

5. Єсипенко А. С., Таїрова Т. М., Сліпачук О. А. Оцінка стану і проблеми промислової безпеки та охорони праці в ризиконебезпечних галузях економіки України. Серія «Вугледобувна галузь». К. : 2014. 64 с.
6. Єсипенко А. С., Романенко Н. В., Сліпачук О. А. Дослідження характеру впливу наглядової діяльності за охороною праці на стан виробничої безпеки // Проблеми охорони праці в Україні : зб. наук. праць. Київ : ННДІОП, 2008. Вип. 15. С. 9–17.
7. Кружилко О. Є. Експериментальне дослідження впливу показників наглядової діяльності на стан охорони праці підприємств // Проблеми охорони праці в Україні : зб. наук. праць. Київ : ННДІПБОП, 2008. Вип. 15. С. 3–8.
8. Кружилко О. Є., Кириченко Ю. А., Демчук Г. В., Полукаров О. І., Сукач С. В. Математичне моделювання коефіцієнта важкості виробничого травматизму на підприємствах вугільної промисловості // Проблеми охорони праці в Україні : зб. наук. праць. Київ : ДУ «ННДІПБОП», 2013, Вип. 25. С. 67–72.
9. Кружилко О. Є., Ткачук К. Н., Полукаров О. І. Побудова та дослідження математичної моделі коефіцієнта тяжкості виробничого травматизму на підприємствах вугільної промисловості // Проблеми охорони праці в Україні : зб. наук. праць. Київ : ДУ «ННДІПБОП», 2012. Вип. 22. С. 27–31.
10. Майстренко В. В., Кружилко О. Є. Особливості створення інформаційно-аналітичної системи та аналізу наглядової діяльності на основі матеріалів перевірок // Проблеми охорони праці в Україні : зб. наук. праць. К. : ДУ «ННДІПБОП», 2013. Вип. 25. С. 59–66.
11. Порядок проведення розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві. Постанова Кабінету Міністрів України від 30 листопада 2011 р. N 1232.  
Рукопис подано до редакції 13.04.2018

УДК 624.03

С.В. КОЛЕСНІЧЕНКО, канд. техн. наук, доц.

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

## ВИЗНАЧЕННЯ КАТЕГОРІЙ ДЕФЕКТІВ ТА ПОШКОДЖЕНЬ СТАЛЕВИХ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ ДЛЯ РОЗРАХУНКІВ ЗАЛИШКОВОГО РЕСУРСУ

**Мета.** Метою даної роботи є визначення терміну «обстеження», модернізація класифікації дефектів і пошкоджень з позиції подальших розрахунків за граничними станами, впровадження у електронні бази даних для створення прогнозних моделей, розширення їх переліку для конструкцій, що експлуатуються під впливом динамічних навантажень. Також, одним із завдань публікації є визначення кількісних показників дефектів та пошкоджень для кожної з груп небезпеки.

**Методи дослідження.** Для розширення номенклатури недосконалостей сталевих конструкцій використовуються теоретичні методи розрахунків будівельної механіки для визначення граничних станів конструкцій. Чисельні показники визначено на підставі експериментальних досліджень, що базуються на тензометричних методах неруйнівного контролю.

**Наукова новизна.** Визначення нової класифікації дефектів та пошкоджень сталевих конструкцій надано вперше. Розвинута номенклатура недосконалостей для конструкцій, що знаходяться під дією динамічних навантажень. Запропоновано нове індексування дефектів та пошкоджень, що дозволяє безпосередньо визначати вагу недосконалості за граничними станами. Запропоновано виконувати оцінку технічного стану на підставі розрахунків залишкового ресурсу.

**Практична значимість.** Отримані результати дозволяють доповнити існуючі будівельні норми, що стосуються обстеження та паспортизації будівель і споруд для визначення їхнього технічного стану. Надана нова класифікація та кількісні значення дефектів і пошкоджень з позиції визначення залишкового ресурсу, розробки прогнозних (деградаційних) моделей подальшої експлуатації сталевих конструкцій.

**Результати.** Запропоновано нову класифікацію дефектів та пошкоджень для сталевих конструкцій, що дозволяє безпосередньо оцінювати вагу кожної недосконалості – категорювання за кількісними значеннями для трьох категорій та розподілення їх на ресурсні та діагностичні типи. Введено нові типи дефектів, що суттєво збільшують коефіцієнти концентрації напружень вузлів конструкцій під дією динамічних навантажень. Наведена нова класифікація дозволяє впроваджувати недосконалості у електронних системах обліку конструкцій – базах даних.

**Ключові слова:** залишковий ресурс, дефекти, пошкодження, граничний стан, технічний стан, обстеження, будівлі, споруди.

doi: 10.31721/2306-5451-2018-1-46-32-38

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** В Україні існує значний фонд сталевих конструкцій, що використовується у будівлях і спорудах. За різними оцінками [1, 2] наразі налічується від 36 до 65 млн.т. Основу фонду металевих конструкцій України складають конструкції промислових будинків. Загальна маса цих конструкцій приблизно 50% загальної маси металевих конструкцій, що експлуатуються сьогодні. За даними на 2002 рік,

вікова структура фонду сталевих конструкцій, що експлуатуються, має значну фізичну зношеність, що складає близько 48...52 % загального фонду. Але, вже на 2014 рік, за даними доповіді [3], частка металофонду, що зношений на 100% склала 77.8%. Зрозуміло, що припинити експлуатацію по-суті всієї промисловості України неможливо. Єдиним шляхом забезпечення існування парку сталевих конструкцій є їх постійний супровід, що здійснюється поза межами проєктного ресурсу. Необхідність подальшої безпечної контрольованої експлуатації вимагає постійного виконання робіт з обстеження, кінцевою метою яких є визначення технічного стану конструкцій.

Під час виконання досліджень, та як його підгрунття, враховані наступні напрямки науково-технічної політики України у галузі технічного регулювання надійності та безпечної експлуатації будівель і споруд:

Постанова КМУ № 1331 від 8 жовтня 2004 р. «Про затвердження Державної науково-технічної програми «Ресурс»;

Цільова комплексна програма НАН України «Проблеми ресурсу та безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин». Розділ «Підвищення надійності та подовження ресурсу мостів, будівельних, промислових і транспортних конструкцій».

**Аналіз досліджень і публікацій.** У діючих нормативних документах України з питань обстеження і оцінки технічного стану будівельних конструкцій експлуатованих будівель і споруд містяться вказівки щодо виконання перевірочних розрахунків фактичної несучої здатності будівельних об'єктів [4,5]. Однак ці вказівки не регламентують достатньою мірою необхідність, умови і порядок виконання перевірочних розрахунків. У зв'язку з цим перевірочні розрахунки будівельних конструкцій за результатами обстежень, як правило, виконуються (або не виконуються) на розсуд самих виконавців обстежень.

У періодичних виданнях час від часу з'являються публікації, що стосуються питань регламентування розрахункової перевірки будівельних конструкцій для більш об'єктивної класифікації і оцінки їх технічного стану, наприклад [6, 7]. Зрозуміло, що викладене в цих публікаціях можна розглядати поки що тільки як пропозиції та рекомендації.

Спроба впорядкувати виконання розрахункової перевірки несучої здатності будівельних конструкцій експлуатованих будівель і споруд представлена в роботі [8]. Пропонувалося і обґрунтовувалося виявлені при обстеженні будівельних об'єктів дефекти, пошкодження та відхилення класифікувати в ув'язці з розрахунковими граничними станами, що спрощує визначення необхідності виконання розрахункової перевірки несучої здатності конструкцій.

**Постановка завдання, мета публікації.** Сьогодні, під поняттям «обстеження» розуміють наступне:

за визначенням ДСТУ Б В.2.6-210 [4]: «Обстеження технічного стану - комплекс заходів по визначенню і оцінці фактичних значень параметрів, що контролюються, які характеризують експлуатаційний стан, придатність і працездатність сталевих конструкцій, що обстежуються, а також можливість їх подальшої експлуатації або необхідності ремонту чи підсилення»;

за визначенням проєкту ПРДСТУ-Н Б В.3.1-ХХ:201Х «Обстеження і паспортизація технічного стану будівель та споруд» (остаточна редакція): «Обстеження технічного стану будівельних об'єктів (будівель та споруд), а також моніторинг їх технічного стану є елементами нагляду за ними, які визначають поточний (а за необхідності і прогнозований) рівень їх відповідності умовам нормальної та безпечної експлуатації і надають вихідні дані для здійснення ефективного догляду за їх технічним станом (або для заходів з припинення їх експлуатації)».

До самого визначення поняття «обстеження» є зауваження. По-перше, обстеження може бути будівлі або споруди а не обстеженням технічного стану; по-друге, оцінка технічного стану є важливим, але не остаточним результатом на який очікує власник будівлі.

Практика обстеження, що склалася на сьогодні, переважним чином полягає в тому, що основним інструментом експерта – людини, що персонально відповідає за результат роботи – є аналіз дефектів і пошкоджень (ДП), які мають бути виявлені під час обстеження, та на основі їхніх якісних та кількісних параметрів визначити технічний стан будівлі/споруди (БС) та об'єкта в цілому.

Можна зазначити ще одну особливість, яка досі не враховується під час обстеження та визначення технічного стану. Для багатьох типів конструкцій, що переважно працюють в умовах динамічних навантажень - підкранові балки, конструкції транспортерних галерей, листові конс-

трукції (бункери, воронки силосів, кранові конструкції) існує велика ймовірність невизначення пошкоджень, особливо у вигляді тріщини, у зв'язку із дуже великими обсягами або вартістю робіт та неможливістю застосування існуючих методів неруйнівного контролю для всієї конструкції. Тому, можливе існування ризику того, що визначені ДП та, відповідно технічний стан, не відповідають 100% безпеці.

Тому, **мета публікації** полягає у визначенні самого терміну «обстеження», модернізації класифікації ДП з позиції подальших розрахунків за граничними станами та розширення переліку ДП для конструкцій, що експлуатуються під впливом динамічних навантажень.

**Викладення основного матеріалу.** У даній роботі використовуються терміни у наступних розуміннях:

дефект – відхилення якості, форми, фактичних розмірів елементів та конструкцій від вимог нормативної або проектної документації, яке виникає при проектуванні, виготовленні, транспортуванні та будівництві;

залишковий ресурс – сумарний наробіток об'єкта від моменту контролю його технічного стану до переходу у граничний стан;

пошкодження - дефект, відхилення параметрів і/або характеристик елементів та конструкцій від передбачених проектом який виникає під час експлуатації.

Якщо в подальшому на об'єкті будуть виконуватися роботи з реконструкції, капітального ремонту або технічного переоснащення, то визначені ДП важливі для їхнього урахування в проекті для усунення. Якщо БС планується використовувати в подальшому без будь-яких ремонтних робіт, то визначення технічного стану взагалі не має значення (крім аварійного). Власника БС турбує одна річ – скільки ще можна експлуатувати цю будівлю, тобто її залишковий ресурс. У зв'язку з цим, пропонується наступне визначення: «обстеження – самостійний комплексний вид будівельних робіт, що виконується спеціалістами під керівництвом відповідних експертів, для оцінки параметрів технічного стану (ПТС) окремих конструкцій та будівлі/споруди в цілому, розрахунків залишкового ресурсу з відповідним рівнем ризику для призначення її технічного стану, та визначення на підставі цього можливості та умов їх подальшої експлуатації».

На сьогодні основними документами, де визначені кількісні значення ДП та вимоги для призначення технічного стану об'єкту є ДСТУ Б В.2.6-210 [4], що розроблений на базі ДБН 362-92 [9] та «Правила...» [10].

Технічний стан конструкцій будівель і споруд (БС) у відповідності до [4] може бути нормальним, задовільним, не придатним до нормальної експлуатації та аварійним. При цьому, призначення відповідного стану виконується за категорією ДП –  $A_d$ ,  $B_d$  та  $V_d$ , що класифікуються залежно від відповідальності конкретного елемента щодо забезпечення працездатності конструкції в цілому, а також від ступеня небезпеки дефекту або пошкодження, поділяються на три категорії:

до категорії  $A_d$  належать дефекти і пошкодження особливо відповідальних елементів і з'єднань, що становлять безпосередню небезпеку для руйнування сталеві конструкції в цілому;

до категорії  $B_d$  належать дефекти і пошкодження, які не становлять в момент виявлення безпосередньої небезпеки для руйнування сталеві конструкції, але в подальшому можуть викликати пошкодження інших елементів (вузлів, з'єднань) і при подальшій експлуатації можуть перейти до категорії  $A_d$ ;

до категорії  $V_d$  належать дефекти і пошкодження, що не належать до категорії  $A_d$  і  $B_d$ , і наявність яких не пов'язана з загрозою руйнування.

Щодо визначення технічного стану. Склалися дивні речі. Невже під час створення проекту інженер-проектувальник визначає несучу спроможність конструкції за можливими ДП? Ні – він підбирає перерізи конструкції тільки за граничними станами, оперуючи зусиллями та розрахунковими опорами матеріалу. Тоді чому рішення про можливість експлуатації конструкції приймається на підставі, наприклад, зменшення перерізу елемента від корозії на 20% або його викривлення на 30мм? Досвід обстеження засвідчує те, що елементи конструкції можуть мати і 80% корозію та взагалі бути відсутніми, але конструкція залишається в експлуатації.

Для деяких ДП введено поняття «особливо відповідальний елемент і з'єднання», що не є правильним з технічної точки зору, а тим більше з позиції власника будівлі, хто фінансує робо-

ти з обстеження. Дефект або пошкодження чи є у конструкції, чи його немає. Якщо ДП існує – потрібно надати оцінку його категорії з позиції розрахунків за граничними станами та з урахуванням його впливу на напружено-деформований стан.

Виникає ще одне запитання. А навіщо взагалі потрібні експерти, якщо кожна людина, що має в руках таблицю ДСТУ із переліком та ескізами ДП і виконує огляд конструкції або БС, може правильно визначити технічний стан?

На наш погляд, потрібно зробити деякі речі, що повернуть ситуацію до здорового глузду.

По-перше, потрібна інша класифікація ДП. Необхідне їх розподілення на ті, що безпосередньо впливають на несучу здатність конструкції – її ресурс – ресурсні ДП та ті, що визначаються під час оглядів/обстеження, та на підставі яких уточнюються характеристики перерізів та елементів для подальших перевірних розрахунків - діагностичні ДП.

По-друге, необхідно розширити існуючу класифікацію для ДП, що впливають на напружено-деформований стан конструкцій, що знаходяться під дією динамічних навантажень.

По-третє, кожен ДП має бути обов'язково описано кількісно і мати категорювання за всіма видами -  $A_d$ ,  $B_d$  та  $V_d$ . Це зробить можливим використання чітких алгоритмічних моделей для розрахунку деградаційних моделей та структурування інформації у електронних системах обліку технічного стану конструкцій типу бази даних.

І на останнє. Класифікація ДП має бути первинною інформацією для осіб, що утримують об'єкт для попереднього визначення загального стану та прийняття рішення необхідності залучення професіональних виконавців. Класифіковані ДП можуть використовуватися тільки для подальших розрахунків несучої здатності елемента – конструкції – БС – об'єкта. Тільки на підставі цих розрахунків має бути визначено залишковий ресурс та категорія технічного стану. Це необхідно здійснювати у імовірнісній постановці із урахуванням можливого існування невідомих під час обстеження ДП.

На підставі вищезазначеного, для існуючої класифікації ДП сталевих конструкцій, можна визначити як її переваги, так і недоліки.

До переваг можна віднести наступне:

розроблено основні типи ДП, що найчастіше зустрічаються у конструкціях;  
 зазначені кількісні показники для більшості ДП;  
 визначені аварійні значення ДП, що дають змогу терміново зупинити експлуатацію, виконати ремонт або залучити фахівців.

Недоліки:

немає спеціальних ДП, що суттєво впливають на напружений стан вузлів та конструкцій, що працюють під впливом динамічних навантажень, та, перш за все, призводять до значної концентрації напружень;

неможливість використання у алгоритмічних системах типу електронних баз даних (БД) – для деяких ДП відсутність кількісного оцінювання та категорювання для всіх категорій;

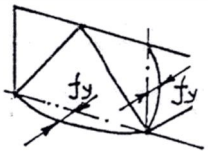
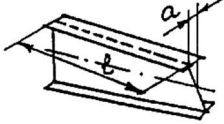
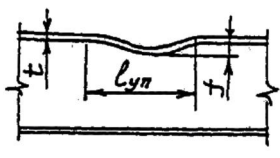
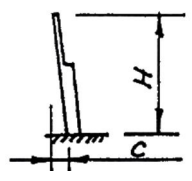
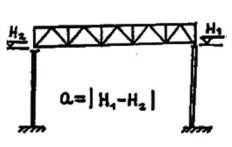
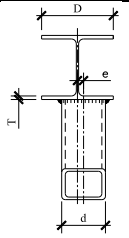
немає тих, що безпосередньо впливають на несучу здатність, та тих що опосередковано (ресурсних та діагностичних).

У зв'язку із цим, пропонується обов'язкове надання кожного ДП за трьома категоріями (окрім тих, де є тільки одна можлива). Категорія «В» - дефект (пошкодження) малозначний. Він позначений у конструкції, та ще може не мати кількісних значень і вони не впливають на несучу здатність та переміщення конструкції. Категорія «Б» - дефект (пошкодження) значний. Його розміри мають кількісне визначення, що може бути виміряно, але ще суттєво впливають на несучу здатність та переміщення. Категорія «А» - дефект (пошкодження) критичний. Його розміри впливають на несучу здатність та переміщення конструкції.

Кожен ДП повинен мати індекс «Р» - ресурсний» або «Д» - діагностичний. До групи «Р» належать ті ДП, що безпосередньо визначають граничний стан – це переміщення конструкцій та пошкодження у вигляді тріщини. Всі інші ДП - діагностичні.

У якості прикладу, у табл. 1, наведено ДП для деяких пошкоджень, параметричний опис геометричних розмірів яких дозволяє визначити відповідну категорію при виявленні ДП під час виконання робіт з обстеження або моніторингу.

Приклад недосконалості з параметричним описом категорії ДП та її індексом


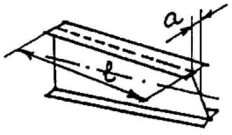
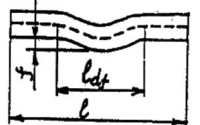
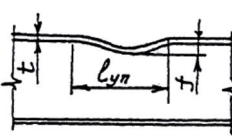
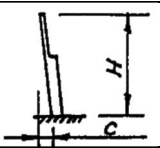
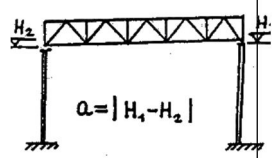
Ін-декс	Найменування ДП	Ескіз	Опис	Параметри	Кате-горія
Д	Вигин окремого елемента із площини конструкції		$f_y$ – величина вигину, мм $l$ – довжина вигнутого елемента, мм	$f_y/l > 1/750; f_y > 15$ мм	А
				$f_y/l > 1/750$ $f_y > 15$ мм	Б
				$f_y/l \leq 1/750$ $f_y \leq 15$ мм	В
Р	Гвинтоподібність елемента		$a$ – величина гвинтоподібності, мм $l$ – довжина конструкції, мм	$a/l > 0,005; a > 20$ мм	А
				$0,001 < a/l \leq 0,005$ $10$ мм $< a \leq 20$ мм	Б
				$a/l \leq 0,001; a \leq 10$ мм	В
Д	Погнутість елемента або вм'ятину у полиці		$f$ – величина вигину, мм $l_{yn}$ – довжина вигину, мм $t$ – товщина полиці, мм	Стиснута полиця: $f > 0,6t$ Розтягнута полиця: $f > 3t$	А
				Стиснута полиця: $0,4t < f \leq 0,6t$ Розтягнута полиця: $2t < f \leq 3t$	Б
				Стиснута полиця: $f \leq 0,4t$ Розтягнута полиця: $f \leq 2t$	В
Р	Зміщення вісі колони у верхньому перетині		$H$ – довжина колони, мм; $c$ – величина переміщення, мм	При $H \leq 15$ м: $c > 20$ мм При $H > 15$ м: $c > 0,0015H$	А
				При $H \leq 15$ м: $12$ мм $< c \leq 20$ мм При $H > 15$ м: $0,001H < c \leq 0,0015H$	Б
				При $H \leq 15$ м: $c \leq 12$ мм При $H > 15$ м: $c \leq 0,001H$	В
Р	Зміщення відміток опорних вузлів ферм і ригелів		$H1, H2$ - позначки опорних вузлів, мм $a$ - різниця відміток, мм	$a > 40$ мм	А
				$20 < a \leq 40$ мм	Б
				$5 < a \leq 20$ мм	В
Д	Зміщення елементів в вузлах Динамічні навантаження		$e$ – величина ексцентриситету, мм	$e \geq 15$ мм	А
				$5 < e \leq 15$ мм	Б
				$0 < e \leq 5$ мм	В

Як видно, при виявленні відповідної недосконалості під час обстеження, її можливо легко класифікувати та визначити ступінь небезпеки. В подальшому, якщо використовуються електронні бази даних, зафіксовані раніше параметри порівнюються з поточними значеннями під час моніторингу та, якщо ДП розвивається, у БД заноситься його існуюче дійсне значення з вказуванням величини розвитку за відповідний час. Наявність індексу «Д» або «Р» відразу вказує на вагу ДП для попереднього прийняття рішення щодо наближення до граничного стану.

Недосконалості, що безпосередньо впливають на концентрацію напружень під впливом динамічних навантажень, то розширення їх номенклатури потребує додаткових спеціальних наукових робіт. Наведені у даній роботі значення для вузлів, були отримані автором теоретичними та практичними дослідженнями на основі тензометричних методів неруйнівного контролю раніше [11].

Для порівняння у табл. 2 надано опис тих самих недосконалостей, але у вигляді, що є в існуючому ДСТУ Б В.2.6-210 [4].

Приклад опису недосконалостей за ДСТУ Б В.2.6-210

Найменування ДП	Ескіз	Опис	Технічний стан – нормальний	Технічний стан – задовільний	Категорія
Вигин окремого елемента із площини конструкції		$f_y$ – величина вигину, мм $l$ – довжина вигнутого елемента, мм	$f_y/l \leq 1/750$ $f_y \leq 1/15$ мм	Перевіряється розрахунком	A <sub>d</sub>
Гвинтоподібність елемента		$a$ – величина гвинтоподібності, мм $l$ – довжина конструкції, мм	$a/l \leq 0.001$ $a \leq 10$	$a/l \leq 0.005$ $a \leq 20$	B <sub>d</sub>
Погнутість елемента		$f$ – величина вигину, мм $l_{df}$ – довжина вигину, мм $l$ – довжина елемента, мм	$f \leq l_{df}/750$	Перевіряється розрахунком	B <sub>d</sub>
Погнутість елемента або вм'ятина у полиці		$f$ – величина вигину, мм $l_{syn}$ – довжина вигину, мм $t$ – товщина полиці, мм	Стиснута полиця $f \leq 0.4 t$ Розтягнута полиця $f \leq 2 t$	Стиснута полиця $f \leq 0.6 t$ Розтягнута полиця $f \leq 3 t$	B <sub>d</sub>
Зміщення вісі колони у верхньому перетині		$H$ – довжина колони, мм, $c$ – величина переміщення, мм	При $H \leq 15$ м: $c \leq 12$ мм При $H > 15$ м: $c \leq 0,001H$	При $H \leq 15$ м: $c \leq 20$ мм При $H > 15$ м: $c \leq 0,0015H$	B <sub>d</sub>
Зміщення відміток опорних вузлів ферм і ригелів		$H_1, H_2$ – позначки опорних вузлів, мм $a$ – різниця відміток, мм	Для безкранових будівель: $a \leq 20$ мм У будівлях з мостовими кранами: $a \leq 15$ мм	Для безкранових будівель: $a \leq 40$ мм У будівлях з мостовими кранами: $a \leq 30$ мм	B <sub>d</sub>

Як видно з табл. 2, інколи було виключено категорії Б або В, або відсутня категорія А, деякі ДП вказані без їх можливого впливу на несучу здатність та відповідальність конструкції. Крім того, значною вадою є неузгодженість категорій ДП із виконанням розрахунків для подальшого визначення технічного стану.

**Висновки та напрямки подальших досліджень.** Наданий приклад нової таблиці ДП сталевих конструкцій дозволяє чітко класифікувати недосконалості для подальших розрахунків конструкцій за граничними станами, формувати деградаційні моделі для реєстраційних баз даних, розраховувати залишковий ресурс для визначення технічного стану.

1. Індексация ДП як ресурсних та діагностичних дозволяє точно та безпосередньо оцінити вагу кожного ДП, визначити необхідність термінів його усунення.

2. Потрібні подальші дослідження номенклатури ДП для конструкції під впливом динамічних навантажень.

#### Список літератури

1. Перельмутер А.В. Стан та залишковий ресурс фонду будівельних металевих конструкцій в Україні./А.В. Перельмутер, В.М. Гордєєв, Є.В. Горохов та ін. //– К.: УІНСіЗР, 2002. – 92 с.
2. Шимановський О.В. Аналіз технічного стану та проблем експлуатації будівельних металевих конструкцій в Україні./ О.В. Шимановський, В.М. Гордєєв, М.О. Микитаренко та ін.// Будівельні конструкції.- 2001 р.- №3, С. 18-24.
3. Власюк В.С. Модернізація виробничих фондів та інфраструктури України за участю вітчизняних підприємств. ДП “Укрпромзовнішекспертиза”. 2013р. Інтернет-ресурс:

[http://www.expert.kiev.ua/images/dbases/works/Fixed\\_capital\\_modernization\\_2910.pdf](http://www.expert.kiev.ua/images/dbases/works/Fixed_capital_modernization_2910.pdf)

4. ДСТУ Б В.2.6–210:2016. Оцінка технічного стану сталевих будівельних конструкцій, що експлуатуються [Текст] – Київ: 2016. – 80 с.
5. ДБН В.2.3-6:2009 Споруди транспорту. Мости та труби. Обстеження і випробування.
6. Уманский Р.З., Маймула И.И., Гончаренко И.А. Практика выполнения технического обследования зданий и сооружений // Будівництво України. - 2011.- № 5. - С. 23 - 25.
7. Абрамов В.Н. О нормировании обследования и оценки технического состояния зданий и сооружений // Будівництво України. - 2012.- № 2. - С. 34 - 36.
8. Абрамов В.М., Колесніченко С.В. До питання оцінки технічного стану будівельних конструкцій, будівель і споруд // Будівництво України. - 2016.- № 4. - С. 2 - 4.
9. ДБН 362-92. Оцінка технічного стану сталевих конструкцій виробничих будівель і споруд, що знаходяться в експлуатації.
10. НПАОП 45.2-1.01-98. Правила обстежень, оцінки технічного стану та паспортизації виробничих будівель і споруд. Київ, Мінбуд України 1999.-35с.
11. Колесніченко С.В., Миронов А.Н., Кулик И.Н. Влияние эксцентриситета смещения решетки из плоскости К-образных узлов с поясом из широкополочного двугавра и решетки из гнутосварных замкнутых профилей на напряженно-деформированное состояние и концентрацию напряжений. Автомобільні дороги і дорожнє будівництво. Випуск 73. стор.182-186. Київ., НТУ, 2006 р.

Рукопис подано до редакції 03.04.2018

УДК 621.311.1

О.М. СІНЧУК, д-р техн.наук, проф., Криворізький національний університет  
С.М. БОЙКО, Ю.М. ШМЕЛЬОВ, кандидати техн. наук  
Кременчуцький льотний коледж Національного авіаційного університету

## ДО ПИТАННЯ ФОРМУВАННЯ ДЖЕРЕЛ РОЗОСЕРЕДЖЕНОЇ ГЕНЕРАЦІЇ В УМОВАХ ЗАЛІЗОРУДНИХ ПІДПРИЄМСТВ

**Мета.** Метою даної роботи є аналіз можливості та особливостей застосування методу лінійної згортки для вибору альтернативних джерел електричної енергії з можливих варіантів реалізації в умовах залізорудних підприємств та розрахунок ціно методикою альтернативного джерела електричної енергії для конкретних умов.

**Методи дослідження.** При проведенні розглянутого в статті дослідження було використано метод лінійної згортки, з метою визначення оптимального варіанту серед запропонованих джерел електричної енергії для формування джерел розосередженої генерації в структурі комплексу електропостачання-електроспоживання залізорудного підприємства.

**Наукова новизна.** Розв'язання даної задачі складає актуальність роботи. Її метою є адаптація методу лінійної згортки, з метою визначення оптимального варіанту серед запропонованих джерел електричної енергії для формування джерел розосередженої генерації в структурі комплексу електропостачання-електроспоживання залізорудного підприємства.

**Практична значимість.** Отримані результати розрахунку за методом лінійної згортки за якими, при заданих умовах експлуатації та монтажу вітроенергетичні установки є оптимальним варіантом серед представлених джерел альтернативної енергії для формування джерел розосередженої генерації в структурі комплексу електропостачання-електроспоживання залізорудного підприємства.

**Результати.** Враховуючи переваги та недоліки методів для вирішення багатокритеріальної задачі вибору джерела альтернативної енергії було обрано метод лінійної згортки як найбільш простий в реалізації, але при цьому достатньо об'єктивний. Для вибору джерела альтернативної енергії метод лінійної згортки дозволяє максимально виключити людський фактор з процесу формування джерел розосередженої енергії на базі альтернативних джерел енергії в умовах залізорудних підприємств за умови відповідного вибору критеріїв. Даний метод легко адаптується при зміні кількості джерел та критеріїв вибору. За результатами розрахунку за методом лінійної згортки виявлено, що при заданих умовах вітроенергетичні установки є оптимальним варіантом серед представлених джерел альтернативної енергії для формування джерел розосередженої генерації в структурі комплексу електропостачання-електроспоживання залізорудного підприємства.

**Ключові слова:** електропостачання, електричні установки, альтернативні джерела енергії, метод лінійної згортки.

doi: 10.31721/2306-5451-2018-1-46-38-43

**Проблема та її зв'язок з науковими та практичними завданнями.** Вітчизняні залізорудні підприємства (ЗРП), як з підземним способом видобутку залізорудної сировини (ЗРС) так і з відкритим (кар'єрним), відносяться до категорії енергоємних [1]. В той же час, біля 90% спожитої енергії даними видами підприємств, відноситься до розряду електричної енергії (ЕЕ).