

УДК 69.059.2

**АНАЛІЗ ВПЛИВУ ЦИКЛІЧНИХ РЕЖИМІВ РОБОТИ ПЕЧЕЙ
НА ТЕХНІЧНИЙ СТАН ГАЗОХОДІВ ТА ФУНДАМЕНТІВ ДИМОВИХ ТРУБ
(НА ПРИКЛАДІ ДИМОВОЇ ТРУБИ КІЛЬЦЕВОЇ ПЕЧІ № 1 ДІЛЯНКИ ПРОКАТУ
У ТПЦ № 4 ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ»)**

Богаченко С. В., аспірант, **Смирнов А. С.**, аспірант, **Савицький М. В.**, д. т. н., проф.,
Шатов С. В., д. т. н., доц., **Ковба В. В.**, к. т. н.

Державний вищий навчальний заклад

«Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

Постановка проблеми. Під час виконання планових сезонних оглядів будівельних конструкцій димової труби кільцевої печі № 1 ділянки прокату у ТПЦ (трубно-прокатний цех) № 4 персоналом ПАТ «ІНТЕРПАЙП» НТЗ (м. Дніпро), протягом тривалого часу фіксувався розвиток вертикальних та горизонтальних тріщин в кладці футерування стінок газоходу в зоні його примикання до фундаменту труби (рис. 1). Для виявлення причин та можливих впливів на безпечну експлуатацію споруди співробітниками ДВНЗ ПДАБА в жовтні-грудні 2019 р. було проведено комплексне обстеження конструкцій газоходу та фундаменту димової труби.



Рис. 1. Тріщини у футеруванні стін газоходу

Мета дослідження. Визначення причин руйнування футерування стін газоходу димової труби шляхом:

- візуального обстеження будівельних конструкцій споруди – фундаменту труби, стін газоходу;
- визначення фактичних параметрів конструкцій в ході інструментального обстеження – величини крену, міцності бетону стінок газоходу та фундаменту, характеристик ґрунту.

Виклад основного матеріалу. Димова труба являє собою конічну споруду висотою 80 м виконану з глиняної цегли марки 100 на розчині марки 75. Фундамент труби залізобетонний стаканного типу з жаростійкого бетону класу С16/20 (М250), запроектований для однорідного непросадочного ґрунту із умови відсутності ґрунтової води. Діаметр підошви фундаменту складає 14 м. Висота фундаменту 6,5 м. З відмітки – 4,590 м запроектовано отвір для введення борову для відводу газів перерізом 2,32 × 2,32 м. Футерування фундаментної частини димової труби та стін газоходу до деформаційного шва виконана з шамотної цегли марки БЛ-1,3 II сорту на жаротривкому розчині. У якості теплоізоляції застосована кладка з діатомітової цегли. Режим роботи печі та труби – циклічний (регулярні значні перерви в роботі).

Для виявлення причини руйнування футерування стін та можливості проведення детального візуального та інструментального обстеження було виконано розробку ґрунту у місці примикання борову до фундаменту труби (рис. 2).

В ході візуального обстеження були виявлені наступні дефекти та пошкодження (рис. 3):

- відсутність заповнення деформаційного шва між стінами газоходу та елементом фундаменту труби;
- руйнування кладки теплоізоляції стінок газоходу;
- руйнування захисного шару бетону стіни борову з оголенням і корозією арматури до 25% перерізу з локалізацією в місці примикання до фундаменту;
- відсутність гідроізоляції зовнішніх стін борову.
- місця значного просідання прилеглої до димової труби території та руйнування і локальні місця провалів асфальтобетонного вимощення димової труби.



Рис. 2. Місце розробки ґрунту

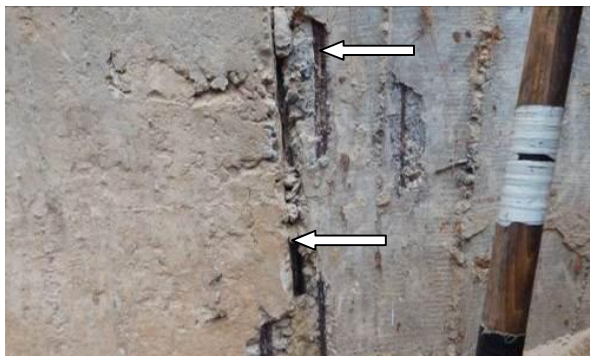


Рис. 3. Виявлені дефекти та пошкодження конструкцій

Для визначення фактичних характеристик конструкцій було виконано інструментальне обстеження та лабораторні дослідження, а саме:

- визначення міцності бетону неруйнівним методом у відповідності до вимог [1; 2] та руйнівним методом відповідно до стандартів [3; 4] (рис. 4);
- визначення крену стовбура труби методом вимірювання кутів [5];
- визначення номенклатури ґрунтів [6–8].



а) розмітка ділянки відбору керна



б) відбір керна



в) керн



г) характер руйнування зразка

Рис. 4. Визначення міцності бетону методом руйнівного контролю

За результатами контролю міцності бетону встановлено, що міцність бетону фундаменту димової труби відповідає класу C18/22,5 (марка M300), міцність бетону зовнішніх стін борову відповідає класу C16/20 (марка M250). Дані результати свідчать про відповідність фактичної міцності проектним вимогам.

Аналіз динаміки розвитку крену стовбура труби показав відсутність осадок фундаменту за останні 12 років (117 мм в південно-східному напрямку у 2007 р. та 116 мм в південно-східному напрямку в 2019 р.).

За результатами лабораторних випробувань встановлені характеристики ґрунту: пісок жовтувато-сірий маловологий, середньої щільності, з додатками жовтого і бурожовтого, з рідкісними включеннями, до 5 % жорстви та щебеню, граніту, шлаку. За щільністю складання ґрунту хоч і відносяться до середньої щільності але наближений до рихлого, що свідчить про недостатнє ущільнення під час зворотної засипки.

Аналіз результатів візуального та інструментального обстежень показав, що утворення вертикальних тріщин в кладці шамотного футерування в місці примикання газоходу до труби та горизонтальної тріщини між примиканням до труби та деформаційним швом газоходу спричинено тривалою дією кількох факторів:

- недостатнє ущільнення зворотної засипки (пухкий стан ґрунту) після зведення підземних конструкцій та залишені порожнечі призвели до швидкого потрапляння вологи в тіло конструкції, додаткових деформацій і руйнувань;

- замочування товщі стіни газоходу між футеруванням та зовнішньою залізобетонною стінкою газоходу через незаповнений деформаційний шов, що є неприйнятним та помилковим рішенням при виконанні будівельно-монтажних робіт;

- відсутність засобів водовідведення (вимощення) та довготривала фільтрація атмосферної вологи через пухкий ґрунт, що призвело до механічної суфозії ґрунту з переходом із пухкого стану до стану середньої щільності. Свідченням цього служить утворення провалів та виїмок на поверхні, які наповнюються атмосферою вологою;

- вплив термодинамічних коливань (цикли нагріву та охолодження) з одночасним капілярним тиском вологи на структуру теплоізоляційного шару кладки (з діатомітової цегли). В результаті зволоження кладки відбувається її насичення вологою, яка із збільшенням температури починає випаровуватися та під тиском руйнує структуру цегли, що призводить до ущільнення кладки теплоізоляції (збільшення її питомої ваги) і викликає ефект «розпирання». Одночасно виникають термодинамічні напруження в поперечному напрямі між шарами футерування та теплоізоляції ущільненої нижньої частини кладки.

Висновки. За результатами обстеження конструкцій труби встановлено, що режим її експлуатації не впливає на характеристики матеріалів несучих елементів фундаменту та газоходу. Проте циклічний режим роботи зі значними коливаннями температури в сукупності з допущеними помилками на етапі будівельно-монтажних робіт можуть призвести до потрапляння вологи в товщу конструкцій і, як наслідок, викликати руйнування окремих елементів.

Список використаних джерел

1. ДСТУ Б В.2.7-224:2009. Будівельні матеріали. Бетони правила контролю міцності. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 23 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-220:2009. Будівельні матеріали. Бетони визначення міцності механічними методами неруйнівного контролю. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 19 с.
3. ДСТУ Б В.2.7-214: 2009. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 43 с.
4. ДСТУ Б В.2.7-223:2009. Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення міцності за зразками, відібраними з конструкцій. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 10 с.
5. ДСТУ Б В.2.1-30:2014. Ґрунти. Методи вимірювання деформацій основ будинків і споруд. Київ : Мінрегіон України, 2014. 14 с.

6. ДСТУ Б В.2. 1-8-2001. Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Відбирання, упакування, транспортування і зберігання зразків. Київ : Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, 2001. 16 с.

7. ДСТУ Б В.2.1-17:2009. Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей. Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. 32 с.

8. ДСТУ Б В.2.1-2-96. Основи та підвалини будинків і споруд. Ґрунти. Класифікація. Київ : Державний комітет будівництва, архітектури та житлової політики України, 1996. 51 с.