4
Електрозварювальне	10–12
Газозварювальне	8–10
Ковальсько-пресове	20–15
Інше	20–21

Загальна кількість заготівельних, трубозгинальних, металорізальних та інших верстатів, зварювальних апаратів, процесів ремонтно-механічного цеху й цехових ремонтних баз під час укрупненого проектування іноді визначають у відсотковому співвідношенні до кількості одиниць обслуговуваного ремонтом газового обладнання, до того ж відсоток обирають залежно від виду виробництва (за середньої категорії ремонтної складності газового обладнання – від 10 % і вище). Окрім верстатного обладнання для механічного оброблення й верстатів для слюсарних і розбирально-складальних робіт, у ремонтному цеху повинно бути обладнання для виконання котельно-зварювальних, трубопровідних, ковальських, ізолювально-захисних й електротехнічних робіт. Типів й кількість технологічного обладнання для цих відділень обирають за характером та обсягом робіт.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Для котельно-зварювального відділення потрібне таке обладнання: електрозварювальні апарати для електричного й газового зварювання, трубозгиначі, вальці для виправлення і згинання листового заліза, згинальні пристрої та шаблони, свердлильні верстати, плити правильні, верстати. Таке обладнання для котельних робіт, як згинальна машина, діропробивні преси й комбіновані преси, ножиці тощо, доцільно встановлювати тільки за наявності великої кількості відповідних робіт; для ковальських відділень ремонтно-механічних цехів – молоти повідневі, пневматичні, печі нагрівальні, горна, ковадла, плити, баки для термообробки під воду та масло тощо.

Для піднімання й транспортування матеріалів, заготовок і ідремонтованого обладнання у цеху встановлюють почінні кран-балки, мостові крани, поворотні консольні крани, тельфери на монорельсових шляхах, а також використовують електричні візки. Почінні кран-балки й мостові крани, що встановлюються в прогонах верстатного й зварювально-монтажного відділення, одночасно обслуговують демонтажне й слюсарно-складальне відділення в разі розташування останнього в подовжених прогонах верстатного відділення. У разі якщо складальне відділення в прогонах розташоване перпендикулярно до верстатних прогонів, у складальному встановлюють свої мостові крани. Балочні крани використовуються також у відділеннях гарячої обробки цеху. Поворотні консольні крани встановлюють у місцях вузлового й загального складання й розбирання ремонтного обладнання (наприклад компресорів, насосів, арматури). У деяких верстатах на додаток до балочних або мостових кранів обладнують рольганги й стенди. Вантажопідйомність почінних кран-балок становить 1–5 т, мостових – 10–30 т. Вантажопідйомність місцевих поворотних, консольних кранів, електричних талей не перевищує 2,0 т (залежно від маси окремих деталей, вузлів та цілих виробів, які надходять у ремонт).

Кількість мостових і балочних кранів визначають із розрахунку один мостовий або балочний кран на 40–60 м довжини прогону, кількість місцевих поворотних

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

кранів – за обсягом виконаних на них робіт і умов планування робочих місць. Достатньо буває одного крану на одно-два розбирально-складальних місця.

Для транспортування матеріалів, деталей і частин ремонтного обладнання використовують також електричні візки, зазвичай по 2–4 шт. на цех, із постійною та підйнятною платформою.

4.6. Визначення площ цеху та їхнє планування

У разі детального проектування площі відділень і ділянок ремонтно-механічного цеху визначають на підставі розрахування за елементами, тобто підсумовуючи площі за нормами під кожен верстат, прес, зварювальний пост тощо. Під час укрупненого проектування розмір площі встановлюють за площею, яка припадає на одного робітника, а для слюсарних і розбирально-складальних відділень – за відсотками співвідношенням площ відділень цеху або майстерні за нормативами галузі.

Верстатний, ковальсько-пресовий та інші відділень цеху плануються за технологічним процесом або за типами обладнання із дотриманням предметної спеціалізації ремонтного виробництва. У такому разі необхідно на одному прогоні розмістити верстати приблизно однакового розміру. Отже, великі верстати мають бути розміщені в одному прогоні, середні – в другому, а дрібні – в третьому. За такого розташування краще використовувати кранове обладнання, яке встановлюється в прогонах із великими й середніми верстатами. Під час розміщення верстатів розміри проміжків між ними, переходів і проїздів мають бути такими самими, як і в механічному цеху.

Виробнича площа цеху, яка припадає на один основний верстат, у середньому становить 25–30 м².

Демонтажне відділення, призначене для розбирання й промивання газового та енергетичного обладнання, що надходить на ремонт, розташовується на початку цеху, оскільки обладнання насамперед розбирається й промивається. Цей відділ потрібно розташовувати в тих прогонах, у яких встановлено великі верстати й

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

мостові крани, які одночасно обслуговують прогони механічного й демонтажного відділень. Із огляду на це демонтажні відділення розташовують перпендикулярно до двох або декількох прогонів.

Площа демонтажного відділення може бути визначена залежно від кількості ремонтів машин або агрегатів, які розбираються одночасно, ширини проходів та проїздів для транспортних засобів; вона дорівнює сумі габаритних площ виробів, що розбираються одночасно, помноженій на коефіцієнт, який враховує проходи та місця розташування деталей під час їхнього розбирання і приблизно дорівнює 2,5. Площа становить 20–25 % від площі слюсарно-складального відділення або 15–20 % від площі верстатного відділення. Оскільки заздалегідь встановити розміри й кількість ремонтного обладнання складно, площу для його розбирання й промивання зазвичай визначають без детального планування та підрахування у вказаній відсотковій величині від площі слюсарно-складального або верстатного відділення.

У слюсарно-складальному відділенні відводять місце для верстатів слюсарної обробки й складання вузлів, яка виконується на верстаках або столах, і для загального складання ремонтних вузлів газового обладнання й трубопроводних елементів газопостачання.

Площу слюсарно-складального відділення можна визначати на підставі планування всіх указаних робочих місць, обладнання, пристроїв, а також проходів та проїздів, які відповідають застосовуваним транспортним засобам. Отримана таким чином виробнича площа, яка припадає на одного робітника, залежно від характеру і розмірів ремонтних машин коливається у межах 25–30 м², а там, де ремонтується великогабаритне газове обладнання, ці норми можуть бути збільшені.

Площу слюсарно-складального відділення можна також визначити за кількістю одиниць обладнання, яке одночасно може перебувати на капітальному ремонті, беручи до уваги розміри ремонтного газового й енергетичного обладнання, де площа на одиницю обладнання середніх розмірів зазвичай становить 25–35 м².

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Площа монтажного відділення з випробувальною і фарбувальною ділянками здебільшого становить 65–70 % площі механічного й зварювального відділень. Це відділення розташовується в подовжених прогонах механічного відділення або в прогоні, перпендикулярному до прогонів механічного відділення. У першому випадку складальне відділення обслуговується тими самими кранами, що й механічне, а в другому – у складальному відділенні встановлюється інший мостовий кран. Другий спосіб розташування складального відділення застосовують тільки у великих ремонтних цехах.

Загальна питома площа ремонтно-механічного цеху у середньому становить 36–46 м² на одиницю основного обладнання ремонтно-механічного цеху. У цій нормі не враховано термічне, ковальське, електроремонтне, трубопровідне відділення, конторсько-побутові приміщення.

Поруч із демонтажним відділенням, на початку цеху й перпендикулярно до наступних прогонів розташовується склад деталей, які необхідно відремонтувати, а також склад матеріалів і заготовок із заготовчим відділенням.

У кінці механічного відділення, перед складальним, розташовується проміжний склад, у якому зберігаються готові змінні деталі й запасні частини – комплектувальне відділення.

Під час загального планування цеху необхідно враховувати те, що його відділення повинні розташовуватися відповідно до послідовності ремонтних операцій. Цього можна досягнути, якщо розташувати відділення цеху за такою схемою:

- демонтажне відділення, склад деталей, які необхідно відремонтувати, і склад матеріалів із заготівельним відділенням розташовують на початку цеху, перпендикулярно до прогонів;
- верстатне відділення розміщують в паралельних прогонах;
- проміжний склад – перпендикулярно до прогонів;
- слюсарно-складальне відділення може бути сплановано за одним із вказаних вище способів.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Склад зварювального дроту, електродів, флюсів, захисних газів, інструментально-роздавальний склад і заточувальне відділення по змозі необхідно розташовувати так, щоб вони займали центральне положення відносно інших відділень і ділянок цеху.

Приблизне відсоткове співвідношення розмірів площ відділень ремонтно-механічного цеху та його площі, зайнятої верстатами, а також площ ділянок слюсарно-складального відділення й загальної площі цього відділення, має бути таким: демонтажно-дефектувальне – 15–20 %; зварювальне, слюсарно-складальне, включаючи фарбувальну, випробувальну ділянки й експедицію – 45–50 %; склад заготівель і металу із заготівельним відділенням – 5–10 %; проміжні склади – 7–12 %; склади напівфабрикатів, ремфонду та інструментально-роздавальні – у межах 5–15 %. Випробувальні дані свідчать про те, що зварювально-монтажні й складальні приміщення у відсотках до загальної площі цих виробництв становлять: загальне складання – 60–70 %; вузлове складання-монтаж – 20–25 %; випробувальне відділення – 6–10 % [40].

Усі відділення гарячого оброблення, у яких можуть виділятися шкідливі гази – трубозварювальні, бляшанково-мідницькі, ковальня – необхідно зосереджувати в одному прогоні великої висоти, який має вогнетривке перекриття й відокремлення від іншої частини цеху капітальною стіною.

Площа цих відділень визначається на підставі планування обладнання й робочих місць. Укрупнено площа визначається за питомими площами знімання готової продукції за рік з 1 м² площі підлоги площі ковальського або термічного відділення (0,8–1,2 т) або за відсотковим співвідношенням площ відділень гарячого оброблення до загальної площі механічного й зварювально-складального відділень цеху, яка для бляшано-мідницького відділення приблизно становить 1,0–1,5 %, котельно-зварювального – 5–7 %, трубопровідного – 4–5 %, відділення металопокриттів – 2,5–3 %, ковальського – 3,5–5 %. Площі складів визначаються так само, як і площі складів механічного цеху, або приймаються із розрахунку 1–2 т на один основний

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

верстат ремонтно-механічного цеху; комори – 0,3–0,5 т на один основний прес, зварювальний апарат, верстат цеху [40].

До робочого складу ремонтно-механічного цеху входять виробничі й допоміжні робітники, обслуговуючий персонал і службовці, тобто інженерно-технічний та інший персонал, включаючи керівництво цеху.

До складу виробничих робітників входять робітники-верстатники, зварювальники, заготівельники, слюсарі слюсарно-складальних робіт і робітники інших основних відділень цеху: трубозварювального, бляшаного, трубопровідного, ковальського тощо.

Під час детального проектування кількість робітників-верстатників визначають за тією самою формулою, що й для розрахування кількості верстатників, слюсарів та інших відділень цеху: обслуговуючий персонал –1–1,5 %, інженерно-технічний – 9–12 %, інший персонал та службовці – 1,5–2,5 % від загальної кількості основних робочих [40].

4.7. Визначення величин технологічних витрат у проектуваному цеху

Для виконання річних виробничих програм ремонтно-механічного цеху з ремонту газового й енергетичного обладнання необхідно визначити потребу щодо основних, допоміжних матеріалів і енерговитрат.

Основними матеріалами, необхідними для проведення ремонтних робіт у ремонтно-механічному цеху, є труби, пруткове й листове вальцювання, виливання, штампування, ізолювально-захисні матеріали, зварні напівфабрикати, арматура, гумові та гумовотканинні рукави, інгібітори тощо.

Річна потреба щодо основних матеріалів для кожного цеху визначається за кількістю виробів, що випускаються, деталей для них і за масою заготівель на підставі креслень й специфікацій або за дослідними даними газових і теплоенергетичних господарств.

Під час визначення вартості матеріалів, необхідних для виконання річної виробничої програми цеху, на підприємствах складають матеріальні відомості щодо

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

основі даних за кожним цехом. Вартість матеріалів раніше визначалася за цінами постачальників нарахування транспортних витрат, що становили приблизно 4–5 % від вартості матеріалів. При цьому необхідно враховувати повернення частки витрат на відходи, які пізніше використовуються. У наш час, коли визначальним є ринкові умови, застосовується інший підхід.

Допоміжними матеріалами є притиральні сполуки, мастила, фарба, ізолювальні матеріали, змащувально-охолоджувальні та мийно-очищувальні засоби, ґрунти, флюси й гази, флюси для прилютовування. Технологічними матеріалами є зварювальні дроти, електроди, жухелі, гази, електроліти, інгібітори корозії тощо. Потребу щодо допоміжних матеріалів визначають виходячи з практично встановлених норм витрат на один верстат або на одного робітника. Витрати на допоміжні матеріали, як і на основні, визначаються за цінами забезпечувальних організацій. У разі застосування розрахунків вартість допоміжних матеріалів зазвичай приймають у відсотковому співвідношенні до вартості основних матеріалів (приблизно 2,5–4 % залежно від характеру ремонтного виробництва) [40].

Річну потребу щодо енергії усіх видів і палива для технологічних цілей визначають за нормативно-технічною документацією галузі.

Витрати на електроенергію, яка витрачається протягом року, грн, становлять:

$$S_E = S_K \cdot W, \quad (4.8)$$

де S_K – вартість кВт·год електроенергії, грн. [41];

W – річна потреба щодо електроенергії, кВт·год.

Витрати на стиснене повітря, яке споживається протягом року, грн, складають

$$S_{\text{ст п}} = S_{\text{м ст}} \cdot Q_z, \quad (4.9)$$

де $S_{\text{м ст}}$ – вартість 1 м³ стисненого повітря, грн.;

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Q_z – річна потреба щодо стисненого повітря, м^3 .

Витрати на воду, яка споживається протягом року, грн.

$$S_B = S_{\text{мв}} \cdot Q_B, \quad (4.10)$$

де $S_{\text{мв}}$ – вартість 1 м^3 води, грн.;

Q_B – річна потреба щодо води, м^3 .

Витрати на пару, яка споживається протягом року для виробничих цілей, а також для опалення та вентиляції, грн.

$$S_{\text{п}} = S_{\text{тп}} \cdot Q_{\text{п}}, \quad (4.11)$$

де $S_{\text{тп}}$ – вартість однієї тони пари, грн. ;

$Q_{\text{п}}$ – річна потреба щодо пари, т.

Витрати на паливо, яке споживається протягом року, грн.

$$S_{\text{пал}} = S_{\text{тпал}} \cdot Q_{\text{пал}}, \quad (4.12)$$

де $S_{\text{тпал}}$ – вартість однієї тони палива, грн. ;

$Q_{\text{пал}}$ – річна потреба щодо палива, т.

Наведені форму дозволяють визначити річну потребу щодо енергії усіх видів палива для технологічних цілей.

4.8. Проектування газопостачання ремонтно-механічного цеху

Цехи підприємств можуть використовувати газ як низького, так і середнього тисків. Вибір тиску газу залежить від виду та кількості агрегатів, їх обладнання і виконується на підставі вимог нормативних документів [42]. Правильний вибір

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

схеми газопостачання цеху визначає економічність та надійність системи, а також безпечність її експлуатації.

Будь-яка внутрішньо цехова система газопостачання включає в себе:

1. Загальний вимикальний пристрій на вводі газопроводу в цех незалежно від наявності вимикального пристрою на міжцеховому газопроводі перед цехом;
2. Показуючий манометр на вводі газопроводу в цех після загального вимикального пристрою;
3. Вузол виміру витрати газу з фільтром перед ним;
4. Розподільні газопроводи (прокладають як правило, за тупиковою схемою) і поагрегатні відгалуження;
5. Вимикальні пристрої на відгалуженнях до агрегатів;
6. Продувні газопроводи.

Ввід міжцехового газопостачання в будівлю, як правило, організовують через стіну в футлярі. Він призначений для захисту газопроводу при можливих деформаціях зовнішнього огородження. Футляр являє собою трубу більшого, ніж газопровід, діаметру. Простів між ним і трубопроводом забивають просмоленим лляним пасмом, а з торців заливається бітумом. Безпосередньо на вводі встановлюють загальний вимикальний пристрій (засувку), а також манометр.

Внутрішньоцехові газопроводи прокладають відкрито по стінах, колонах та інших спорудах у місцях, зручних для обслуговування, і які виключають можливість пошкодження цеховим транспортом, крановим обладнанням. Умови прокладання регламентовані вимогами ДБН В.2.5-20:2018. Не дозволяється прокладати газопровід через підвальні приміщення, приміщення вибухонебезпечних і корозійноактивних виробництв, склади з горючих і вибухових матеріалів, приміщення електророзподільних пристроїв та електрощитові, вентиляційні камери. Газопроводи також не варто прокладати в зоні безпосереднього теплового опромінення топків, у місцях можливого омивання продуктами спалювання або контакту з розігрітим чи розплавленим металом.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Висоту прокладання газопроводів, а також відстань між газопроводами та огороженням вибирають з розрахунку забезпечення огляду та ремонту трубопроводів, встановленої на них арматури. У місцях проходу людей їх розташовують не менше, ніж 2,2 м від підлоги до низу труби. За наявності кранових балок газопроводи прокладають нижче. В окремих випадках, при неможливості підвести газопровід до обладнання надземно, дозволяється його підземне трасування. У цьому разі влаштовують підземний бетонний канал зі зйомники плитами. Вільний простір між каналом і газопроводом або засипають піском, або організовують у каналі постійно діючу механічну витяжку вентиляцію. Трубопровід, прокладений у каналі, повинен мати тільки зварні з'єднання (причому їх кількість – мінімальна). У каналі забороняється встановлення будь-якої арматури.

Обладнання споживає газ середнього тиску (400 м³/год.). Внутрішньоцехові газопроводи прокладаємо відкрито надземно по стінах, колонах і на окремих опорах на відмітці 2,5 м над рівнем підлоги.

На вході в цех нитка середнього тиску підтримується абсолютний тиск 210 кПа, а у споживача перед газопальниковими пристроями – в залежності від характеристики технологічного обладнання – 40, 50 кПа. Розрахункова схема внутрішньо цехових газопроводів середнього тиску наведена на листі 2. Їх прокладають аналогічно на кронштейнах, підвісах тощо.

В якості головної магістралі вибрана магістраль 1-2-3-4-5-6-7. Тиск газу перед ГПП горном на 2-а вогні – найвіддаленішого споживача – становить 160 кПа.

Тоді розрахункова питома втрата тиску в головній магістралі системи внутрішньо цехових газопроводів дорівнює:

$$\Delta P_{\text{роз}} = \frac{P_{\text{п}} - P_{\text{к}}}{\sum L_{\text{геом}}} = \frac{210 - 160}{42,2} = 1,18, \text{ кПа/м}, \quad (4.13)$$

Температура газу прийнята рівною 16 °С. Швидкість руху не більше 15 м/с.

Результати розрахунку попередніх значень ділянок внутрішньо цехових газопроводів середнього тиску наведено у табл. 4.3.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Попереднє визначення діаметрів ділянок внутрішньо цехових газопроводів

№ ділянки	V, м³/год	L, м	R, кПа/м	ΔP, кПа	Pп, кПа	Pк, кПа	P, Мпа	двн, см	D*S, мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Головна магістраль 1-7									
1-2	400	12,9	1,18	15,3	210	194,7	0,202	7,07	89*3
2-3	200	2,7		3,2	194,7	191,5	0,193	5,12	60*3
3-4	160	5,8		6,9	191,5	184,6	0,188	4,64	57*3
4-5	120	10,9		12,9	184,6	171,7	0,178	4,13	57*3
5-6	80	1,7		2,0	171,7	169,7	0,171	3,44	57*3
6-7	40	8,2		9,7	169,7	160,0	0,165	2,48	33,5*3,2
		42,2							
Відгалудження 2-8-9-10-11									
2-8	200	6,5	1,48	9,6	194,7	185,1	0,190	5,16	60*3
8-9	150	6,9		10,2	185,1	174,9	0,180	4,59	57*3
9-10	100	3,0		4,4	174,9	170,5	0,173	3,83	57*3
10-11	50	7,1		10,5	170,5	160,0	0,165	2,77	38*3
		23,5							
Відгалудження 10-12									
10-12	50	3,4	3,08	10,5	170,5	160,0	0,165	2,77	38*3
Відгалудження 9-13									
9-13	50	3,4	4,39	14,9	174,9	160,0	0,167	2,75	38*3
Відгалудження 8-14									
8-14	50	3,4	7,39	25,1	185,1	160,0	0,173	2,71	38*3
Відгалудження 3-15									
3-15	40	2,4	13,13	31,5	191,5	160,0	0,176	2,40	33,5*3,2
Відгалудження 4-16									
4-16	40	2,4	10,27	24,6	184,6	160,0	0,172	2,42	33,5*3,2
Відгалудження 5-17									
5-17	40	5,1	2,30	11,7	171,7	160,0	0,166	2,47	33,5*3,2
Відгалудження 6-18									
6-18	40	1,6	6,07	9,7	169,7	160,0	0,165	2,48	33,5*3,2

Після попереднього обчислення величин діаметрів ділянок мережі переходять до визначення суми коефіцієнтів місцевих опорів на них табл.4.4.

Таблиця 4.4

Визначення місцевих опорів

№	Вид місцевого опору	Кількіс	ξ	Σξ
1	2	3	4	5
Головна магістраль 1-7				
1-2	Засувка	1	0	3,9
2-3	Поворот 90°	3	0,	1,65
	Трійник на	1	1,	
	Поворот 90°	1	0,	
	Трійник прохідний	1	1	

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

	Раптове звуження	1	0,3	
3-4	Трійник прохідний	1	1	1,35
	Раптове звуження	1	0,3	
4-5	Поворот 90°	3	0,	1,9
	Трійник прохідний	1	1	
5-6	Трійник прохідний	1	1	1
6-7	Поворот 90°	3	0,	3,25
	Раптове звуження	1	0,3	
	Засувка	1	2	
2-8	Трійник прохідний	1	1	1,35
	Раптове звуження	1	0,3	
8-9	Трійник прохідний	1	1	1,35
	Раптове звуження	1	0,3	
9-10	Трійник прохідний	1	1	1
10-11	Кран	1	2	3,55
	Поворот 90°	4	0,	
	Раптове звуження	1	0,3	
10-12	Кран	1	2	3,25
	Поворот 90°	3	0,	
	Раптове звуження	1	0,3	
9-13	Кран	1	2	3,25
	Поворот 90°	3	0,	
	Раптове звуження	1	0,3	
8-14	Кран	1	2	3,25
	Поворот 90°	3	0,	
	Раптове звуження	1	0,3	
3-15	Кран	1	2	3,25
	Поворот 90°	3	0,	
	Раптове звуження	1	0,3	
4-16	Кран	1	2	3,25
	Поворот 90°	3	0,	
	Раптове звуження	1	0,3	

Гідравлічний розрахунок виконують за допомогою номограми. Результати розрахунку наведені в табл.4.5.

Для інших відгалужень від розподільних газопроводів до газопальникових пристроїв технологічного обладнання діаметри труб прийняті на підставі виконаних гідравлічних розрахунків.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Гідравлічний розрахунок внутрішньоцехового газопроводу середнього тиску

№ ділянки	V, м³/год	d*S, мм	dвн, см	lg, м	Ld, м	Σξ	lp, м	ΔP², кПа	Pп, кПа	Pк, кПа	P, МПа	W, м/с	Δ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Головна магістраль 1-7													
1-2	400	89*3	8,3	12,9	24,21	3,90	107,30	1073	210	207,4	0,209	10,553	6,1
2-3	200	60*3	5,4	2,7	14,17	1,65	26,07	550	207,4	206,1	0,207	12,583	7,1
3-4	160	57*3	5,1	5,8	13,18	1,35	23,59	450	206,1	205,0	0,206	11,353	9,9
4-5	120	57*3	5,1	10,9	13,13	1,90	35,85	330	205,0	204,2	0,205	8,554	15,9
5-6	80	57*3	5,1	1,7	13,05	1,00	14,75	120	204,2	203,9	0,204	5,718	16,8
6-7	40	33,5*3,2	2,71	8,2	5,97	3,25	27,60	3200	203,9	195,9	0,200	10,336	18,3
Відгалудження 2-8-9-10-11													
2-8	200	60*3	5,4	6,5	14,17	1,35	25,62	500	207,4	206,2	0,207	12,580	10,2
8-9	150	57*3	5,1	6,9	13,17	1,35	24,68	350	206,2	205,4	0,206	10,630	14,8
9-10	100	57*3	5,1	3,0	13,10	1,00	16,10	120	205,4	205,1	0,205	7,107	16,9
10-11	50	38*3	3,2	7,1	7,34	3,55	33,16	2500	205,1	198,9	0,202	9,170	19,6
Відгалудження 10-12													
10-12	50	38*3	3,2	3,4	7,34	3,25	27,25	1800	205,1	200,6	0,203	9,131	20,3
Відгалудження 9-13													
9-13	50	38*3	3,20	3,4	7,34	3,25	27,25	1800	205,1	200,6	0,203	9,131	20,3
Відгалудження 8-14													
8-14	50	38*3	3,20	3,4	7,34	3,25	27,25	1800	205,1	200,6	0,203	9,131	20,3
Відгалудження 3-15													
3-15	40	33,5*3,2	2,71	2,4	5,97	3,25	21,80	4000	205,1	195,1	0,200	10,326	18,0
Відгалудження 4-16													
4-16	40	33,5*3,2	2,71	2,4	5,97	3,25	21,80	4000	205,1	195,1	0,200	10,326	18,0
Відгалудження 5-17													
5-17	40	33,5*3,2	2,71	5,1	5,97	2,95	22,71	4000	205,1	195,1	0,200	10,326	18,0
Відгалудження 6-18													
6-18	40	33,5*3,2	2,71	1,6	5,97	2,95	19,21	4000	205,1	195,1	0,200	10,326	18,0

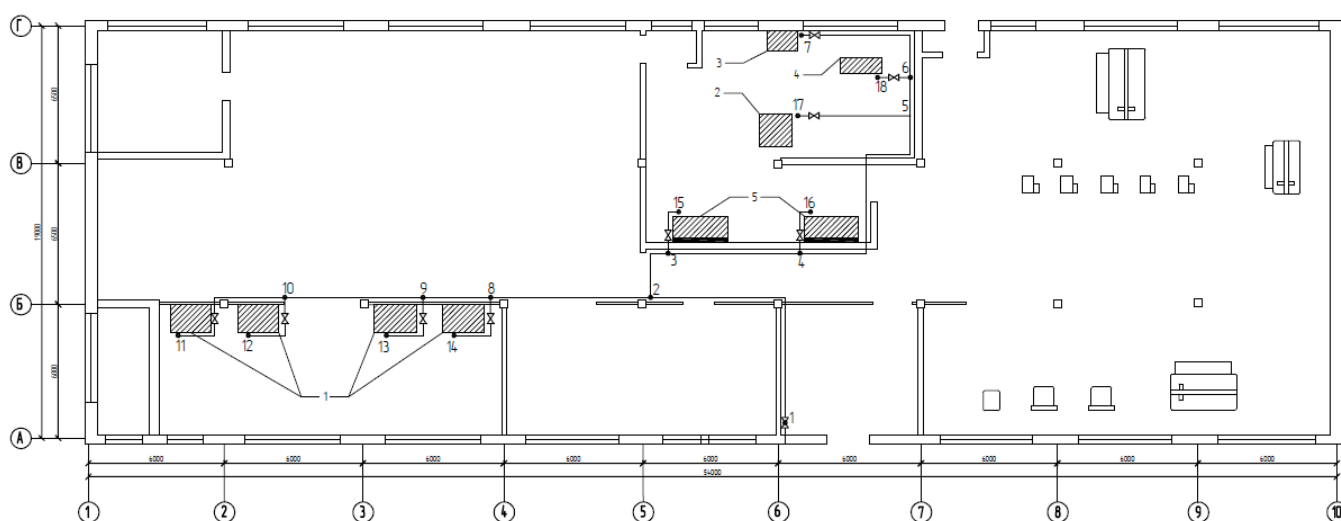


Рис. 4.2. План ремонтно-механічного цеху з системою газопостачання: 1 - пост газорізки; 2 - піч камерна нагрівальна; 3 - горно на 2 вогні; 4 - піч термічна штовхальна; 5 - піч ковальська.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

РОЗДІЛ 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5.1. Організація та управління охороною праці на підприємстві по обслуговуванню газових мереж.

Організація служби охорони праці та її функції.

Служба охорони праці у своїй роботі керується законодавчими та іншими нормативно-правовими актами.

На підприємстві з кількістю працюючих 50 і більше осіб роботодавець створює службу охорони праці відповідно до типового положення, затвердженого спеціально уповноваженим центральним органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці.

Фахівці служби охорони праці у разі виявлення порушень вимог законодавства про охорону праці мають право

- видавати керівникам структурних підрозділів підприємства обов'язкові для виконання приписи щодо усунення виявлених недоліків, одержувати від них необхідну інформацію та документацію з питань охорони праці

- Вимагати відсторонення від роботи осіб, які не пройшли передбачені законодавством медичний огляд, навчання, інструктаж, перевірку знань і не мають допуску до відповідних робіт;

- зупиняти роботу виробництва, діляниці, машин, механізмів у разі виявлення порушень, що створюють загрозу життю або здоров'ю працівників.

Права та обов'язки керівника і працівника щодо охорони праці.

Роботодавець зобов'язаний створити на робочому місці в кожному структурному підрозділі умови праці відповідно до нормативно-правових актів, а також забезпечити додержання вимог законодавства про права працівників у галузі охорони праці.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

З цією метою роботодавець забезпечує функціонування системи управління охороною праці, а саме

- створює відповідні служби і призначає посадових осіб, які забезпечують вирішення конкретних питань з охорони праці;
- розробляє за участю сторін колективний договір і вживає вичерпних заходів щодо досягнення встановлених нормативів та підвищення існуючого рівня охорони праці;
- Забезпечує належне утримання будівель і споруд, виробничого обладнання та устаткування, контроль за їх технічним станом;
- організовує пропаганду безпечних методів праці та співпрацю з працівниками в галузі охорони праці.

Працівник зобов'язаний:

- Дбати про особисту безпеку і здоров'я, а також про безпеку і здоров'я інших людей в процесі виконання будь-якої роботи або під час перебування на території підприємства;
 - знати і виконувати вимоги нормативно-правових актів з охорони праці, правила поведінки з машинами, механізмами, устаткуванням та іншими засобами виробництва;
- проходити попередні та періодичні медичні огляди у встановленому законодавством порядку.

Всі умови праці на підприємстві повинні відповідати вимогам законодавства.

Працівник має право відмовитися від дорученої роботи, якщо створена виробнича ситуація є небезпечною для його життя чи здоров'я або для людей, які його оточують, або для виробничого середовища чи довкілля. Він зобов'язаний повідомити про це свого безпосереднього керівника або роботодавця. Факт виникнення такої ситуації підтверджується, у разі необхідності, спеціалістами служби охорони праці підприємства та за участю представника профспілки, членом якої він є.

Працівник має право розірвати трудовий договір за власним бажанням, якщо

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

роботодавець не забезпечує додержання законодавства про охорону праці, не виконує умов колективного договору з цих питань. При цьому працівникові виплачується вихідна допомога у розмірі, передбаченому колективним договором, але не менше тримісячного заробітку.

Роботодавець зобов'язаний перевести працівника, який за станом здоров'я відповідно до медичного висновку потребує легшої роботи, за згодою працівника, на таку роботу на строк, зазначений у медичному висновку, а в разі потреби встановити скорочений робочий день та організувати навчання працівника для набуття іншої професії відповідно до законодавства.

Працівники, зайняті на роботах з важкими і шкідливими умовами праці, безоплатно забезпечуються лікувально-профілактичним харчуванням, молоком або рівноцінними харчовими продуктами, газованою солоною водою, мають право на оплачувані перерви санітарно-оздоровчого призначення, скорочення тривалості робочого часу, додаткову оплачувану відпустку, пільгове пенсійне забезпечення, підвищену заробітну плату та інші пільги і компенсації, що надаються у встановленому законодавством порядку.

Навчання з охорони праці.

Працівники під час прийняття на роботу і в процесі роботи повинні проходити за рахунок роботодавця інструктажі та навчання з питань охорони праці, з надання першої медичної допомоги потерпілим від нещасних випадків та правил поведінки у разі виникнення аварії.

Працівники, зайняті на роботах з підвищеною небезпекою, повинні щорічно проходити спеціальне навчання і перевірку знань відповідних нормативно-правових актів з охорони праці за рахунок коштів роботодавця.

Посадові особи, діяльність яких пов'язана з організацією безпечного ведення робіт, під час прийняття на роботу і періодично, один раз на три роки, проходять навчання і перевірку знань з питань охорони праці за участю профспілок. Таке навчання визначається типовим положенням, що затверджується спеціально

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

уповноваженим центральним органом виконавчої влади з нагляду за охороною праці.

Працівники, у тому числі посадові особи, які не пройшли навчання, інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці, до роботи не допускаються.

За характером і часом проведення інструктажі з питань охорони праці поділяються на вступний, первинний, повторний, позаплановий та цільовий.

Вступний інструктаж. Проводиться з усіма працівниками, які приймаються на постійну або тимчасову роботу, незалежно від їх освіти, стажу роботи і посади; з працівниками інших організацій, які прибули на підприємство і беруть безпосередню участь у виробничому процесі або виконують інші роботи для підприємства; з учнями і студентами, які прибули на підприємство для проходження виробничої практики.

Первинний інструктаж. Проводиться до початку роботи безпосередньо на робочому місці з працівником: новоприйнятим (постійно або тимчасово) на підприємство; який переводиться з одного виробничого цеху в інший; який буде виконувати нову для нього роботу; відрядженим працівником, який безпосередньо бере участь у виробничому процесі на підприємстві.

Повторний інструктаж. Проводиться з працівниками на робочому місці в терміни, визначені відповідними чинними галузевими нормативними актами або керівником підприємства з урахуванням конкретних умов праці, але не рідше: для робіт з підвищеною небезпекою - один раз на 3 місяці; для інших робіт - один раз на 6 місяців.

Позаплановий інструктаж. Проводиться з працівниками на робочому місці або в кабінеті охорони праці: при введенні в дію нових або переглянутих нормативних актів про охорону праці, а також при внесенні змін і доповнень до них; при зміні технологічного процесу, заміні або модернізації устаткування, пристроїв та інструменту, сировини, матеріалів та інших факторів, що впливають на стан охорони праці; у разі порушення працівниками вимог нормативних актів про охорону праці, які можуть призвести або призвели до травм, аварій, пожеж тощо з вихованцями,

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

учнями, студентами - у навчальних кабінетах, лабораторіях, майстернях тощо у разі виявлення порушень вимог нормативно-правових актів з охорони праці, що можуть призвести або призвели до травм, аварій, пожеж тощо.

Цільовий інструктаж. Проводиться з працівниками: при виконанні разових робіт, не передбачених трудовим договором; під час ліквідації аварії, стихійного лиха; при виконанні робіт, на які оформляється наряд-допуск, розпорядження або інші документи.

Виконання робіт з підвищеною безпекою.

Роботи підвищеної безпеки - роботи (крім аварійних), перед початком яких необхідно виконати ряд обов'язкових організаційних і технічних заходів, що забезпечують безпеку працівників під час виконання цих робіт.

Роботи підвищеної безпеки в зонах постійного впливу небезпечних виробничих факторів, виникнення яких не пов'язане з характером виконуваної роботи, повинні виконуватися за нарядом-допуском.

При проведенні цих робіт межі небезпечних зон слід визначати, виходячи з наступних рекомендацій:

Межі небезпечної зони при впливі шкідливих речовин слід визначати за зоною перевищення ГДК згідно з ДСТУ;

межі небезпечної зони від впливу машин, механізмів, що рухаються, їх частин та елементів слід визначати зоною в межах 5 м від небезпечного об'єкта, якщо інше не передбачено вказівками в паспорті, інструкціями заводу-виробника.

У наряді-допуску повинні бути зазначені місце виконання, зміст робіт підвищеної безпеки, умови їх безпечного виконання, час початку і закінчення робіт, склад бригади та особи, відповідальні за безпеку під час виконання цих робіт.

У разі необхідності до наряду-допуску можуть додаватися ескізи захисних пристроїв і пристосувань, схеми розміщення огорожень, встановлення попереджувальних знаків тощо.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Дозвільна система не скасовує розробку планів організації робіт (ПОР) на виконання будівельних, монтажних, ремонтних та інших робіт.

У виняткових випадках роботи з підвищеною небезпекою, такі як: запобігання нещасним випадкам, усунення загрози життю працівників, ліквідація аварій і стихійних лих на їх початкових стадіях, можуть бути розпочаті без дозволу на виконання робіт, але з обов'язковим дотриманням комплексу заходів щодо забезпечення безпеки працівників і під безпосереднім наглядом відповідальної посадової особи.

Якщо ці роботи мають довготривалий характер, то дозвіл на виконання робіт оформляється в обов'язковому порядку.

До робіт з підвищеною небезпекою допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, навчання за спеціальною програмою і атестовані постійно діючою екзаменаційною комісією організації.

На роботи підвищеної небезпеки, в яких беруть участь кілька служб підприємства (так звані суміжні роботи), наряди-допуски повинні видаватися головним інженером (технічним директором) організації або за його дорученням його заступниками або головними спеціалістами організації.

На роботи підвищеної небезпеки, що виконуються підрядними організаціями, дозволи видаються уповноваженими особами підрядних організацій. Такі дозволи повинні бути підписані відповідною посадовою особою організації або цеху, де будуть виконуватися ці роботи.

На роботи місцевого характеру з підвищеною небезпекою видачу нарядів-допусків повинні здійснювати керівники підрозділів та їх заступники, де будуть виконуватися ці роботи.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Заходи щодо покращення умов праці

При будівництві систем газопостачання можуть виникнути такі основні небезпечні та шкідливі чинники.

Таблиця 2.1

Основні небезпечні та шкідливі чинники на виробництві

№ пп.	Небезпечні та шкідливі виробничі фактори	Джерело, види робіт	Кількісні оцінки	Норматив
1.	Земляні роботи	Монтаж систем газопостачання	Ґрунт $h=1.2\text{м}$ рівень ґрунтових вод $5,6\text{м}$	ДБН А.3.2-2-2009 п.3.6-3.12
2.	Падіння людей з висоти	Монтаж систем газопостачання	$h=2,5\text{м}$	ДБН А.3.2-2-2009 П.12.2-12.12.
3.	Падіння предметів з висоти	Монтаж систем газопостачання	$h=2,3\text{м}$	ДБН А.3.2-2-2009 п.12.2-12.4 п.12.12;12.15т.1
4.	Електричний струм	Експлуатація технологічної оснастки	$U=380\text{В}$	ДБН А.3.2-2-2009 п.4.2-4.8;4.11 П.4.13.П.4.16
5.	Освітлення робочих місць	Монтажні	300лк	ДБН В.2.5.28-2006
6.	Шкідливі речовини	Зварювальні	$\text{ГДК}_{\text{CO}_2} = 20 \text{ мг/м}^3$	ДБН А.3.2-2-2009 п.8.8-8.14
7.	Атмосферна електрика	Блискавкозахист	Середнє число ударів на 1 км^2 - $5,5$	РД 34.21.122-87
8.	Термічний фактор	Зварювальні	$t_{\text{зварки}} = 1200 \text{ }^\circ\text{C}$	ДБН А.3.2-2-2009 п.25.7п.8.5-8.8
9.	Пожежна безпека	Зварювальні	Категорія пожежонебезпечності - А. Межа вибухонебезпечності - 65 г/м^2 . Ступінь вогнестійкості - II	НАПБ А.01.001-95 НАПБ Б 03.002-2007

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Безпека праці при виконанні основних видів робіт

Монтаж ПРГ і розподільчих пристроїв повинен виконуватися відповідно до ДБН і з урахуванням правил безпеки в газовому господарстві. Роботи повинні виконуватися спеціально підготовленими працівниками газового господарства.

Приміщення блочних щитів управління відносяться до вибухопожежонебезпечних та пожежонебезпечних. Тому під час пусконаладжувальних робіт повинні бути вивішені знаки "Пожежонебезпечно", "Не палити", а під час продувки в радіусі 10 м від місця виходу газоповітряної суміші забороняється розводити вогонь і палити. При введенні в експлуатацію підлога в приміщеннях БЩУ, як правило, покривається гумовими килимками. Усередині щитових вивішується схема розташування обладнання, а також інструкції по включенню і відключенню регуляторів. Обладнання маркується стрілками, що вказують напрямки руху газу, а трубопроводи - написами: "Вхід газу", "Вихід газу" і "Байпас". На контрольно-вимірювальних приладах проставляється дата випробування. Введення в експлуатацію без засобів пожежогасіння не допускається.

Газонебезпечні роботи в газорегуляторних пунктах повинні виконувати не менше двох працівників. Найбільш відповідальні роботи виконуються під наглядом інженерно-технічних працівників.

Приєднання газопроводів до діючих газових мереж здійснюється спеціально підготовленими бригадами, які експлуатують газове господарство. Бригада отримує від будівельної організації схему газопроводу, що підлягає приєднанню, із зазначенням місць встановлення засувки, заглушок та іншого обладнання.

Приєднання газопроводів до існуючих мереж низького тиску здійснюється при тиску газу від 200 до 1200 Па, до існуючих мереж високого і середнього тиску - при зниженні тиску до 600-1000 Па за допомогою найближчої засувки і випуску газу в атмосферу.

Підключення без зниження тиску також можливе (наприклад, щоб не відключати споживачів), але ця операція потребує спеціальних пристроїв.

Продування газопроводів здійснюється після приєднання до діючого

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

газопроводу. Для цього на кінці газопроводу, що приєднується, встановлюється продувочна свічка. Висота свічки над землею повинна бути близько 2,5 м. Продувку починають поступовим відкриттям кранів або вентилів на продувних свічках біля місця приєднання. Якщо вміст кисню в газі, що виходить, менше 1%, то продування вважається закінченим.

Подача газу в мережу житлового будинку дозволяється тільки після заселення квартир. При цьому мешканців ознайомлюють з правилами користування газовими приладами та видають інструкції на кожен прилад, які містять вказівки щодо їх експлуатації та основні вимоги щодо їх безпечної експлуатації.

Розрахунок стержневого блискавкозахисту

Статистичні дані щодо збитків, завданих блискавкою, та висока інтенсивність грозової діяльності зумовлюють необхідність застосування блискавкозахисту будівель і споруд. Блискавкозахистом обладнуються всі будівлі і споруди, крім об'єктів, пов'язаних з виробництвом, використанням або зберіганням вибухових речовин.

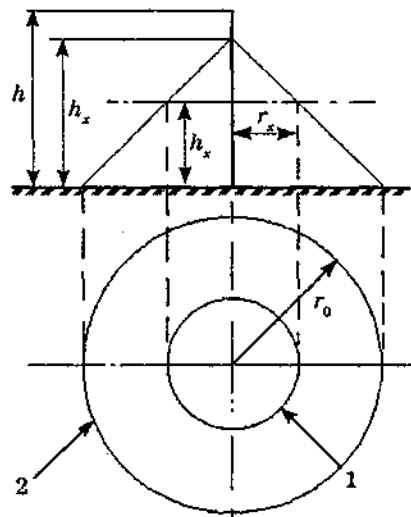
Захист будівель і споруд від прямих ударів блискавки здійснюється окремо розташованими стрижневими або тросовими блискавковідводами, які встановлюються на конструкціях, що підлягають захисту.

Вибір типу блискавковідводу залежить від висоти і форми споруди.

Однострижневі блискавковідводи доцільно застосовувати при співвідношенні сторін споруди в плані не більше 1:2.

Зона захисту одинарного стержневого блискавковідводу являє собою конус висотою $h_0 < h$ з радіусом основи r_0 , де $h < 150$ - висота блискавковідводу (з врахуванням блискавкоприймача); r_x - радіус кола зони захисту на висоті споруди h_x , що захищається.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		



ТИП А

Рис.5.1. Зона захисту поодинокого стрижневого блискавквідводу: / — межа зони захисту на рівні h , 2 — межа зони захисту на рівні землі.

Блискавквідвід розташовується в розрахунку отримання найменшого значення r_x . При розрахунку зони захисту підбирається висота h або, якщо величини h_x та r_x приймаються відомими, тоді r_0 визначається графічним шляхом з врахуванням планових розмірів споруди і місця розташування блискавквідводу.

Основні габарити зони захисту визначаються наступним чином:

$$r_x = 1,5 \cdot (h - 1,25 \cdot h_x);$$

За відомих величин h_x та r_x висота блискавквідводу може бути визначена за формулою:

$$h = \frac{r_x + 1,875 \cdot h_x}{1,5}$$

Визначаємо висоту одиночного стержньового блискавквідводу для приміщення ГРС висотою $h_x = 4$ м, а радіус захисту $r_x = 8$ м.

$$h = \frac{8 + 1,875 \cdot 4}{1,5} \approx 10,3 \text{ м}$$

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Система запобігання пожежі при прокладанні газопроводу

Одним з основних принципів у системі запобігання пожежам є те, що горіння (пожежа) можливе лише за певних умов.

Такою умовою є наявність трьох факторів: горючої речовини, окислювача та джерела запалювання.

Система пожежної профілактики виключає два основних напрямки: запобігання утворенню горючого середовища і виникнення в цьому середовищі джерела запалювання (або внесення в нього).

Запобігання утворенню горючого середовища досягається: застосуванням герметичного виробничого обладнання; максимально можливою заміною горючих речовин і матеріалів в технологічних процесах негорючими; організацією контролю за складом повітря в приміщенні і контролю за станом середовища в апаратах; застосуванням робочої та аварійної вентиляції; застосування хімічно активних компонентів, які сприяють припиненню пожежі та інертних компонентів, які роблять середовище негорючим; застосування обладнання та пристроїв, які не викликають пожежі; застосування засобів протипожежного захисту; застосування засобів протипожежного захисту; застосування засобів протипожежного захисту; застосування засобів протипожежного захисту.

Планування розроблено таким чином, щоб забезпечити вільний доступ до всіх споруд та будівель. Між будівлями передбачені протипожежні відстані, які виключають займання сусідньої будівлі за час, необхідний для приведення в дію засобів пожежогасіння. Для евакуації людей передбачені зосереджені евакуаційні виходи. На всьому шляху евакуації встановлено освітлення. Система протипожежного водопостачання забезпечує зовнішнє і внутрішнє пожежогасіння, роботу автоматичних установок пожежогасіння, гасіння ПРГ.

Внутрішнє водопостачання здійснюється пожежними кранами, які встановлюються на висоті 1,35 м від підлоги всередині приміщень біля виходів, в коридорах, на сходових клітинах. Кожен пожежний кран комплектується

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02-211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

прогумованим рукавом і пожежним стволом. Зовнішнє протипожежне водопостачання (гідранти) розташовуються на відстані не більше 100 м по периметру будівель уздовж доріг.

5.2. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Оперативний черговий аварійної служби доповідає органу повсягденного управління місцевого рівня ЄДС НС про факт виявлення аварійної події – пожежі у приміщенні житлового будинку.

Черговий органу повсягденного управління місцевого рівня ЄДС НС дає першу оцінку НС. Враховуючи прогнозний розвиток події, існує можливість її класифікації (Пожежі (вибухи) в спорудах, на комунікаціях та технологічному обладнанні промислових об'єктів).

Внаслідок розгляду характеристик природного газу максимальної кількості природного газу, що може бути у трубопроводах (0,5 т), місцева комісія з питань техногенно-екологічної безпеки та надзвичайних ситуацій приймає рішення, що ця подія відноситься до техногенних аварій (клас 10000), може бути охарактеризована як група 10201 (Пожежі (вибухи) в спорудах, на комунікаціях та технологічному обладнанні промислових об'єктів).

Виходячи з кількості природного газу, що може бути у місткостях – 0,5 т. – черговий зразу присвоює їй рівень регіональної і терміново сповіщає про це орган повсягденного управління регіонального рівня ЄДС НС. Вся ця робота проводиться одночасно з вжиттям всіх можливих заходів по гасінню пожежі силами підрозділів м'ясокомбінату та місцевих пожежників. Попередній код події – 10201 – Р, ознака 109 г – 0,5 т.

Орган повсягденного управління регіонального рівня ЄДС НС перевіряють обґрунтованість кодування події, уточнюють, що реально у місткостях знаходиться лише 200 кг природного газу, приймають управління ліквідацією НС на себе і повідомляють органи повсягденного управління державного рівня ЄДС НС уточнені дані: код НС 10201-Р.ознака 109г - 0,2 т.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Код використовується для визначення характеру досягнутої межі НС, ведення статистичної обробки інформації та інформаційно-аналітичної роботи.

Виявлення за результатами аналізу джерел небезпеки, які при певних умовах (аварії, порушення режиму експлуатації, виникнення природних небезпечних явищ тощо) можуть стати причиною виникнення НС.

Трубопровід
природного газу

Лінійні частини газопроводів
систем газопостачання
виробничих процесів природним і
зрідженим газом, споруди на них
та газокористувальне обладнання

Визначення видів небезпеки для кожного з виявлених джерел небезпеки за їх ознаками:

Вибухопожежна

Наявність газоподібних, рідких
та твердих речовин, матеріалів
або їх сумішей, а також
окислювачів, які здатні
вибухати і горіти за певних
умов

ГОСТ 12.1.010-76,
ГОСТ 12.1.011-78,
ГОСТ 12.1.044-89

Пожежна

Наявність газоподібних,
рідких та твердих речовин,
матеріалів або сумішей, які
здатні підтримувати горіння

ДБН В.2.1.1-2002,
ДСТУ 2272-93,
ГОСТ 12.1.004-91,
ДБН В.1.1-7-2002
"Пожежна безпека
об'єктів будівництва"

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

Висновки

1. Загальна площа пошкоджених або зруйнованих об'єктів становить 74,1 млн. кв. м., що складає 7,3% від загальної площі житлового фонду України. За попередніми оцінками Київської школи економіки, часткового пошкодження (ступінь руйнування менше рівне 10%) зазнали 18,6 тис. житлових будівель (їх загальна площа – 16,3 млн кв. м); середніх пошкоджень (ступінь руйнування – більше 10% менше рівне 40%) зазнали 45,1 тис. житлових будівель (їх загальна площа – 27 млн кв. м; повністю зруйновано (ступінь руйнування – понад 40 %) зазнали 72,1 тис., житлових будівель (їх загальна площа – 30,8 млн кв. м).

2. Проведений аналіз вибухів газу в приміщеннях показав, що: найнебезпечніший стан при запалюванні в геометричному центрі приміщення; чим більша швидкість горіння, тим гірший ефект вентиляції; чим більший тиск вентиляції, тим вищий піковий тиск; чим більша площа вентиляції, тим нижчий піковий тиск.

3. На прикладі випадку вибуху газу у житловому будинку в м. Сарни оцінено втрату працездатності системами газопостачання та вентиляції. Встановлено, що правильне проектування венткамери вимагає врахування конструктивних і матеріальних рішень, що застосовуються в будівлях. Такий підхід у проектуванні дозволить значно зменшити наслідки вибуху газу як для користувачів, так і для самої будівлі.

4. На основі конструювання дерева відмов внутрішньо-будинкових систем газопостачання та вентиляції розроблені шляхи відновлення працездатності або запобігання порушення роботи цих систем. Розроблено основні критерії та заходи для забезпечення надійності систем газопостачання та вентиляції: технічні, організаційні та функціонального управління.

5. Фактором, що негативно впливає на рівень безпеки та ефективності використання газу в побуті, є відсутність законодавчо встановленого порядку проведення технічного обслуговування та ремонту газового обладнання в житлових

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

будинках, а також регламентованих критеріїв оцінки належного технічного стану побутового газового обладнання.

6. Розроблений проект ремонтно-механічного цеху систем газопостачання та вентиляції. До основних виробничих підрозділів належать приймально-здавальні (комплектувальні) відділення, розбирально-мийна й дефектувальна, заготівельна, ковальсько-пресова, зварювальна, механічна, трубна, прецизійна, електромеханічна, складальна й ізолювальна ділянки та інші відділення.

7. З метою виконання функцій ремонтно-механічного цеху та задоволення потреб у теплопостачання та гарячій воді виконане проектування внутрішньо-цехової системи газопостачання середнього тиску.

8. Розроблений розділ з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуації, а саме для випадку пожежі внаслідок вибуху природного газу в будівлі.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Звіт про прямі збитки інфраструктури від руйнувань внаслідок військової агресії росії проти України станом на 1 вересня 2022 року. [Електронний ресурс] // Київська школа економіки. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: https://kse.ua/wp-content/uploads/2022/10/Sep22_FINAL_Sep1_Damages-Report.pdf
2. Вирішальна зима для енергетичної сфери. Випробування чи досвід. [Електронний ресурс] // Інформаційне агентство "Інтерфакс-Україна". – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://interfax.com.ua/press-center.html>
3. Через обстріл Нікопольщини поранені двоє людей. [Електронний ресурс] // Суспільне мовлення України. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://suspilne.media/339030-cerez-obstril-nikopolsini-poraneni-dvoe-ludej/>
4. Армія РФ 8 грудня обстріляла Торецьк, є загиблий та поранені. [Електронний ресурс] // Суспільне мовлення України. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://suspilne.media/334626-armia-rf-znovu-obstrilala-toreck-e-zagiblij-ta-poraneni/>
5. Армія РФ обстріляла Часів Яр на Донеччині. Є поранені. [Електронний ресурс] // Суспільне мовлення України. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://suspilne.media/325820-armia-rf-obstrilala-casiv-ar-na-doneccini-e-poraneni/>
6. Війська РФ обстріляли Нікопольський район Дніпропетровщини: дві люди загинули, дев'ятеро – поранені. [Електронний ресурс] // Суспільне мовлення України. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://suspilne.media/284664-vijska-rf-obstrilali-nikopolskij-rajon-dnipropetrovsini-dvi-ludi-zaginuli-devatero-poraneni/>
7. У Нікопольському районі Дніпропетровщини через обстріл військами РФ загинули двоє людей, ще трьох поранено. [Електронний ресурс] // Суспільне мовлення України. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://suspilne.media/283027-u-nikopolskomu-rajoni-dnipropetrovsini-cerez-obstril-vijskami-rf-zaginuli-dvoe-ludej-se-dvoh-poraneno/>

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

8. Як живуть прифронтові міста Донбасу. [Електронний ресурс] // Суспільне мовлення України. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://suspilne.media/248554-ak-zivut-prifrontovi-mista-donbasu-fotoreportaz/>

9. Ryszard Chmielewski, Aleksandra Bąk, Analysis of the safety of residential buildings under gas explosion loads, Journal of Building Engineering, Volume 43, 2021.

10. Bąk Aleksandra; Chmielewski Ryszard. Analysis of repair works to remove the effects of structural failure after a gas explosion. In: MATEC Web of Conferences. 2019.

11. R. Rekucki, L. Szymańczyk Raport Z Badań, Ocena Odporności Na Siłę Eksplozji Okien Według Normy PN-EN 13541.

12. Zhang, Kai, et al. Influential factors of vented explosion position on maximum explosion overpressure of methane-air mixture explosion in single spherical container and linked vessels. Process Safety Progress, 2018, 37.2: 248-255.

13. Poli, Marco; Grätz, Rainer; Schröder, Volkmar. Limitations of gas explosion venting due to accelerated flame propagation and elevated initial pressure. In: Proceedings of the 14th EFCE symposium on loss prevention and safety promotion in the process industries. AIDIC, Associazione Italiana di Ingegneria Chimica, 2013. p. 661-666.

14. Benedetto, Almerinda Di; Russo, Paola; Salzano, Ernesto. The design of duct venting of gas explosions. Process Safety Progress, 2008, 27.2: 164-172.

15. Ferrara, G., et al. Venting of gas explosion through relief ducts: Interaction between internal and external explosions. Journal of hazardous materials, 2008, 155.1-2: 358-368.

16. Tomlin, G., et al. The effect of vent size and congestion in large-scale vented natural gas/air explosions. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2015, 35: 169-181.

17. Fakandu, B., et al. Gas explosion venting: external explosion turbulent flame speeds that control the overpressure. Chemical Engineering Transactions, 2016, 53: 1-6.

18. Zhao, Tianhui; Zheng, Ruliang. The Buildings Explosion Venting Research for the Gas Resource Utilization. In: 2015 3rd International Conference on Advances in Energy and Environmental Science. Atlantis Press, 2015. p. 1264-1268.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

19. Tulach, Aleš; Mynarz, Miroslav; Kozubková, Milada. CFD simulation of vented explosion and turbulent flame propagation. In: EPJ Web of Conferences. EDP Sciences, 2015. p. 02101.
20. Bao, Qi, et al. Effects of gas concentration and venting pressure on overpressure transients during vented explosion of methane–air mixtures. Fuel, 2016, 175: 40-48.
21. Yu, Minggao; Zheng, Kai; Chu, Tingxiang. Gas explosion flame propagation over various hollow-square obstacles. Journal of Natural Gas Science and Engineering, 2016, 30: 221-227.
22. Cui, Y. Y., et al. Influential factors of gas explosion venting in linked vessels. Journal of loss prevention in the process industries, 2017, 46: 108-114.
23. Shi, Jihao, et al. Vented gas explosion overpressure prediction of obstructed cubic chamber by Bayesian Regularization Artificial Neuron Network–Bauwens model. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2018, 56: 209-216.
24. Han, Yongli; Chen, Longzhu. Mechanical model of domestic gas explosion load. Transactions of Tianjin University, 2008, 14.6: 434-440.
25. Wang, Dan, et al. Numerical simulation analysis of explosion process and destructive effect by gas explosion accident in buildings. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 2017, 49: 215-227.
26. Kadela, Marta, et al. Attempt at Numerical Representation of Gas Explosion in a Large Panel Building. In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, 2019. p. 052023.
27. Wong, Chee Wai; Karamanoglu, Mehmet. Modelling the response of masonry structures to gas explosions. Journal of loss prevention in the process industries, 1999, 12.3: 199-205.
28. CEN, Kang, et al. Dynamic characteristics of gas explosion and its mitigation measures inside residential buildings. Mathematical Problems in Engineering, 2019, 2019.
29. LI, Zhan, et al. Experimental and numerical study on CFRP strip strengthened clay brick masonry walls subjected to vented gas explosions. International Journal of Impact Engineering, 2019, 129: 66-79.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

30. PN-EN 1991-1-1: Eurocode 1: Action on Structures – Part 1-1: General Actions – Densities, Self-Weight, Imposed Loads for Buildings.
31. Standard, British. Gas explosion venting protective systems. 2007.
32. National fire protection association, et al. nfpa 68: Standard on explosion protection by deflagration venting. National Fire Protection Association, 2007.
33. Lei, Pang, et al. Hazard characteristics from gas explosion in underground constructions. Procedia Engineering, 2012, 43: 293-296.
34. Gutkowski, A. Laminar burning velocity under quenching conditions for propane-air and ethylene-air flames. Archivum combustionis, 2006, 26.3/4: 163.
35. Уточнена інформація щодо вибуху в житловому будинку у місті Сарни [Електронний ресурс] // ТОВ "Телерадіокомпанія Рівне 1". – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://rivne1.tv/news/139090-utochnena-informatsiya-shchodo-vibukhu-v-zhitlovomu-budinku-u-misti-sarni>
36. ДБН В.2.5-67:2013 Опалення, вентиляція та кондиціонування. – К.: Інститут «УкрНДІспецбуд», 2013. – 174 с.
37. Сідак В. С. 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.
38. Надійність і якість процесів регулювання сучасних систем газопостачання: монографія / В.С. Сідак, В.М. Супонев, та ін.; за загальною ред. В.С. Сідака. – Харків: ХНАМГ, 2011 – 226 с.
39. Сідак В.С., Дудолд О.С. Новітні технології будівництва та реновації інженерних мереж.: Навчальний посібник. – Харків, 2006. – 353 с.
40. Капцов І. І. Технологія ремонту газового обладнання і трубопровідних систем : монографія / І. І. Капцов, В. Г. Котух, Ю. В. Пахомов ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2016. – 232 с.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		

41. Тарифи на електроенергію для підприємств [Електронний ресурс] // ТОВ "МінфінМедіа". – 2022. – Режим доступу до ресурсу: <https://index.minfin.com.ua/ua/tariff/electric/prom/>

42. ДБН. В.2.5-20-2018 Газопостачання. Інженерне обладнання будинків і споруд. – К.: Мінрегіонбуд, 2019. – 133 с.

					НУВГП ННІБА ТГВ 03-02–211842 МР	Арк
Зм.	Арк.	№ Докум.	Підпис	Дата		