

УДК 69.059.22:699.8

Про необхідність розрахунку будівель зі сталевим каркасом на температурні впливи

¹Голоднов О. І., д-р техн. наук, ²Антошина Т. В., канд. техн. наук,
³Отрош Ю. А., канд. техн. наук

¹ТОВ «Укрінсталькон ім. В. М. Шимановського», Україна,

²ТОВ «ГЛОБАЛ ПРОДЖЕКТ», Україна,

³Національний університет цивільного захисту України, Україна

Анотація. Наведено методику досліджень технічного стану сталевих конструкцій, які пошкоджені високотемпературними впливами (пожежею), а також кліматичними діями на конструкції будівлі внаслідок перепаду температур довкілля. В ході виконання робіт встановлюються осередок і причини займання, величина максимальної температури при пожежі, зони термічних пошкоджень, тривалість нагрівання в різних зонах пожежі тощо. На основі отриманих даних розробляється висновок про технічний стан конструкцій і можливість або неможливість відновлення їх експлуатаційної придатності шляхом ремонту, підсилення або заміни. Наведено приклади застосування методики на практиці для технічної експертизи пошкоджених температурними впливами об'єктів. Метою цієї роботи є обґрунтування необхідності розрахунку будівель зі сталевим каркасом на температурні впливи і розробка заходів для забезпечення експлуатаційної придатності сталевих конструкцій будівель та споруд при температурних впливах.

Ключові слова: сталеві конструкції, температурні впливи, несуча здатність, технічний стан, регулювання технічного стану.

Вступ. Постановка проблеми. Надійність будівельних конструкцій повинна бути забезпечена відповідно до вимог чинних нормативних документів. При проектуванні конструкцій повинні бути забезпечені експлуатаційна придатність і безпека протягом строку експлуатації, який визначається в завданні на проектування. Окрім цього, проектування конструкцій необхідно виконувати з урахуванням вимог до охорони навколишнього середовища, а також інших особливих умов, наведених у завданні на проектування [1].

Основні вимоги щодо проектування сталевих конструкцій викладено в розділі 5 ДБН В.2.6-198:2014 [1]. При проектуванні необхідно:

- забезпечувати надійність конструкцій за рахунок виконання вимог до вибору матеріалів, конструювання та розрахунків;
- приймати конструктивні рішення, що забезпечують міцність, жорсткість, стійкість і просторову незмінюваність будівель та споруд у цілому та їх окремих елементів під час транспортування, монтажу та експлуатації, при цьому передбачаючи в'язі залежно від основних параметрів будівлі та режиму її експлуатації (конструктивної схеми,

- прогонів, типів кранів та режимів їх роботи, температурних впливів тощо);
- передбачати заходи щодо забезпечення довговічності конструкцій та захисту їх від корозії, впливу вогню і тепла, зносу та стирання;
 - враховувати вимоги чинних нормативних документів стосовно забезпечення міцності та стійкості несучих конструкцій в умовах пожежі;
 - передбачати технологічність виготовлення та монтажу конструкцій;
 - забезпечувати складальність конструкцій розрахунком точності геометричних параметрів зі встановленням необхідності контрольного чи загального складання або використання регулювальних пристроїв;
 - враховувати відхилення від проектних розмірів і геометричної форми елементів конструкцій, які допускаються під час виготовлення та зведення;
 - встановлювати методи та обсяги контролю під час виготовлення та зведення конструкцій, а також у процесі їх експлуатації, включаючи, за необхідності, виконання випробувань окремих елементів, вузлів, з'єднань і конструкцій у цілому, а також, за необхідності, встановлення контрольно-сигнальних систем чи інших засобів моніторингу;
 - передбачати можливість огляду, обстеження та діагностики, а також проведення профілактичних і ремонтних робіт. За необхідності передбачати для цього ходові сходи та площадки, спеціальні пристосування (столики, провушини, фіксатори тощо) для забезпечення можливості кріплення постійних і тимчасових пристосувань, а також пристосувань для встановлення засобів діагностики технічного стану конструкцій у процесі експлуатації.

Кліматичні дані району будівництва слід приймати згідно з вимогами розділу 11 ДБН В.1.2-2:2006 [2]. Розрахункові технологічні температури необхідно встановлювати завданням на розроблення будівельної частини проекту.

Згідно з розділом 11 ДБН В.1.2-2:2006 [2], температурні кліматичні впливи є змінними впливами, для яких встановлено три розрахункові значення:

- граничне розрахункове значення;
- експлуатаційне розрахункове значення;
- квазіпостійне розрахункове значення.

Визначення параметрів температурного впливу необхідно виконувати у відповідності до вимог розділу 11 ДБН В.1.2-2:2006 [2].

Незважаючи на наявність вимог щодо врахування температурних впливів на практиці часто цими вимогами нехтують, що призводить до значних економічних збитків.

Аналіз останніх досягнень і публікацій. Широкого застосування сталеві конструкції набули при будівництві одноповерхових виробничих будівель, несучих каркасів висотних будівель, великопрогонових будівель громадського призначення, будівель спеціального призначення тощо. В Україні прийнято низку документів, у яких встановлено обов'язкові вимоги безпеки, в тому числі пожежної, в будівництві (стосовно будівель зі сталевим каркасом): ДБН В.2.6-198:2014 [1], ДБН В.1.2-2:2006 [2], ДБН В.1.1-7:2016 [4], ДСТУ Б В.1.1-4-98* [5], ДСТУ-НБ В.2.6-211:2016 [6], ДСТУ Б В.2.6-210:2016 [7].

Прийняття цих нормативних документів дозволяє проектувати нові об'єкти. В той же час, за статистичними даними останніх років в Україні в середньому виникає 50–60 пожеж та вибухів, які досягають критеріїв надзвичайних ситуацій. Однією з основних причин виникнення надзвичайних ситуацій природного і техногенного характеру є застарілість основних фондів та аварійний стан значної частини мереж комунального господарства.

В Україні налічується понад 900 об'єктів, де зберігаються або використовуються у виробничій діяльності понад 300 тис. т небезпечних хімічних речовин. Рівень безпеки більшості хімічно небезпечних об'єктів виробництва обумовлюється як моральним старінням застосовуваних технологій, так і ресурсним зношенням, моральним і фізичним старінням основних фондів.

Зростання ризику виникнення техногенних надзвичайних ситуацій в Україні обумовлено тим, що в останні роки в найбільш відповідальних галузях об'єкти підвищеної небезпеки та потенційно небезпечні об'єкти мають напруцювання проектного ресурсу на рівні 50–70 %, іноді досягаючи передаварійного рівня.

Аналіз стану основних фондів, технічного обладнання систем життєзабезпечення в Україні та надзвичайних ситуацій, що мали місце на них останнім часом, свідчить про їх критичний стан.

Для подальшої безпечної експлуатації будівель та споруд, в тому числі, зі сталевим каркасом, необхідно проводити постійну діагностику конструкцій, визначати контрольовані параметри конструкцій (характеристики міцності та деформативності матеріалу, прогини та переміщення конструкцій), розробляти способи захисту конструкцій у відповідності до вимог чинних нормативних документів, в тому числі, від температурних впливів.

У статті наведено приклади появи пошкоджень і руйнування конструкцій будівель зі сталевим каркасом внаслідок нехтування вимогами чинних нормативних документів.

Мета роботи. Метою цієї роботи є обґрунтування необхідності розрахунку будівель зі сталевим каркасом на температурні впливи і розробка заходів для забезпечення експлуатаційної придатності сталевих конструкцій будівель та споруд при температурних впливах.

Основна частина. Як уже було викладено вище, надійність будівельних конструкцій повинна бути забезпечена відповідно до вимог чинних нормативних документів. Конструкції будівель та споруд, які було побудовано до 2000 року, було розраховано на навантаження, в тому числі, кліматичні, величина яких майже в 1,5 рази менша за сучасні параметри. Нехтування такими обставинами призводить до руйнувань конструкцій і економічних збитків.

Як приклад нехтування основними вимогами щодо проектування сталевих конструкцій (будівлю побудовано на початку ХХІ століття) можна привести руйнування конструкцій складської будівлі зі сталевим каркасом внаслідок пожежі.

Будівля складу комплексу по зберіганню продуктів харчування являє собою окремо розташовану різноповерхову споруду прямокутної форми в плані загальними розмірами 120×48 м (рис. 1, 2). В осях Г–Т будівля являє собою одноповерхову двопрогону споруду зі сталевим каркасом розмірами в плані в осях 108×48 м, яка є складом для зберігання продуктів харчування. Висота до низу конструкцій 5,25 м. Каркас цієї частини будівлі змонтовано з конструкцій комплектної поставки фірми ZAMIL STEEL. Зовнішні стіни виконано з сандвіч-панелей з утеплювачем із пінополіуретану. Покрівля плоска, з незначним ухилом по металевих профільованих листах. Ступінь вогнестійкості конструкцій – III а.

Колони будівлі в осях Г–Т являють собою сталеві конструкції двотаврового профілю, які закріплено до фундаментів за допомогою анкерних болтів М24. Колони по осі 22 виконано зі змінним по висоті перерізом, колони по осях 14 і 18 – постійного перерізу.

Зверху на колони обпираються сталеві балки покриття (по осях 18 і 22), які складаються з окремих відправних марок. До колон по осі 14 балки закріплюються збоку до поясів. Відправні марки балок виконано змінного перерізу (рис. 2). Балки з колонами з'єднано за допомогою болтів.

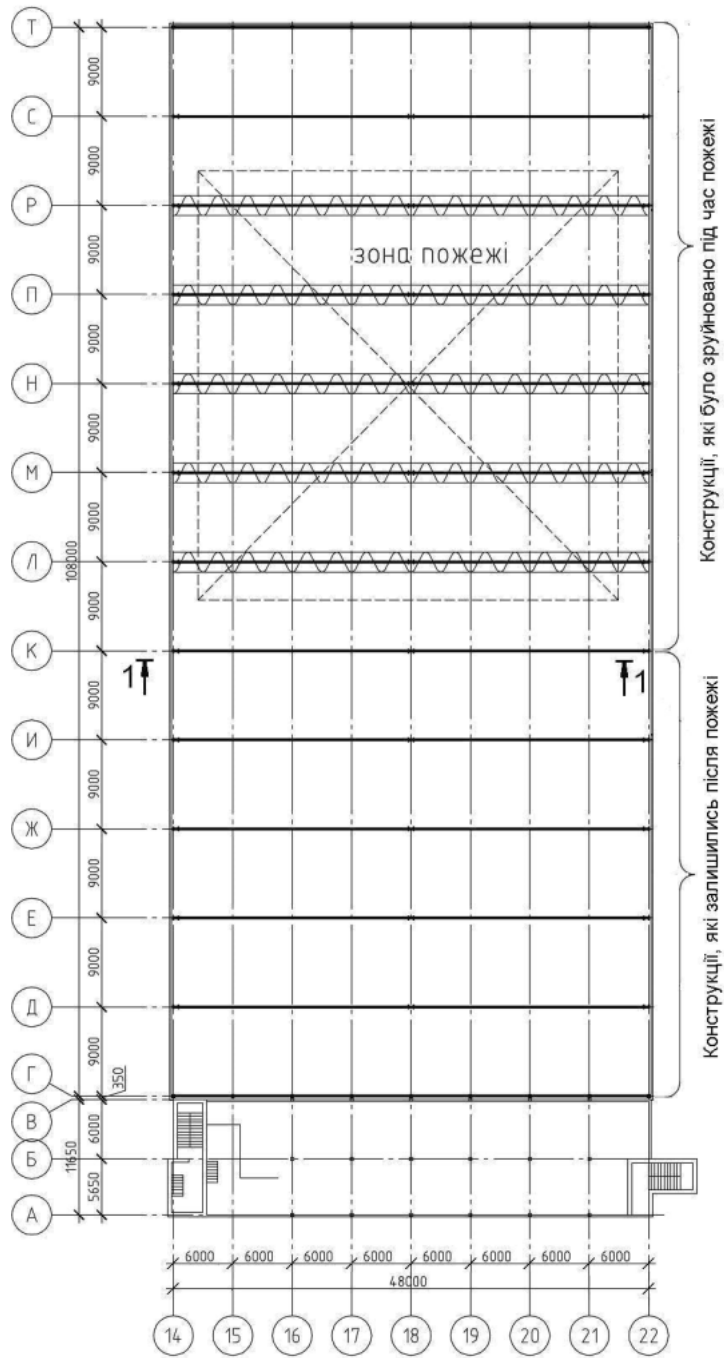
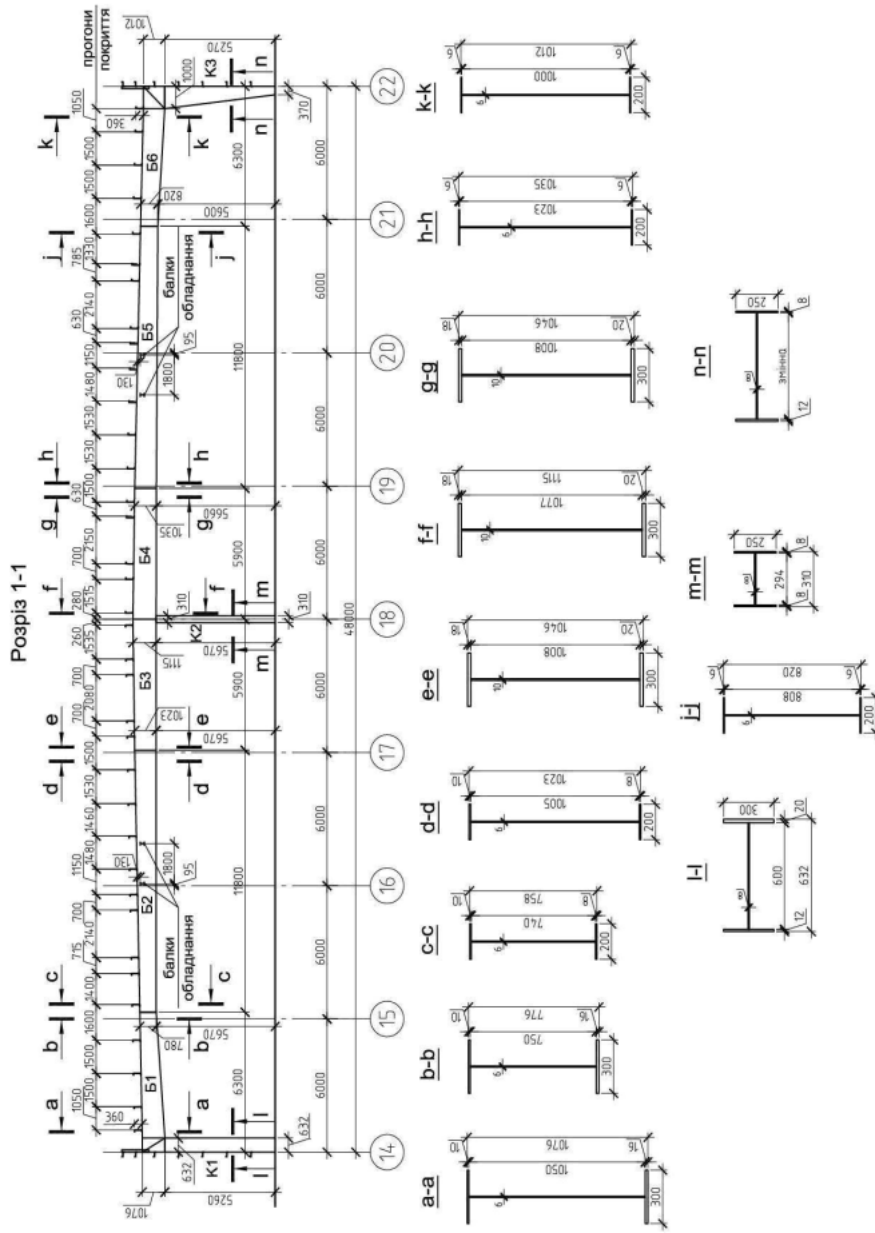


Рис. 1. Схема розташування несучих елементів каркасу після пожежі



Примітка: розташування розрізу 1-1 наведено на рис. 1.

Рис. 2. Розріз 1-1

Зверху на пояси балок обпираються прогони прольотом 9 м, які виконано з гнутих С-подібних профілів висотою 360 мм. Стикування прогонів виконується за допомогою накладок на болтах.

Для розміщення обладнання на даху між балками було встановлено балки-розпірки, які виконано з прокатних двотаврів і закріплено до стінок балок покриття за допомогою болтів.

Просторова жорсткість конструкцій цієї частини будівлі повинна була забезпечуватися за допомогою шарнірно з'єднаних з фундаментами колон, балок покриття, які жорстко з'єднано з оголовками колон, балок-розпірок для встановлення на них технологічного обладнання на даху, вертикальних і горизонтальних в'язів, які виконано зі сталевих канатів, та інших елементів каркасу.

6 квітня 2016 року близько 8 години ранку в будівлі складу сталася пожежа. Пожежа виникла в осях Л-П/14-18, де зберігалось обладнання. Внаслідок пожежі конструкції будівлі в осях К-Т/14-22 було зруйновано (рис. 3, 4, 5, 6).



Рис. 3. Фасад будівлі в осях Г-Т після пожежі



Рис. 4. Фрагмент фасаду будівлі в осях Т–Г після пожежі

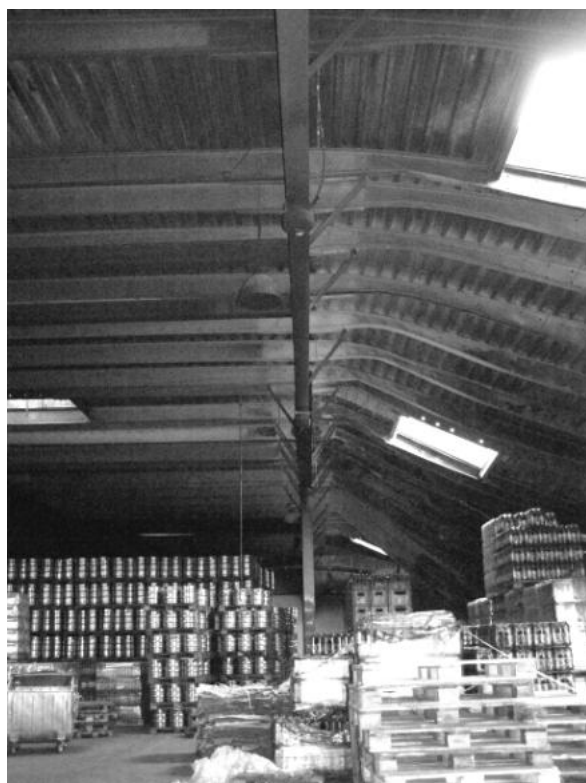


Рис. 5. Обвалення конструкцій каркасу будівлі в осях К–Л після пожежі



Рис. 6. Вигляд обвалених конструкцій будівлі в осях Г–Т (вигляд із покрівлі)

Обстеження конструкцій будівлі, які залишилися після пожежі, було виконано протягом квітня-травня 2016 р.

В ході обстеження було отримано наступні відомості про пожежу, які необхідні для подальшого детального обстеження конструкцій:

- час виявлення пожежі, початку інтенсивного горіння (пожежа почалась зранку, повністю була ліквідована близько 16 години 6 квітня 2016 р.);
- тривалість інтенсивного горіння під час пожежі (пожежа виникла в зоні складування обладнання) становила приблизно 3 години;
- засоби гасіння пожежі (для гасіння пожежі рятувальники застосували воду);
- місце знаходження осередку займання (осередок займання знаходився в зоні розміщення обладнання в осях Л–П/14–18);
- максимальну температуру середовища під час пожежі (температура перевищувала 1000 °С з огляду на стан обвалених конструкцій).

Детальне обстеження сталевих конструкцій проводилося в наступній послідовності:

- вивчено наявну документацію по конструкціях і будівлі в цілому;

- оглянуто пошкоджений пожежею об'єкт;
- виконано обстеження конструкцій, які залишилися в проектному положенні, з метою з'ясування їхнього технічного стану після пожежі;
- виконано візуальне обстеження конструкцій, які найбільш постраждали від високотемпературного впливу під час пожежі;
- підготовлено висновок про технічний стан і можливість подальшої експлуатації будівлі.

Розвиток пожежі призвів до нерівномірного нагрівання та руйнування конструкцій, стінового огороження, складованих матеріалів, обладнання.

Під час проведення обстеження було виконано обмірювальні роботи, а також візуальний огляд та інструментальний вимір конструкцій, які залишилися після пожежі, в натурі. При цьому застосовувалися стрічкові рулетки, штангенциркуль, електронний дальномір.

При обстеженні конструкцій було виявлено, що сталеві конструкції каркасу в осях Г–К не зазнали дії високих температур. Балка покриття по осі К в осях 14–22 отримала незначні пошкодження верхньої полицки внаслідок руйнування і обвалення прогонів в осях К–Л. Сліди впливу високих температур (обгоряння фарби, викривлення конструкцій тощо) відсутні. На балці в наявності шар сажі, який осів в процесі горіння і гасіння пожежі, а також сліди корозійного зносу.

На колонах по осях К-14, К-18, К-22 відсутні пошкодження, які б свідчили про зниження несучої здатності у відповідності з вимогами чинних нормативних документів [5, 7]. На конструкціях в наявності шари сажі, які осіли на поверхнях колон в процесі горіння та гасіння пожежі). Анкерні болти колон будівлі в осях Г–К не пошкоджено.

Стінове огороження в осях И–К має пошкодження.

Основною причиною появи таких пошкоджень будівельних конструкцій є відсутність ефективних засобів захисту конструкцій від пожежі.

Колони, балки покриття, прогони, стінове огороження і покрівля в осях К–Т зазнали суттєвих руйнувань. Технічний стан цих конструкцій (в чинних нормативних документах [7] немає опису такого технічного стану), можна розглядати як такий, що унеможливує їхню подальшу експлуатацію. Конструкції в осях К–Т необхідно демонтувати.

Розрахунок конструкцій виконано у відповідності з вимогами ДБН В.2.6-198:2014 [1], ДБН В. 1.2-2:2006 [2], ДБН В.1.2-14-2009 [8].

Коефіцієнт надійності за відповідальністю γ_n при розрахунку конструкцій прийнято в залежності від класу наслідків (відповідальності) об'єкта

і категорії відповідальності конструкцій за табл. 5 ДБН В. 1.2-14-2009 [8]. Клас наслідків (відповідальності) споруди прийнято СС2.

Розрахункову схему несучих конструкцій прийнято у вигляді рами. Навантаження від вітрового тиску й власної ваги конструкцій прикладається у вигляді рівномірно розподіленого навантаження по довжині ділянок, на які умовно розбивалася рама. Навантаження від ваги технологічного обладнання прикладається у вигляді зосереджених сил у місцях встановлення обладнання.

Отримані максимальні зусилля в елементах рами було використано для перевірочних розрахунків.

За результатами розрахунку зроблено наступні висновки:

- міцність, стійкість і жорсткість елементів рами не забезпечуються;
- подальша експлуатація конструкцій будівлі можлива за умови розробки проекту підсилення конструкцій будівлі та виконання підсилення в натурі.

Відповідно до вимог чинного ДСТУ Б В.2.6-210:2016 [7] технічний стан конструкцій в осях Г–К було визначено як придатний до експлуатації. Враховуючи, що внаслідок пожежі було порушено цілісність будівлі (будівля комплектної поставки), для можливості подальшої експлуатації розроблено проект і виконано підсилення.

Як приклад нехтування вимогами щодо розрахунку сталевих конструкцій на температурні кліматичні впливи можна навести появу пошкоджень в стінах будівлі після монтажу конструкцій покриття.

Визначення технічного стану конструкцій будівлі здійснювалось на основі обстеження сталевих конструкцій каркасу, місць примикань сталевих конструкцій до стін і цегляних стін в рівні покриття.

Будівля нежитлового призначення являє собою окремо розташовану чотириповерхову споруду прямокутної форми в плані загальними розмірами в осях 65×12 м (рис. 7). Висота поверхів становить 4,8 м. Будівлю було запроектовано як виробничий корпус машинобудівного заводу.

У конструктивному відношенні будівля являє собою рамну систему зі збірних залізобетонних конструкцій за серією ІІІ-20. У поперечнику прийнято двопрогонову чотириповерхову раму.

Колони мають переріз 400×400 мм. Їх прийнято за серією ІІІ-22, вип. 2 та індивідуальними в опалубці цієї серії.

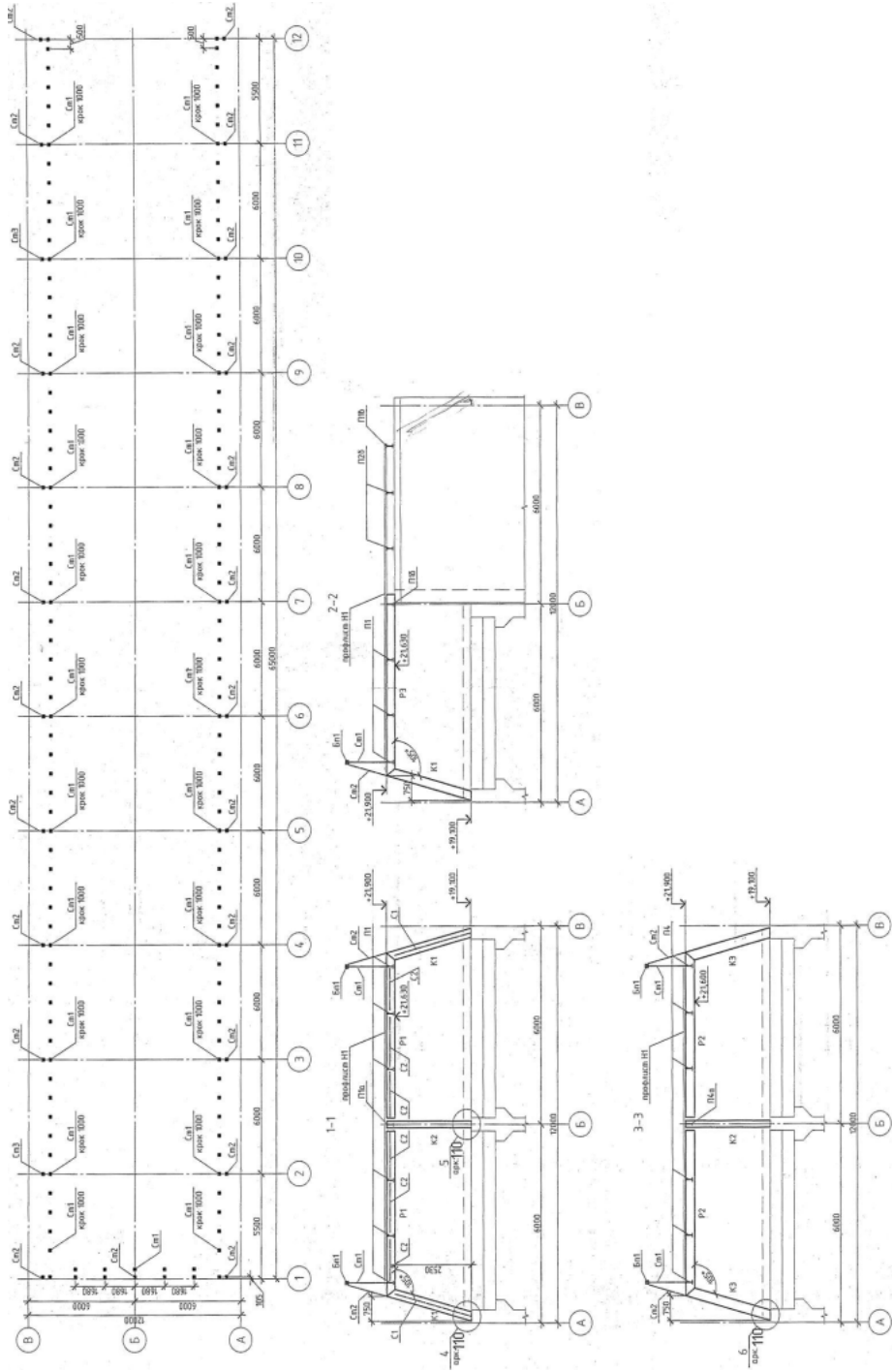


Рис. 7. Схема розташування несучих елементів покриття

Ригелі прийнято таврового перерізу з нижньою розширеною частиною (полічками знизу), які прийнято за серією ИИ-23, вип. 1. На полічки ригелів обпираються плити перекриттів. Плити перекриттів прийнято за серією ИИ-24, випуски 8, 9. Сполучення ригелів із колонами жорстке.

Вертикальні в'язі порталні з кутиків за серією ИИ-22, вип. 1.

Просторова жорсткість і стійкість конструкцій каркасу забезпечуються спільною роботою закладених у фундаменти колон, ригелів, горизонтальних дисків перекриттів і покриття, системою вертикальних в'язів, цегляними стінами сходових кліток.

Замовником надано креслення проекту сталевих конструкцій покриття. За цим проектом у 2015 році змонтовано несучі та огорожувальні сталеві конструкції покриття. Покриття запроектовано холодним, без утеплення. Температурні кліматичні впливи при проектуванні не було враховано.

Необхідність у проведенні обстеження несучих будівельних конструкцій покрівлі будівлі виникла внаслідок появи тріщин у місцях примикання сталевих конструкцій до цегляних стін і в цегляних стінах в рівні покриття. Початок монтажу сталевих конструкцій припав на жовтень 2015 року. Завершення робіт було у березні 2016 року, а в травні того ж року було виявлено вищезгадані пошкодження конструкцій покриття та стін будівлі в рівні покриття та четвертого поверху.

Обстеження конструкцій покриття було виконано протягом липня 2016 року.

В ході обстеження було отримано наступні відомості, які необхідні для подальшого детального обстеження конструкцій:

- будівля покриття являє собою просторову конструкцію, яка складається зі сталевих рам. Опорні частини колон сталевих рам закріплено до залізобетонних колон. Сталеві рами розкріплено в горизонтальній площині сталевими прогонами, які в районі сходових кліток обпираються зверху на стіни. З'єднання елементів сталевих конструкцій виконано шляхом зварювання, що спричинило появу жорсткої сталеві конструкції;
- будівництво розпочато у жовтні 2015 року, коли середня температура повітря дорівнювала приблизно 0 °С;
- будівництво продовжувалося до березня 2016 року, тобто в зимовий період (зима була «м'якою», але в окремі тижні температура зменшувалась до мінус 10 °С);
- тривалість експлуатації будівлі до появи перших тріщин становила приблизно 2 місяці. Тріщини виникли в стінах сходових кліток у рівні покриття та 4 поверху і стінах машинного відділення ліфтів в місцях

обпирання на стіни зверху сталевих прогонів. На рис. 8, 9, 10 наведено окремі параметри конструкцій будівлі в цілому, сталевих конструкцій покриття, вигляд тріщин, які виникли в стінах вище залізобетонних плит покриття будівлі;

- конструкцію покриття запроєктовано з неопалюваним горищем (холодною), без утеплення, що разом з відсутністю податливості в стиках елементів за рахунок зварювання могло спричинити появу тріщин у цегляних стінах при зміні температури зовнішнього середовища, оскільки вільне проковзування сталевих балок під час нагрівання було неможливим. Ця обставина розглядається як найбільш імовірна, що спричинила появу тріщин по контакту «балка-верх стіни» і в стінах сходових кліток (появу тріщин було помічено в травні 2016 року, коли температура зовнішнього середовища перевищила приблизно на 40 °С ту температуру, при якій велося будівництво);
- обстеження конструкцій будівлі нижче рівня покриття дозволило встановити, що тріщини в сходових клітках у межах 1–3 поверхів відсутні;
- місце знаходження тріщин – у стінах сходових кліток, які знаходяться в кінцевих зонах будівлі, тобто в тих зонах будівлі, де прояв температурних деформацій був найбільшим (від центра до країв);
- детальне обстеження сталевих конструкцій покриття дозволило встановити, що дефектів і пошкоджень несучі та огорожувальні конструкції покриття не мають.



Рис. 8. Горизонтальна тріщина в місці обпирання сталеві балки на стіну



Рис. 9. Вигляд конструкцій покриття в машинному відділенні



Рис. 10. Горизонтальна тріщина в місці опирання прогону на цегляну стіну

Відповідно до вимог чинних нормативних документів [7] технічний стан несучих сталевих конструкцій покриття оцінюється як нормальний.

Відповідно до вимог, які викладено в п. 5.3 [9], стан конструкцій будівлі взагалі (крім місць обпирання сталевих балок на стіни і стін сходових кліток у межах 4 поверху) оцінюється як нормальний, а стан стін у межах обпирання сталевих балок і стін сходових кліток у межах 4 поверху – як задовільний.

Розрахунок конструкцій покриття виконано у відповідності до вимог ДБН В.2.6-198:2014 [1], ДБН В. 1.2-2:2006 [2], ДБН В.1.2-14-2009 [8].

Коефіцієнт надійності за відповідальністю γ_n при розрахунку конструкцій прийнято в залежності від класу наслідків (відповідальності) об'єкта й категорії відповідальності конструкцій за таблицею 5 ДБН В. 1.2-14-2009 [8]. Клас наслідків (відповідальності) споруди прийнято СС2.

Розрахункову схему несучих конструкцій прийнято у вигляді просторової рами. Навантаження від вітрового тиску й власної ваги конструкцій прикладається у вигляді рівномірно розподіленого навантаження по довжині ділянок, на які умовно розбивалася рама. Навантаження від ваги технологічного обладнання прикладається у вигляді зосереджених сил у місцях встановлення обладнання.

Крім того, виконано розрахунок конструкцій покриття на рівномірне нагрівання металу на температуру 40 °С.

Отримані максимальні зусилля в елементах рами було використано для перевірочних розрахунків.

Розрахунок рами виконано за допомогою ОК «ЛІРА». Зусилля в елементах рами виявилися значно меншими за граничні.

За результатами розрахунку зроблено наступні висновки:

- міцність, стійкість і жорсткість елементів рами забезпечуються;
- максимальні переміщення при дії власної ваги конструкцій і технологічного обладнання становлять 0,0533 мм, що значно менше за граничні;
- максимальні переміщення при дії власної ваги конструкцій, технологічного обладнання та рівномірного нагріву на температуру 40 °С становлять 16,5 мм. Оскільки проковзування сталевих балок по верху стін було неможливим, ця обставина призвела до появи похилих та горизонтальних тріщин у цегляних стінах;
- подальша експлуатація конструкцій будівлі можлива за умови розроблення проекту підсилення конструкцій покриття будівлі з метою

виключення впливу температурних деформацій та виконання підсилення в натурі;

- на основі виконаних розрахунків і аналізу конструктивної системи будівлі покриття розроблено проект підсилення конструкцій покриття будівлі, який виконано в натурі.

Таким чином, на основі вищевикладеного можна зробити висновок, що нехтування вимогами чинних нормативних документів стосовно розрахунку сталевих конструкцій може призвести до порушень нормальної експлуатації, а в окремих випадках – і до обвалення конструкцій.

Сучасний розвиток технологій відновлення дозволяє виконувати роботи з підсилення та захисту від впливу високих температур, корозії тощо будівельних конструкцій із різним ступенем пошкодження.

Розроблення математичного апарату з визначення залишкової несучої здатності будівельних конструкцій, що зазнали протягом певного часу дії силових або інших чинників впливу високого рівня, вимагає використання такої моделі деформування матеріалів (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, 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 (пункт 5.3.6 ДБН В.2.6-198:2014 [9]).

Висновки

1. Надійність будівельних конструкцій повинна бути забезпечена відповідно до вимог чинних нормативних документів. При проектуванні конструкцій повинні бути забезпечені експлуатаційна придатність і безпека протягом строку експлуатації, який визначається в завданні на проектування. Окрім цього, проектування конструкцій необхідно виконувати з урахуванням вимог охорони навколишнього середовища, а також інших особливих умов, наведених у завданні на проектування [1]. Вибір розрахункових схем, а також методів розрахунку сталевих конструкцій, необхідно виконувати з використанням ЕОМ.

2. Безпечна експлуатація будівель та споруд, в тому числі, зі сталевим каркасом, можлива за умови проведення постійної діагностики, визначення контрольованих параметрів конструкцій (характеристик міцності та деформативності матеріалу, прогинів та переміщень конструкцій), розробляти способи захисту конструкцій у відповідності з вимогами чинних нормативних документів, в тому числі, від температурних впливів.

3. На основі вищевикладеного можна зробити висновок, що нехтування вимогами чинних нормативних документів на практиці стосовно розрахунку та проектування сталевих конструкцій (в тому числі, на температурні впливи) може призвести до порушень нормальної експлуатації, а в окремих випадках – і до обвалення конструкцій.

Література

- [1] Сталеві конструкції. Норми проектування : ДБН В.2.6-198:2014 – Офіц. вид. – К. : Мінрегіонбуд України Київ, 2014. – 199 с. – (Державні будівельні норми України)
- [2] 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).
- [3] Мосалков И. Л. Огнестойкость строительных конструкций / И. Л. Мосалков, Г. Ф. Плюснина, А. Ю. Фролов. – М. : Спецтехника, 2001. – 484 с.
- [4] 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).
- [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] 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).
- [7] 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).
- [8] Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ : ДБН В.1.2-14-2009. – Офіц. вид. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 32 с. – (Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Державні будівельні норми України).

- [9] Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану : ДСТУ-НБ В.1.2-18:2016. – Офіц. вид. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2017. – 45 с. – (Національний стандарт України).

О необходимости расчета зданий со стальным каркасом на температурные воздействия

¹Голоднов А. И., д-р техн. наук, ²Антошина Т. В., канд. техн. наук,
³Отрош Ю. А., канд. техн. наук

¹ООО «Укринсталькон им. В. Н. Шимановского», Украина,

²ООО «ГЛОБАЛ ПРОДЖЕКТ», Украина,

³Национальный университет гражданской защиты Украины, Украина

Аннотация. Приведена методика исследования технического состояния стальных конструкций, которые повреждены высокотемпературным воздействием (пожаром), а также климатических воздействий на конструкции здания вследствие перепада температур окружающей среды. В ходе выполнения работ устанавливаются очаг и причины возгорания, величина максимальной температуры при пожаре, зоны термических повреждений, длительность нагревания в разных зонах пожара и т.д. На основе полученных данных разрабатывается заключение о техническом состоянии конструкций и возможности или невозможности возобновления их эксплуатационной пригодности путем ремонта, усиления или замены. Даны примеры применения методики на практике для технической экспертизы поврежденных температурными воздействиями объектов. Целью этой работы является обоснование необходимости расчета зданий со стальным каркасом на температурные воздействия и разработка мероприятий для обеспечения эксплуатационной пригодности стальных конструкций зданий и сооружений при температурных воздействиях.

Ключевые слова: стальные конструкции, температурные воздействия, несущая способность, техническое состояние, регулирование технического состояния.

About necessity of calculation of buildings with steel framework on thermal actions

¹O. Holodnov, Dr. Sc. (Eng.), ²T. Antoshyna, Cand. Sc. (Eng.),

³Yu. Otrosh, Cand. Sc. (Eng.)

¹V. Shimanovsky Ukrainian Institute of Steel Construction, Ukraine,

²Global Project LTD, Ukraine

³National University of Civil Defense of Ukraine, Ukraine

Abstract. The procedure for operating condition research of steel structures which are damaged by high-temperature action (fire), and also climatic influences on building structures owing to the environment temperature differential is given. In the course of the work, fire source and reasons of ignition are determined, as well as the maximum fire temperature, the zone of thermal damage, heating duration in different fire zones, etc. On the basis of the data obtained, a conclusion is drawn up concerning the operating condition of structures and the possibility or impossibility to renew their service ability by repair, reinforcement or replacement. Examples for application of the method in technical expertise practice for objects damaged by thermal actions are given. The purpose of this

work is justification of necessity to calculate buildings with steel framework on thermal actions and development of measures to ensure the serviceability of steel structures of buildings and constructions under thermal actions.

Key words: steel structures, thermal actions, bearing strength, operating condition, operating condition control.

Надійшла до редколегії 28.12.2017 р.