

УДК 69.059.22:699.8

Захист будівель зі сталевим каркасом від впливу високих температур

Маладика І. Г., канд. техн. наук, **Шкарабура І. М.**

Черкаський інститут пожежної безпеки імені Героїв Чорнобиля
Національного університету цивільного захисту України, Україна

Анотація. Суттєвими причинами підвищеної небезпеки для конструкцій при високотемпературних впливах розглядаються перерозподіл внутрішніх зусиль в елементах, нерівномірний нагрів і зміна характеристик міцності та деформативності матеріалу конструкцій (сталі) під час і після пожежі за умови руйнування вогнезахисних покриттів. У зв'язку з цим виникає необхідність у проведенні робіт з обстеження, визначення технічного стану та його регулювання для відновлення експлуатаційної придатності конструкцій з урахуванням прогнозу можливої зміни визначальних параметрів технічного стану і можливого руйнування конструкцій після високотемпературних впливів. Метою цієї роботи є розробка заходів щодо забезпечення вогнестійкості сталевих конструкцій будівель та споруд при дії високих температур, визначення технічного стану та можливості продовження терміну експлуатації або необхідності регулювання технічного стану шляхом ремонту, підсилення або заміни конструкцій.

Ключові слова: сталеві конструкції, несуча здатність, силові та температурні впливи, вогнестійкість, технічний стан, продовження терміну експлуатації.

Вступ. Постановка проблеми. За статистичними даними останніх років в Україні в середньому виникає 50–60 пожеж та вибухів, які досягають критеріїв надзвичайних ситуацій (НС), 25–30 катастроф на транспорті, 7–12 аварій на системах життєзабезпечення, 5–10 випадків раптового руйнування будівель та споруд, 5–10 аварій в електроенергетичних системах. Однією з основних причин виникнення НС природного і техногенного характеру в Україні є застарілість основних фондів та аварійний стан значної частини мереж комунального господарства.

Переважає більшість НС виникли в зв'язку з незадовільним технічним станом споруд, конструкцій, обладнання й інженерних мереж та їх значною зношеністю внаслідок закінчення нормативного терміну експлуатації (нормативного ресурсу), невиконання нормативних обсягів планово-попереджувальних ремонтів, порушення регламенту експлуатації та недостатня надійність функціонування в умовах екстремальних природних явищ. За підрахунками спеціалістів зношеність зазначених об'єктів у різних галузях економіки становить 50–70 відсотків і має тенденцію до зростання.

Неприпустимість подальшого зниження рівня безпеки та зменшення тривалості роботи об'єктів життєзабезпечення внаслідок експлуатації споруд, конструкцій, обладнання та інженерних мереж, які працюють на межі

вичерпання свого ресурсу і становлять потенційну небезпеку для життя та діяльності людей, потребує проведення комплексу таких заходів:

- створення постійної системи правового регулювання у сфері забезпечення надійності і безпечної експлуатації споруд, конструкцій, обладнання та інженерних мереж;
- збільшення обсягів робіт з обслуговування та ремонту будівель та споруд із застосуванням новітніх енергозберігаючих технологій і матеріалів, ліквідація аварійних (старих) житлових будинків, будівель та споруд різного призначення.

У зв'язку з цим виникає необхідність у проведенні робіт з обстеження, оцінювання технічного стану та відновлення експлуатаційної придатності існуючих конструкцій, а також прогнозування технічного стану та можливого руйнування після впливів високих температур із подальшим використанням заходів захисту. При цьому необхідно вирішувати питання, пов'язані з забезпеченням тривалої та надійної експлуатації будівельних конструкцій за рахунок прийняття відповідних матеріалів або вживання заходів захисту, а також визначенням напружено-деформованого стану (НДС) конструкцій при різних впливах і виконанням робіт із продовження терміну експлуатації як окремих конструкцій, так і будівель та споруд в цілому [1, 2, 3].

Хоча металеві (сталеві) конструкції виконані з матеріалу, що не згорає, фактична межа їхньої вогнестійкості в середньому складає 15 хвилин. Це пояснюється досить швидким зниженням характеристик міцності та деформативності металу при підвищених температурах під час пожежі. При обрушенні або отриманні значних прогинів металеві конструкції вибувають з експлуатації, псується устаткування, сировина, готова продукція, а також утруднюють вирішення питань евакуації людей, організації гасіння пожежі.

Інтенсивність нагріву металоконструкцій залежить від ряду чинників, до яких відносять характер нагріву конструкцій і способи їхнього захисту. У разі короткочасної дії температури при реальній пожежі, після займання горючих матеріалів метал піддається нагріву повільніше і менш інтенсивно, ніж нагрів доквілля. При дії «стандартного» режиму пожежі температура доквілля не перестає підвищуватися, і теплова інерція металу, що обумовлює деяку затримку нагріву, спостерігається тільки протягом перших хвилин пожежі. Потім температура металу наближається до температури середовища, що нагрівається. Захист металевих елементів й ефективність цього захисту також впливають на нагрів металу.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Широкого застосування сталеві конструкції набули у будівництві одноповерхових виробничих будівель,

несучих каркасів висотних будівель, великопрогонових будівель громадського призначення, будівель спеціального призначення тощо.

Фактична межа вогнестійкості сталевих конструкцій при «стандартному» режимі пожежі, залежно від товщини елементів перерізу та величини діючого напруження, складає від 6 до 24 хв. Виняток становлять сталеві оболонки, мембранні покриття, у яких межа вогнестійкості без вогнезахисту може досягати 45–60 хвилин.

При проектуванні будівель та споруд межу вогнестійкості незахищених сталевих конструкцій з приведеною товщиною металу в 10 мм допускається приймати такою, що дорівнює 15 хвилин. Значення ж необхідних меж вогнестійкості основних будівельних конструкцій, у тому числі металевих, складають від 15 до 150 хвилин, у залежності від ступеня вогнестійкості будівлі та типу конструкцій. Таким чином, більшість незахищених сталевих конструкцій задовольняють лише вимогам щодо межі вогнестійкості 15 хвилин. Це дозволяє зробити висновок про те, що сфера застосування сталевих конструкцій обмежена за вогнестійкістю, оскільки не виконується умова безпеки: $R_f \geq R_u$, де R_f, R_u – відповідно, фактичний і нормований для відповідної конструкції клас вогнестійкості за ознакою втрати несучої здатності [1, 2, 4].

Ця умова безпеки є основним критерієм обґрунтування необхідності вогнезахисту металевих конструкцій, тобто якщо $R_f \geq R_u$, то вогнезахист не потрібний, а при $R_f < R_u$ – вогнезахист потрібний.

У ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016 [4] наведено настанови щодо розрахунку та прийняття заходів для забезпечення вогнестійкості проєктованих конструкцій, але не наведено вимог щодо визначення технічного стану експлуатованих сталевих конструкцій будівель та споруд і необхідності його регулювання після впливу високих температур при пожежі.

Мета роботи. Метою цієї роботи є розробка заходів щодо забезпечення вогнестійкості сталевих конструкцій будівель та споруд при дії високих температур, визначення технічного стану та можливості продовження терміну експлуатації або необхідності регулювання технічного стану шляхом ремонту, підсилення або заміни конструкцій.

Основна частина. До чинників, що визначають поведінку будівельних конструкцій в умовах пожежі, відносять:

– ступінь навантаження конструкцій та окремих елементів;

- вигляд і кількість пожежного навантаження, що визначає температурний режим, а також теплоту пожежі;
- теплове навантаження на конструкцію;
- теплофізичні та фізико-механічні характеристики матеріалів, з яких виконані будівельні конструкції;
- умови нагріву та способи з'єднання конструкцій.

Згідно з ДСТУ Б В.1.1–4–98* [5] фактичні межі вогнестійкості будівельних конструкцій визначаються при дії нормативних навантажень (приймаються характеристичні значення величин навантажень згідно з ДБН В.1.2-2:2006 [6]). Величини нормативних навантажень встановлюються залежно від призначення конструкцій і умов їх експлуатації.

Відповідно до ДБН В.1.2-2:2006 [6] розрізняють навантаження постійні та тимчасові. Тимчасові навантаження підрозділяються на тривалі, короткочасні й особливі.

Постійними називаються такі навантаження, які діють на будівельну конструкцію постійно. До таких навантажень відносяться власна вага конструкцій, тиск ґрунту, дія попереднього напруження конструкцій тощо.

Тривалими називаються такі навантаження, що діють на конструкцію тривалий час. До таких навантажень відносяться вага технологічного устаткування, тиск рідин і газів у резервуарах і трубопроводах, маса складованих вантажів тощо.

Короткочасними називають навантаження, що діють нетривалий час. До таких навантажень відносяться вага людей, рухоме підйомно-транспортне устаткування, сніг, вітер (при пожежі не враховується), маса матеріалів, використовуваних при монтажних, ремонтних і реконструктивних роботах тощо.

Особливі навантаження – це навантаження, які можуть з'явитися у виняткових випадках, а саме:

- при сейсмічній і вибуховій дії;
- аварійних порушеннях технологічного процесу;
- різких просіданнях ґрунтів.

Класифікація цих навантажень, що використовується в ДБН В.1.2-2:2006 [6], дозволяє віднести випадок пожежі до особливих впливів. У відповідності з цим, для оцінки вогнестійкості будівельних конструкцій використовуються постійні та тривалі навантаження.

Межею вогнестійкості будівельних конструкцій називають показник вогнестійкості конструкцій, який визначається часом від початку вогневого випробування за стандартним температурним режимом до настання одного з нормованих для даної конструкції граничних станів за вогнестійкістю [5]. Межа вогнестійкості знижується зі збільшенням навантажень, що діють на конструкції.

Згідно з ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016 [4], розрахунок сталевих конструкцій на вогнестійкість (окремої конструкції, частини конструктивної системи або конструктивної системи в цілому) враховує такі етапи:

- вибір проектних сценаріїв пожежі;
- визначення відповідних температурних режимів пожежі;
- розрахунок підвищення температури в будівельних конструкціях;
- розрахунок механічної роботи будівельних конструкцій в умовах пожежі.

Розрахунок будівельних конструкцій на вогнестійкість включає прикладання впливів для теплового аналізу та впливів для механічного аналізу.

Навантаження і впливи на будівлі та споруди внаслідок пожежі класифікують як випадкові (аварійні). Для визначення аварійної проектної ситуації на основі оцінки пожежного ризику визначені відповідні проектні сценарії пожежі та температурні режими, що пов'язані з ними.

Для конструкцій з особливим ризиком виникнення пожежі внаслідок інших аварійних впливів, цей ризик розглядають при визначенні загальної концепції безпеки.

Перевірку вогнестійкості виконують в інтервалі часу згідно з вимогами п. 5.5.2 ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016 [4]:

$$t_{fi,d} \geq t_{fi,requ}, \quad (1)$$

або в інтервалі міцності:

$$R_{fi,d,t} \geq E_{fi,d,t}, \quad (2)$$

або в інтервалі температури:

$$\Theta_d \geq \Theta_{cr,d}, \quad (3)$$

де $t_{fi,d}$ – розрахункове значення межі вогнестійкості, хв; $t_{fi,requ}$ – нормована межа вогнестійкості, хв; $R_{fi,d,t}$ – розрахункове значення несучої здатності окремої конструкції під час пожежі в момент часу t , кН; $E_{fi,d,t}$ – розрахункове

значення навантажувального ефекту під час пожежі в момент часу t , кН;
 Θ_d – розрахункове значення температури матеріалу, °С; $\Theta_{cr,d}$ – розрахункове значення критичної температури матеріалу, °С.

Теплові впливи для теплотехнічного розрахунку визначаються у відповідності до вимог п. 5.6 ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016 [4].

Для кожного проектного сценарію пожежі температурний режим пожежі у протипожежному відсіку оцінюють наступним чином. На обігрівних поверхнях цей тепловий потік \dot{h}_{net} визначений, враховуючи конвективну $\dot{h}_{net,c}$ (Вт/м²) та радіаційну $\dot{h}_{net,r}$ (Вт/м²) його складові згідно з п. 5.6.1.2 ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016 [4]:

$$\dot{h}_{net} = \dot{h}_{net,c} + \dot{h}_{net,r}. \quad (4)$$

Конвективну складову теплового потоку визначають за формулою:

$$\dot{h}_{net,c} = \alpha_c \cdot (\Theta_g - \Theta_m), \quad (5)$$

де α_c – коефіцієнт тепловіддачі конвекцією, Вт/(м² К); Θ_g – температура газового середовища біля конструкції, що зазнає вогневого впливу, °С; Θ_m – температура поверхні конструкції, °С.

Коефіцієнти, які входять до формул (1), (2), (3), (4), (5), визначають за методикою і формулами, які наведено в п. 5.6 ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016 [4].

Конструкції, для яких встановлені вимоги щодо їх нормативної вогнестійкості, можна розглядати за стандартним температурним режимом, якщо в нормативних документах не вказано інше [4, 5, 7].

Граничним станом за ознакою втрати несучої здатності для сталевих конструкцій, які випробуються під навантаженням, є обвалення зразка або виникнення граничних значень температур для сталі сталевих колон із вогнезахисним облицюванням. При цьому, за температуру, при якій сталь конструкцій не може виконувати свої функції, приймають таку, що дорівнює 500 °С [1, 2, 3 та ін.].

Для колон, які випробовуються без навантаження, час досягнення граничного стану за ознакою втрати несучої здатності визначають за даними вимірювань температури по товщині зразка розрахунковим методом, який має відповідати вимогам ДБН В.1.1-7-2016 [7].

Розрахунок будівельних конструкцій на вогнестійкість включає прикладання впливів для теплового аналізу та впливів для механічного аналізу.

Все, що було наведено вище, стосувалося проектування нових конструкцій. Для конструкцій, які зазнали пошкоджень внаслідок пожежі, необхідно провести обстеження з метою визначення технічного стану та обґрунтувати можливість подальшої експлуатації за умови їх ремонту, підсилення або заміни.

Для проведення обстеження конструкцій, які отримали пошкодження внаслідок пожежі, необхідно встановити наступні відомості [1, 2, 3]:

- час виявлення пожежі, початку інтенсивного горіння;
- тривалість інтенсивного горіння під час пожежі;
- засоби гасіння пожежі;
- місце знаходження осередку займання;
- максимальну температуру середовища під час пожежі.

Детальне обстеження сталевих конструкцій необхідно провести в такій послідовності:

- вивчити наявну документацію по конструкціях і будівлі в цілому;
- ознайомитись з пошкодженим пожежею об'єктом;
- розробити методику проведення обстежень;
- обмежити доступ сторонніх осіб в зону ведення робіт;
- конструкції, які знаходяться в аварійному стані (можуть бути обвалені під час проведення робіт з обстеження), необхідно тимчасово розкріпити або підсилити;
- виконати візуальне та інструментальне обстеження конструкцій, які залишились у проектному положенні, з метою з'ясування їхнього технічного стану після пожежі;
- виконати візуальне обстеження конструкцій, які найбільш постраждали від високотемпературного впливу під час пожежі;
- виконати необхідні розрахунки, підготувати висновок про технічний стан сталевих конструкцій і можливість подальшої експлуатації будівлі;
- розробити проект підсилення конструкцій.

Оскільки розвиток пожежі призводить до нерівномірного нагрівання та руйнування конструкцій, стінового огороження, складованих матеріалів, обладнання, необхідно визначити характеристики матеріалів конструкцій шляхом лабораторних випробувань зразків, вилучених з елементів (які піддано впливу високих температур), а також їх деформований стан шляхом

проведення обмірювальних робіт із застосуванням сучасних приладів та обладнання).

Для сталевих конструкцій необхідно розробляти методи визначення параметрів вогнезахисних заходів для забезпечення тривалої та надійної експлуатації, а також комплекс взаємозв'язаних заходів щодо визначення параметрів напружено-деформованого технічного стану після силових і температурних впливів.

Розрахунки конструкцій необхідно проводити з урахуванням встановленого (за результатами обстеження) деформованого стану та фізико-механічних характеристик матеріалів елементів конструкцій.

Технічний стан елементів залежно від здатності їх виконувати впродовж прогнозованого терміну усі функції, які передбачено проектною та нормативною документацією, можна класифікувати як [8]:

«1» – нормальний, коли фактичні зусилля в елементах та перерізах не перевищують допустимих за розрахунком, відсутні дефекти та пошкодження, які знижують несучу здатність та довговічність або перешкоджають нормальній експлуатації;

«2» – задовільний, коли за експлуатаційними якостями конструкція відповідає категорії «1», але мають місце часткові відхилення від вимог проекту, дефекти або пошкодження, які можуть знизити довговічність конструкції або частково порушити вимоги другої групи технічних станів, що в конкретних умовах експлуатації не обмежує використання об'єкта за прямим призначенням;

«3» – не придатний для нормальної експлуатації, коли конструкція не відповідає категоріям «1», «2» щодо несучої здатності або нормальної реалізації захисних функцій, але аналіз дефектів і пошкоджень із перевірними розрахунками виявляє можливість забезпечення її цілісності до проведення ремонту, підсилення або заміни;

«4» – аварійний, коли конструкції за видами дефектів знаходяться в стані «3», але на основі перевірних розрахунків та аналізу дефектів і пошкоджень неможливо гарантувати цілісність конструкцій на період підсилення, особливо якщо можливий «крихкий» характер руйнування. Необхідно вивести людей із зони можливого обвалення, виконати негайне розвантаження, вжити інших заходів безпеки.

Передбачається, що елементи і конструкції з самого початку своєї експлуатації упродовж усього життєвого циклу в міру старіння та деградації можуть послідовно знаходитися у будь-якому з чотирьох технічних станів. При цьому окремі елементи конструкції або споруди можуть опинитися в

різних станах, тому стан конструкції або споруди в цілому приймається за гіршим станом елементів [8].

Відповідно до вимог чинних нормативних документів [8, 9 та ін.] елемент (конструкція) вважаються працездатними, а їх технічний стан нормальним або задовільним, якщо не виконуються [1, 10]:

- умова відмови конструкцій (досягнення граничних станів першої групи):

$$F \geq F_u, \quad (6)$$

- умова досягнення конструкцією граничних станів другої групи:

$$f \geq f_u, \quad a_{cre} \geq a_{cre,u}. \quad (7)$$

З огляду на те, що в усіх конструкціях відбуваються зміни в часі, деякі (чи усі) компоненти нерівностей, наведених вище, є функціями часу. Кожну з нерівностей (6), (7) можна перетворити у вигляді:

$$\Phi_u[x_1(t), x_2(t), \dots, x_m(t), y_1, y_2, \dots, y_n] < \Phi(t), \quad (8)$$

де $\Phi_u[x_1(t), x_2(t), \dots, x_m(t), y_1, y_2, \dots, y_n]$ – функція несучої здатності (деформативності) елементів (конструкцій), яка встановлюється згідно з рекомендаціями нормативних документів з урахуванням зміни параметрів у часі; $\Phi(t)$ – чинне максимальне зусилля (деформація) в елементі (конструкції).

Вид функціональної залежності можна визначити після алгебраїчних перетворень нерівностей виду (8) з включенням до складу аргументів усіх величин, які залежать від часу, якщо це представляється можливим.

Сучасний розвиток технологій відновлення дозволяє виконувати роботи з підсилення будівельних конструкцій із різним ступенем пошкодження.

Розробка математичного апарату з визначення залишкової несучої здатності будівельних конструкцій, що зазнали протягом певного часу дію силових або інших чинників впливу високого рівня, вимагає використання такої моделі деформування матеріалів (в загальному випадку бетону і сталі), яка б включала всі етапи його роботи від початку навантаження до повного руйнування.

Розрахунок конструкції може бути виконаний методом скінченних елементів (МСЕ). При цьому адекватна існуючій конструкції модель МСЕ повинна враховувати всі властивості конструкційних елементів, відображати дійсні умови роботи конструкцій, зокрема, пружно-пластичну роботу металу.

Сталеві конструкції, особливо з урахуванням впливу високих температур, необхідно розраховувати як єдині просторові системи з урахуванням

чинників, що визначають напружений і деформований стан, за потреби, з урахуванням нелінійних властивостей розрахункової схеми. У необхідних випадках розрахунок конструкції на різних етапах монтажу або експлуатації необхідно виконувати з урахуванням впливу чинників, що визначають її напружено-деформований стан на кожному з етапів (п. 5.3.6 ДБН В.2.6-198:2014 [9]).

Висновки

1. Сталеві конструкції необхідно розраховувати як єдині просторові системи з урахуванням чинників, що визначають напружений і деформований стан, з урахуванням нелінійних властивостей розрахункової схеми. У необхідних випадках розрахунок конструкції на різних етапах монтажу або експлуатації необхідно виконувати з урахуванням впливу чинників, що визначають її напружено-деформований стан на кожному з етапів [9]. Вибір розрахункових схем, а також методів розрахунку сталевих конструкцій, рекомендується виконувати з урахуванням використання ЕОМ.

2. У ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016 [4] наведено настанови щодо розрахунку та прийняття заходів для забезпечення вогнестійкості конструкцій, але не наведено вимог щодо визначення технічного стану сталевих конструкцій будівель та споруд і необхідності його регулювання після впливу високих температур при пожежі.

3. Для сталевих конструкцій необхідно розробити методи визначення параметрів заходів вогнезахисту для забезпечення тривалої та надійної експлуатації, а також комплекс взаємозв'язаних заходів щодо визначення параметрів напружено-деформованого технічного стану після силових і температурних впливів.

4. У зв'язку з цим необхідно розробити методи оцінки технічного стану та можливості його регулювання для подальшої експлуатації конструкцій будівель та споруд після силових і високотемпературних впливів шляхом ремонту, підсилення або заміни.

Література

- [1] Маладика І. Г. Визначення технічного стану будівель зі сталевим каркасом після силових та високотемпературних впливів / І. Г. Маладика, І. М. Шкарабура // Збірник наукових праць Українського інституту сталевих конструкцій імені В.М. Шимановського. – К. : Видавництво «Сталь», 2016. – №17. – С. 15–26.
- [2] Мосалков И. Л. Огнестойкость строительных конструкций / И. Л. Мосалков, Г. Ф. Плюснина, А. Ю. Фролов. – М. : Спецтехника, 2001. – 484 с.

- [3] Голоднов О. І. Визначення характеристик міцності бетону й арматури при проведенні досліджень вогнестійкості залізобетонних колон / [О. І. Голоднов, Ю. А. Огрош, І. А. Ткачук, М. М. Семиног] / Пожежна безпека: теорія і практика : зб. наук. праць. – Черкаси : АПБ ім. Героїв Чорнобиля, 2011. – С. 37–43.
- [4] Проектування сталевих конструкцій. Розрахунок конструкцій на вогнестійкість : ДСТУ-Н Б В.2.6-211:2016. – Офіц. вид. – К. : Мінрегіонбуд України, 2016. – 147 с. – (Національний стандарт України).
- [5] Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги : ДСТУ Б В.1.1-4-98*. – Офіц. вид. – К. : Держбуд України, 2005. – 19 с. – (Захист від пожежі. Національний стандарт України).
- [6] Навантаження і впливи. Норми проектування : ДБН В.1.2-2:2006. – Офіц. вид. – К. : Мінбуд України, 2006. – 60 с. – (Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Державні будівельні норми України).
- [7] Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги : ДБН В.1.1-7:2016. – Офіц. вид. – К. : Мінрегіон України, 2017. – 35 с. – (Державні будівельні норми України).
- [8] Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються : ДСТУ Б В.2.6-210: 2016. – Офіц. вид. – К. : Мінрегіон України, 2016. – 53 с. – (Національний стандарт України).
- [9] Сталеві конструкції. Норми проектування : ДБН В.2.6-198:2014 – Офіц. вид. – К. : Мінрегіонбуд України Київ, 2014. – 199 с. – (Державні будівельні норми України).
- [10] Голоднов А. И. Определение остаточного ресурса изгибаемых элементов после различных воздействий / [А. И. Голоднов, Н. П. Гордиюк, И. А. Ткачук, Н. Н. Семиног] // Збірник наукових праць Української державної академії залізничного транспорту. – 2015. – № 151. – Т. 2. – С. 94–102.

Защита зданий со стальным каркасом от воздействия высоких температур

Маладыка И. Г., канд. техн. наук, **Шкарабура И. М.**

Черкасский институт пожарной безопасности имени Героев Чернобыля
Национального университета гражданской защиты Украины

Аннотация. Существенными причинами повышенной опасности для конструкций при высокотемпературных воздействиях рассматриваются перераспределение внутренних усилий в элементах, неравномерный нагрев и изменение характеристик прочности и деформативности материала конструкций (стали) во время и после пожара при

условию разрушения огнезащитных покрытий. В связи с этим возникает необходимость в проведении работ по обследованию, определению технического состояния и его регулирования для возобновления эксплуатационной пригодности конструкций с учетом прогноза возможного изменения определяющих параметров технического состояния и возможного разрушения конструкций после высокотемпературных воздействий. Целью этой работы является разработка мероприятий для обеспечения огнестойкости стальных конструкций зданий и сооружений при действии высоких температур, определения технического состояния и возможности продления срока эксплуатации или необходимости регулирования технического состояния путем ремонта, усиления или замены конструкций.

Ключевые слова: стальные конструкции, несущая способность, силовые и температурные воздействия, огнестойкость, техническое состояние, продление срока эксплуатации.

Protection of buildings with a steel frame from high-temperature effects

I. Maladyka, Cand. Sc. (Eng.), I. Shkarabura

Cherkasy Fire Safety Institute named after Heroes of Chernobyl,
National University of Civil Protection of Ukraine, Ukraine

Abstract. Redistribution of internal forces in the elements, uneven heating and the change in the strength and deformation characteristics of the material of structures (steel) during and after the fire, under the condition that the fireproof coatings are destroyed, are considered as significant causes of increased danger to structures under high-temperature influences. In this connection, there is a need to carry out work on the survey, determine the technical condition and its regulation to resume the operational fitness of structures, taking into account the forecast of possible change in determining parameters of the technical state and the possible destruction of structures after high-temperature impacts. The purpose of this paper is development of measures to ensure the fire resistance of steel structures of buildings and constructions under the influence of high temperatures, determining the technical condition and the possibility to extend the life cycle or the need to regulate the technical condition by repairing, reinforcing or replacing structures.

Key words: steel structures, load-bearing capacity, impact and temperature effects, fire resistance, technical condition, extension of service life.

Надійшла до редколегії 28.12.2017 р.