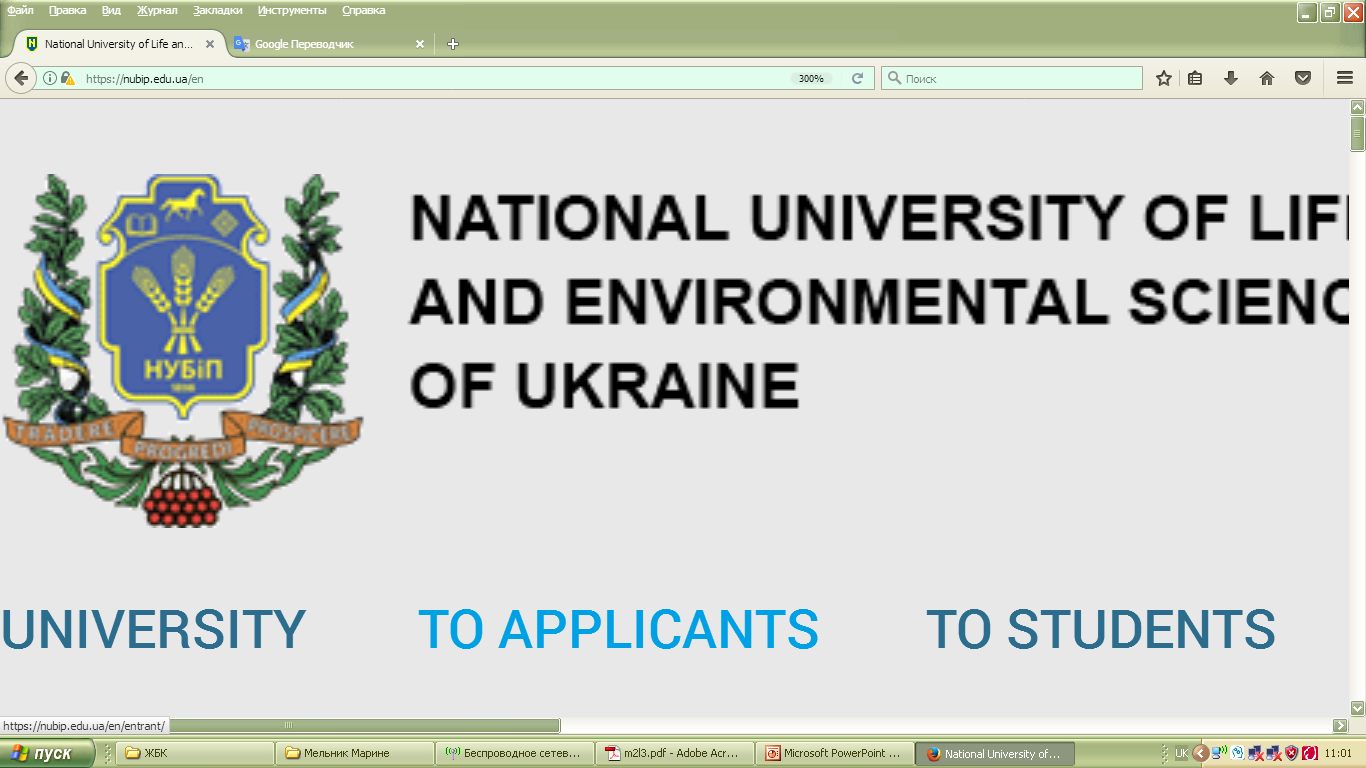
**Національний університет біоресурсів і природокористування України  
Факультет конструювання і дизайну  
Кафедра будівництва**



**Дисципліна: Технічна експлуатація та ремонт будівель і споруд**

**Лекція 6 на тему:**

Діагностування технічного стану та методи обстеження будівельних конструкцій, будівель та інженерних споруд

**Викладач: д. т. н. Мар’єнков М.Г.**

**Київ 2023**

**ЗМІСТ**

1. Діагностування технічного стану сталевих конструкцій .....……… 3

1.1. Попереднє (візуальне) обстеження……………………………… 5

1.2. Прилади для обстеження будівель і споруд……………………. 6

2. Способи відновлення ушкоджених сталевих конструкцій……… 10

**1. Діагностування технічного стану сталевих конструкцій**

Питання обстеження металевих конструкцій регламентується ДБН 362-92. Під час візуального обстеження сталевих конструкцій оцінюється загальний технічний стан конструкцій, їх відповідність проекту, а також визначається можливість їх підсилення. Особливу увагу приділяють частинам конструкцій, де мають місце розриви елементів по всьому перетину; викривлення по всій довжині; місцеві вм'ятини, викривлення, тріщини, пробоїни і т.п. При цьому особливо детальному обстеженні піддаються болтові, зварні та заклепкові з'єднання.

Під час візуально-інструментального обстеження за допомогою теодоліта, нівеліра й виска визначається відповідність проектному положенню окремих конструкцій та їх елементів (як у просторі, так і відносно один одного), прогин елементів, місця випинання стінок суцільних балок.

Метою проведення спеціальних обстежень, які здійснюються, як правило, силами залучених спеціалізованих організацій, є встановлення фактичних даних про стан і параметри конструкцій щодо розробки рекомендацій по дальшій їх експлуатації.

Дефекти і пошкодження елементів конструкцій, залежно від значущості даного елемента щодо роботосп­роможності конструкції в цілому, а також від ступеня небезпеки дефекту або пошкодження, поділяються на три категорії — А, Б і В:

- до категорії А належать дефекти і пошкодження особливо відповідальних елементів і з'єднань, які станов­лять безпосередньо небезпеку для руйнування;

-    до категорії Б належать дефекти і пошкодження, які не становлять в момент виявлення безпосередньої небезпеки для конструкцій, але в подальшому можуть викликати пошкодження інших елементів (вузлів, з'єднань) і при розвитку перейти до категорії А;

-    до категорії В належать дефекти і пошкодження, що не належать до категорії А і Б, наявність яких не пов'язана з загрозою руйнування.

Обстеження конструкцій повинно містити:

-  підготовчі роботи (одержання і аналіз завдання на проведення обстеження, ознайомлення з об'єктом обстеження в натурі, добір і аналіз технічної документації, складання робочої програми тощо);

-  огляд конструкцій в натурі (обмір конструкцій, визначення відхилень положення конструкцій та їх гео­метричних розмірів від проектних, визначення відхилень від проектів конструктивного виконання елементів і їх з'єднань, виявлення пошкоджень елементів і з'єднань, складання виконавчої документації, відомостей дефектів і пошкоджень, обмірювальних креслень);

- визначення властивостей сталі конструкції;

-  уточнення фактичних і прогнозування майбутніх навантажень, впливів і умов експлуатації, включаючи температурно-вологісний режим і ступінь агресивності зовнішнього середовища;

- складання висновків про фактичний стан обстежених конструкцій, їх навантаження і умови експлуатації. Обсяг і ступінь деталізації даних обстежень залежать від наявності технічної та експлуатаційної документації,

стану і ступеня пошкодження конструкцій, вони повинні відповідати тому комплексу реконструкційних чи ремонтних робіт, які передбачаються.

Усі роботи щодо обстеження конструкцій у натурі слід виконувати, обов'язково й повно дотримуючись діючих правил і норм охорони праці й техніки безпеки.

Залежно від мети (загальне ознайомлення, обстеження тощо) обстеження може бути вибірковим або повним. Обсяг вибіркового обстеження визначається з урахуванням досвіду експлуатації аналогічних конструкцій у подібних умовах. При цьому обстеженню підлягають всі елементи, що знаходяться у найбільш несприятливих умовах за рівнем напруг, особливо в зоні можливих механічних пошкоджень, агресивної дії зовнішнього сере­довища, в зонах підвищеної вібрації тощо, але не менше 20% однотипних конструкцій.

Вибіркове обстеження слід замінити повним, якщо в процесі його виконання виявлено:

-    різку нерівномірність вимірюваних параметрів технічного стану однотипних конструкцій, властивостей матеріалів, ступеня агресивності навколишнього середовища, умов навантаження;

-    дефекти і пошкодження, які істотно знижують несучу здатність і експлуатаційну придатність (тріщини, великі вигини, істотний корозійний знос, відсутність елементів або з'єднань тощо).

**1.1. Попереднє (візуальне) обстеження**

- Попереднє обстеження проводять для візуальної оцінки технічного стану сталевих конст рукцій за зовнішніми ознаками та для визначення необхідності у проведенні детального (інструментального) обстеження.

-Основою попереднього обстеження є огляд будівельного об'єкта та сталевих конструкцій з використанням вимірювальних інструментів та приладів (біноклі, фотоапарати, рулетки, штанген циркулі тощо).

- При візуальному обстеженні виявляють та фіксують видимі дефекти та пошкодження, виконують контрольні виміри, роблять опис, ескізи, фотографії дефектних ділянок, складають схеми і відомості дефектів та пошкоджень з фіксацією їх місць розташування і характеру. Про водять перевірку наявності характерних деформацій будівельного об'єкта та окремих сталевих конструкцій (прогини, крени, вигин, перекоси, розломи тощо). Встановлюють наявність аварійних ділянок, якщо такі мають місце.

- За результатами попереднього обстеження виконується попередня оцінка технічного стану сталевих конструкцій, який визначається ступенем пошкоджень та характерними ознаками дефектів. Фіксована картина дефектів та пошкоджень (наприклад, ділянки корозійних пошкоджень) може дозволити виявити причини їх походження і бути достатньою для оцінки технічного стану сталевих конструкцій і складання звіту. Якщо результати попереднього обстеження виявляться недостатніми для розв’язання визначених задач, то проводять детальне (інструментальне) обстеження. В цьому випадку, за необхідності, може бути розроблена програма робіт детального обстеження.

- Якщо при візуальному обстеженні будуть виявленні дефекти та пошкодження, які зни жують міцність, стійкість та жорсткість несучих сталевих конструкцій будівельного об'єкта (колон, балок, ферм, арок, в'язей, прогонів тощо), то слід перейти до детального обстеження.

- У випадку виявлення ознак, які свідчать про можливість виникнення аварійної ситуації, слід терміново розробити рекомендації щодо запобігання можливому руйнуванню (у тому числі прогресуючому).

**1.2. Прилади для обстеження будівель і споруд**

Умовно всі прилади, які призначені для обстеження будівельних конструкцій, можна розділити на 3 групи:

1) Польові прості прилади для отримання первинної загальної інформації про характеристики матеріалів і про наявність дефектів будівлі чи споруди;

2) Засоби дефектоскопії – дозволяють більш детально і комплексно досліджувати ділянки конструкцій, які дають при контролі аномальні результати;

3) Засоби лабораторних досліджень зразків матеріалів.

Для замірів переміщень і деформацій досліджуваних конструкцій або їх елементів застосовують спеціальні вимірні прилади.

В залежності від характеру вимірювальних величин деформацій і переміщень для статичних випробувань застосовують наступні прилади:

- прогиноміри та індикатори годинникового типу, які призначені для вимірювання лінійних переміщень окремих точок конструкції;

- клиноміри, які використовують для вимірювання кутових переміщень (кутів повороту) перерізів елементів;

- тензометри і компаратори, які застосовують для визначення деформацій окремих волокон на невеликій ділянці елементу конструкції;

- здвигоміри, які фіксують деформації переміщень паралельних волокон на здвигах.

Рис. 1.2.1. Вимірювання відхилень від вертикалі

конструкцій за допомогою відвісу:

1 - стіна, перегородка або колона;

2 - перекриття;

3 - відвіс;

4 – посудина з водою;

5 – вимірювальна лінійка;

6 - точка вимірювання.

Рис.1.2.2. Вимірювання горизонтального і

вертикального зміщень двох точок за допомогою теодоліту:

1, 2 - точки;

3 - теодоліт,

4 - переносна лінійка

Рис. 1.2.3. Схема вимірювання прогинів гідростатичним рівнем:

1 - градуйована трубка;

2-телескопічна стійка;

3- посудина;

4- гумовий шланг;

5 - краник;

6 - точка вимірювання

Рис.1.2.4. Прогиномір П-1:

1 - мірний диск;

2 - металева трубка;

3 - скляна трубка з шкалою;

4 - окуляр;

5 - гумова трубка;

6 - зажим;

7 - шток;

8 – пробка.

Деякі прилади для визначення деформаційно-міцнистних характеристик матеріалів та конструкцій наведені в табл. 1.2.1.

Табл. 1.2.1. Прилади для визначення певних характеристик конструкцій

|  |  |
| --- | --- |
| Найменування приладу | Фото |
| Штангенциркуль |  |
| Мікрометр |  |
| Мікроскоп типу МБП2 |  |
| Молоток Фізделя |  |
| Еталонний молоток Кашкарова  Молоток Шмидта |  |

**2.Способи відновлення ушкоджених сталевих конструкцій**

Виявлені дефекти і пошкодження необхідно оцінити з погляду їх небезпеки для несучої здатності і впливу на довговічність конструкцій. Дрібні пошкодження можуть бути залишені до проведення найближчого поточного ремонту за умови постійного спостереження за їх розвитком. Дефекти і пошкодження, які можуть привести до аварійного стану конструкції, треба усувати негайно. При цьому необхідно накреслити заходи з попередження цього стану, тобто розвантаження, розкріплювання, заміна або терміновий ремонт конструкції.

Заміна існуючих конструкцій може бути повною або частковою, при якій замінюється лише та частина конструкції, відновлення працездатності або підвищення несучої здатності якої економічно не виправдане, а в ряді випадків досить використовувати способи непрямого або прямого підсилення, тобто малу реконструкцію. Найефективніше здійснювати малу реконструкцію взагалі без заміни або підсилення конструкцій, використовуючи лише резерви несучої здатності каркасу і його елементів. Несучу здатність конструкцій, що зберігаються, оцінюють як з позиції наявності резервів, так і з позиції фактичної несучої здатності з урахуванням відмічених при обстеженні дефектів і пошкоджень. Виявлення її резервів можна проводити шляхом:

- уточнення зусиль, що діють в перенапружених елементах, за рахунок обліку просторової роботи каркасу;

фактичних умов з'єднання і закріплення, обліку фактичних значень навантажень, дій і їх сполучень;

- уточнення міцнісних характеристик матеріалу конструкцій і з'єднань, фактичних розмірів перерізів і елементів;

- включення в роботу конструкцій огородження або інших допоміжних елементів будівель і споруд.

З цією метою рекомендується проведення заходів щодо поліпшення умов роботи несучих конструкцій, таких як:

- дослідження можливості зменшення навантажень, що діють на всю будівлю або окремі її елементи (обмеження вантажопідйомності кранів, їх зближення між собою, обмеження ходу візка, зміна схеми розташування кранів на підкранових коліях, зміна конфігурації покрівлі для зменшення «снігових мішків»,

- заходи щодо боротьби з відкладенням промислового пилу та ін.);

- зменшення навантажень від ваги конструкцій огородження шляхом заміни їх більш легкими, особливо в тих випадках, коли заміна конструкцій огородження пов'язана з їх незадовільним станом.

Заходи щодо зменшення кранових та інших технологічних навантажень не повинні погіршувати умови основного виробництва і мають бути обов'язково погоджені із службою експлуатації, включаючи прийоми й методи контролю за рівнем навантажень. Виявлені резерви дозволяють знизити обсяги робіт з підсилення, а в ряді випадків навіть відмовитися від нього. При обстеженні встановлюють дійсні розміри перерізів, які можуть відрізнятися від проектних за рахунок допусків прокату і заміни калібрів профілів і марок сталей при виготовленні, уточнюють властивості сталі і навантаження.

При переході від конструктивної схеми каркасу до розрахункової не повністю або взагалі не враховується ряд чинників, що впливають на роботу конструкцій. До таких чинників відносяться:

* перерозподіл зусиль за рахунок обліку просторової роботи каркасу;
* дійсна робота вузла сполучення ригеля з колоною;
* податливість основи;
* включення в роботу кроквяних ферм покрівельного настилу.

Облік просторової роботи каркасу дозволяє у ряді випадків допустити збільшення навантажень кранів на раму без її підсилення. У поперечних рамах невірний облік характеру сполучення ригеля з колоною може дати як занижене, так і завищене значення розрахункових моментів для перерізів ригеля і колони. Облік повороту фундаментів може знизити згинальні моменти в рівні бази колони до 60%, але при цьому горизонтальні зсуви в рівні ригеля збільшаться в 1,15 рази проти теоретичних значень, обчислених у припущенні жорсткого затискання колони. Розвантажуючий ефект від включення в роботу кроквяної ферми покрівельного настилу може досягати 15%.

Підсилення конструкцій і їх елементів можна виконувати одним з наступних способів.

1. Після демонтажу конструкцій або їх окремих елементів, що підлягають підсиленню. Цей спосіб використовується або при відновленні конструкцій після аварії, або для підсилення окремих конструктивних елементів, демонтаж яких може бути виконаний порівняно легко і без збитку для основної несучої конструкції (наприклад, при підсиленні підкранових балок).

2. Без демонтажу конструкцій після розвантаження їх від всіх тимчасових і постійних навантажень (за винятком власної ваги конструкції). Прикладом може служити підсилення кроквяних ферм у проектному положенні після демонтажу покриття і покрівельного настилу.

3. Без демонтажу конструкцій в напруженому стані. Окремим випадком цього способу є часткове розвантаження або привантаження конструкцій у момент підсилення за допомогою домкратів, монтажних вантажів, натяжних пристроїв або інших пристроїв з метою регулювання зусиль в них.

Підсилення конструкцій в напруженому стані звичайно економічно вигідніше і технічно доцільне, оскільки попереднє розвантаження викликає необхідність часткового або повного припинення виробничих процесів у будівлі, додаткових витрат на розбирання конструкцій і подовження терміну виробництва робіт. Часто підсилення вимагає не конструкція в цілому, а лише найбільш напружені або дефектні її ділянки, елементи або вузли, що підтверджує доцільність підсилення під навантаженням.

Для підвищення несучої здатності конструкцій і забезпечення їх надійної експлуатації можуть бути використані такі методи підсилення:

- збільшення площі поперечного перерізу окремих елементів конструкції;

- зміна конструктивної схеми всього каркаса або окремих елементів його. внаслідок чого міняється розрахункова схема;

- регулювання напружень.

Кожен з цих методів може застосовуватися самостійно або в комбінації з іншим. При виборі способу підсилення і розробці проекту підсилення необхідно враховувати вимоги монтажної технологічності.

При конструктивному оформленні підсилення шляхом збільшення перерізів необхідно:

- забезпечити надійну спільну роботу елементів підсилення і підсилюваної конструкції, зокрема вимоги щодо місцевої стійкості (розміри звисів, відгинів) і невикривлюваності перерізів (установка в необхідних випадках ребер, діафрагм і т. п.);

- не ухвалювати рішень, що утруднюють проведення заходів щодо антикорозійного захисту, особливо тих, що ведуть до щілинної корозії або утворення замкнутих порожнин, застосовуючи в необхідних випадках герметизацію щілин;

- призначати місця обриву елементів підсилення з умови роботи непідсилених перерізів при дії розрахункових навантажень у пружній стадії, не допускаючи різких концентраторів напруження у вказаних місцях;

- враховувати наявність конструктивного оформлення вузлів, ребер жорсткості, прокладок і т. п., а також допустимість збільшення габаритів будівельних конструкцій;

- забезпечувати технологічність виконання робіт з підсилення, зокрема доступність зварки, можливість свердління отворів, закручування болтів і т. п. При підсиленні конструкцій шляхом зміни конструктивної схеми потрібно:

- враховувати перерозподіл зусиль в конструкціях, елементах, вузлах, а також в опорах, включаючи додаткові перевірки фундаментів;

- враховувати різницю температур, якщо існуючі й нові конструкції можуть експлуатуватися в різних температурних режимах, а також температурний режим при замиканні статично невизначних систем;

- передбачати в конструктивних рішеннях елементів і вузлів можливість компенсації неспівпадання розмірів існуючих і нових конструкцій.

Спосіб підсилення конструкцій, що передбачає регулювання напружень, дозволяє зменшити зусилля, що діють в конструкції. Перевага його полягає також в тому, що підсилення може проводитися без розвантаження конструкції і зупинки технологічного процесу. Елементи підсилення необхідно проектувати, як правило, орієнтуючись на повне виготовлення їх в заводських умовах. В особливих випадках допускається виготовлення деталей підсилення з припуском і подальшою обробкою на місці установки. Приєднання деталей підсилення до конструкцій виконують за допомогою зварки, на болтах класу точності А і В або високоміцних болтах. У разі небезпеки виникнення крихкого або втомного руйнування приєднання слід здійснювати на високоміцних болтах або болтах класу точності А. При відповідному обгрунтуванні допускається застосування дюбелів і самонарізних гвинтів. Марку сталі елементів підсилення слід призначати згідно рекомендацій діючих норм з урахуванням якості сталі підсилюваної конструкції. Якщо ці конструкції виконані без зварки і відсутні дані про зварюваність стали, то для їх підсилення зварку можна застосовувати тільки після проведення оцінки зварюваності.

Вживана для елементів підсилення сталь, як правило, не повинна поступатися за якістю металу підсилюваних конструкцій (за механічними властивостями, в'язкістю і зварюваністю).

При підсиленні конструкцій, експлуатованих в агресивному середовищі, корозійна стійкість металу елементів підсилення має бути не нижче за стійкість металу підсилюваної конструкції.