

2. Теличенко В.И. *Технология строительных процессов (ч.1)* / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Липидус / М: Высш. шк., 2005-392 с.

3. Вознесенский В.А. *Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ* / В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко, Б.Л. Огарков // К.: Вища школа, 1989. — 328с.

4. Пискун А.Е. *Рациональные технологические параметры устройства навесных вентилируемых фасадов* /А.Е. Пискун, Ю.Н. Казаков// *Вестник гражданских инженеров* / — СПб.: СПбГАСУ, 2008. — № 4. — С.25-29.

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены вопросы взаимосвязи и взаимодействия всех элементов процесса утепления внешних ограждающих конструкций. Выявлена необходимость моделирования и структурирования процесса утепления. Предлагаются три вида модели структуры организационно-технологического процесса утепления. Предлагается алгоритм разработки эффективного решения по выбранному критерию оптимальности.

Ключевые слова: моделирование, алгоритм оптимизации, утепление фасадов.

ANNOTATION

We were examined relationship and interaction of all elements of the process insulation the external walls. It established the need for modeling and structuring process of insulating walls. Propose three of the form model organizational and technological structure of the process of insulation. Propose an algorithm the development of effective solutions for the chosen optimality criterion.

Keywords: modeling, optimization algorithm, insulation of facades.

УДК624.012

**Журавський О.Д., к.т.н.; Постернак О.М.;
Постернак М.М., КНУБА, м. Київ**

ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА НАДІЙНІСТЬ ПІДСИЛЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК

АНОТАЦІЯ

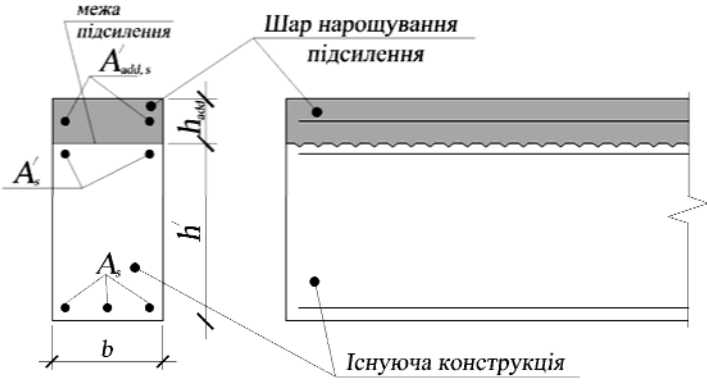
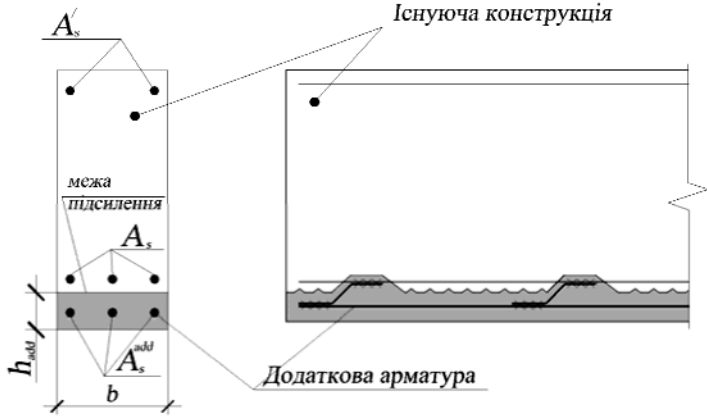
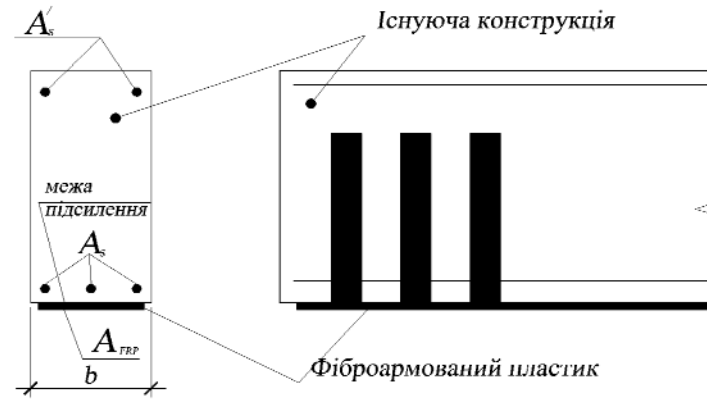
У статті запропонована методика ефективного вибору методів підсилення залізобетонних балок з врахуванням різних факторів, в тому числі надійності конструкції. Дослідження існуючих об'єктів реконструкції показало, що в практиці найчастіше застосовують наступні методи підсилення залізобетонних балок: підсилення в стиснутій зоні шаром нарощування фібробетону або залізобетону, підсилення в розтягнутій зоні додатковою арматурою та підсилення в розтягнутій зоні фіброармованими пластиками. При порівнянні методів підсилення було обґрунтовано необхідність визначення показників надійності конструкції. У статті наведений загальний алгоритм визначення раціонального методу підсилення залізобетонних балок.

Ключові слова: методи підсилення, залізобетонні балки, ефективність, надійність, фіброармований пластик.

Вступ. Вплив зовнішнього середовища, несприятливих інженерно-геологічних процесів, високо-температурного нагрівання, порушення умов нормальної експлуатації, збільшення навантажень у процесі експлуатації, а також помилки при проектуванні й будівництві призводять до втрати конструкцій будівель і споруд, їх показників надійності та довговічності. Дефекти можуть погіршити нормальні умови експлуатації, знизити несучу здатність конструкцій, скоротити терміни їх експлуатації, призвести до часткового чи повного руйнування будівлі або споруди. Кожен з дефектів характеризується не тільки факторами, що його викликали, але й розмірами пошкодження конструкції та можливими наслідками руйнування [8].

Постановка задачі. Підсилення — основний засіб збільшення тривалості експлуатації конструкцій, особливо при реконструкції. У деяких випадках витрати на підсилення можуть досягати значних розмірів і тому перед проектувальниками ставиться завдання довести його економічну

Табл. 1. Основні методи підсилення залізобетонних балок

Метод підсилення	Ескіз підсилення	Основні переваги і недоліки
Підсилення в стиснутій зоні шаром наросування фібробетоном або залізобетоном		Переваги: - технологічна простота - відносно значне збільшення несучої здатності - відносна дешевизна матеріалів Недоліки: - значне збільшення власної ваги підсиленого елемента - обмеження товщини наросування
Підсилення в розтягнутій зоні додатковою арматурою		Переваги: - висока надійність - незначне збільшення геометричних розмірів Недоліки: - висока трудомісткість - не значне підвищення несучої здатності
Підсилення в розтягнутій зоні фіброармованими пластиками		Переваги: - швидкість виконання робіт - мінімальне збільшення геометричних розмірів - хімічна стійкість Недоліки: - обмеження у використанні при значних дефектах - висока вартість матеріалів підсилення.

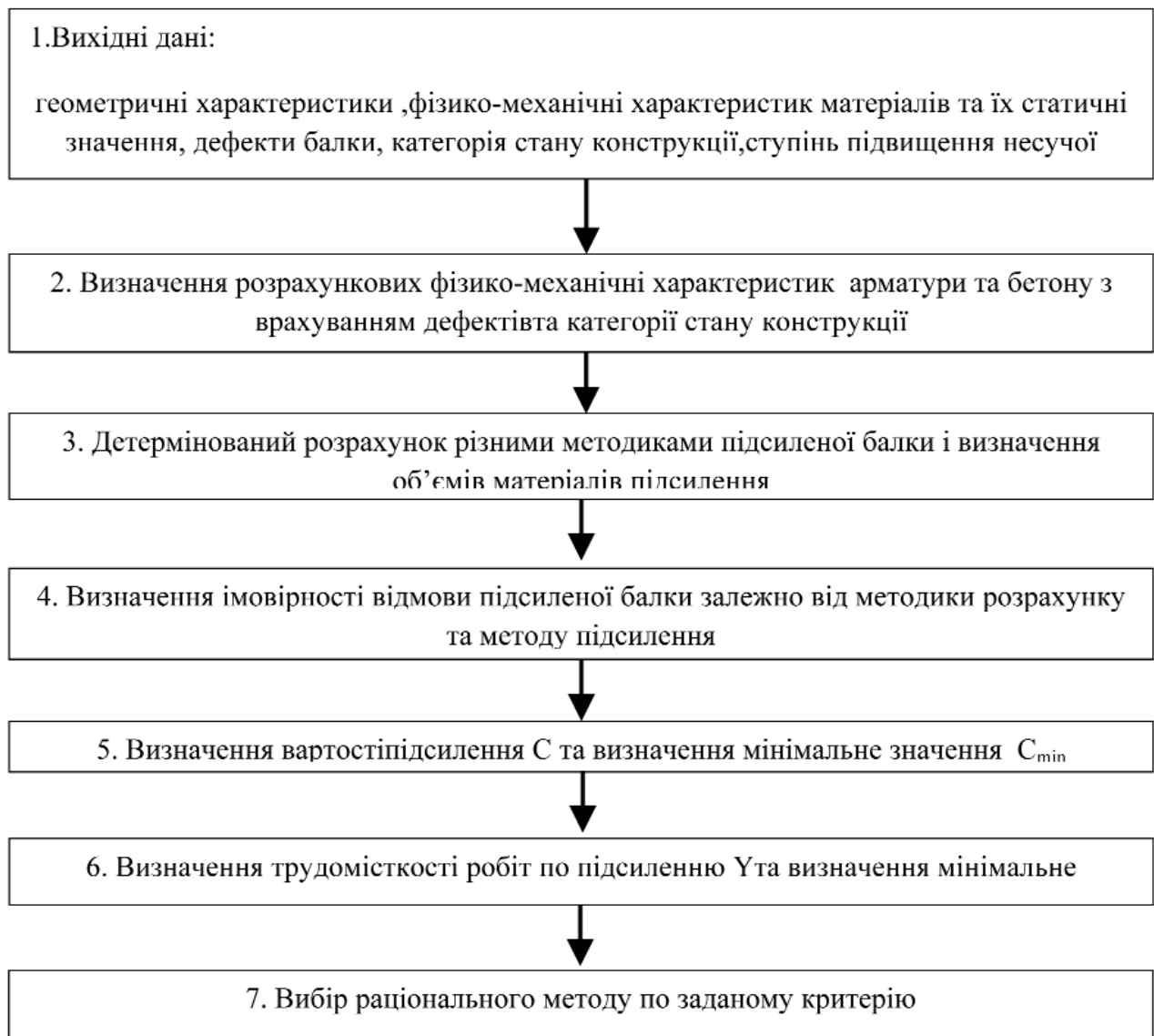


Рис. 1. Загальний алгоритм визначення раціонального методу підсилення залізобетонної балки

доцільність. Тільки після визначення вартості матеріалів і трудомісткості посилення, а також тривалості робіт по підсиленню і часу зупинок експлуатації будівлі чи споруди можна остаточно вирішити, чи треба будувати нову споруду або реконструювати стару. Вибір ефективних способів підсилення конструкцій дозволяє в найкоротший термін, без зупинки виробництва або з мінімальними перервами виконати роботи по реконструкції з урахуванням умов експлуатації. Порівняння варіантів підсилення проводиться за наступними показниками: маса елементів підсилення; вартість основних матеріалів, необхідних для посилення; трудомісткість і вартість виготовлення; трудомісткість і вартість виконання робіт з підсилення; втрати прибутку через зупинку виробництва на ділянці виконання робіт. [6]

Але треба зазначити, що як і при новому будівництві, так і при реконструкції основною задачею перед проектувальником залишається забезпечення безвідмовної роботи будівельних конструкцій та всієї будівлі цілому. Тому при виборі методу підсилення пропонується врахувати додатково імовірність відмови підсиленої конструкції та економічні і соціальні втрати при її руйнуванні. [7]

Предмет дослідження. Для дослідження прийняті найпоширеніші методи підсилення залізобетонних балок, які наведені в табл. 1 а саме:

- підсилення в стиснутій зоні шаром нарощування фібробетоном або залізобетоном;
- підсилення в розтягнутій зоні додатковою арматурою;

– підсилення в розтягнутій зоні фіброармованими пластиками.

Викладення основного матеріалу. На даний момент вітчизняні нормативні документи для підсилення залізобетонних конструкцій в повній мірі не регламентують розрахунок і проектування таких конструкцій. Тому при проектуванні підсилення виконують вимоги ДБН та ДСТУ [4, 5] як для звичайних залізобетонних конструкцій. Відповідно до цього, розрахунок необхідно виконувати за першою та другою групами граничних станів.

Нормативні документи передбачають використання двох підходів для визначення стискаючих напружень в перерізах згинальних елементів. Перший — метод граничних зусиль, котрий використовує спрощені діаграми стану бетону та арматури, другий — деформаційна методика, котра є більш сучаснішою і в більшій мірі відповідає дійсній роботі конструкцій.

В чинних нормах із проектування залізобетонних конструкцій [4, 5] є загальні положення та деякі розрахункові формули для нелінійної деформаційної моделі розрахунку. В роботах А.М. Бамбури [1] і А.Я. Барашикова [2] також наведені роз'яснення основних положень деформаційної теорії.

Використання такої деформаційної моделі для розрахунку підсилення залізобетонних конструкцій надає певні переваги над методом граничних зусиль. А саме дозволяє в повній мірі враховувати залишкові деформації і напруження в конструкції, що підсилюється. Ці деформації виникають за рахунок неповного розвантаження конструкції. Крім цього, за період експлуатації залізобетонного елементу напружено-деформований стан відрізняється від початкового.

Також при підсиленні обов'язково необхідно враховувати вплив дефектів та пошкоджень, тобто визначити категорію технічного стану конструкції. Після чого можна визначити несучу здатність елементу за рахунок зменшення міцнісних характеристик матеріалів існуючої конструкції або загального понижуючого коефіцієнта. Використовуючи останній випадок, несучу здатність підсиленої конструкції умовно можна записати наступним чином:

$$R_s = R_c - (k \cdot R_{ex}) \quad (1)$$

R_s - фактична несуча здатність;

R_c - несуча здатність підсиленої конструкції без врахування дефектів та пошкоджень;

k - понижуючий коефіцієнт впливу зношення;

R_{ex} - несуча здатність існуючої конструкції без врахування дефектів та пошкоджень.

Але маючи різні методи підсилення та різні підходи до детермінованого розрахунку, необхідно розуміти, що кожен випадок має різну надійність. Тому при ефективному виборі способу підсилення треба враховувати цей фактор.

Для кількісної оцінки впливу цього фактору на економічну ефективність пропонується додавати до вартості підсилення витрати на збитки від руйнування даної конструкції за формулою:

$$C = C_m + C_r \quad (2)$$

де

$$C_r = P_f \cdot C_f \quad (3)$$

C — загальна вартість підсилення;

C_m — вартість матеріалів підсилення;

C_r — додаткові витрати залежно від надійності конструкції;

P_f — імовірність відмови конструкції;

C_f — загальні витрати від можливих збитків, що можуть виникнути при відмові певної конструкції.

Значення P_f можливо визначити при ймовірнісному розрахунку. Ймовірнісний метод також використовує розрахункові дискретні формули, але особливість в тому, що він враховує можливу статистичну мінливість всіх аргументів. Це дозволяє дати більш об'єктивну оцінку конструкції про її придатність до нормальної експлуатації. Недоліком цього підходу можна вважати складність реалізації, а саме визначення статичних даних всіх міцнісних, геометричних та деформаційних характеристик конструкцій, а також значення навантажень [3].

Існуючі методики та нормативні документи не регламентують можливість вибору раціонального методу підсилення в конкретних умовах експлуатаційних впливів, характерних для кожного виду виробництва. Тому використовуючи вище наведені положення, пропонується саме така методика за схемою представленою на рис.1.

Висновки

У практиці виробництва робіт з підсилення залізобетонних згинальних елементів найбільшого розповсюдження отримали методи підсилення в стиснутій зоні шаром нарощування фібробетону або залізобетону, підсилення в розтягнутій зоні додатковою арматурою та підсилення в розтягнутій зоні фіброармованими пластиками.

Запропонована методика вибору раціонального методу підсилення залізобетонних балок дозволить знизити трудомісткість і вартість виконаних робіт зі збереження надійності та довговічності конструкції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бамбура А.М. Несуча здатність залізобетонних елементів кільцевого перерізу за спрощеними діаграмами деформування бетону та арматури [Текст] / А.М. Бамбура, О.В. Дорогова // Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць. — 2012. — Вип. 76. — С. 382-391.
2. Барашиков А.Я. Методика розрахунку залізобетонних конструкцій за деформаційною моделлю згідно з проектом нових норм України [Текст] / А.Я. Барашиков // Сучасне промислове та цивільне будівництво. — 2005. — Т. 1. № 1. — С. 13-18.
3. Валовой О.І., Валовой М.О., Єрьоменко О.Ю. Ймовірнісний підхід в оцінці надійності будівельних конструкцій. / Гірничий вісник: зб. наук. пр. / ДВНЗ "Криворізький національний університет" — Кривий ріг, 2013 с. 113-115.
4. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. / Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. — Київ, 2011.
5. ДСТУ В.2.6-98-2011. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. / Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. — Київ, 2011.
6. Жуков А.Н. Сравнение способов усиления железобетонных консолей колонн по технико-экономическим показателям/А.Н. Жуков// Молодой ученый. — 2014. — №11. — С. 49-51.
7. Постернак О.М. Дослідження впливу коефіцієнта за призначенням на рівень надійності підсиленних згинальних залізобетонних елементів. / О.М. Постернак // Містобудування та територіальне планування : наук.-техн. збірник / Відповід. ред. М.М. Осетрін. — К. : КНУБА, 2014. — Вип. 58. — С. 431 — 440.
8. Хохрякова Д.А. Методика вибору раціонального метода усиления железобетонных колонн /

Д.А. Хохрякова, С.В. Кожемяка, Д.А. Тахтай // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. — 2008. — Вип. 2008-3(71). — С. 48-52

АННОТАЦИЯ

В статье предложена методика эффективного выбора методов усиления железобетонных балок с учетом различных факторов, в том числе надежности конструкции. Исследование существующих объектов реконструкции показало, что в практике чаще всего применяют следующие методы усиления железобетонных балок: усиления в сжатой зоне слоем наращивания фибробетона или железобетона, усиления в растянутой зоне дополнительной арматурой и усиления в растянутой зоне фиброармированными пластиками. При сравнении методов усиления была обоснована необходимость определения показателей надежности конструкции. В статье приведен общий алгоритм определения рационального метода усиления железобетонных балок.

Ключевые слова: методы усиления, железобетонные балки, эффективность, надежность, фиброармированный пластик.

ANNOTATION

In the article there is represented the choice of effective methods strengthening of reinforced concrete beams based on various factors, including the design reliability. Research of reconstruction of existing objects has shown that in practice the following methods of strengthening concrete beams often used: strengthens in the compression zone layer of fiber-reinforced concrete or reinforced concrete building strengthens in the tension zone of the additional reinforcement and strengthening in the tension zone FRP. In comparing strengthen methods have been the necessity of determining the reliability parameters. The paper presents a general algorithm for determining a rational method of strengthens of reinforced concrete beams.

Keywords: methods of strengthening, reinforced concrete beam, efficiency, reliability, fibre-reinforced plastic.