

РОЗРАХУНОК ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ ЦЕГЛЯНИХ ДИМОВИХ ТРУБ

Димові труби промислових підприємств - складні дорогі висотні інженерні споруди, які піддаються не лише значним вітровим і сейсмічним діям ззовні, але і випробовують дію агресивних високотемпературних газів, рухомих усередині труби. У зв'язку з цим набуває безперечної актуальності і практичної значущості розробка методів розрахунку безпечного терміну експлуатації цегляних димових труб, що базуються на фактичному стані їх конструктивних елементів з врахуванням температурно-силових і корозійних дій робочих середовищ, у тому числі і довкілля.

Ключові слова: цегляні димові труби, дефекти, пошкодження, методика оцінки довговічності, прилад неруйнівного контролю, метод ударного імпульсу, інструментальні дослідження, математичне моделювання, аналіз конструкцій, скінченні елементи.

Задача оцінки залишкового ресурсу конструкцій будівель та споруд є на сьогоднішній день однією з актуальних задач у сфері забезпечення безпеки експлуатації будівель та споруд, що вимагає свого розв'язання з метою здійснення прогнозування в часі величини залишкового ресурсу до моменту вичерпання будівлею (або спорудою) несучої здатності або економічної доцільності.

Оцінка надійності будівельних конструкцій при експлуатації виконується на основі наявних в них пошкоджень, що встановлюються при інженерному обстеженні.

По результатам цих оцінок встановлюється придатність конструкцій, будівель та інженерних споруд для експлуатації, залишковий ресурс та строки ремонтів.

Об'єктом дослідження є стволи цегляних димових труб, а предметом – створення методики оцінки залишкового ресурсу цегляних димових труб з урахуванням фактичного технічного стану.

Методика визначення залишкового ресурсу стволів цегляних димових труб, повинна спиратися на дані щодо фактичного технічного стану конструкцій та перевірені розрахунки з врахуванням наявних в споруді дефектів, пошкоджень та фактичних властивостей будівельних матеріалів.

Справний стан конструкцій димової цегляної труби описується наступними умовами:

1) Першого граничного стану:

$$[F_i(x_m)]_n \leq R_{i,n}, \quad (1)$$

де $F_i(x_m)$ – функція, що характеризує навантаженість конструкції;

індекс i – вид розрахунку по першому граничному стану (міцність, стійкість, втомне або крихке руйнування, тощо);

x_m – параметри, що визначають значення функцій F_i (внутрішні сили, геометричні характеристики перерізів, тощо);

R_i – розрахункові характеристики матеріалів, що використовуються в i -му розрахунку по першому граничному стану;

n – номер розрахункової ділянки (перерізу);

2) Другого граничного стану

$$[S_j(y_m)]_n \leq S_{j,u}, \quad (2)$$

де $S_j(y_m)$ – функції, що характеризують деформований стан;

індекс j – вид деформації (переміщення, прогин, ширина розкриття тріщин, тощо);

y_m – параметри, що визначають значення функції S_j ; $S_{j,u}$ – граничні значення j -ої деформації;

3) Конструктивних вимог

$$C_{k,n}^p \leq C_{k,u}^p, \quad (3)$$

де $C_{k,n}$ – конструктивний параметр (геометричні розміри елементів, міцнісні, жорсткісні характеристики, тощо) на ділянці n ;

$C_{k,u}$ – граничне значення конструктивного параметра;

p – показник степені, що використовується для уніфікації нерівності, причому $p = 1$, якщо згідно нормативним документам необхідно, щоб C_k не перевищував $C_{k,u}$ та $p = -1$, якщо C_k не менше $C_{k,u}$.

Виконання умов (1) – (3) характеризується коефіцієнтами запасу $k_{i,n}$, $k_{j,n}$, $k_{k,n}$, що представляють собою відношення правих та лівих частин даних нерівностей. Справний стан передбачає, що всі коефіцієнти запасу не менше одиниці. Несуча здатність (міцність), стійкість конструкції, недопущення втомного або крихкого руйнування будуть забезпечені при виконанні $k_{i,n} \geq 1$.

При розрахунку залишкового ресурсу розглядається зміна коефіцієнтів запасу $k_{i,n}$, $k_{j,n}$ та $k_{k,n}$ в часі від початкового стану в момент часу t_0 до часу експлуатації конструкції цегляної димової труби t , що розглядається. За початковий стан цегляної труби (при запуску в експлуатацію) може бути прийнято її проектний стан, що доповнений відомостями з додаткової документації. Якщо в проміжок часу від t_0 до t достовірні розрахункові дані відсутні, зміна коефіцієнтів запасу в часі допускається апроксимувати квадратичною залежністю (Рис.1).

В даний час, більша частина цегляних димових труб знаходиться в експлуатації більше 15-20 років та експлуатується з дефектами та пошкодженнями у вигляді тріщин цементно-піщаного розчину та цегляної

кладки труби, сколами цементно-піщаного розчину з оголенням цегляної кладки, частковим зруйнування цегляної кладки, сколами цегляної кладки, відколюванням цегли у наслідок розморожування кладки, виступанням солей на зовнішній поверхні цегли тощо.

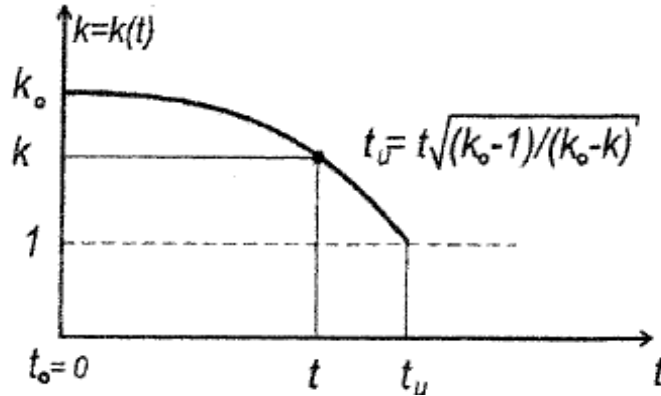


Рис. 1. Опис закону зміни коефіцієнтів запасу в часі

Усунення виявлених дефектів та пошкоджень відбувається лише при планових ремонтах або зупинці обслуговуючих агрегатів. Існуючі в даний час методики з розрахунку довговічності конструкцій з подібними дефектами застосовано до стволів цегляних труб не відображають дійсної роботи споруд даного типу і не враховують всю специфіку характеру навантаження.

В останні роки в будівельні норми було введено поняття ризику. Звернена увага на те, що не можливо запроектувати та побудувати споруду цілком безпечною, без врахування витрат на запобігання аварійним ситуаціям. Будь яка споруда не може бути повністю позбавлена ризику руйнування із-за невизначеності вимог до системи, розкиду технічних властивостей будівельних матеріалів, проблем адекватного моделювання поведінки системи з використанням сучасних програмних комплексів.

Розвиток методів розрахунку, що враховуватимуть поведінку конструкцій цегляних димових труб з врахуванням фактичного технічного стану при виключенні з конструктивної схеми окремих елементів, зв'язків, закріплень тощо, та створення на основі аналізу подібних ситуацій адаптаційних конструктивних схем, що виключатимуть прогресуюче руйнування як під час експлуатації так і при реконструкції, передбачає поєднання методів інструментальних та чисельних досліджень.

Найважливішим етапом рішення задачі математичного моделювання є складання розрахункової схеми конструкції. Заміна вихідної конструкції сукупністю дискретних елементів має на меті рівність енергій конструкції та її дискретної моделі. Для виконання розрахунків за міцністю несучих

конструкцій розробляється модель метода скінчених елементів. При побудові розрахункових схем приймається, що всі конструктивні елементи будівельних конструкцій димової труби складаються із ідеалізованого матеріалу, із збереженням головних фізико-механічних характеристик та властивостей. Цегляна труба моделюється універсальним чотирикутним скінченим елементом оболонки (СЕ типу 44). Стяжні кільця та конструктивні елементи технологічних площадок моделювалися елементами просторового стержня (СЕ типу 10). На рис. 2 наведено загальний вид скінченно-елементної моделі цегляної димової труби, на рис. 3 переріз димової труби:

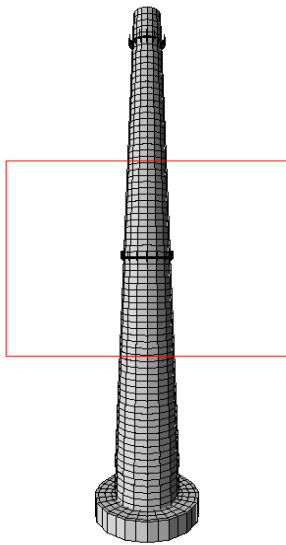


Рис. 2. Загальний вид СЕ – моделі

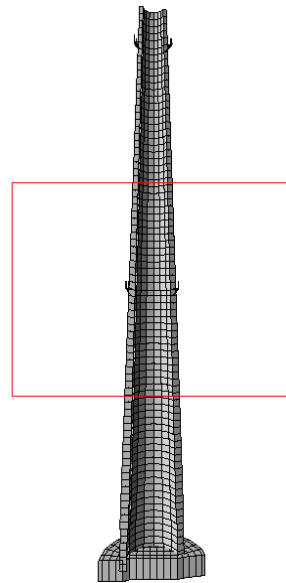


Рис. 3. Переріз димової труби

В результаті розрахунку отримуються періоди та частоти коливань, переміщення вузлів розрахункової моделі за напрямком осей основної системи координат, напруження відносно власних (місцевих) осей скінчених елементів. Для кожного скінченного елемента по кожному завантаженню та комбінації завантажень необхідно визначити всі параметри напружено-деформованого стану. Далі проводиться відбір найбільш навантажених елементів конструкцій споруди.

За результатами візуальних, інструментальних, вимірювальних, геодезичних та обмірних обстежень споруди цегляної труби, а також чисельних методів розрахунків, необхідно зробити висновки про фактичний технічний стан несучих будівельних конструкцій та розробити рекомендації для забезпечення довготривалої та безпечної роботи споруди.

При проведенні перевірочних розрахунків по оцінці технічного стану цегляних димових труб навантаження та кліматичні впливи повинні відповідати сучасним будівельним нормам і фактичній ситуації.

Властивості основних будівельних матеріалів цегляних димових труб необхідно розглядати у відповідності з їх фактичним станом. За виключенням тих випадків, якщо є проектні документи і в результаті технічного обстеження не зафіксовані зміни властивостей матеріалів, дозволяється використовувати розрахункові значення, прийняті в проектній документації. В інших випадках необхідно провести неруйнуючий або руйнуючий контроль, та оцінку несучої здатності конструкції на основі отриманих при дослідженні даних.

Таким чином подальша розробка методів та підходів до дослідження та прогнозування стану конструкцій функціонуючих цегляних димових труб, які б максимально забезпечили їх безпеку або зменшували матеріальну шкоду та людські жертви у випадку виникнення аварійних ситуацій є актуальними на сьогоднішній день.

Список використаних джерел

1. Верюжський Ю.В. Методи аналізу небезпек будівельних конструкцій будинків та споруд на основі теорії ризиків.-К.: Вісник НАУ, 2004, №4. с.92-98.
2. Верюжський Ю.В., Ширшов В.Г. Визначення розрахункового і допустимого значення ризиків відповідальних об'єктів. Вісник НАУ. №1, - К.: 2004.с.86-89.
3. Дымовые трубы. А.М. Ельшин, М.Н. Ижорин, В.С. Жолудов, Е.Г. Овчаренко. Под редакцией С.В. Сатьянова. – М.:Стройиздат, 2001. – 296 с.
4. Шаповал Д.В. Контроль пространственного положения промышленных труб // Эксперт промышленной безопасности Южного Урала: Информационно-аналитический бюллетень, Челябинск, 2005. – Вып. 2 – С.
5. СНиП III-24-75 «Промышленные печи и дымовые трубы»
6. СП 13-101-99 «Свод правил по проектированию и строительству. Правила надзора, обследования, проведения технического обслуживания и ремонта промышленных дымовых и вентиляционных труб»
7. Мельчаков А.П. Расчет и оценка риска аварии и безопасного ресурса строительных объектов: учебное пособие / Мельчаков А.П. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2006 – 49 с.
8. Рекомендации по оценке надежности строительных конструкций и сооружений по внешним признакам / ЦНИИпромзданий. – М.:

Стройиздат, 2001. – 60 с.

9. Суцев С.П. Остаточный ресурс конструкций здания (сооружения) и возможные методы его оценки/ С.П. Суцев, Н.А. Самолинов, И.А. Адаменко – М.: Центр исслед. экстрем. ситуаций, 2008 – 54 с.

Аннотация

Дымовые трубы промышленных предприятий - сложные дорогие высотные инженерные сооружения, которые находятся под воздействием не только значительных ветровых и сейсмических воздействий снаружи, но и испытывают действие агрессивных высокотемпературных газов, которые движутся внутри трубы. В связи с этим приобретает безусловной актуальности и практической значимости разработка методов расчета безопасного термина эксплуатации кирпичных дымовых труб, которые базируются на фактическом состоянии их конструктивных элементов с учетом температурно-силовых и коррозионных действий рабочих сред, в том числе и окружающей среды.

Ключевые слова: кирпичные дымовые трубы, дефекты, повреждения, методика оценки долговечности, инструмент неразрушительного контроля, метод ударного импульса, инструментальные исследования, математическое моделирование анализ конструкций, конечные элементы.

Annotation

Flues of industrial enterprises are difficult expensive pitch engineering building which yield to not only the considerable wind and seismic actions from outside but also test the action of aggressive high temperature gases, movable into a pipe. In this connection development of methods of calculation of safe term of exploitation of brick flues, which are based on the actual state them structural elements taking into account the temperature-power and corrosive actions of working environments, including environment, acquires indisputable actuality and practical meaningfulness.

Keywords: brick flues, defects, damages, methodology of estimation of longevity, instrument of undestructive control, method of shock impulse, instrumental researches, a mathematical design is an analysis of constructions, eventual elements.