

10 ПІДСИЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Загальні положення

Підсилення залізобетонних конструкцій здійснюється в цілях підвищення несучої здатності та експлуатаційної придатності при зміні навантажень, що діють на них, і умов експлуатації, а також при виявленні дефектів і пошкоджень в конструкціях.

До підсилення залізобетонних конструкцій слід вдаватися лише після того, як будуть вичерпані всі можливості їх надійної експлуатації (обмеження технологічних навантажень, введення тимчасових розвантажуючих опор при монтажі-демонтажі устаткування, одночасного завантаження тимчасовими навантаженнями великих площ перекриттів багатопверхових будівель, зниження рівня вібрації та ін.).

Визначення можливості і доцільності підсилення, а також вибір способів і схеми підсилення проводяться у кожному окремому випадку з урахуванням фактичного стану конструкції, агресивності середовища і пожароопасности виробничих приміщень, неприпустимості запиленої і зварювальних робіт у вибухонебезпечних приміщеннях, а також можливості виконання посилення без зупинки основного виробництва, величини корисних навантажень, вільних габаритів і умов виробництва робіт по підсиленню.

Проектування підсилень залізобетонних конструкцій і основ проводиться відповідно до ДБН В.1.1-5-2000 Будівки та споруди на підроблюваних і просідаючих ґрунтах. Частина 2, Держкомбуд України, Київ, 2000.

ДБН В.3.1-1-2002 Ремонт і підсилення несучих та огорожувальних будівельних конструкцій і основ промислових будинків та споруд. Держкомбуд України, Київ, 2002р.

Сутність, причини та основні способи підсилення залізобетонних конструкцій

Підсилення — це сукупність заходів, спрямованих на підвищення несучої здатності, жорсткості будівельних конструкцій.

Необхідність підсилення будівельних конструкцій зумовлена наступними причинами:

- зміна умов експлуатації конструкцій в зв'язку з реконструкцією виробництва (збільшення розрахункових навантажень, зміна розмірів прогонів, висот, кроку колон);

- втрата експлуатаційних властивостей конструкції через фізичне зношення при тривалому терміні експлуатації, агресивності виробничого середовища та інших несприятливих для роботи конструкції умовах;

- помилки під час проектування, виготовлення та монтажу конструкцій, які знизили несучу здатність конструкцій;

- пошкодження стихійного характеру (пожежа, вибух, смерч, землетрус).

За ступенем капітальності підсилення може бути аварійним, тимчасовим, капітальним та перспективним.

Аварійне підсилення виконується для термінового відновлення несучої здатності конструкцій при їх аврійному стані. Для аварійного підсилення використовують найбільш простіші та технологічні рішення, розраховані на короткий строк — до капітального підсилення.

Тимчасове підсилення призначене для забезпечення надійності конструкцій на деякий обмежений проміжок часу, наприклад до капітального підсилення або на час роботи конструкцій в інших, ніж в період експлуатації, умовах.

Капітальне підсилення розв'язує глобальні проблеми підвищення несучої здатності конструкцій під час реконструкції.

Перспективне підсилення застосовуються для конструкцій, на які через певний час передбачається збільшення технологічного навантаження.

Важливе значення при проектуванні та виконанні підсилення має ступінь навантаженості конструкції на момент посилювання. В залежності від цього розрізняють наступні види підсилення: під навантаженням, при частковому розвантаженні, при повному розвантаженні.

Вибір того або іншого способу підсилення залежно від ступеня навантаженості має технічні та економічні аспекти. Так, спосіб підсилення під навантаженням є наскладнішим з технічного погляду. Таке підсилення вимагає детального обстеження конструкції, що підсилюється, оцінки її напруженого стану та спеціальних способів підсилення, які дозволяють ефективно включити елементи підсилення в роботу конструкції. З економічної позиції таке підсилення найефективніше, оскільки, як правило, не призводить до зупинки технологічного процесу.

Найбільш розповсюджене підсилення при частковому розвантаженні. Воно характерне для підсилення елементів покриття (ферм, прогонів) за відсутності снігового навантаження, для підсилення колон промбудівель при відсутності кранових та снігових навантажень.

Підсилення з повним розвантаженням характерне для аварійно-відновлювальних робіт з повною зупинкою технологічного обладнання, а також для підсилення конструкцій, для яких основними є змінні навантаження (підкранові балки, резервуари). В цьому випадку ступінь навантаженості конструкції на момент підсилення визначається тільки навантаженням від її власної ваги.

Посилення залізобетонних конструкцій досягається двома основними способами:

- пристроєм розвантажуючих елементів;
- посиленням бетоном і залізобетоном (тобто збільшенням поперечних перетинів конструкцій).

При цьому розрізняють розвантажуючі елементи жорсткі або неподатливі і гнучкі, такі, що мають пружну податливість. До перших відносяться елементи посилення, жорсткість яких мало відрізняється від жорсткості підсилюваної конструкції, до других — елементи, жорсткість яких значно менше жорсткості підсилюваної конструкції.

Введення тих, що включаються в спільну роботу з підсилюваною конструкцією розвантажуючих елементів супроводжується зміною первинної

розрахункової схеми конструкції (тобто підвищенням ступеня зовнішньої статичної невизначності або зміною місця передачі навантаження) або її напруженого стану.

Посилення бетоном або залізобетоном не викликає зміни розрахункової схеми підсилюваної конструкції і її напруженого стану.

Жорсткі розвантажуючі елементи застосовуються (головним чином) в тих випадках, коли необхідне значне збільшення навантаження після посилення конструкції і коли не представляється можливим здійснити їх достатню попередню напругу, гнучкі — для посилення конструкцій, на які діє (в основному) постійне навантаження і коли посилення виконується при повному або майже повному завантаженні конструкції.

Посилення бетоном і залізобетоном застосовується (за інших рівних умов) при необхідності збільшення несучої здатності і забезпеченні експлуатаційної надійності конструкції в умовах агресивного середовища.

Спосіб і вид посилення конструкцій, що працюють на вигин і позацентрове стиснення, вибирається залежно від ступеня міцності стислої і розтягнутої зон перетину.

6.2. Основні види розвантажуючих елементів

Жорсткі розвантажуючі елементи, введення яких супроводжується підвищенням ступеня зовнішньої статичної невизначності підсилюваної конструкції, застосовуються у вигляді металевих і залізобетонних стійок, підкошувачів, напіврозкосів, порталних рам, паль і т. п., а також у вигляді залізобетонних балок, плит і перемичок, що бетонуються на місці посилення.

Такі елементи посилення рекомендується застосовувати з тим, щоб забезпечити своєчасне включення їх в роботу. Ступінь попередньої напруги може бути незначним, таким, що забезпечує усунення люфтів (при їх наявності) між підсилюваною конструкцією і розвантажуючими елементами.

Жорсткі розвантажуючі елементи, введення яких супроводжується зміною місця передачі навантаження, застосовуються у вигляді металевих або залізобетонних балок, що розташовуються зверху або знизу підсилюваної конструкції.

Характерною особливістю цього виду посилення є наявність зазору між підсилюваною конструкцією і розподільними балками по довжині між точками контакту.

Гнучкі розвантажуючі елементи застосовуються у вигляді:

- хрестових зв'язків і підвісок з арматурної сталі і прокатних профілів;
- балок з прокатних профілів, шпренгельних балок, збірних монолітних залізобетонних балок;
- двоконсольних кронштейнів, підкошувачів і розкосів з прокатних профілів;
- горизонтальних, діагональних, шпренгельних затягувань з арматурної сталі, прокатних профілів і (рідше) листової сталі і шарнірно-стрижньових ланцюгів з арматурної сталі, прокатних профілів і (рідше) канатів;
- горизонтальних і похилих тяжей і хомутів з арматурної сталі;
- обійм і приставних стійок з прокатних профілів і листової сталі;
- коротких консолей — опорних столиків з прокатних профілів.

Гнучкі розвантажуючі елементи в переважній більшості випадків виконуються заздалегідь напруженими.

Жорсткі розвантажуючі елементи у вигляді стійок, порталних рам, підкошувань і напіврозкосів застосовуються, в основному, для посилення ригелів і стійок залізобетонних рам, балок збірних і монолітних перекриттів, що сприймають значні вертикальні навантаження (мал. 1, 2, 3, 4 додатку 1) і стрічкових фундаментів (мал. 5 додаток 1), а підвісні опори у вигляді підкошувань — для посилення рам, що сприймають значні горизонтальні навантаження (мал. 6 додатку 1). При цьому постановка підкошувань, що розвантажують ригель і стійки рам (в межах поверху), сприяє збільшенню загальної жорсткості каркаса будівлі.

Жорсткі елементи у вигляді додаткових опор — стійок можуть застосовуватися також для посилення (зокрема, створення неразрезности) кроквяних ферм (мал. 7, 8 додаток 1), а у вигляді паль — для посилення фундаментів (мал. 9—17 додатку 1).

Введення в напружений стан вказаних вище елементів (не стосується паль) здійснюється підклинюванням, за допомогою домкратів або напружених затягувань. При цьому слід прагнути до максимального розвантаження конструкції до моменту її підсилення, оскільки перерозподілятися по новій схемі буде тільки навантаження, прикладене до конструкції після включення в роботу підсилення.

При неможливості ефективного розвантаження підсилюваної конструкції виконується попередній підйом її в місці установки додаткової опори. Зусилля підйому може визначатися виходячи з величини прогину конструкції.

Жорсткі елементи у вигляді розподільних балок застосовуються, головним чином, для часткового розгруження ребристих монолітних перекриттів (мал. 19, 20 додаток 1).

При постановці розподільних балок зверху підсилюваної конструкції зменшується трудомісткість виробництва робіт по підсиленню, але створюються незручності для пересування людей і підлогового транспорту, перепади відміток перекриття. Навантаження від розподільних балок на існуючу конструкцію передається через опорні подушки у вигляді сталевих листів.

При неможливості створення перепадів висот на перекритті розподільні балки підвішуються знизу підсилюваній конструкції. Навантаження від балок на існуючу конструкцію передається через тяжи, пропущені в отвори перекриття за допомогою сталевих пластин.

Зазор між підсилюваною конструкцією і розподільними балками приймається не менш максимальної величини прогину елемента (розподільної балки або підсилюваної конструкції), що розміщується вище.

Гнучкі елементи у вигляді хрестових зв'язків і підвісок застосовуються при необхідності посилення ригелів або балок перекриттів окремих поверхів багатоповерхових будівель (мал. 21, 22 додатку 1), коли несучі конструкції вищерозміщених поверхів або колони, що, мають зайвий запас міцності.

Гнучкі елементи менш ефективні в порівнянні з жорсткими, проте дозволяють у меншій мірі забезпечити вільний простір приміщень.

Кріплення хрестових зв'язків і підвісок до колон і передача навантаження від підсилюваної конструкції здійснюється за допомогою спеціальних анкерних пристроїв у вигляді прокатних профілів і металевих обойм. Їх попередня напруга проводиться, найчастіше, за допомогою натяжних муфт.

Пружно-податливі балки застосовуються для посилення і часткового розвантаження збірних залізобетонних ребристих плит, збірних балок, плит і балок монолітних перекриттів (мал. 23 - 29 додатку 1), а також фундаментів і фундаментних плит. Включення збірних залізобетонних балок і балок з прокатних профілів в роботу здійснюється підклинюванням, шпренгельних — шляхом натягнення зтягування шпренгеля, а монолітних залізобетонних балок (формально) — після придбання бетоном посилення заданої міцності.

Двоконсольні кронштейни і підкошування застосовуються при необхідності зменшення розрахункового прольоту балок збірних і монолітних перекриттів (мал. 30, дод. 1), тобто посилення несучої їх здатності по нормальних і похилих перетинах, а також при порушенні анкерівки арматури.

Кронштейни і підкошування встановлюються попарно з боку бічних граней підсилюваної конструкції і з'єднуються між собою опорними елементами.

Висота опорної частини кронштейна приймається рівній висоті опорних частин підсилюваних балок. Довжина вильоту консолей не перевищує $1/4—1/6$ прольоту балки.

Включення кронштейнів в спільну роботу з підсилюваною конструкцією здійснюється розклинюванням з контролем прогину або підвіскою тарованого вантажу вагою, рівною величині опорної реакції, і укладанням в зазор, що утворився, фіксуючих прокладок, а включення в роботу підкошувань — за допомогою зтягувань з натяжними муфтами (з контролем натягнення).

Підкошування і розкоси використовуються також для розвантаження фундаментів і фундаментних плит шляхом передачі частині навантаження від колони на обріз фундаменту (мал. 28 додаток 1), основу (мал. 27 додаток 1) або плиту.

Зтягування застосовуються при посиленні плит і балок збірних покриттів (мал. 32—34 додаток 1), балок ребристих монолітних перекриттів і при посиленні кроквяних балок і розтягнутих елементів ферм. Шарнірно-стрижньові ланцюги застосовуються, переважно, при посиленні збірних балок, балок монолітних ребристих перекриттів і кроквяних ферм і балок.

Ці види розвантажуючих елементів забезпечують значний ефект при посиленні конструкцій, завантажених основним або повним навантаженням, але що потребують посилення унаслідок дефектів конструкцій. Їх постановка збільшує несучу здатність не тільки по нормальних, але і (стосовно балок) по похилих перетинах.

Конструкція анкерних пристроїв залежить від місця їх закріплення на підсилюваній конструкції. Для балочних конструкцій з вільними торцями анкерні пристрої приймаються з швелерів або листової сталі, що охоплюють надопорну частину конструкції. Для нерозрізних опор анкера приймаються у вигляді відрізаних швелерів, що приварюються з боку бічних граней до оголеної арматури конструкції. Якщо опорами підсилюваної конструкції є колони, то анкерні пристрої виконуються у вигляді обойм, що охоплюють колони.

Попередня напруга зтягувань здійснюється створенням ухилу гілок зтягувань в горизонтальній і вертикальній площинах, а шарнірно-стрижньових ланцюгів — у вертикальній площині (з контролем кута перегину гілок). Ухил гілок у вертикальній площині створюється їх відхиленням від підсилюваної

конструкції або підтяганням до конструкції. У разі малої ширини поперечного перетину або великої довжини конструкції, коли відстань між гілками затягування недостатньо для додання ним необхідного ухилу в горизонтальній площині, застосовується їх взаємне стягання декількома стяжними болтами з установкою між ними додаткових розпірок. У місцях перегину між шпренгельної затягуванням і підсилюваною конструкцією встановлюються прокладки з пластини, що запобігають взаємному зближенню гілок затягування при їх попередній напрузі взаємним стяганням, а в місцях перегинів шарнірно-стрижньових ланцюгів — розпірки з куточків і швелерів або пластин і (під вузлами ферм) спеціальні наполегливі елементи.

Попередня напруга затягувань і шарнірно-стрижньових ланцюгів може також здійснюватися стяжними муфтами, електротермічним нагріванням з контролем зусилля по загвинчуванню наполегливих і опорних гайок.

Величина попередньої напруги затягувань і шарнірно-стрижньових ланцюгів приймається рівною 70—100 МПа.

Тяжі застосовуються для посилення коротких консолей на колонах, що працюють головним чином на зріз, коротких балок монолітних перекриттів, опорних частин кроквяних ферм і балок і при пристрої температурних швів, а хомути — для посилення балок по похилих перетинах.

Попередня напруга тяжей і хомутів створюється доданням тяжам і хомутам ухилу шляхом їх попарного стягання за допомогою стяжних болтів або закручуванням гайок на кінцях при їх нагріві.

Величина попередньої напруги тяжей і хомутів приймається рівною 70—100 МПа.

Обойми і приставні стійки застосовуються для посилення стислих конструкцій — колон (мал. 35, 36 додаток 1) і стислих елементів кроквяних ферм і балок, опорних і проміжних вузлів кроквяних ферм, вузлів сполучення колон з фундаментами і паль з ростверками, а також для посилення стовпчастих фундаментів проти розколювання і продавлювання і посилення або виправлення зруйнованих елементів кріплення підкранових балок до колон.

При посиленні стислих конструкцій переваги заслуговують переднапружені розпірки, які в процесі монтажу включаються в роботу з підсилюваною колоною і дозволяють здійснювати контроль за ступенем їх напруженого стану.

Переднапружені розпірки бувають двосторонні (мал. 37 додаток 1) і односторонні (мал. 38 додаток 1). Перші застосовуються для збільшення несучої здатності центрально стислих колон і внецентренно стислих з двозначними моментами, других — при посиленні внецентренно стислих колон з великими і малими ексцентриситетами.

Установка розпірок проводиться з перегином в середині висоти, упираючи верхні і нижні кінці в достатньо міцні і жорсткі конструкції (наприклад, фундаменти, балки перекриттів та ін.).

Введення в напружений стан розпірок здійснюється їх випрямленням за допомогою натяжних монтажних болтів. Фіксуються розпірки в напруженому стані поперечними планками. Величина попередньої напруги розпірок приймається рівною 70—100 МПа.

Посилення колон по всій довжині або частково (у місцях пошкоджень і найбільшої напруги) може також ефективно здійснюватися обоймами з термонапруженими поперечними планками, що встановлюються по довжині колони через 250—300 мм. Подовжні елементи обойми встановлюються на безусадковому цементному розчині і притискаються струбцинами до колони. Поперечні планки, заздалегідь нагріті до 100—400°C, послідовно приварюються до стійок, утворюючи замкнуті переднапружені хомути.

Введення обойм в напружений стан може проводитися і за допомогою стяжних пристроїв.

Сталеві обойми і приставні стійки розраховуються як металеві конструкції з урахуванням їх гнучкості, визначуваної по фактичній вільній довжині стислих елементів з урахуванням прихильності точок їх закріплення до залізобетонної колони.