

О.П. Воскобійник, к.т.н., с.н.с., докторант

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

ІМОВІРНІСНІ ЗАСАДИ НОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СТАНІВ СТАЛЕЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ

Робота присвячена розробленню основних методологічних підходів до розв'язання комплексної проблеми оцінювання, розмежування та нормування технічних станів сталезалізобетонних конструкцій.

Ключові слова: сталезалізобетонні конструкції, дефекти, пошкодження, ймовірнісний розрахунок, технічне діагностування, технічний стан, ремонт, підсилення, технічні ризики, страхування.

Постановка проблеми в загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими й практичними завданнями. На сьогодні забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій і основ на всіх етапах життєвого циклу об'єкта є одним із першочергових завдань сучасної будівельної науки, що потребує розв'язання. Особливої актуальності це питання набуває на тлі існуючої тенденції до зношення основних виробничих фондів промислових підприємств та житлово-комунального комплексу, що були збудовані у 60–70-ті роки ХХ сторіччя – у період масового будівництва, й на даний час, незважаючи на фізичну та моральну застарілість, усе ще знаходяться в експлуатації. Не менш гостро проблема забезпечення експлуатаційної надійності будівельних конструкцій постає і при зведенні нових будівель та споруд.

Однією із сторін цієї проблеми є той факт, що конструктивні форми в наш час розвиваються швидше, ніж методи їх розрахунку, особливо це стосується сталезалізобетону, адже незважаючи на широке впровадження в практику сучасного будівництва, в Україні вітчизняні стандарти та норми з розрахунку й проектування сталезалізобетонних конструкцій були вперше введені в дію лише у вересні 2011 р. [6], а рекомендації щодо оцінювання технічного стану – взагалі відсутні.

З іншого боку, не поліпшує ситуацію і неузгодженість чинних нормативних документів, присвячених питанням оцінювання технічних станів будівельних конструкцій [3, 7], вимоги та положення яких мають досить суперечливий і формалізований характер. Поряд із дотриманням вимог норм та стандартів на перший план виходять завдання вияву потенційно небезпечних ситуацій, що можуть призвести до аварійного руйнування. Відповідно адекватна експертна оцінка технічного стану об'єктів будівництва, а також своєчасне втручання в процес експлуатації шляхом здійснення заходів щодо підвищення експлуатаційних якостей деградуючих будівельних конструкцій, що зазнають фізичного зношення, мають одне з вирішальних значень.

Очевидно, що існуюча на сьогодні система забезпечення надійності будівельних об'єктів потребує впровадження нових методів і підходів, найбільш перспективним із яких на даний час є керування ризиками.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, у яких започатковано розв'язання даної проблеми. Розв'язання проблеми діагностування та оцінювання технічного стану будівельних конструкцій (залізобетонних, металевих, кам'яних) було започатковано О.Р. Ржаніциним, М.М. Онуфрієвим, І.А. Фізделем, В.М. Шимановським, А.І. Мальгановим, В.С. Плевковим [2]. Подальшого розвитку ці питання отримали в роботах Ф.Є. Клименка, Є.В. Горохова, А.В. Перельмутера, А.І. Лантух-Лященко, З.Я. Бліхарського, М.М. Савицького, Р.І. Кінаша, Є.В. Клименка.

Завдяки цим та багатьом іншим дослідженням були отримані основні закономірності утворення дефектів виготовлення й експлуатаційних пошкоджень залізобетонних та металевих конструкцій, а також оцінений їх вплив на фактичні показники експлуатаційної придатності (міцності, деформативності, довговічності тощо) такого типу конструктивних елементів.

Сьогодні сталезалізобетонні конструкції (СЗБК) твердо ввійшли в практику вітчизняного й закордонного будівництва як окремий тип конструктивних елементів, що завдяки раціональній сумісній роботі поєднує в собі кращі властивості металевих та залізобетонних елементів, і поряд із цим має свої певні особливості. Це у свою чергу потребує розроблення окремих стандартів та норм із питань проектування, розрахунку й експлуатації сталезалізобетонних конструкцій, що є **нерозв'язаною частиною загальної проблеми, котрій присвячується стаття.**

Таким чином, **головною метою наукових розроблень, що розглядаються в статті,** є формулювання основних підходів до розв'язання комплексної проблеми оцінювання, розмежування та нормування технічних станів сталезалізобетонних конструкцій.

Виклад основного матеріалу. Сталезалізобетонними прийнято вважати конструктивні елементи, в яких для раціональної сумісної роботи поєднаний бетон і арматура: жорстка (сталевий прокат) та гнучка (стержньова). При цьому як неодмінну властивість СЗБК слід зазначити певну несучу здатність сталевих прокату до заповнення його бетоном.

Відповідно до EDIN 18800-5 (за нормами [9]) для області визначення сталезалізобетонних елементів застосовується коефіцієнт ефективності їх поперечного перерізу δ , який визначається зі співвідношення

$$\delta = N_s / N_{pl}, \quad (1)$$

де N_s – несуча здатність сталевих прокату (без урахування гнучкості);

N_{pl} – несуча здатність сталезалізобетонного елемента в цілому.

Отже, до сталезалізобетону слід віднести ті конструктивні елементи, для яких виконується співвідношення $0,2 \leq \delta \leq 0,9$. При $\delta > 0,9$ елемент розраховується як сталевий, а при $\delta < 0,2$ – як залізобетонний. Умову (1) в нормах [9] віднесено до стиснутих елементів, але з певними обмеженнями її можна використовувати і стосовно елементів, що працюють на згин та позакентровий стиск. Таким чином, до сталезалізобетону належать усі можливі поєднання сталевих прокату, бетону й арматури, за винятком лише тих конструкцій, у яких не забезпечена сумісна робота цих матеріалів.

Особливу групу сталезалізобетонних конструкцій складають комплексні конструкції, що утворюються при підсиленні експлуатованих залізобетонних та металевих елементів [8]. Конструктивне різноманіття сталезалізобетонних конструкцій, які утворюються при підсиленні, за кількістю перевершує застосоване в новому будівництві, адже практично всі випадки підсилення залізобетону сталевим прокатом і сталевих елементів обетонуванням ведуть до утворення комплексних сталезалізобетонних конструкцій.

Характерною класифікаційною ознакою такого типу конструкцій є підвищення несучої здатності комплексного перерізу (конструкції) порівняно із сумарною несучою здатністю сталевих прокату (M_C) та залізобетону ($M_{ЗБ}$) в разі їх окремої роботи, тобто

$$M_{СЗБК} > M_C + M_{ЗБ}. \quad (2)$$

Цього ефекту можна досягти за рахунок ряду факторів: створення в елементі об'ємного напруженого стану (ефекту обійми) при підсиленні стиснутих залізобетонних елементів, коли сталева конструкція підсилення – обійма – обтискає існуюче бетонне осердя; підвищення місцевої стійкості при обетонуванні тонкостінних

сталевих елементів; для згинальних елементів – збільшення плеча внутрішньої пари сил, що хоча і збільшує висоту елемента, але одночасно призводить до зменшення зусиль у стиснутій та розтягнутій зоні; часткова заміна сталевих перерізів залізобетонним, який суміщає функції несучої (стиснута полиця балки) та огорожувальної конструкції перекриття; використання збірного залізобетону як незнімної опалубки тощо.

У загальній теорії експлуатації складних систем та чинних нормах із цього питання [3, 7] технічний стан характеризується як відповідність у певний момент часу, за певних умов зовнішнього середовища, певних параметрів (показників експлуатаційної придатності) значенням, попередньо встановленим на даний об'єкт. Контроль технічного стану полягає в перевірці відповідності значень параметрів об'єкта вимогам технічної документації та визначенні на основі цього одного із заданих видів (категорій) технічного стану на момент обстеження.

В Україні з 1997 року діють Нормативні документи щодо питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд [7], які за відсутності аналогічних норм для житлових та громадських будівель і більшості споруд, поширюються й на них. Згідно з положеннями норм [7] технічний стан визначається як сукупність якісних та кількісних показників, що характеризують експлуатаційну придатність порівняно з гранично допустимими значеннями, й для окремих конструкцій встановлюється шляхом спільного аналізу дефектів та пошкоджень, а також результатів перевірних розрахунків. За несучою здатністю й експлуатаційними властивостями конструкції в нормах [7] рекомендується відносити до одного із чотирьох станів: «нормальний» (I), «задовільний» (II), «непридатний до експлуатації» (III), «аварійний» (IV). Незважаючи на те, що положення норм [7] поширюються на будівельні конструкції, виконані з будь-яких матеріалів (бетонні, залізобетонні, металеві, кам'яні, дерев'яні тощо), нормативом для визначення технічного стану сталевих конструкцій є ДБН362-92 [3], в якому розглядаються також чотири технічних стани, але зовсім з іншими назвами та критеріями віднесення конструкцій до кожного з них.

Категорії технічного стану, наведені в розглянутих нормативних документах [3, 7], є досить умовними оцінками експлуатаційної придатності, що характеризують широкі межі області можливих станів будівельних конструкцій у певний час, як правило, на момент обстеження. Віднесення окремих конструкцій та будівель і споруд у цілому до кожного із цих станів базується на методі експертних оцінок та носить досить розпливчастий характер. Установлення категорії технічного стану здійснюється не на підставі формалізованих розрахунків, а шляхом аналізу сукупності певних (визначених цими нормативними документами) параметрів дефектів і пошкоджень (або їх відсутності), не враховуючи дійсний напружено-деформований стан та особливості роботи експлуатованих конструкцій, що не дає змоги об'єктивно оцінити й розмежувати технічні стани будівельних конструкцій та будівель і споруд у цілому.

Незважаючи на розглянуті недоліки існуючих нормативних підходів до оцінювання технічних станів будівельних конструкцій, виконаних із різних конструктивних матеріалів (бетону, залізобетону, металу), аналіз накопиченого досвіду їх експлуатації може слугувати методологічною основою для створення аналогічних рекомендацій стосовно сталезалізобетонних конструкцій. Так, у роботі [1] ми виконали типологічне порівняння аналогічних за походженням та ступенем впливу на параметри експлуатаційної придатності (категорію технічного стану) дефектів і пошкоджень (металевих, залізобетонних та комплексних – сталезалізобетонних) конструкцій, що дозволяє виявити закономірності в утворенні, розрахунку й підсиленні різних типів конструктивних елементів. На основі проведених досліджень у роботі [1] запропоновано типологічну класифікацію ознак технічного стану (на прикладі згинальних елементів, виконаних із різних типів конструктивних матеріалів – залізобетону, металу, сталезалізобетону), що представлена у вигляді таблиці, в рядках якої наведені аналогічні за походженням (причиною виникнення), тобто типологічні, дефекти та пошкодження, причини їх виникнення й рекомендації щодо усунення та подальшої експлуатації конструкцій.

Наявність певної сукупності встановлених дефектів і пошкоджень будівельних конструкцій не може сама по собі слугувати однозначним критерієм прийняття рішення щодо подальшої експлуатації об'єкта будівництва. Фізичне зношування та навантаження будівельних конструкцій – процеси, що протікають у часі, внаслідок чого за період експлуатації об'єкта будівництва показники експлуатаційної придатності й фактичної надійності змінюються, а отже, змінюються і їх кількісні та якісні оцінки (технічні стани). Очевидно, що для створення методології оцінювання, розмежування й нормування технічних станів сталезалізобетонних конструкцій необхідно застосувати комплексний підхід, який передбачає розгляд як ендогенних (внутрішніх) властивостей конструкцій – фізико-механічних характеристик матеріалів та геометричних параметрів, так і екзогенних (зовнішніх) – навантажень та впливів, що діють на них, зміну цих параметрів у часі, а також імовірнісну невизначеність, пов'язану із застосуванням тих чи інших засобів діагностування й контролю. Комплексно цю задачу можливо вирішити, застосовуючи методи теорії надійності будівельних конструкцій, а також прикладні методи теорії технічних ризиків (рис. 1).

Особливу увагу під час розгляду питань, пов'язаних із проблемою технічного діагностування, слід звернути на те, що оцінювання технічного стану будівельних конструкцій шляхом присвоєння їм у результаті обстеження тієї чи іншої категорії технічного стану є лише інструментом прийняття рішення щодо подальшої експлуатації об'єкта діагностування. Таким чином, унаслідок проведення обстеження, формальним результатом якого є присвоєння будівельній конструкції або будівлі чи споруді в цілому певної категорії технічного стану, експерт повинний надати рекомендації щодо підвищення (в разі необхідності) експлуатаційних властивостей об'єкта шляхом проведення поточного чи капітального ремонту, підсилення або повної заміни (демонтажу). Прийняття відповідних рішень, як правило, здійснює експерт в умовах імовірнісної невизначеності – відсутності повної інформації про об'єкт діагностування.

Необхідні дані (вихідні параметри) для технічного діагностування та подальшої експертної оцінки, що передбачає прийняття того чи іншого рішення стосовно подальшої експлуатації об'єкта, можна отримати лише в результаті проведення обстеження. При цьому експерт має справу зі значною ентропією вихідних даних, якими є безпосередньо властивості об'єктів діагностування (фактична міцність і деформативність) та умови їх експлуатації (наприклад, дія агресивного середовища), включаючи параметри навантажень і впливів. Тому при розв'язанні завдань прийняття рішень, пов'язаних із забезпеченням конструктивної безпеки та надійної експлуатації об'єктів будівництва, неможливо обійтися без застосування теорії надійності будівельних конструкцій, що ґрунтується на ймовірнісному описі вихідних стохастичних параметрів об'єктів і зовнішніх впливів (стохастичних процесів). Крім того, прийняття адекватного рішення під час технічної експертизи неможливе без урахування економічних та соціальних аспектів, пов'язаних з експлуатацією об'єктів будівництва. Це у свою чергу вимагає застосування додаткових «інструментів» при розмежуванні технічних станів, одним із яких може виступати теорія ризиків. Таким чином, страхування технічних ризиків може слугувати ефективним економічним механізмом забезпечення якості будівельної продукції та регулювання питань безпечної експлуатації будівель і споруд.

Відповідно до прийнятих передумов алгоритм діагностування технічного стану сталезалізобетонних конструкцій може бути представлений у вигляді структурно-логічної схеми, наведеної на рисунку 1.

Першим етапом згідно з рисунком 1 є формування масиву вихідних статистичних даних, до яких належать внутрішні властивості об'єктів діагностування (в даному випадку сталезалізобетонних конструкцій), а також зовнішні навантаження й впливи на них. До особливостей сталезалізобетонних елементів слід віднести той факт, що, крім фізико-механічних характеристик безпосередньо матеріалів, із яких вони виготовлені (бетон, сталевий прокат, стержньова арматура), до уваги слід брати особливі (новоутворені) властивості сталезалізобетону, які саме і зумовлюють винесення його в окремий клас конструктивних елементів. Притаманний

сталезалізобетону ефект сумісної роботи впливає не лише на характер напружено-деформованого стану таких конструктивних елементів, а й впливає на їх імовірнісні характеристики, що зазвичай пов'язано з підвищенням однорідності фізико-механічних властивостей. Тому статистичному аналізу мінливості засобів об'єднання складових компонентів сталезалізобетону, а також визначенню відповідних статистик міцності й деформативності сталезалізобетону слід приділити особливу увагу при формуванні масиву вихідних даних.

Більш детальна структурно-логічна схема статистичного аналізу мінливості властивостей сталезалізобетонних конструкцій при проектуванні та експлуатації наведена на рисунку 2.

Відмінною рисою вихідних даних під час виконання ймовірнісних розрахунків будівельних конструкцій (зокрема сталезалізобетонних) є наявність масивів чисел, що можуть бути подані у будь-якому вигляді (гістограм, центральних моментів, параметрів законів розподілу тощо), але обов'язково вони повинні статистично описувати властивості параметрів об'єктів (будівельних конструкцій або окремих їх елементів) чи процесів (навантажень, впливів, фізичного зношення), що розглядаються.

Щодо зовнішніх впливів, то останнім часом виконано низку робіт [6], які розв'язали цілий ряд наукових та прикладних проблем стосовно ймовірнісного опису навантажень, особливо атмосферних і кранових, що знайшло відображення в новому ДБН В.1.2-2:2006. Тому надалі питання ймовірнісного представлення навантажень ми будемо розглядати відповідно до цього нормативного документа, зупиняючись більш детально лише на ймовірнісних аспектах постійних та тимчасових навантажень, пов'язаних безпосередньо з особливостями сталезалізобетону.

Крім мінливості, пов'язаної з природньою неоднорідністю матеріалів, до уваги необхідно брати й фактори, що підвищують ентропію цих параметрів – допуски та технологія виготовлення й монтажу конструкцій, а також засоби та методи приймального контролю якості матеріалів і виробів.

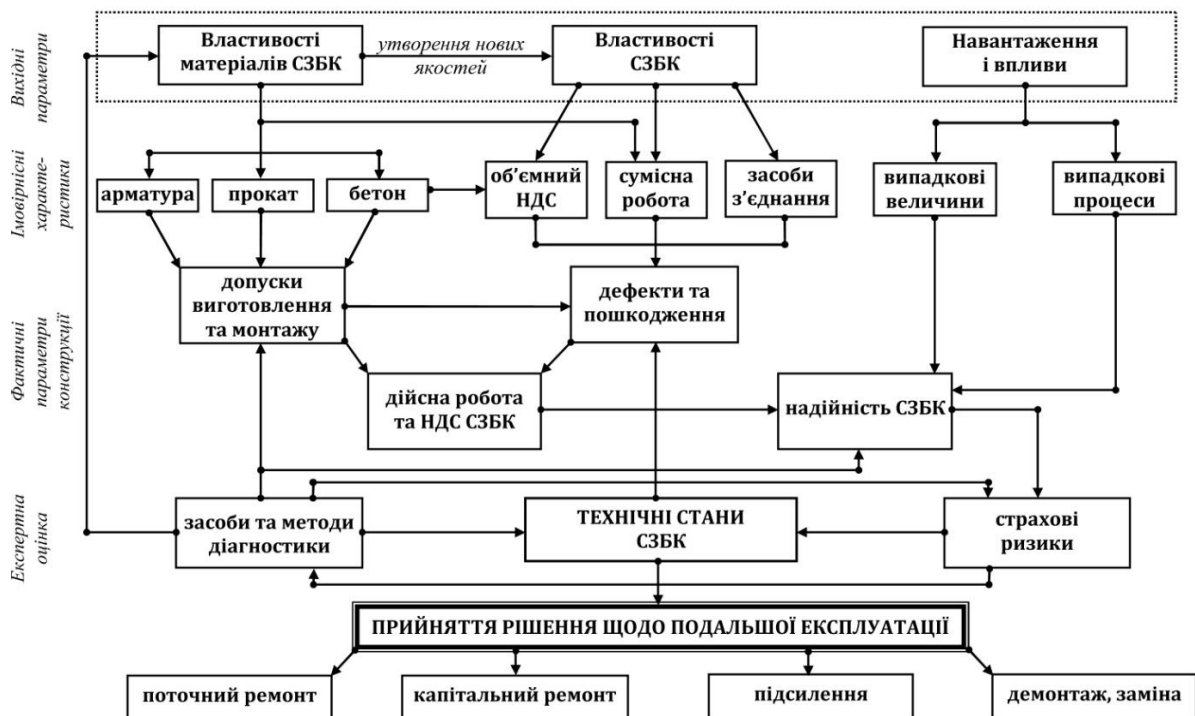


Рисунок 1 – Структурно-логічна схема діагностування технічного стану сталезалізобетонних конструкцій

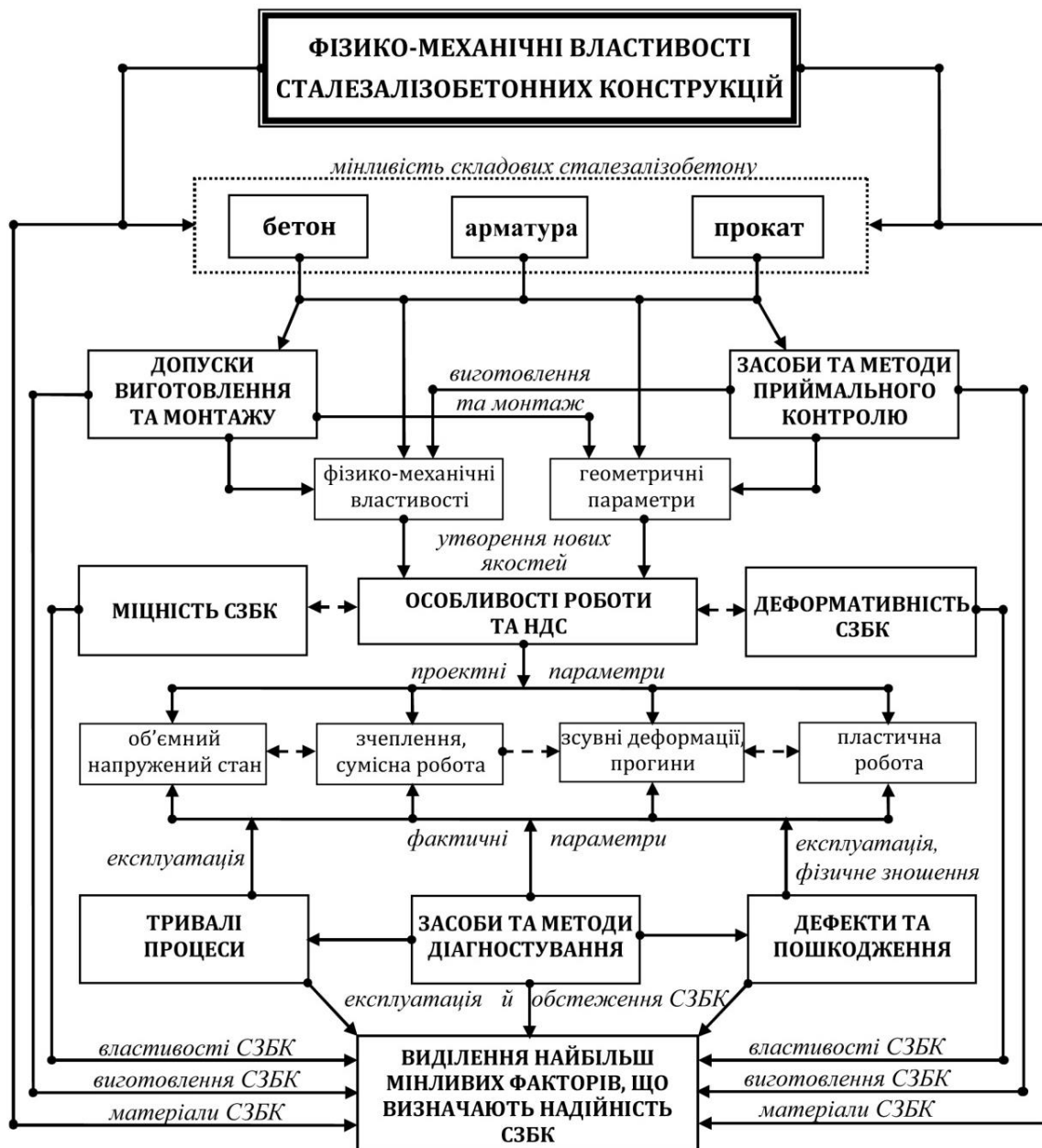


Рисунок 2 – Структурно-логічна схема статистичного аналізу мінливості властивостей СЗБК під час проектування та експлуатації

Наступним кроком формування статистичних даних щодо характеристик сталезалізобетону є ймовірнісний аналіз властивостей, притаманних лише сталезалізобетонним конструкціям: забезпечення надійної сумісної роботи (в тому числі засобів об'єднання бетону та прокату), збільшення міцності бетону за рахунок створення об'ємного напруженого стану, підвищення місцевої стійкості прокату, можливість розвитку значних пластичних деформацій сталі, а також міцність і деформативність утворених комплексних елементів та їх вузлів і з'єднань. При цьому не слід забувати, що виготовлення й монтаж сталезалізобетонних конструкцій має свої особливості та відповідні допуски, що є додатковим фактором, який підлягає аналізу. Результатом статистичного аналізу властивостей сталезалізобетонних конструкцій є отримання теоретичних і фактичних параметрів розподілу їх основних властивостей – міцності та деформативності (прогинів та переміщень).

У процесі експлуатації, як правило, спостерігається погіршення властивостей конструкцій унаслідок впливу стохастичних процесів їх фізичного зношення, що характеризується виникненням експлуатаційних пошкоджень та наявністю дефектів виготовлення. Як правило, пошкоджені перерізи характеризуються значною мінливістю фізико-механічних і геометричних параметрів, що у свою чергу призводить до виникнення неоднорідності загальних властивостей сталезалізобетону. Крім того, неабиякий вплив на статистики розподілу міцності та деформативності мають тривалі процеси, особливо це стосується бетону в складі сталезалізобетонних конструкцій. Отримання даних про фактичні параметри експлуатованих конструкцій, а також їх статистичні характеристики здійснюється за допомогою певних засобів і методів діагностування. На відміну від стадії виготовлення, при обстеженні не завжди є можливість застосувати руйнівні методи контролю міцності матеріалів, а отже, ще однією складовою загальної неоднорідності властивостей сталезалізобетону є похибки та мінливість непрямих методів діагностування. Достовірність отриманих даних тісно пов'язана з точністю вимірювань, що безумовно підвищує ентропію вихідних параметрів. Таким чином, загальна мінливість властивостей СЗБК виникає на всіх етапах їх життєвого циклу: виготовлення, монтажу, експлуатації та обстеження.

Наступним етапом діагностування технічного стану сталезалізобетонних конструкцій відповідно до запропонованого на рисунку 1 алгоритму є аналіз їх дійсної роботи та напружено-деформованого стану, що також включає врахування наявних дефектів і пошкоджень. Як було зазначено вище, наявність дефектів виготовлення та експлуатаційних пошкоджень сталезалізобетонних конструкцій призводить не лише до підвищення ентропії вихідних параметрів при обстеженні та діагностуванні технічних станів, а й до зміни характеру роботи таких елементів і виникнення не передбачених при проектуванні складних видів деформування. Це повинно бути враховано при встановленні критеріїв досягнення сталезалізобетонними конструкціями граничних станів першої та другої груп. Отримані дані слугують основою для створення ймовірнісних моделей відмов сталезалізобетонних конструкцій і визначення проектних та фактичних показників їх надійності. Безпосередньо експертне оцінювання технічного стану сталезалізобетонних конструкцій (четвертий етап відповідно до рисунка 1) здійснюється на підставі отриманих відповідних вихідних даних (включаючи оцінки фактичної надійності).

Визначені за результатами обстеження фактичні показники надійності (ймовірності відмови) самі по собі не можуть слугувати єдиним критерієм присвоєння конструкції певної категорії технічного стану через неможливість однозначної оцінки наслідків, пов'язаних із прийняттям того чи іншого рішення щодо подальшої експлуатації об'єкта діагностування. Тому для подальшого аналізу доцільно, на нашу думку, застосовувати теорію страхових ризиків. У цьому випадкові аналіз ризиків виступає кількісною оцінкою можливих наслідків при відмові та, з іншого боку, може бути використаний при плануванні обстеження – формуванні глибини та обсягу вибірки в умовах імовірнісної невизначеності й значної ентропії вихідних параметрів.

Висновки. Запропонований у статті комплексний підхід є методологічною основою до розв'язання проблеми оцінювання, розмежування та нормування технічних станів сталезалізобетонних конструкцій і може слугувати підґрунтям для розроблення відповідних вітчизняних стандартів із їх випробування, обстеження та підсилення.

Література

1. Воскобійник, О.П. Типологічне порівняння дефектів та пошкоджень залізобетонних, металевих та сталезалізобетонних балкових конструкцій [Текст] / О.П. Воскобійник // Вісник національного університету «Львівська політехніка». Теорія і практика будівництва. – 2010. – № 662. – С. 97 – 103.

2. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий: атлас схем и чертежей [Текст] / А. И. Мальганов, В. С. Плевков, А. И. Полищук. – Томск: Том.ун-т, 1990. – 456 с.

3. ДБН 362-92. Оцінка технічного стану сталевих конструкцій виробничих будівель і споруд, що знаходяться в експлуатації. – Введ. 1992–03–15. – К.: Держбуд України, 1992. – 45 с.

4. ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ [Текст]. Введ. 2009 – 12- 01 – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 37 с.

5. ДБН В.2.6-160:2010. Конструкції будинків і споруд. Сталезалізобетонні конструкції. Основні положення. Введ. 2011–09-01 – К. : Мінрегіонбуд України, 2011 (уведено вперше).

6. Нагрузки и воздействия на здания и сооружения / [Гордеев В. Н., Лантух-Лященко А. И., Пашинский В. А., Перельмутер А. В., Пичугин С. Ф.] ; под.общ. ред. А. В. Перельмутера. – [3-е изд. перераб.]. – М. : Издательство С, 2009. – 528 с.

7. Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд / Державний комітет будівництва архітектури та житлової політики України та Держнаглядохоронпраці України – К., 1997.

8. Семко, О.В. Імовірнісні аспекти розрахунку сталезалізобетонних конструкцій [Текст] / О.В. Семко. – К.: Сталь, 2004. – 316 с.

9. Eurocode 4. Common Unified Rules for Composite Steel and Concrete Structures European Committee for Standardization (CEN) ENV. 1994 – 1-1: 1992.

Надійшла до редакції 16.12. 2011

© О.П. Воскобійник

Е.П. Воскобойник, к.т.н., с.н.с., докторант

Полтавский национальный технический университет имени Юрия Кондратюка

ВЕРОЯТНОСТНЫЕ ОСНОВЫ НОРМИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Работа посвящена разработке основных методологических подходов к решению комплексной проблемы оценивания, разделения и нормирования технических состояний сталежелезобетонных конструкций.

Ключевые слова: *сталежелезобетонные конструкции, дефекты, повреждения, вероятностный расчет, техническая диагностика, техническое состояние, ремонт, усиление, технические риски, страхование.*

O. Voskobiinyk, PhD, associate professor

Poltava National Technical University named after Yuri Kondratyuk

PROBABILISTIC FOUNDATIONS OF STANDARDIZATION OF TECHNICAL STATES SETTING OF STEEL-CONCRETE COMPOSITE STRUCTURES

The article deals with methodological approaches developments to the solving of the comprehensive problems technical states valuations, discriminations and rate settings of steel-concrete composite structures.

The key words: *steel-concrete composite structures, defects, damages, probabilistic design, technical diagnosis, technical state, repair, amplification, technical risks, insurance.*