

Яровий С.М.

*Харківський національний університет будівництва і архітектури
(вул. Сумська, 40, м. Харків, 61002, Україна; e-mail: psp.nauka@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-2886-9456)*

ТИПОЛОГІЯ ДЕФЕКТІВ ТА ПОШКОДЖЕНЬ МЕТАЛЕВИХ ДИМОВИХ І ВЕНТИЛЯЦІЙНИХ ТРУБ, СТАТИСТИЧНИЙ АНАЛІЗ ПОШКОДЖУВАННОСТІ

Металеві димові та вентиляційні труби є складовою частиною багатьох технологічних процесів промислових підприємств і вихід їх з роботи призводить до зупинки всього виробництва. За весь тривалий термін експлуатації металеві димові та вентиляційні труби перебувають під дією силових, динамічних, корозійних та температурних впливів. Усі ці чинники несприятливо позначаються на експлуатаційній довговічності металевих димових і вентиляційних труб та призводять до утворення і накопичення дефектів і пошкоджень. На основі даних багато чисельних обстежень технічного стану металевих димових і вентиляційних труб виявлені дефекти і пошкодження класифіковані за різними типами і величиною їх значень, проведена статистична обробка пошкоджуваності, проведено їх класифікацію залежно від категорії небезпечності, запропоновано заходи щодо усунення та попередження їх подальшого розвитку.

Ключові слова: металеві димові та вентиляційні труби, футеровка, обстеження технічного стану, дефекти та пошкодження.

Металеві димові і вентиляційні труби під час тривалого терміну експлуатації перебувають під дією силових, динамічних, температурних, корозійних впливів, експлуатуються у важкій умовах і складному напруженому стані (рис.1).



Рис. 1 Металеві димові труби КС «Південнобузька» магістрального газопроводу «Кременчук – Ананьїв – Чернівці – Богородчани».

Усі ці чинники несприятливо позначаються на експлуатаційній довговічності металевих димових і вентиляційних труб та призводять до утворення і накопичення дефектів і пошкоджень. Розвиток дефектів і пошкоджень здатний призвести до виходу з ладу як окремих конструктивних елементів, так і всієї споруди в цілому. У

літературі практично відсутні дані про пошкоджуваність металевих димових труб і несучих веж [1, 2, 5, 6]. Також відсутні статистичні дані щодо виявлених дефектів і пошкоджень конструкцій цих висотних споруд.

На основі даних обстежень технічного стану понад 130 металевих димових і вентиляційних труб виявлені дефекти і пошкодження класифіковані за різними типами і величиною їх значень [9, 10, 11, 3].

Основними дефектами і пошкодженнями металевих димових труб визначені наступні:

- руйнування захисного лакофарбового покриття більш ніж 30% площі поверхні труби (розтріскування, лущення, розшарування і відсутність антикорозійного покриття), поверхнева корозія металу;
- подрізи, непровари, шлакові вклучення і пори у зварних з'єднаннях елементів труб;
- тріщини в основному металі, швах і навколошовній зоні;
- корозійний знос стінки стовбура труби (рівномірний) більше 10% товщини (рис. 2, а);
- локальні або виразкові (враховуючи прогари) корозійні пошкодження стінки стовбура труби до 100% товщини;

- ослаблення або пошкодження болтових з'єднань (враховуючи анкерні болти);
- пошкодження ребер, траверс і плит опорних вузлів;
- пошкодження елементів металевих опор під трубу;
- місцева втрата стійкості стовбура труби (рис. 2, б);
- тріщини в бетоні фундаменту під трубою, руйнування захисного шару бетону з оголенням і корозією робочої арматури.

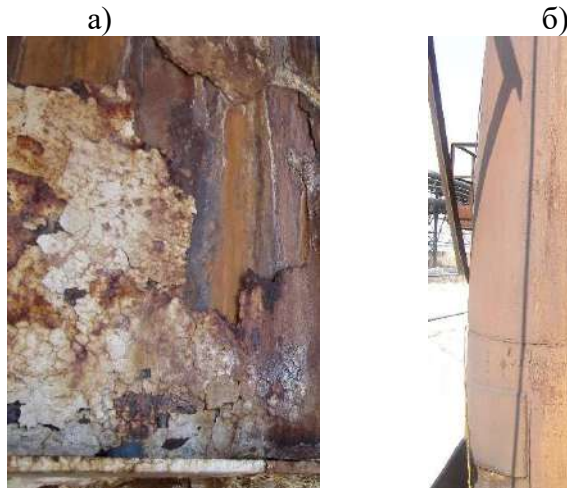


Рис. 2 Корозійний знос труби факельної установки понад 10% (а); утрата стійкості стовбура димової труби (а).

На основі даних про виявлені дефекти стовбурів димових і вентиляційних труб проведена статистична обробка пошкоджень та побудовані діаграми щодо дефектів і пошкоджень (рис. 3).

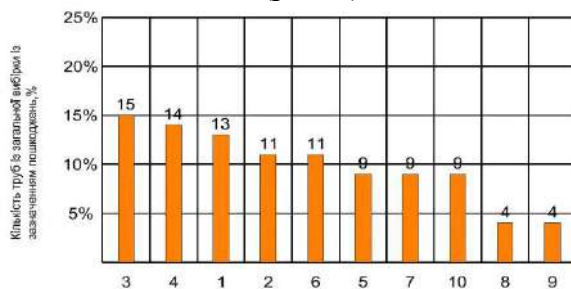


Рис. 3 Пошкоджуваність металевих стовбурів димових труб

Типи дефектів і пошкоджень:

- 1) руйнування захисного лакофарбового покриття більш ніж на 30% площі усієї поверхні стовбура (розтріскування, лущення, розшарування і відсутність антикорозійного покриття);

- 2) корозійний знос стінки стовбура труби (рівномірний) понад 10% товщини стінки;

- 3) локальні і виразкові (враховуючи прогари) корозійні пошкодження стінки стовбура труби до 100%;

- 4) тріщини в основному металі, швах і навколошовній зоні;

- 5) підрізи, непровари, шлакові включення і пори зварних з'єднань елементів труб;

- 6) ослаблення або пошкодження болтових з'єднань (враховуючи анкерні болти);

- 7) пошкодження ребер, траверс і плит опорних вузлів труби;

- 8) пошкодження елементів металевих опор під трубу;

- 9) утрата стійкості стовбура труби;

- 10) тріщини в бетоні фундаменту під трубою, руйнування захисного шару бетону з оголенням і корозією арматури

Виникнення та розвиток дефектів і пошкоджень зумовлене сумарним корозійним, температурним, вітровим і експлуатаційним впливом.

Але для кожного типу пошкоджень є певний домінуючий вплив.

Аналізуючи отримані дані, можна констатувати, що

- руйнування захисного лакофарбового шару, корозійний знос стовбура труби (тип дефектів – 1, 2, 3) викликані корозійними і температурними впливами;

- тріщини в основному металі, швах і навколошовній зоні

(тип дефекту – 4), ослаблення затягнення болтів викликані в основному вібраційними і температурними впливами.

Пошкодження анкерних болтів, пошкодження ребер, траверс і плит опорних вузлів труби, пошкодження елементів металевих опор під трубу (типи дефектів – 6, 7, 8) зумовлені незадовільним обслуговуванням технічним персоналом. У відсотках із загальної вибірки дефекти умовлені людським фактором складають 24%.

Утрата стійкості стовбура труби (тип дефекту – 9) найчастіше викликана непрацюванням упорів на робочих майданчиках, що розв'язують трубу з площини і передають на вежу вітрові навантаження з

труби. У відсотках із загальної вибірки дефектів перераховані дефекти складають 4%.

Тріщини в бетоні фундаменту під трубою, руйнування захисного шару бетону з оголенням і корозією арматури (тип дефекту – 10) зумовлені недостатньою водонепроникністю і морозостійкістю бетону і корозією арматури. У відсотках із загальної вибірки дефектів перераховані дефекти складають 25%.

Згідно методичних рекомендацій [3] розроблених за участю автора, різні дефекти і пошкодження металевих димових труб і веж віднесені до трьох категорій небезпечності:

- категорія «А» дефекти і пошкодження основних несучих конструкцій труб, що становлять безпосередню небезпеку їх руйнування;

- категорія «Б» – дефекти і пошкодження труб, що не становлять під час їх виявлення безпосередньої небезпеки руйнування несучих конструкцій, але здатні у подальшому викликати пошкодження інших елементів і вузлів або при розвитку пошкодження перейти в категорію «А»;

- категорія «В» – дефекти і пошкодження локального характеру, які при подальшому розвитку не можуть вплинути на основні несучі конструкції труб.

Наскрізнi корозійні пошкодження стінки стовбура труби (дефект 5), тріщини в основному металі і швах (дефект 4), утрата стійкості стовбура труби (дефект 9) є дефектами, що становлять безпосередню небезпеку руйнування труби, і мають бути усунені негайно після виявлення.

Ці дефекти віднесені до категорії небезпечності «А». У відсотках із загальної вибірки дефектів перераховані дефекти складають 9%.

Дефекти і пошкодження (дефекти 2, 3, 6, 7, 8, 10) при подальшому розвитку можуть перетворитися на дефекти, що становлять безпосередню загрозу руйнування, і мають бути усунені під час планового ремонту. Ці дефекти віднесені до категорії небезпечності «Б». У відсотках із загальної вибірки дефектів перераховані дефекти складають 62%.

Руйнування захисного лакофарбового покриття (дефект 1) має локальний характер і не становить небезпеки для несучої здатності труб, тому воно має бути усуненим під час поточного ремонту. Ці дефекти віднесені до категорії небезпечності «В». Із загальної вибірки дефектів і пошкоджень, виявлених під час обстеження, руйнування захисного лакофарбового покриття становить 13%.

Обстеження внутрішньої футеровки димових і вентиляційних труб проводилося зсередини труби – з днища труби (вхід у трубу через спеціальні люки), з оголів'я труби, зі спеціальних люльок-ліфтів, установлених всередині труби і закріплених на оголів'ї.

Під час обстеження футеровки металевих димових труб виявлені такі основні дефекти і пошкодження футеровки металевих димових труб [3, 9, 10, 11]:

- вертикальні і нахилені тріщини шириною розкриття понад 0,3 мм;

- локальні руйнування футеровки і теплоізоляції (рис. 4 а);

- випинання (утрата стійкості) кладки футеровки і обвалення кладки футеровки труби (рис. 4 б);

- пошкодження слізникових консолей;

- проміжки між ланками футеровки.

а)



б)



Рис.4 Руйнування кладки футеровки і теплоізоляції труби (а); випинання (утрата стійкості) кладки футеровки димової труби (б).

Статистичні діаграми пошкоджуваності футеровки металевих димових і вентиляційних труб з різними дефектами і пошкодженнями представлені на рис. 5.

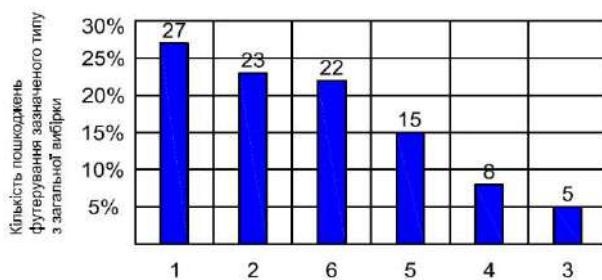


Рисунок 5 – Пошкоджуваність футеровки металевих димових труб

Типи дефектів і пошкоджень:

- 1) вертикальні і похилі тріщини у футеровці;
- 2) локальні руйнування футеровки і випадіння окремих цеглин;
- 3) випинання кладки футеровки і обвалення кладки футеровки;
- 4) пошкодження або відсутність теплоізоляції;
- 5) пошкодження слізникових консолей;
- 6) проміжки між ланками футеровки

Основними впливами на конструкції футеровки, що призводять до утворення вертикальних і похилих тріщин (тип дефекту – 1), локальних пошкоджень футеровки (тип дефекту – 2), випинання кладки футеровки

(тип дефекту – 3), пошкодження теплоізоляції є температурні і силові (вибух газу у трубі) впливи.

Локальні наскрізні пошкодження футеровки труби, випинання кладки футеровки, обвалення кладки становлять безпосередню небезпеку руйнування труби. Із загальної вибірки такі дефекти складають 45%. Ці дефекти віднесені до категорії небезпечності «А».

При виявленні таких дефектів необхідно здійснити зупинку виробництва і провести капітальний ремонт. Експлуатація димових труб з такими дефектами не допускається.

Вертикальні або похилі тріщини температурного чи силового характеру у футеровці (дефект 1) металевих димових труб із загальної вибірки дефектів складають 27% і при незначній ширині розкриття

(до 0,3 мм) не становлять суттєвої небезпеки для несучої здатності труби. Ці дефекти віднесені до категорії

небезпечності «В». Вертикальні і нахилені тріщини у футеровці стовбура труби необхідно затирати розчином на основі жаростійкого цементу і меленої шамотної цегли.

Далі з розвитком ширини розкриття тріщин може відбутися випадіння ділянок кладки, пошкодження теплоізоляції й утворення прогарів у стовбурі труби і категорія небезпечності дефектів може змінитися на «Б» або «А». Розвиток дефектів у футеровці металевих димових труб моніториться при періодичних планових технічних обстеженнях.

Відсутність теплоізоляції (дефект 4), проміжки між ланками футеровки (дефект 6) є дефектами будівельних робіт щодо облаштування футеровки. Такі дефекти призводять до утворення конденсату на внутрішній поверхні труби і сприяють активнішому корозійному зносу. Зазвичай такі дефекти необхідно усувати під час проведення планових ремонтних робіт.

Дефекти і пошкодження труб категорії «В» і окремі пошкодження

з незначним розвитком категорії «Б» допускається усувати за технічною документацією, розробленою проектно-конструкторськими підрозділами організацій, що експлуатують об'єкт. Дефекти і пошкодження категорії «А» і пошкодження категорії «Б», які здатні при швидкому розвитку перейти в категорію «А», мають усуватися тільки відповідно до технічної документації на капітальний ремонт, розробленої спеціалізованою організацією на основі комплексного обстеження усіх конструктивних елементів.

На основі даних численних обстежень визначено основні типи дефектів і пошкоджень стовбурів металевих димових труб та їх футеровки, виконано їх класифікацію за характером і величинами пошкоджень, проведено статистичний аналіз пошкоджуваності.

Усі основні дефекти і пошкодження металевих димових і вентиляційних труб класифіковані залежно від категорії небезпечності, від імовірних причин виникнення, запропоновано заходи щодо усунення та попередження їх подальшого розвитку.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гордеев В.Н. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / В.Н. Гордеев, А.И. Лантух-Лященко, В.А. Пашинский, А.В. Перельмутер, С.Ф. Пичугин. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007. – 482 с.

2. Металлические конструкции / Г.С. Ведеников и коллектив авторов. – М.: Стройиздат, 1998. – 758 с.

3. Методика обследования технического состояния промышленных дымовых и вентиляционных труб / Х.М. Ханухов, И.И. Симонов, С.Н. Яровой и др. // Стандарт саморегулирующей организации. СТО СРО ЭТМП 03-16. – М.: 2016. – 68 с.

4. Навантаження та впливи. Норми проектування. ДБН В.1.2-2:2006. – К.: Мінрегіонбуд України. 2006. – 72.

5. Настанова щодо обстеження будівель та споруд для визначення оцінки їх технічного стану. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2018. К. ДП «УкрНДНЦ», 2017 – 42с.

6. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ: ДБН В.1.2-14-2009 – [Введені в дію з 2009-12-01] / Мінрегіонбуд України, 2009. – К.: ДП «Укрархбудінформ», 2009. – 30 с. (Державні будівельні норми України).

7. Система надійності та безпеки у будівництві. Настанова. Основи проектування конструкцій (EN 1990:2002, IDN): ДСТУ-Н Б В.1.2-13:2008 – [Введені в дію з 2009-07-01] / Мінрегіонбуд України, 2009. – К.: ДП «Укрархбудінформ», 2009. – 81 с. (Національний стандарт України).

8. Стальные конструкции. Нормы проектирования, изготовления и монтажа. ДБН В.2.6-163:2010. – К.: Минрегионстрой Украины, 2011. – 127с.

9. Яровой С.Н. Граничные значения основных дефектов и повреждений при определении категории технического состояния промышленных дымовых труб / С.Н. Яровой, Ю.Н. Яровой, Е.Ю. Дорофеев // Сб. научных трудов «Строительство, Материаловедение,

машиностроение». – Днепропетровск: ПГАСА, 2007. – Вып. 43. – С. 592-584.

10. Яровой С.Н. Повреждаемость металлических дымовых труб и несущих башен на протяжении жизненного цикла и предельные значения дефектов и повреждений / В.В. Фурсов, С.Н. Яровой // Сб. научных трудов «Строительство, Материаловедение, машиностроение». – Днепропетровск: ПГАСА, 2017. – Вып. 99. – С. 187-193.

11. Яровой С.Н. Надежность и живучесть металлических дымовых труб компрессорных станций магистрального газопровода «Кременчуг - Ананьев-Черновцы - Богородчаны» после длительного срока эксплуатации / С.Н. Яровой, А.И. Горюхов // Сб научных трудов «Расчет и проектирование металлических конструкций». – Москва: МГСУ, 2013. – С. 251-256.

12. Peil Udo. Ветровые нагрузки на высотные сооружения // Mitt. Techn.Univ. Carolo Wilhelmina, Braunschweig. – 30, №1. – 1995. Р. 50-56,

13. 58-64, 68-72.

14. EN 1991-1-4. Eurocode 1: Action on structures – Part 1-4. General actions . Wind action. / Brussels: CEN, 2002. –p.151.

Яровой С.Н. ТИПОЛОГИЯ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ДЫМОВЫХ И ВЕНТИЛЯЦИОННЫХ ТРУБ, СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПОВРЕЖДАЕМОСТИ Металлические дымовые и вентиляционные трубы является составной частью многих технологических процессов промышленных предприятий и выход их из работы приводит к остановке всего производства. За все длительный срок эксплуатации металлические дымовые и вентиляционные трубы находятся под действием силовых, динамических, коррозионных и температурных воздействий. Все эти факторы неблагоприятно сказываются на эксплуатационной долговечности металлических дымовых и вентиляционных труб и приводят к образованию и накоплению дефектов и повреждений. На основе данных многочисленных обследований технического состояния металлических

дымовых и вентиляционных труб обнаружены дефекты и повреждения классифицированы по различным типам и размерам их значений, проведена статистическая обработка повреждаемости, выполнена их классификация в зависимости от категории опасности, предложены меры по устранению и предупреждению их дальнейшего развития.

Ключевые слова: металлические дымовые и вентиляционные трубы, футеровка, обследование технического состояния, дефекты и повреждения.

Yaroviy S. RECONSTRUCTION OF THE ICE ROLLER OF THE SHOPPING CENTER "FRENCH BOULEVARD" IN KHARKIV Metal chimneys and ventilation pipes are an integral part of many technological processes of industrial enterprises and their exit from work leads to the halt of all

production. For all long service life metal chimneys and ventilation pipes are under the influence of power, dynamic, corrosion and temperature influences. All these factors adversely affect the service life of metal chimneys and ventilation pipes and lead to the formation and accumulation of defects and damage. On the basis of numerous surveys of the technical condition of the metal chimneys and ventilation pipes, defects were found and the damages were classified according to different types and sizes of their values, and the statistical processing of the damages was carried out. classified according to the hazard category, proposed measures to eliminate and prevent their further development.

Key words: metal chimneys and ventilation pipes, lining, inspection of technical condition, defects and damages.