

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

# БУДІВЕЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО



№ 61/1 /2016

Міжвідомчий науково-технічний збірник (технічні науки)

VI Міжнародна науково-технічна конференція  
присвячена 70-річному ювілею НДІБВ  
та 80-річчю від дня народження  
д.т.н., професора Балицького В.С.

## "НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ"

Забезпечення експлуатаційної придатності  
об'єктів будівництва.

Проектування, будівництво, експлуатація.  
Науково-технічний супровід.

24 – 26 травня 2017 р. м. Київ

Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України  
Академія будівництва України  
ДП "Науково-дослідний інститут будівельного виробництва" (НДІБВ)  
Київський національний університет будівництва та архітектури (КНУБА)  
ХК "Київміськбуд", СП "Основа-Солсіф", "Ізотоп" LTD (Ізраїль)

VI Міжнародна науково-технічна конференція присвячена 70-річному ювілею НДІБВ та 80-річчю від дня народження д.т.н., професора Балицького В.С.

## **"НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ"**

Забезпечення експлуатаційної придатності об'єктів будівництва.  
Проектування, будівництво, експлуатація. Науково-технічний супровід.

24 – 26 травня 2017 р. м. Київ

### **ТЕМАТИКА КОНФЕРЕНЦІЇ**

Конференція має за мету розглянути тенденції сучасного розвитку будівельної науки та технологій, ефективні рішення забезпечення експлуатаційної придатності об'єктів будівництва.

До участі у конференції запрошені відомі вчені та фахівці України та з закордону.

**Програмою конференції передбачені тематичні семінари, учасники яких отримають відповідні сертифікати.**

#### **Програма конференції**

**24 травня 2017 р.**

**9-00 – 10-00** Реєстрація учасників конференції

**10-00 – 13-30** Пленарне засідання.

**13-30 – 14-30** Обід.

**25 травня 2017 р.**

**10-00 – 13-30** Робота в секціях.

**13-30 – 14-30** Обід.

**14-30 – 18-00** Робота в секціях.

**26 травня 2017 р.**

**10-00 – 13-00** Пленарне засідання.

Екскурсії на об'єкти будівництва

Закриття конференції

Робочі мови конференції:

українська, російська, англійська.

Законодавча та нормативна база будівництва.  
Забезпечення експлуатаційної придатності об'єктів будівництва:

**На етапі проектування:**

– інженерні вишукування;

– конструктивно-технологічні рішення основ та фундаментів, несучих і огорожувальних конструкцій надземної частини, розрахунки механічного опору та стійкості;

– пожежна безпека, безпека життя та здоров'я людини, захист навколишнього природного середовища;

– енергетична придатність та економія енергії;

**На етапі будівництва:**

– організаційно-технологічні рішення;

– науково-технічний супровід складних технологічних процесів;

– визначення параметрів будівель, споруд і території забудови, якість будівництва;

**На етапі експлуатації:**

– обстеження та оцінка технічного стану;

– науково-технічний моніторинг;

– організаційні питання експлуатації;

**Економіка та організація будівельного виробництва.**

**Оргкомітет та секретаріат конференції**

**просп. В. Лобановського, 51,**

**м. Київ, 03110, Україна**

**тел. (044) 248-48-68; (044) 248-88-89**

**E-mail: conf-ndibv@ukr.net , vistavca@ukr.net.**

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

# БУДІВЕЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО



№ 61/1 /2016

Міжвідомчий науково-технічний збірник (технічні науки)

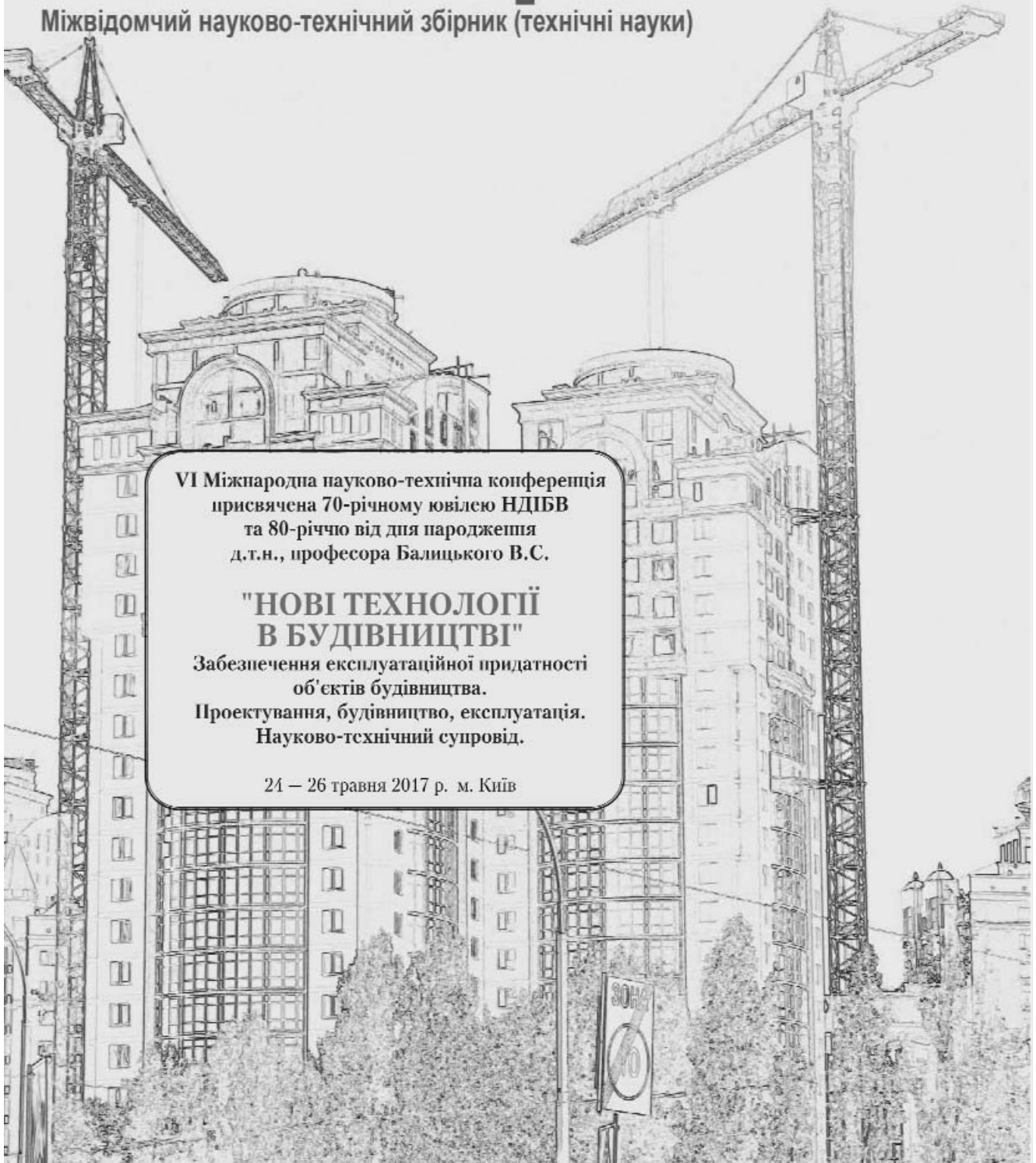
VI Міжнародна науково-технічна конференція  
присвячена 70-річному ювілею НДІБВ  
та 80-річчю від дня народження  
д.т.н., професора Балицького В.С.

## "НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ"

Забезпечення експлуатаційної придатності  
об'єктів будівництва.

Проектування, будівництво, експлуатація.  
Науково-технічний супровід.

24 – 26 травня 2017 р. м. Київ



Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації  
Серія КВ № 21921-11821ПР від 23.03.2016 р.  
Наказ Міністерства освіти і науки України про реєстрацію фахового видання  
№ 515 від 16.05.16 р.(технічні науки) та № 1222 від 07.10.2016 (економічні науки)

Міжвідомчий науково-технічний збірник видається з 1965 року.

Співзасновниками є: ДП “Науково-дослідний інститут будівельного виробництва” (ДП “НДІБВ”) і Київський національний університет будівництва і архітектури (КНУБА).

Розглянуто питання становлення саморегулювання в будівництві, економічної ефективності енергозберігаючих заходів у будівництві, механізму оптимізації діяльності будівельних підприємств, удосконалення технології та організації виконання робіт у промисловому і цивільному будівництві, висвітлено нові напрямки в технології будівельних процесів.

Для співробітників науково-дослідних та проектних інститутів, спеціалістів будівельних організацій, викладачів і студентів вищих навчальних закладів.

Редакційна колегія:

к.т.н. Галінський О.М. – головний редактор;

к.е.н. Вахович І.В. – заступник головного редактора;

к.е.н. Молодід О.О. – секретар;

д.т.н., проф. Білоконь А.І. (Україна); д.т.н., проф. Вечеров В.Т. (Україна); д.т.н., проф. Городецький О.С. (Україна); д.т.н., проф. Долотов О.В. (США); д.т.н., проф. Дорофєєв В.С. (Україна); д.т.н., проф. Клованич С.Ф. (Польща); д.т.н., проф. Кравчуновська Т.С. (Україна); д.т.н., проф. Менейлюк О.І. (Україна); д.т.н., проф. Михайленко В.М. (Україна); д.т.н., проф. Млодецький В.Р. (Україна); д.т.н., проф. Осипов О.Ф. (Україна); д.т.н., проф. Пилипенко В.М. (Білорусь); д.т.н., проф. Плоский В.О. (Україна); докт. Радей Карел (Чехія); д.т.н., проф. Радкевич А.В. (Україна); д.т.н., проф. Савйовський В.В. (Україна); д.т.н., проф. Тугай О.А. (Україна); д.т.н., проф. Тонкачєєв Г.М. (Україна); д.т.н., проф. Шатов С.В. (Україна); д.т.н., проф. Шумаков І.В. (Україна); д.т.н., проф. Файвусович О.С. (Україна); д.е.н., проф. Бондар О.А. (Україна); д.е.н., проф. Бондаренко Є.В. (Україна); д.е.н., проф. Дмитренко Г.А. (Україна); д.е.н., проф. Куліков П.М. (Україна); д.е.н., проф. Лакатош Янош (Угорщина); д.е.н., проф. Лич В.М. (Україна); д.е.н., проф. Сломски Войтех (Словаччина); д.е.н., проф. Сиройч Здислав (Польща); д.е.н., проф. Сухоруков А.І. (Україна); д.е.н., проф. Рижакова Г.М. (Україна); д.е.н., доц. Стеценко С.П. (Україна); д.е.н., проф. Сорокіна Л.В. (Україна); д.е.н., проф. Трейковські Маріан (Македонія); д.е.н., проф. Фінгер Матіас (Швейцарія); к.е.н. Заблоцький Є.Й. (Україна).

Літературний редактор Колесник Н.В.

Комп’ютерна верстка та графіка Сирота О.В.

Мови видання: українська і російська.

Затверджено до друку Вченою радою інституту

протокол № 4 від 30.11.2016 р. №61/1 (технічні науки), №61/2 (економічні науки)

Адреса редколегії збірника:

03110, Київ, МСП, проспект Лобановського (Червонозоряний), 51. Тел. 248-48-68

www.ndibv.kiev.ua. e-mail:vistavca@ukr.net

24 – 26 травня 2017 р в ДП "НДІБВ" відбудеться VI Міжнародна науково-технічна конференція, яка присвячена 70-річному ювілею НДІБВ та 80-річчю від дня народження д.т.н., професора Балицького В.С.

**"Нові технології в будівництві:  
Забезпечення експлуатаційної придатності об'єктів будівництва.  
Проектування, будівництво, експлуатація. Науково-технічний супровід"**

Під час проведення конференції буде розглянуто широке коло питань, пов'язаних із законодавчою та нормативною базою забезпечення експлуатаційної придатності об'єктів будівництва, інженерних вишукувань, науково-технічного супроводу складних технологічних процесів, обстеження та оцінки технічного стану будівель і споруд, економіки та орга-

нізації будівельного виробництва тощо. Також передбачено обмін досвідом між провідними фахівцями будівельної галузі під час дружньої вечері, проведення екскурсії по м. Києву тощо.

Матеріали конференції будуть опубліковані у фахових виданнях ДП "НДІБВ": "Будівельне виробництво" та "Нові технології у будівництві".

Програмою конференції передбачено проведення тематичних семінарів.

**ТЕМАТИКА Пленарного засідання конференції  
24.05.2017 р.**

1. Роль держави у забезпеченні експлуатаційної придатності об'єктів будівництва на всіх етапах життєвого циклу.
2. Взаємозв'язок вузівської та галузевої науки - шлях до підвищення безпеки будівництва та експлуатації будівель та споруд.
3. Законодавча та нормативна база щодо безпеки будівництва та експлуатації будівель та споруд.
4. Досвід будівництва та експлуатації житлових комплексів в м. Києві. Проблемні питання.
5. Розвиток будівельної науки - один з напрямків роботи Академії будівництва України.
6. Науково-технічний супровід на всіх етапах життєвого циклу об'єктів будівництва.
6. Досвід фірми "ІЗОТОП" з контролю якості будівництва в Ізраїлі.
7. Технологічні аспекти будівництва заглиблених частин будівель та споруд.
8. Енергозбереження у будівництві в Україні - сучасні тенденції, перспективи.
9. Реконструкція застарілого житлового фонду для забезпечення експлуатаційної придатності будівель та споруд.
10. Метрологічне забезпечення будівництва.
11. BIM-технології - ефективний інструмент проектування, організації та управління проектами на всіх етапах життєвого циклу будівель та споруд.
12. Вдосконалення системи договірних відносин в будівництві з урахуванням зарубіжного досвіду.
13. Сучасні вимоги до організації будівництва, як запорука безпеки експлуатації будівель та споруд.

На пленарному засіданні за зазначеною тематикою плануються виступи керівників та провідних фахівців Мінрегіону України, Академії будівництва України, Конфедерації будівельників України, КНУБіА, НДІ будівельного виробництва, НДІ будівельних конструкцій, фахівців будівельної галузі зарубіжжя.

Робочі мови конференції: українська, російська, англійська.

**ТЕМАТИКА СЕКЦІЇ-СЕМІНАРУ № 1  
"БЕЗПЕКА БУДІВНИЦТВА ТА ЕКСПЛУАТАЦІЯ  
НЕСУЧИХ ТА ОГОРОДЖУВАЛЬНИХ  
КОНСТРУКЦІЙ ЗАГЛИБЛЕНИХ ЧАСТИН  
БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД"**

**25.05.2017 р.**

1. Нормативне забезпечення проектування та будівництва фундаментів та огороджувальних конструкцій котлованів.
2. Вплив будівництва фундаментів та заглиблених частин будівель і споруд на оточуючу забудову.
3. Будівництво фундаментів глибокого закладання в складних інженерно-геологічних умовах.
4. Науково-технічний супровід улаштування фундаментів глибокого закладання та контроль їх якості.
5. Технологічні аспекти проектування та виконання будівельних робіт з підсилення фундаментів будівель.
6. Сучасні методи гідроізоляції заглиблених частин будівель та споруд.
7. Дренажні системи заглиблених споруд та зсувонебезпечних схилів.
8. Будівництво заглиблених споруд в умовах ущільненої забудови.
9. Забезпечення стійкості огороджувальних конструкцій котлованів. Конструктивно-технологічні рішення. Розрахунки.
10. Вплив вібрації будівельних машин та транспорту на оточуючу забудову. Способи захисту.

**ТЕМАТИКА СЕКЦІЇ-СЕМІНАРУ № 2  
"ОЦІНКА ТЕХНІЧНОГО СТАНУ  
ТА ІНСТРУМЕНТАЛЬНИЙ МОНІТОРИНГ  
БУДІВЕЛЬ, СПОРУД І ТЕРИТОРІЇ ЗАБУДОВИ"**

**25.05.2017 р.**

1. Законодавча та нормативна база з питань:  
- експлуатаційної придатності будівель і споруд;  
- обстеження та оцінки технічного стану будівель і споруд;

- метрологічного та топогеодезичного забезпечення будівництва та експлуатації будівель і споруд.

2. Обстеження будівель і споруд та оцінка їх технічного стану:

- визначення параметрів будівель, споруд і території за будови інструментальними методами;

- науково-технічний моніторинг для забезпечення експлуатаційної придатності об'єктів;

- особливості обстеження та оцінки технічного стану:

- об'єктів енергетичного комплексу;

- висотних будинків;

- об'єктів незавершеного будівництва;

- досвід обстеження та оцінки технічного стану будівель і споруд.

3. Інженерні вишукування для будівництва.

4. Ефективність застосування інструментальних методів при будівництві та експлуатації будівель і споруд.

5. Питання організації підготовки та сертифікації спеціалістів з неруйнівного контролю для визначення параметрів будівель і споруд і території за будови.

### ТЕМАТИКА СЕКЦІЇ-СЕМІНАРУ № 3

"ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД"

25.05.2017 р.

1. Законодавча та нормативна база з питань енергозбереження в будівництві.

2. Організаційно-фінансові механізми реалізації проектів з підвищення енергоефективності:

- організаційні заходи щодо реалізації проектів з енергозбереження в житлово-комунальному господарстві;

- механізми фінансування реалізації проектів з підвищення енергоефективності;

- зарубіжний досвід організації та фінансування реалізації проектів з підвищення енергоефективності;

- реалізація механізму ЕСКО-контрактів в Україні;

- правові бар'єри енергетичного контрактингу в Україні;

- оцінка та оптимізація окремих заходів і проектів комплексної термомодернізації;

- особливості підготовки інвестиційних проектів в галузі енергоефективності.

3. Енергозберігаючі рішення в теплогенерації та інженерних системах:

- комплексні інженерні рішення теплогенерації, організаційні та технічні заходи;

- енергозберігаючі заходи у внутрішньобудинкових системах;

- нетрадиційні та відновлювальні джерела енергії;

- виробництво енергії з відходів.

4. Конструктивні рішення термомодернізації огорожувальних конструкцій:

- типові помилки при проектуванні;

- практичний досвід реалізації;

- енергозберігаючі та теплоізоляційні матеріали - переваги та недоліки.

5. Пасивні будинки:

- основні принципи проектування;

- основні аспекти при новому будівництві та реконструкції.

### ТЕМАТИКА СЕКЦІЇ-СЕМІНАРУ № 4

"ЕКОНОМІЧНІ, ОРГАНІЗАЦІЙНІ ТА УПРАВЛІНСЬКІ ЗАСАДИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ПРИДАТНОСТІ БУДІВЕЛЬ ТА СПОРУД"

25.05.2017 р.

1. Організація та управління експлуатацією житлових будинків. Законодавча та нормативна база.

2. Оцінка ефективності проектних, організаційно-технологічних та управлінських рішень з урахуванням стадії життєвого циклу об'єкта.

3. Організація роботи служби експлуатації промислових підприємств.

4. Саморегульвні організації:

- зарубіжний та вітчизняний досвід саморегулювання в будівництві та управлінні житловим фондом;

- роль саморегульвних організацій в забезпеченні якості будівельної продукції, експлуатаційної придатності будівель і споруд.

5. Вдосконалення системи договірних відносин у будівництві:

- практичний досвід реалізації міжнародних форм будівельних контрактів в Україні;

- інженер-консультант - новий суб'єкт інвестиційно-будівельної діяльності в Україні

6. BIM-технології - ефективний інструмент проектування, організації та управління проектами на всіх стадіях життєвого циклу будівель і споруд:

- зарубіжний досвід;

- перспективи впровадження в Україні;

- особливості визначення вартості проектів з використання BIM-технологій.

**Учасники семінарів отримують відповідні сертифікати.**

### Секретаріат конференції.

**Червяков Юрій Миколайович**, к.т.н., заступник директора ДП "Науково-дослідний інститут будівельного виробництва";

**Галицький Олександр Михайлович**

т/ф: +38 (044) 248-48-68,

**Молодід Олена Олексіївна**, к.е.н.

т.: +38 (044) 248-48-88

E-mail: conf-ndibv@ukr.net , vistavca@ukr.net.

Заявки на участь у конференції приймаються до 15 травня 2017 р.

Форма заявки розміщена на сайті ДП НДІБВ [www.ndibv.kiev.ua](http://www.ndibv.kiev.ua).

**Тези доповідей, оформлені згідно вимог, необхідно надіслати до 15 квітня 2017 р. поштою, факсом, або на електронну адресу: conf-ndibv@ukr.net , vistavca@ukr.net.**

УДК69:002;69.059

*Григоровський П.Є., к.т.н. ДП НДІБВ, м. Київ  
Терентьєв О.О., проф., д.т.н., КНУБА, м. Київ*

## **ІНТЕГРОВАНІ МОДЕЛІ, ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ЗАДАЧІ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬ**

### **АНОТАЦІЯ**

Проведені дослідження дозволяють запропонувати підхід до вирішення завдання вибору тієї чи іншої моделі, що описує зміну динаміки вимірюваних даних внаслідок старіння та зносу конструкцій, дозволяють обґрунтовано вибирати ступінь складності моделі, що забезпечує найвищу точність прогнозу з моменту настання пошкодженого стану.

Ключові слова: інтегровані моделі, діагностика технічного стану, інформаційна технологія, прогнозування надійності прийняття рішень.

### **Актуальність та аналіз проблеми**

В даний час найбільш активно використовуються алгоритми прогнозування термінів настання експлуатаційної придатності будівель, що засновані на застосуванні методів математичної статистики, теорії розпізнавання образів і синергетики. Відмінною особливістю цих алгоритмів є виявлення часових характеристик показників надійності розрахункових параметрів.

Найбільш інформативним параметром, що характеризує рівень технічного стану будівель є напружений стан елементів будівель. У загальному випадку, рівень складності апроксимуючої функції залежить не тільки від самого змінюваного параметра, але і від рівня шумової складової вимірювань і обсягу вибірки.

Вибір тієї чи іншої моделі, що описує зміни показників надійності функціонування технічного стану, є найбільш відповідальним та складним етапом прогностичної процедури.

Спрощення моделі призводить до зменшення точності прогнозу часу настання експлуатаційної придатності будівель. Зайве ускладнення моделі може призвести до нестійкості алгоритму ідентифікації і позбавити ідентифікаційні моделі пророчої сили. Крім того, необхідно враховувати, що ступінь складності моделі залежить не тільки

від ідентифікованого параметра, але і від рівня похибки первинних вимірювань.

### **Мета дослідження**

Представляється актуальна багатокритеріальна задача вибору оптимального ступеня складності моделей, що описують зміну показників надійності будівель.

При виборі методу вирішення поставленого завдання постає дві додаткові умови.

Перша модель повинна відповідати прогнозуючим властивостям, тобто при екстраполяції на деякий проміжок часу її значення не повинно "розбтовуватися". Ця умова накладає обмеження на ступінь складності функцій — для надто складної моделі малі помилки вимірювань, не помітні на інтервалі інтерполяції, на етапі прогнозу можуть радикально змінювати поведінку модельної функції.

По-друге, припускаємо, що обсяг вибірки даних, за якою будується модель, невеликий. Це пов'язано з тим, що найбільш достовірною інформацією зберігається в базах даних сучасних інформаційних систем, що охоплює часовий інтервал у 5-6 років.

Складність задачі оптимального вибору апроксимуючої функції, що описує ту чи іншу зміну показників експлуатації будівель, посилюється помилками вимірювань, які проявляються у вигляді накладення шуму на координати експериментальних точок.

Одним з найбільш точних та інформативних показників технічного стану, що контролює інформаційні системи, є зміна у часі напруженого стану конструкцій.

Аналіз представлених емпіричних даних показує, що динаміка зміни даних перед різними типами пошкоджень відрізняється кардинальним чином.

Дійсно, використовуючи один або кілька класичних критеріїв (мінімум величини дисперсії адекватності, критерій Тейла) і схему стандартного методу найменших квадратів (МНК), можна побудувати модель з бажаним ступенем точності, не порушуючи при цьому принципу Пуанкаре (точність моделі не може перевершувати точності первинної інформації). Однак це не дає вирішення прогностичності завдання — визначення моменту пошкоджень, так як найкраща на етапі навчання модель не завжди є і більш точною екстраполяцією майбутнього сценарію розвитку.

Приведемо це на прикладі прогнозу моменту настання пошкоджень. Попередня селекція еле-

ментарних функцій, що описують таку поведінку експериментальних кривих, показала, що найбільш точні (в сенсі дисперсії адекватності) поліноміальні залежності.

Аналіз отриманих результатів показує, що помилка прогнозу моменту настання пошкоджень лінійною моделлю становить 56%, поліномом 3-го ступеня 14%, поліномом 2-го ступеня 2%. У той же час величина дисперсії адекватності цих моделей на етапі навчання практично однакова. Таким чином, стає очевидною необхідність використання додаткових методів обробки даних, що в повній мірі реалізують інформаційні можливості систем.

### Виклад основного матеріалу

Сформулюємо нашу задачу з урахуванням усіх зауважень.

За динамікою даних напруги несучих конструкцій будівель за деякий період часу необхідно побудувати найкращу модель розвитку дефекту по двом критеріям-точність апроксимації плюс точність прогнозу.

Найбільш ефективним інструментом вирішення подібного роду завдань є метод структурної мінімізації середнього ризику. Адаптуємо цей метод до умов нашої задачі.

В інформаційній базі системи зберігається безліч локальних баз даних,  $\{x_j\}$ , кожна з яких представляє собою ретроспективний часовий ряд зміни показника експлуатації в часі  $i=1,2,\dots, L$ , де  $L$  визначається частотою опитування первинних датчиків.

Припустимо, що на підставі аналізу цих масивів даних будуються моделі виду  $y=y(x)$  (у розглянутому випадку  $Q = Q(t)$ , де  $Q(t)$  – зміна напруженого стану внаслідок зносу конструкцій,  $t$  – час). В такому разі, у розпорядженні є вибірка  $\{x_i y_j\}$ , де  $y_j$   $y$ , – модельне значення функції, що відповідає експериментально вимірюваному значенню параметра  $x_i$ .

Враховуючи, що експериментальні дані завжди вимірюються з деякою похибкою, введемо в розгляд перешкоду вимірювання  $\varepsilon_i$ . Тоді шукана модель прийме остаточний вигляд:

$$y = F(x_i) + \varepsilon_i \quad (1)$$

Припускаючи, що клас функцій, у якому шукається регресія  $y(x)$ , є параметричним з параметрами  $a$ , задачу можна звести до мінімізації функціоналу емпіричного ризику:

$$I_o(a) = \frac{1}{L} \sum_{i=1}^L (y_i - F(x_i, a))^2 \quad (2)$$

де  $y_i$  – модельне значення параметра з урахуванням перешкоди виміру;

$F(x_i, a)$  – моделююча функція;

$L$  – обсяг вибірки вимірювань, визначається частотою опитування первинних датчиків.

В роботі показано, що для критерію (3.36) можуть бути отримані верхні оцінки виду:

$$I(a) \leq I_m(a) = I_o(a) \Omega \left( \frac{1}{h}, \frac{l_{n\eta}}{L} \right), \quad (3)$$

справедливі з імовірністю  $1-\eta$ . Величина  $h$  являє собою ємність класу функцій  $F(x,a)$  і визначає складність ідентифікованої моделі. Зокрема, якщо розглядається клас лінійних за параметрами функцій:

$$F(x, a) = \sum_{i=1}^n a_i \psi(x), \quad (4)$$

де  $h=n$ , тобто ємність класу функцій (складність моделі) дорівнює числу шуканих параметрів  $n$ .

Величина  $1/\eta$  визначає відносний обсяг вибірки. Структура другого множника (3) така, що з ростом  $1/h$  величина зменшується, прагнучи до одиниці.

Функціонал (2) зі збільшенням  $1/h$ , як правило, збільшується. Тому існує деяке оптимальне значення  $1/h$ , при якому верхня оцінка середнього ризику (його гарантоване значення) досягає мінімуму, це значення  $1/\Omega$  і визначає оптимальну складність шуканої функції.

У відповідності з рекомендаціями при відновленні регресії в класі функцій (4) в якості критерію  $\Omega$  використовуємо величину:

$$\Omega = \left[ \frac{1}{1 - \sqrt{\frac{n(l_n \frac{1}{n} - l_{n\eta})}{L}}} \right], \quad (5)$$

$$[Z]_{\infty} = \begin{cases} z, & z \geq 0 \\ \infty, & z < 0 \end{cases}$$

В роботі відмічено, що вирішення поставленої двоїстої задачі вдається отримати у разі використання досить великих вибірок експериментальних даних (обсяг  $L > 20$  вимірювань). У разі подальшого розвитку дефектів і при побудові відповідних моделей ця вимога не виконується, і метод СМСР стає надто грубим, що свідомо надає перевагу



більш простим моделям. Найбільш ефективні результати для подолання подібного роду труднощів у ряді випадків можуть бути досягнуті шляхом залучення методів теорії нечітких множин.

Стосовно задачі під поняттям приналежності до того або іншого об'єкта будемо розуміти значення  $\{y_i\}$ , обчислені за допомогою різних моделей ( $i$  – кількість розглянутих моделей).

Нечіткими множинами  $A$  в  $U$  називається сукупність пар виду  $(u, \mu_A(u))$  де  $u \in U, \mu_A(u)$  функція належності нечіткої множини  $A$ . Близькість функції  $\mu_A(u)$  до 1 є кількісною мірою впевненості в тому, що елемент належить множині  $A$ .

Використання понять теорії нечітких множин дозволяє звести пошук сталого вирішення багатокритеріальної задачі до задачі пошуку екстремуму функції належності, яка визначається як:

$$\mu(a, n) = (\mu_o(I_o(a, n))\mu_o(n))^{0,5}, \quad (6)$$

де  $\mu_o(I_o)$  і  $\mu_o(n)$  – функції належності нечітких множин "малі значення емпіричного ризику" та "мала складність моделі". Ці функції можуть бути визначені наступним чином:

$$\begin{aligned} \mu_o(I_o) &= \psi\left(\frac{I_o}{L_i}, m_1\right), \\ \mu_o(n) &= \psi\left(\frac{n}{0,5L}, m_2\right), \\ \psi(t, m) &= \begin{cases} 1-t^m, & 0 \leq t \leq 0 \\ 0, & t > 0 \end{cases} \end{aligned} \quad (7)$$

де  $L_i$  – значення функціоналу емпіричного ризику, що відповідає числу параметрів  $m_1$  і  $m_2$  – показники ступеня, що визначають ставлення алгоритму до зменшення емпіричного ризику і збільшення складності моделі.

В якості інформаційного масиву для побудови найкращої моделі прогнозу моменту настання пошкодження будемо використовувати 30-ти добове вимірювання даних, а в якості конкуруючих гіпотез розглянемо поліноми. Результати проведених розрахунків представлені в табл. 1.

МНК рекомендує максимальний ступінь складності апроксимуючої функції. Це цілком зрозуміло, оскільки МНК прагне мінімізувати відхилення експериментальних точок від апроксимуючої залежності, а це реалізується тільки при максимальній складності полінома. Метод СМСР допускає застосування інтерполюючого полінома зі ступенями  $n=1$  та  $n=2$ , тоді як методи теорії нечітких множин однозначно вказують, що оптимальним є ступінь полінома  $n=2$ , що повністю підтверджує достовірність результатів.

Чисельна оцінка "прогнозуючої здатності" розглянутих моделей проводилася на підставі визначення величин середньоквадратичних відхилень (СКВ) експериментальних точок від відповідних модельних функцій, що і визначає точність прогнозу. У нашому випадку величини СКВ рівні 1.24, 0,26 та 2.31 для поліномів 1-ої, 2-ої і 3-го ступеня відповідно. Тому очевидно, що здатність до прогнозу найбільш висока у полінома другого ступеня, що збігається з висновком, отриманим на основі теорії нечітких множин 100.

Аналіз отриманих результатів свідчить про те, що запропонований метод визначення оптимальної складності моделі дозволяє отримувати найбільш високу точність прогнозу моменту настання пошкоджень. У всіх розглянутих випадках збільшення точності прогнозу становить 20 – 30%.

При цьому слід зауважити, що різниця у виборі моделі, рекомендованої методом СМСР і мето-

Таблиця 1 Обґрунтування вибору найбільш прийнятної прогностичної моделі визначення моменту настання пошкодженого стану

Складність моделі	Критерій вибору моделі оптимальної складності		
	$I_o$	$I_m$	$\mu 10^4$
$n=1$	0,024	0,0124	3,44
$n=2$	0,020	0,0124	2,48
$n=3$	0,014	0,0126	2,63

дами теорії нечітких множин, збільшується зі зменшенням обсягу вибірки вимірювань даних. При досить великих вибірках (як правило,  $L > 20$ ) результати розрахунків за обома методами практично збігаються.

**Висновок.** Проведені дослідження дозволяють зробити висновок про те, що запропонований підхід до вирішення завдання вибору тієї чи іншої моделі, що описує зміну динаміки виміряних даних внаслідок старіння та зносу конструкцій, дозволяє обґрунтовано вибирати ступінь складності моделі, що забезпечує найвищу точність прогнозу з моменту настання пошкодженого стану.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Терентьев О.О. *Моделі визначення фізичного зношення конструктивних елементів будівлі для задач діагностики технічного стану* / Баліна О.І., Шабала Є.Є. // — К.: *Управління розвитком складних систем, збірник наукових праць, випуск 26/2016, КНУБА, 2016.* — С. 153-157.

2. Терентьев О.О. *Основи організації нечіткого виведення для задачі діагностики технічного стану будівель та споруд [Текст]* // О.О. Терентьев, Є.Є. Шабала, Б.С. Малина // — К.: *Управління розвитком складних систем, збірник наукових праць.* — КНУБА, 2015. — №22. — С. 138 — 143.

3. Терентьев О.О. *Інформаційна технологія системи діагностики технічного стану будівель на основі дослідження мікросейсмічних коливань* / Шабала Є.Є, Малина Б.С. // — К.: *Управління розвитком складних систем, збірник наукових праць, випуск 23/2015, КНУБА, 2015.* — С.133 — 139.

4. Olexander Terentyev *Development of models and methods for determining the physical deterioration of*

*items for the task of diagnostics of technical condition of buildings and structures* / Olexander Poltorak // — *Scientific Journal "ScienceRise" №8/2(25), August 2016.* — P. 14-19.

5. Olexander Terentyev *The Method of Direct Grading and the Generalized Method of Assessment of Buildings Technical Condition [Text]* // Olexander Terentyev, Mykola Tsiutsiura // — *International Journal of Science and Research (IJSR), Volume 4 Issue 7, July 2015.* — P. 827-829.

#### АННОТАЦІЯ

Проведенные исследования позволяют предложить подход к решению задачи выбора той или иной модели, описывающей изменение динамики измеренных данных вследствие старения и износа конструкций, позволяет обоснованно выбирать степень сложности модели, что обеспечивает высочайшую точность прогноза с момента наступления поврежденного состояния.

Ключевые слова: интегрированные модели, диагностика технического состояния, информационная технология, прогнозирования надежности принятия решений.

#### ANNOTATION

The conducted research allows to propose an approach to solving the problem of choosing a model describing the change in the dynamics of the measured data due to the ageing and deterioration of structures, allow to choose the degree of complexity of the model that provides the highest accuracy of the forecast since the onset of the corrupted state.

Key words: integrated model, diagnostics of the technical condition, information technology, forecasting the reliability of decision-making.

УДК 624.05

*Менейлюк А.И., д.т.н.**Петровский А.Ф., к.т.н.**Борисов О.О., к.т.н.*

## РАЗРАБОТКА СТРУЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННОГО ЭКРАНА

### АННОТАЦИЯ

Разработана технология устройства противофильтрационных экранов и завес под источниками загрязнения с применением горизонтально-направленного бурения и струйного монитора. Представлены основные технологические процессы выполнения работ. Приведены технико-экономические показатели устройства противофильтрационного экрана по струйной технологии.

Ключевые слова: Струйные технологии, противофильтрационный экран, технико-экономические показатели, источники загрязнения, горизонтально-направленное бурение.

### Постановка проблемы.

С каждым годом возрастает объем строительных работ, выполняемых с целью охраны окружающей среды от фильтрации вредных промышленных отходов и веществ из различного рода отстойников, накопителей и хранилищ [1,2].

В большом разнообразии существующих технологий устройства противофильтрационных экранов, основное место отводится экранам, которые устраиваются открытым способом [3-5]. Однако, целый ряд вышеуказанных сооружений, не представляется возможным перенести или осушить, для производства таких работ.

Технология устройства горизонтального противофильтрационного экрана закрытым способом может найти широкое применение при возведении самых разнообразных гидротехнических и водопроводно-канализационных сооружений, таких как водопроводные и канализационные насосные станции, емкостные сооружения и сооружения для очистки воды и стоков, каналы и дренажные коллекторы, а также для защиты сооружений и зданий от подтопления [6,7]. Хотя такие технологии также не лишены недостатков, существуют грунтовые условия, в которые применение закрытых способов может быть ограничено, например

присутствие твердых включений, размер которых не даст возможности пройти по заданной траектории рабочему органу.

Указанные факторы обуславливают необходимость разработки инновационной технологии устройства горизонтального противофильтрационного экрана закрытым способом на базе горизонтально-направленного бурения.

### Формулировка цели исследования.

Разработка струйной технологии и определение технико-экономических показателей устройства противофильтрационного экрана на основе горизонтально-направленного бурения.

### Основные результаты исследования.

Разработанная технология направлена на комплекс работ по устройству противофильтрационного экрана (ПФЭ) закрытым способом для локализации могильника радиоактивных отходов (РАО). Конструктивно могильник РАО представляет собой котлован (искусственное заглубление в рельефе местности) с размерами в плане 32 x 50 м и глубиной 3 м. Грунт представлен в виде суглинка с обломками скальных пород.

Представленный в технологической карте способ создания горизонтального ПФЭ эффективен в случаях, когда в грунте есть твердые включения, при которых не возможно применение существующих технологий.

Горизонтальный противофильтрационный экран располагается под хранилищем и огибает подземную часть сооружения. Суммарная площадь всех элементов ПФЭ составляет 3186 м<sup>2</sup>.

В состав работ по данному объекту входят:

- пилотное бурение скважин по заданной проектом траектории;
- расширение скважины и затягивание в неё струйного монитора;
- разработка грунта высоконапорными струями раствора с одновременным заполнением полости противофильтрационным материалом;
- устройство вертикальных элементов ПФЭ;
- устройство замыкающих элементов ПФЭ.

Бурение скважин производят методом горизонтально направленного бурения (ГНБ) установкой Navigator D7x11 Series II фирмы "Vermeer".

### Организация и технология выполнения работ.

Устройство такого типа экрана состоит из двух отдельных технологий. Первая — это устройство горизонтального экрана с помощью ГНБ и струйного монитора, а вторая устройство вертикальной

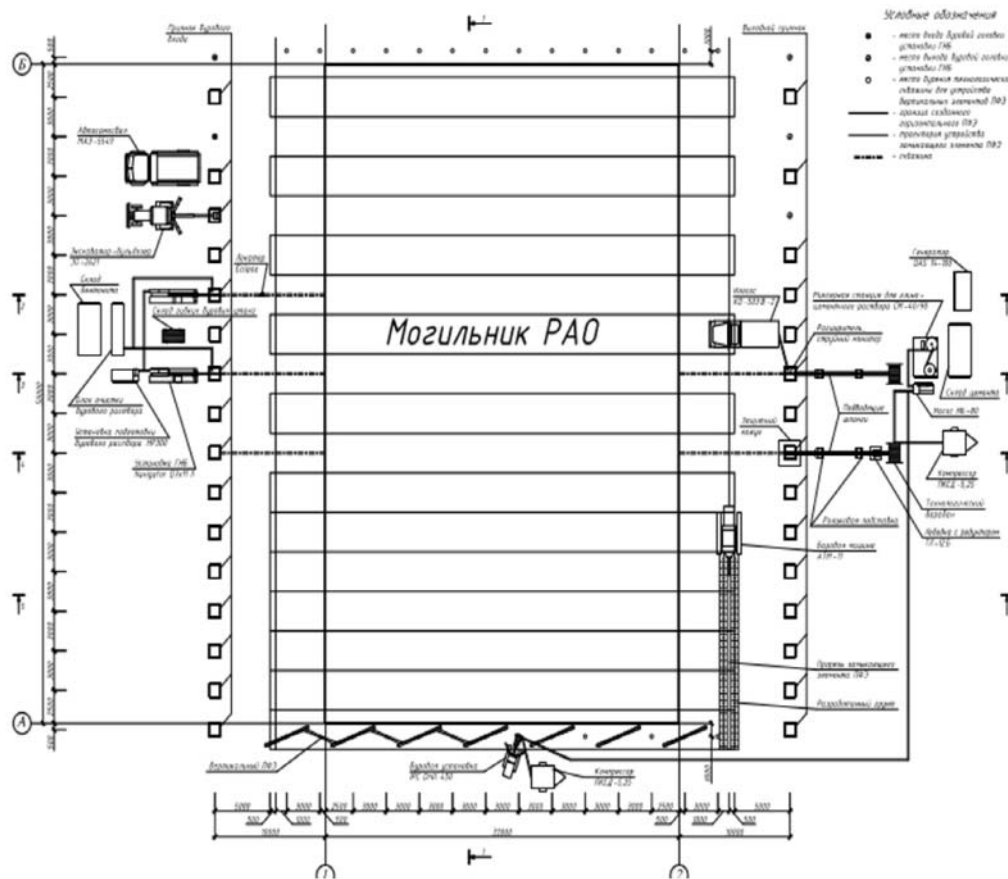


Рис. 1. Схема устройства ПФЭ по струйной технологии

противофильтрационной завесы по известному способу. На (рис. 1) показана схема устройства экрана по инновационной технологии.

На схеме мы можем увидеть, что технологическое оборудование размещается с двух сторон от сооружения. Слева на рисунке расположена машина для ГНБ при помощи которой прокладываются пилотные скважины с дальнейшим расширением до диаметра струйного монитора, а справа устройства для протягивания струйного монитора с одновременным устройством самого экрана.

Все работы по размещению технологического оборудования и созданию направляющих скважин выполняются по известной технологии бурения. Проложена пилотная скважина диаметром 90 мм. Скважину устраивают на глубину 5 м. Длина скважины составляет 53 м. Бурение производят со скоростью 3 м/мин. Следует подробнее остановиться на работах, связанных с использованием струйного монитора.

После завершения пилотного бурения выполняется расширение скважины до диаметра 150 мм за один проход с одновременным затягиванием струйного монитора со скоростью 2 м/мин. (рис. 2).

При этом буровая головка отсоединяется от буровых штанг и вместо неё присоединяется риммер — расширитель обратного действия. За риммером, через специальный шарнир (вертлюг) и переходник, к плети подсоединяется струйный монитор, который затягивается в скважину одновременно с её расширением.

Для обеспечения беспрепятственного протягивания объекта через расширенную скважину диаметр должен на 25-30% превышать диаметр объекта.

Создание противофильтрационного экрана под сооружением производят с применением технологии струйной цементации грунтов. Сущность ее заключается в использовании энергии высоконапорной струи раствора для разработки грунта и одновременного заполнения полости противофильтрационным материалом, при этом происходит перемешивание грунта с раствором. Для этой цели применяется оборудование, основную часть которого составляет струйный монитор (рис. 3) с размещёнными на его поверхности жидкостными насадками (соплами). Назначение сопел — преобразование высокого давления раствора, развиваемого

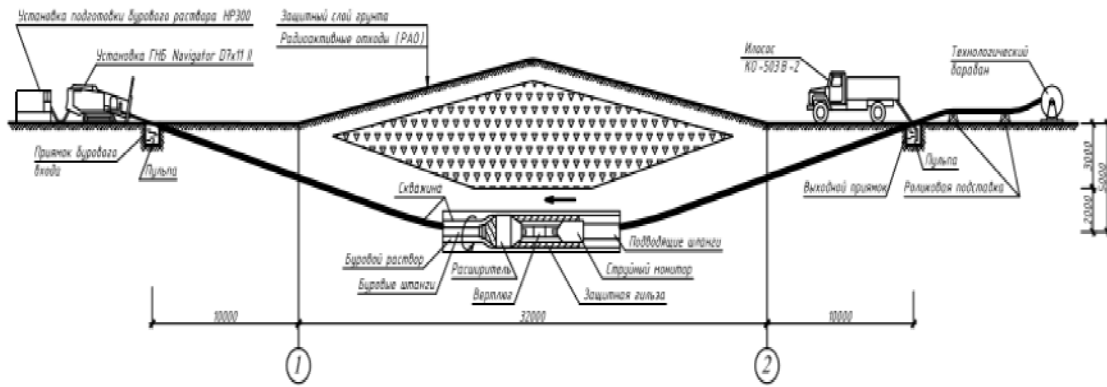


Рис. 2. Расширение скважины и затягивание в неё струйного монитора

цементировочным насосом, в кинетическую энергию струи. К верхнему торцу монитора подсоединяются подводящие трубопроводы. Для повышения эффективности действия струи раствора мониторы оснащаются дополнительным соплом. Оно выполняется в виде кольцевого зазора вокруг водяного сопла. Через этот зазор-насадку подаётся сжатый воздух. Образующаяся при этом воздушная рубашка отделяет струю от подземной воды и бурового раствора и тем самым увеличивает дальность её действия.

Перед началом работ с применением струйной технологии должны быть установлены и подготовлены к работе все необходимые механизмы и

оборудование, а также приготовлен глиноцементный раствор.

Основные параметры струйной технологии:

- портландцемент – М400;
- бентонитовый порошок – ПБМ-16;
- водоцементное отношение раствора – от 0,8 до 1,0;
- давление нагнетания раствора – 6-10 МПа;
- производительность подачи цементного раствора – 7-10 м<sup>3</sup>/ч;
- давление сжатого воздуха – 0,7 МПа;
- производительность подачи сжатого воздуха – 5,25 м<sup>3</sup>/мин;
- количество сопел для раствора – 2 шт;

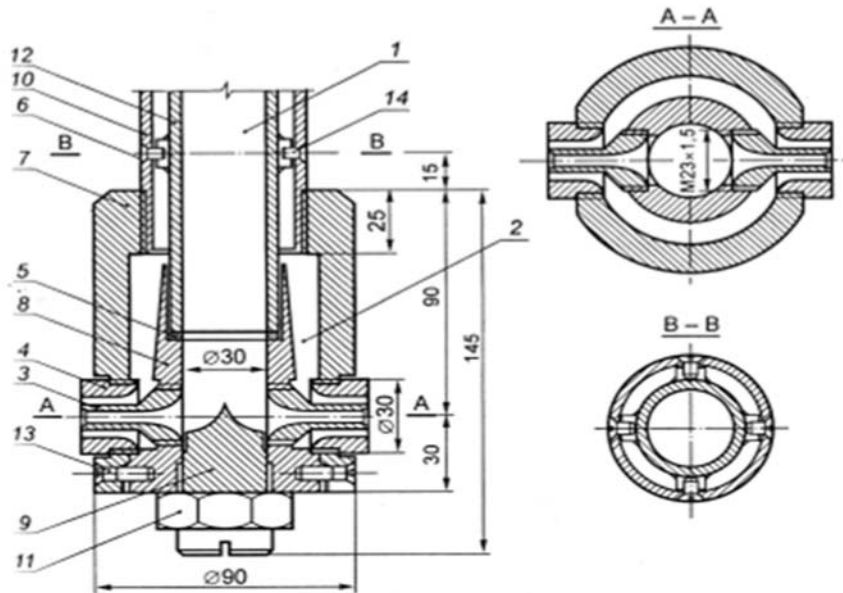


Рис. 3. Двухкомпонентный струйный монитор:

- 1 – канал для подачи размывающей жидкости; 2 – канал для сжатого воздуха; 3 – насадка (сопло) для размывающей жидкости; 4 – воздушная насадка (сопло); 5 – уплотняющее кольцо; 6 – гнездо крепёжного винта; 7 – внешний корпус; 8 – внутренний корпус; 9 – направляющая для потока жидкости; 10 – внешняя подводящая труба для сжатого воздуха; 11 – гайка; 12 – внутренняя подводящая труба для размывающей жидкости; 13 – регулирующий винт; 14 – крепёжный винт

- диаметр сопел – 3-5 мм;
- скорость протягивания монитора – 0,2–1 м/мин.

Устройство экрана в грунте производят протягиванием струйного монитора в направляющей скважине с помощью лебёдки с одновременной подачей твердеющего раствора. Струйный монитор оснащён двумя диаметрально противоположными жидкостными соплами, что позволяет производить размыв грунта в двух противоположных направлениях. Таким образом, две высоконапорные струи раствора под защитой сжатого воздуха размывают в грунте полость и одновременно заполняют её противодиффузионным материалом. После твердения раствора в грунте образуется секция противодиффузионного экрана толщиной 10 – 20 см и шириной до 4 м.

Горизонтальный ПФЭ устраивают отдельными секциями от скважины к скважине. Всего необходимо устроить 18 секций. Устройство экрана требуется производить по двусторонней тупиковой схеме, т.е. для устройства одной секции необходима одна скважина, из которой размыв грунта производится в двух диаметрально противоположных направлениях. Смежные секции следует располагать под углом друг к другу 140°. Это необходимо для обеспечения надёжного смыкания секций. Расстояние между технологическими скважинами в карте принято равным 3 м, расчётная длина секции – 3,2 м.

Экран по двусторонней тупиковой схеме выполняется в две очереди, и в первую очередь выполняются все нечётные секции, а во вторую – чётные, что обеспечивает хорошую стыковку между секци-

ями и предотвращает вынос раствора из готовых секций.

Во избежание выхода высоконапорной струи раствора на дневную поверхность, выходной приёмок необходимо накрыть защитным металлическим кожухом, а горизонтальный ПФЭ необходимо устраивать с расчётом, чтобы расстояние от струи раствора до дневной поверхности составляло не менее 0,5 м. Для этих целей раствор в струйный монитор необходимо начинать подавать на расстоянии 5 м от начала скважины и прекращать подачу раствора на расстоянии 5 м от её окончания. Для замыкания горизонтального ПФЭ с дневной поверхностью устраивают замыкающие элементы противодиффузионного экрана.

#### Выводы.

1. Разработанная технология позволит сделать противодиффузионный экран под существующими источниками загрязнения, в грунтах с твердыми включениями, не дающими применять существующие технологии проведения таких работ.

2. Радиус распространения противодиффузионного раствора, в зависимости от вида грунтов, может достигать 2 метров, что позволяет бурить скважины с шагом 4 метра.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Завальный А.П. Влияние накопителей промышленных отходов на окружающую среду / А.П. Завальный // Вісник Харківського національного університету імені В.М. Карамзіна. – Х., 2003. – № 604 "Геологія – Географія – Екологія". – С. 217-223.

2. Завальный А.П. Мероприятия по охране подземных вод при эксплуатации накопителей промыш-

Таблица 1 Техничко-экономические показатели

№ п/п	Наименование показателя	Ед.изм.	Количество
1	Общая трудоемкость производства работ	чел.-дн	99,53
2	Затраты труда на единицу объема	чел.-дн./м <sup>2</sup>	0,031
3	Выработка на одного рабочего в смену	м <sup>2</sup> /см	35,4
4	Общая продолжительность строительства	дни	23

шленных отходов / А.П. Завальный // *Вісник Харківського національного університету імені В.М. Карамзіна*. — X., 2013. — № 1084. — С.217-223.

3. Глебов В. Д. О долговечности полиэтиленовых противомембранных устройств грунтовых гидротехнических сооружений 184 / В. Д. Глебов, В. П. Лысенко, А. И. Бельшев // *Известия ВНИИГ им. Веденеева*. — 1979. — Т. 128. — С. 3-7.

4. Инструкция по проектированию и строительству противомембранных устройств из полиэтиленовой пленки для искусственных водоемов (СН 551-82). М.: Стройиздат, 1983. — 40 с.

5. Косиченко Ю. М. Новые конструкции полимерных противомембранных экранов / Ю. М. Косиченко, В. А. Белов // *Гидротехника и мелиорация*. — 1987. — № 11. — С. 57-61.

6. Бойко Г.А. Применение тонких мембранных диафрагм в условиях Белоруссии. *Строительство и архитектура Белоруссии* / Г.А. Бойко, Г.Г. Азбель, Г.Н. Никольская. — 1980. — № 4. — С. 31.

7. Бунтман А.Д. Об использовании мембранных завес для защиты котлованов от притока грунтовых вод / А.Д. Бунтман // *Энергетическое строительство*. — 1978. — № 2. — С. 86-87.

#### АНОТАЦІЯ

Розроблено технологію влаштування протифільтраційних завіс під джерелами забруднення із застосуванням горизонтально-спрямованого буріння і струмінного монітора. Представлені основні технологічні процеси виконання робіт. Наведено техніко-економічні показники влаштування протифільтраційного екрану по струєвій технології.

Ключові слова: Струйна технологія, протифільтраційний екран, техніко-економічні показники, джерела забруднення, горизонтально-спрямоване буріння.

#### ANNOTATION

The technology of the device impervious screens and curtains by polluters using horizontal directional drilling and jet monitor. The main processes of the work. Results of technical and economic indicators of impervious screen devices for inkjet technology.

Keywords: Ink technology, impervious screen, technical and economic indicators, sources of pollution, horizontal directional drilling.

#### УДК 69.059.3

*Григоровський П. Є., к.т.н., с.н.с., ДП "НДІБВ", м. Київ*

*Молодід О. С., к.т.н., доцент, Плохута Р. О., аспірант, КНУБА, м. Київ*

### ПІДСИЛЕННЯ БАЛОЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗОВНІШНІМ АРМУВАННЯМ МЕТОДОМ НАКЛЕЮВАННЯ ВИСОКОМІЦНИХ ТКАНИН

#### АНОТАЦІЯ

Виконано аналіз науково-технічної літератури та встановлено, що класичні методи підсилення залізобетонних конструкцій, зазвичай, змінюють конструктивно-планувальні рішення будівлі, збільшуючи навантаження на опори та фундаменти, що часто є неприйнятним. Саме тому, було виконано ряд експериментальних досліджень з пошуку нових способів підсилення конструкцій зовнішнім армуванням, зокрема, різними видами приклеєних високоміцних тканин. У статті наведена методика з підготовки експериментальних зразків до випробувань, описано методи їх випробувань та представлені результати експериментальних досліджень. Аналіз результатів досліджень показав, що підсилення залізобетонних балочних конструкцій зовнішнім армуванням, а саме наклеюванням високоміцних тканин, дає зростання міцності на згин майже в 2 рази. Приведені результати досліджень організаційно-технологічної складової досліджуваного способу підсилення конструкцій в разі його використання в будівництві, а саме затрати праці та тривалість виконання робіт для підсилення 100 м<sup>2</sup> поверхні монолітної плити.

Ключові слова: підсилення, залізобетонні балочні конструкції, зовнішнє армування, несуча здатність, затрати праці, тривалість виконання робіт.

**Постановка проблеми.** Надійність і довговічність будівельних конструкцій та будівель в цілому визначається правильністю прийнятих проектних рішень, дотриманням технології виконання робіт та умовами їх експлуатації.

Нерідко залізобетонні конструкції будівель потребують підсилення. Необхідність у їхньому підсиленні може бути викликана тривалою експлуа-

тацією, експлуатацією в неналежних умовах (вплив навколишнього природного середовища, хімічних матеріалів тощо), зміною функціонального призначення будівлі з подальшим збільшенням навантаження, проектними рішеннями, що не відповідають передбачуваним навантаженням або режиму експлуатації, недотриманням технологічного регламенту, що призвело до зниження несівної здатності конструкцій.

До основних способів підсилення конструкцій відносять: збільшення їх поперечного перерізу за рахунок нарощування, установки затяжок, шпренгелів, підкосів, стійок, влаштування дублюючих елементів та ін. [1, 2, 3, 4]. Проте, іноді трапляються випадки, коли встановлення додаткових громіздких конструкцій підсилення є неприйнятним. Такі методи змінюють конструктивно-планувальні рішення внутрішнього простору будівлі, значно збільшують навантаження на опори та фундаменти. У такому випадку досить ефективним та доцільним є спосіб підсилення конструкцій влаштуванням зовнішнього армування. Принцип підсилення полягає в наклеюванні за допомогою спеціальних клеїв на поверхню конструкцій, що підсилюються, додаткового армування у вигляді високоміцних полотен, пластин або смужок (ламель) (сталевих смуг, композитних матеріалів з волокон тощо) або мононаправлених скляних вуглецевих, або арамідних волокон [5, 6].

Зазвичай, матеріали для зовнішнього армування мають високу міцність, малу вагу, несприйнятливості до агресивних зовнішніх факторів. Такі матеріали легко транспортувати, отримати необхідні розміри можна на місці виконання робіт, їх можна використовувати при підсиленні поверхонь різної кривизни.

**Актуальність.** Сучасна науково-технічна та нормативна література фактично не відображає можливі конструктивні та організаційно-технологічні рішення з підсилення конструкцій влаштуванням зовнішнього армування. Це суттєво обмежує використання способу, хоча його переваги на багатьох практичних прикладах є очевидними. При проектуванні підсилення будівельних конструкцій для конкретних об'єктів з застосуванням зовнішнього армування в процесі формування конструктивних рішень та розробці проектів виконання робіт (ПВР), необхідно проводити експериментальні дослідження ефективності застосування вказаного способу.

### Виклад основного матеріалу.

Метод підсилення конструкцій зовнішнім армуванням, що полягає в приклеюванні високоміцних елементів до поверхні залізобетонних конструкцій є відносно новим, та постійно розвивається і досліджується, що пов'язано з появою нових клейових та армувальних матеріалів.

У зв'язку з необхідністю виконання робіт з підсилення залізобетонних конструкцій, зокрема балочних, на будівельних об'єктах, науковцями Державного підприємства "Науково-дослідний інститут будівельного виробництва" (ДП "НДІБВ") ведеться постійний пошук оптимальних конструктивно-технологічних рішень, що забезпечуватимуть необхідні міцнісні показники конструкцій та при цьому матимуть низьку вартість. Крім того, розроблені та науковообґрунтовані організаційно-технологічні рішення при виконанні таких робіт повинні забезпечити якість конструкцій в цілому та знизити затрати праці, тривалість та вартість виконання робіт. На базі лабораторії ДП "НДІБВ" було заплановано та виконано ряд експериментальних досліджень із підсилення балочних конструкцій зовнішнім армуванням. Одним із способів було наклеювання на розтягнуту зону залізобетонних балочок різних видів високоміцних тканин.

Дослідження було виконано на залізобетонних перетинках 1 ПБ 10-1 з наступними характеристиками:

- довжина : ширина : висота — 1030 : 120 : 65 мм;
- маса — 20 кг;
- клас бетону — В15.

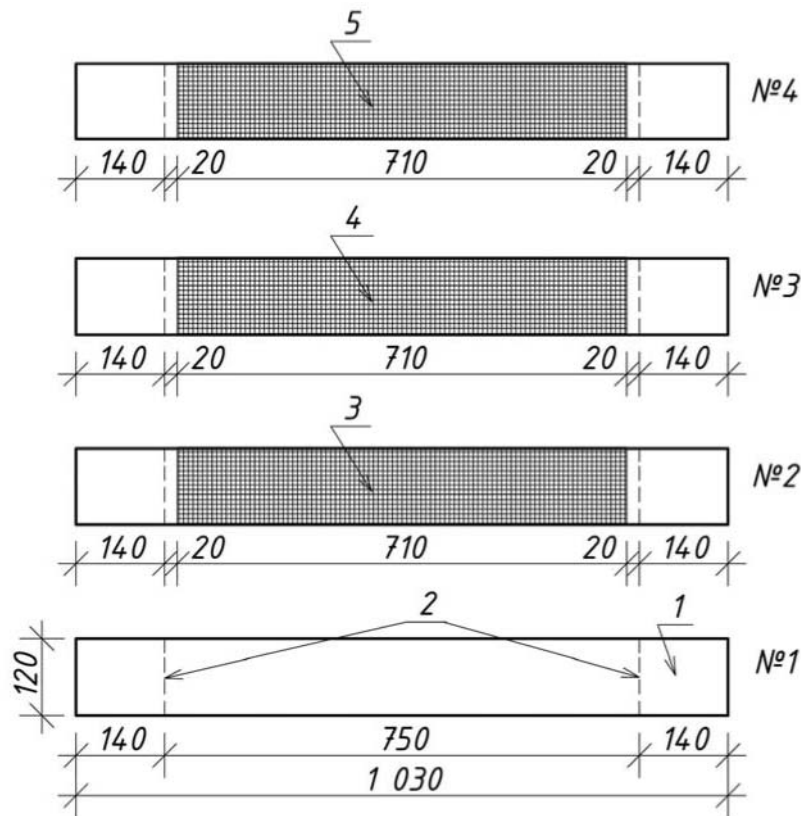
Підсилення виконано в наступній послідовності:

1. підготовка нижньої (розтягнутої) поверхні балочок під приклеювання зовнішнього армування. Поверхню очищували дротяною щіткою для видалення цементного молочка та глянцевої поверхні, що утворилася внаслідок нанесення на опалубку антиадгезійного мастила. Далі з поверхні щіткою з м'яким ворсом видаляли залишки пилу та бруду;

2. на підготовлену поверхню щіткою з м'яким ворсом наносили шар полімерної композиції "Консолід-1" виробництва ТОВ "Композит" [7] для покращення адгезії основи конструкції з армуючим матеріалом;

3. через 24 години на просочену поверхню балочок, щіткою наносили один шар клею "Едмок" на основі епоксидних смол виробництва ТОВ "Композит";





**Рисунок 1.** Схеми підсилення балочок зовнішнім армуванням: 1 – балочка; 2 – місця опирання; 3 -тканина "кремнеземна КТ -11"; 4 – склотканина "Т-13"; 5 – тканина "базальтова ТБ-100". №1...№4 – номери серій випробувань

4. протягом 40 хв в клей "Едмок" шпателем "втоплювали" підготовлену (завчасно вирізану з необхідними розмірами) тканину не доводячи її на 2 см до опорних зон. У результаті вся поверхня тканини щільно прилягала до балочки та була повністю просочена клеєм.

Випробовування балочок на згин проводилось через 4 доби після приклеювання зовнішнього армування на гідравлічному пресі П-50.

Випробування виконано для чотирьох серій балочок (рис. 1).

Серія випробувань №1 – балки були контрольними, тому з ними не виконували жодних дій (армування не проводилось).

Серія випробувань №2 – в клейовий розчин,

нанесений на зону підсилення, рівномірно "втопили" один шар тканини "кремнеземної КТ -11".

Серія випробувань №3 – в клейовий розчин, нанесений на зону підсилення, рівномірно "втопили" один шар склотканини "Т-13" (рис. 2).

Серія випробувань №4 – в клейовий розчин, нанесений на зону підсилення, рівномірно "втопили" один шар тканини "базальтової ТБ-100".

Статична схема випробування – балочка на двох опорах, з прольотом 750 мм. Завантаження балочок здійснювалось через дві рівновіддалені від опор та між собою сталеві трубки, тобто двома зосередженими зусиллями (рис. 3).

Завантаження балочок виконувалося покроково зі збільшенням навантаження на 50 кг на кожно-



**Рисунок 2.** Зовнішнє армування залізобетонної балочки шляхом приклеювання одного шару склотканини "Т-13"

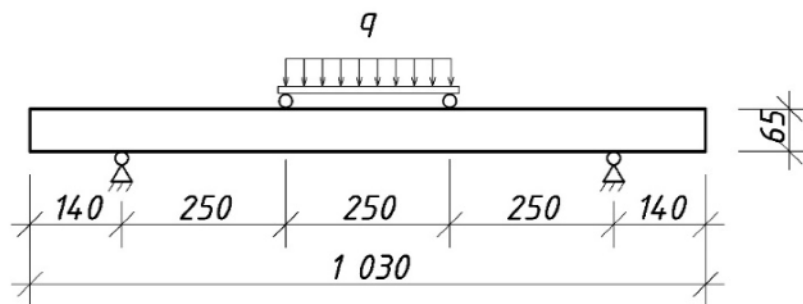


Рисунок 3. Схема завантаження випробовуваних залізобетонних балочок.

Таблиця 1. Результати експериментальних досліджень зі встановлення руйнівного зусилля балочок

№ серії випробувань	Середнє руйнівне зусилля, кг	Середнє руйнівне зусилля, %
1	407	100
2	784	192,6
3	714	175,4
4	710	174,4

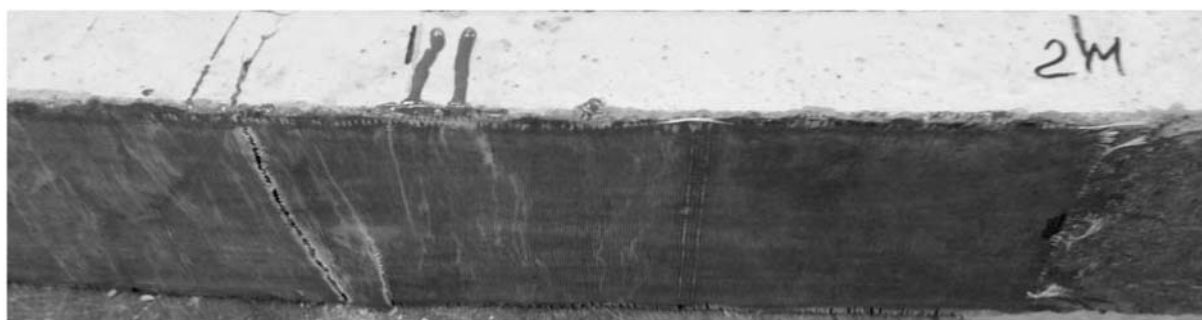


Рисунок 4. Руйнування балочки підсиленої склотканиною "Т-13"

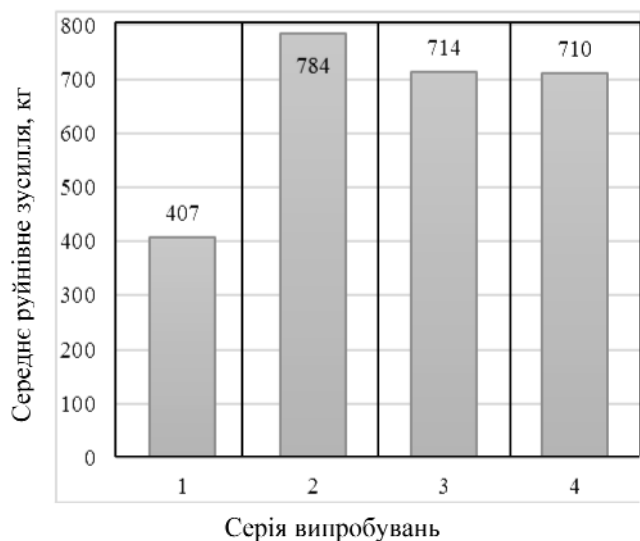


Рисунок 5. Гістограма руйнівного зусилля балочок при їх згинанні

му кроці з витримкою протягом 3 хв. Випробування проводили до повного руйнування балочок. Результати експериментальних досліджень приведені в табл. 1. та відображені на гістограмі (рис. 5). Характер руйнування балочки підсиленої склотканиною наведено на рис. 4.

Аналіз результатів досліджень показав, що найбільша несуча здатність балочних конструкцій досягнута на зразках, що підсилені тканиною "кремнеземною КТ-11" (серія №2). Зазначене підсилення дало можливість збільшити міцність на згин досліджуваної конструкції на 192 % у порівнянні з контрольною конструкцією (серія №1). Підсилення конструкцій зовнішнім армуванням склотканиною "Т-13" та "базальтовою ТБ-100" збільшило міцність на згин досліджуваних конструкцій на 175,4 % та 174,4 % (серії №№ 3, 4), відповідно.

Отже, експериментальні дослідження дали можливість встановити, що підсилення конструкцій зовнішнім армуванням, а зокрема, наклеюванням високоміцних тканин в розтягнутій зоні балочних конструкцій дозволяє збільшити сприйняття навантажень на конструкцію майже в 2 рази.

В разі використання даного методу підсилення балочних конструкцій на будівельних об'єктах, можна застосовувати склотканини з більшими міцностями на розрив ніж використано в дослідженнях даної публікації, або наклеювати в декілька шарів за умови виконання попередніх експериментальних досліджень.

При розробленні проектної документації на організацію та технологію виконання робіт з підсилення горизонтальних конструкцій наклеюванням склотканини важливо знати затрати праці та тривалість виконання таких робіт.

Оскільки, нормативних документів, які б встановлювали затрати праці на виконання досліджуваних робіт не існує, то розрахунок виконано із застосуванням даних нормативів, що на думку авторів, найбільш близько відображають необхідні будівельні процеси. До таких відносяться: ГН 8-2 "Опоряджувальні роботи. Малярні роботи" [8], ГН 8-3 "Опоряджувальні роботи. Шпалерні роботи" [9] та ДБН Д.2.2-15-99 "Отделочные работы" зі змінами і доповненнями від 06.12.2002 р. [10].

Для визначення затрат праці та тривалості виконання робіт з підсилення конструкцій досліджу-

ваним методом було розроблено календарний графік виконання робіт (табл. 2) за зразком наведеним у ДБН А.3.1-5:2016 "Організація будівельного виробництва" [11].

У результаті розроблення календарного графіку встановлено, що затрати праці для підсилення 100 м<sup>2</sup> поверхні монолітної плити перекриття становлять 94,98 люд./год, а тривалість виконання робіт – 7,5 днів.

**Висновки.**

1. Аналіз результатів експериментальних лабораторних досліджень показав, що підсилення залізобетонних балочних конструкцій зовнішнім армуванням, а саме наклеюванням різних видів високоміцних склотканин, дає зростання міцності на згин в 1,74 ... 1,9 разів. Отже, підсилення розтягнутої зони залізобетонних балочних конструкцій наклеюванням високоміцної склотканини є достатньо ефективним способом підсилення.

2. Дослідження організаційно-технологічної складової підсилення балочних конструкцій наклеюванням високоміцних тканин при використанні в будівництві дали можливість встановити, що для підсилення 100 м<sup>2</sup> поверхні монолітної плити затрати праці становитимуть – 94,98 люд./год., а тривалість виконання робіт – 7,5 днів. При цьому, для виконання даної роботи достатньо двох робітників.

3. Простота технології виконання робіт з підсилення балочних конструкцій наклеюванням ви-

**Таблиця 2. Календарний графік виконання робіт на підсилення 100 м<sup>2</sup> поверхні монолітної плити перекриття**

№ п/п	Найменування робіт	Обсяг робіт		Затрати праці, люд./год.	Тривалість робіт, дні	Кількість змін	Склад бригади	Чисельність прац. у зміні	Тривалість виконання робіт, дні									
		Од. вимір.	Кількість						1	2	3	4	5	6	7	8		
																	10	
1	Очищення дротяною щіткою та видалення залишків пилу і бруду	100 м <sup>2</sup>	1	4.94	0.62	1	1 - 3роз.	1	—									
2	Нанесення валиком полімерної компо-зиції "Консолід 1"	100 м <sup>2</sup>	1	2.5	0.31	1	1 - 3роз.	1	-									
3	Розрізання склотканини за вказаними розмірами	100 м <sup>2</sup>	1	3.64	0.46	1	1 - 4роз.	1	—									
4	Нанесення валиком клею "Едмок"	100 м <sup>2</sup>	1	16.4	2.05	1	1 - 4роз.	1			—	—	—	—	—	—	—	—
5	Втоплювання склотканини в клей "Едмок"	100 м <sup>2</sup>	1	67.5	8.44	1	1 - 3роз. 1 - 4роз.	2										

сокоміцних тканин дозволяє широко використовувати описаний спосіб на практиці.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Иванов Ю. В. Реконструкция зданий и сооружений: усиление, восстановление, ремонт / Учебное пособие. — М.: Издательство АСВ, 2012. — 312 с.

2. Савйовский В. В. Ремонт и реконструкция гражданских зданий / В. В. Савйовский, О. Н. Болотских. — Х.: Ватерпас, 1999. — 288 с.

3. Шагин А. Л. Реконструкция зданий и сооружений / А. Л. Шагин, Ю. В. Бондаренко, Д. Ф. Гончаренко. — М.: Высш. шк., 1991. — 352 с.

4. Шилин А. А. Ремонт железобетонных конструкций: Учебное пособие для вузов. — М.: Издательство "Горная книга", 2010. — 519 с.

5. Підсилення конструкцій вуглепластиками / В. С. Шокорев, А. С. Трегуб, В. С. Науменко, Т. Г. Горновесова / Будівельні конструкції: зб. наук. праць. — К.: НДІБК, 2003. — Вип. 59. — с. 256-260.

6. Шилин А. А. и др. Усиление железобетонных конструкций композиционными материалами / А. А. Шилин, В. А. Пшеничный, Д. В. Картузов. — М.: ОАО "Издательство "Стройиздат", 2004. — 144 с.

7. Технологическая карта: на выполнение работ по восстановлению кирпичных, железобетонных конструкций и их защите. ООО "Композит". — К.: — 2009. — 7 с.

8. Галузеві норми часу на будівельні, монтажні та ремонтно— будівельні роботи. Збірник ГН 8 "Опоряджувальні роботи". Випуск 2. "Малярні роботи" — К.: УкрНДЦ "Екобуд", 2008. — 60 с.

9. Галузеві норми часу на будівельні, монтажні та ремонтно-будівельні роботи. Збірник ГН 8 "Опоряджувальні роботи". Випуск 3 "Шпалерні роботи". — К.: УкрНДЦ "Екобуд", 2011. — 53 с.

10. ДБН Д.2.2-15-99 "Отделочные работы" (с изменениями и дополнениями, утвержденными приказом Госстроя Украины от 06 декабря 2002 года № 92). — К.: Госстрой Украины, 2000. — 142 с.

11. ДБН А.3.1-5:2016 "Організація будівельного виробництва". — К.: Мінірегіон України, 2016. — 57 с.

#### АННОТАЦИЯ

Выполнен анализ научно-технической литературы и установлено, что классические методы усиления железобетонных конструкций, обычно, меняют конструктивно-планировочные решения здания, увеличивая нагрузку на опоры и фундамен-

ты, что часто неприемлемо. Именно поэтому, был выполнен ряд экспериментальных исследований по поиску новых способов усиления конструкций внешним армированием, в частности, различными видами приклеенных высокопрочных тканей. В статье приведена методика по подготовке экспериментальных образцов к испытаниям, описаны методы их испытаний и представлены результаты экспериментальных исследований. Анализ результатов исследований показал, что усиление железобетонных балочных конструкций внешним армированием, а именно наклеиванием высокопрочных тканей, дает рост прочности на изгиб почти в 2 раза. Приведены результаты исследований организационно-технологической составляющей исследуемого способа усиления конструкций в случае его использования в строительстве, а именно затраты труда и продолжительность выполнения работ для усиления 100 м<sup>2</sup> поверхности монолитной плиты.

Ключевые слова: усиление, железобетонные балочные конструкции, внешнее армирование, несущая способность, затраты труда, продолжительность выполнения работ.

#### ANNOTATION

Was analyzed scientific and technical literature and found that classical methods of amplifying of reinforced concrete structures tend to change constructive and planning solutions of buildings by increasing load on the foundations and supports that is often inappropriate. Therefore, a number of experimental studies on finding new ways to amplifying external reinforcement structures were performed, including various types high strength glued tissue. The article describes method of preparing experimental samples for the tests, describes methods of testing and the results of experimental studies. Analysis of studies have shown that amplifying reinforced concrete beam structures with external reinforcement, namely high strength sticking fabric gives an increase of flexural strength nearly 2 times. Were represented results of studies of organizational and technological component of the studied method of amplifying of structures in case of its use in construction process, such as labor costs and duration of work to enhance 100 m<sup>2</sup> of the monolithic slab surface.

Keywords: amplifying, reinforced concrete beam structures, external reinforcement, bearing capacity, labor costs, duration of work.

УДК 69:059.7

*Антипенко Є.Ю., д.т.н., проф., Лук'янова Т.В., ЗНТУ, м. Запоріжжя***НАПРЯМКИ ВИЗНАЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РЕНОВАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ НЕЗАВЕРШЕНОГО БУДІВНИЦТВА****АНОТАЦІЯ**

Розглянуто статистику об'єктів незавершеного будівництва (ОНБ), що склалася на території Запорізької області. Проаналізовано перелік критеріїв і показників, що характеризують ефективність оцінки ОНБ з точки зору економічної вигоди. Що є підставою до оцінки ОНБ з точки зору організаційно-технологічної схеми. Що дозволить в повній мірі скласти алгоритм обґрунтування варіантів використання об'єктів незавершеного будівництва.

Ключові слова: об'єкти незавершеного будівництва; напрямок добудови; ОНС в Запорізькій області; організаційно-технічна підготовка; реновація; ефективність; ринкова вартість; стадія будівництва.

**Постановка проблеми та її зв'язок з науковими і практичними завданнями.** В Запорізькій області обсяг незавершеного будівництва становить значну частку. Попит на об'єкти незавершеного будівництва на ринку нерухомості є низьким. Основною причиною цього, поряд з низькою платоспроможністю юридичних і фізичних осіб, є недосконалість ціноутворення, невизначеність законодавчих актів, зокрема в оподаткуванні нерухомості, продажу землі, неопрацювання проблеми оцінки ефективності організаційно-технічної підготовки добудови і диверсифікації.

У вітчизняній і зарубіжній літературі з організації будівництва недостатньо уваги приділяється проблемі, практично відсутні розробки щодо вирішення ряду нових завдань, які з'явилися у зв'язку з переходом України до ринкової економіки. Ряд проблем організаційно-технологічних рішень добудови і диверсифікації об'єктів незавершеного будівництва ще чекають свого вирішення.

Розгляд інвестиційного проекту в якості об'єкта моделювання, а також динамічність майбутнього будівельного виробництва, яка визначає хід його реалізації, пред'являють особливі вимоги до виду і складу елементів моделі. При формуванні моделей основним завданням є відбір найважли-

віших показників, властивих даному проекту і реально його характеризують. Потрібно відзначити, що основними факторами які впливають на склад елементів і визначають її адекватність, є врахування фактора часу і специфіка умов реалізації будівельних проектів. Необхідність врахування ряду специфічних факторів значно ускладнює як конструкцію моделі, так і використовуваний математичний апарат, необхідний для її вирішення [1].

Таким чином, недостатня в цілому розробленість проблеми, відсутність комплексного підходу до оцінки її ефективності, велике практичне значення обумовили, розгляд теми незавершеного будівництва з акцентом на організаційно-технічні аспекти.

Проблеми підготовки ОНБ знайшли відображення у роботах Дікмана Л.Г., Шрейбера О.К., Гончаренка Д.Ф., Цая Т.Н., Ушацького С.А.

**Цілі та задачі публікації.** Метою статті є аналіз питань, пов'язаних із визначенням доцільності реновації ОНБ та необхідності розробки відповідного організаційно-технологічного механізму її провадження.

**Виклад матеріалу.** Структурні зрушення, що відбуваються в будівельній галузі регіону і безпосередньо на будівельних підприємствах, зумовили переорієнтацію цілей і завдань ОНБ. Заохочення держави здійснюється в рамках Закону України від 25.12.2008 № 800-VI "Про запобігання впливу світової фінансової кризи на розвиток будівельної галузі та житлового будівництва", постанов Кабінету міністрів України: від 11.02.2009 №140 "Про затвердження Порядку забезпечення громадян доступним житлом", від 11.11.2009 №1249 "Про затвердження Державної цільової соціально-економічної програми будівництва (придбання) доступного житла на 2010 -2017 роки".

Незавершені будівельні об'єкти при правильному підході до їх оцінки є ефективною базою для вирішення містобудівних питань і підвищення активності в будівельному комплексі. При цьому недобудовані житлові будинки можуть бути значущим елементом здійснення державної житлової політики.

За даними Головного управління статистики у Запорізькій області (рис. 1), стан будівель та споруд незавершеного будівництва на 1 січня 2015 року на 01.01.2015р. в області налічується 694 будівлі та споруди, що знаходяться у стадії незавершеного будівництва. Найбільше таких об'єктів зосереджено у містах Бердянськ (29,4%) та Запоріжжя (14,8%) [2].

Правильне, раціональне рішення проблеми незавершеного будівництва вбачається шляхом



Рис. 1. Кількість будівель та споруд незавершеного будівництва на 1 січня 2015р.

якісного обстеження, добудови та введення в експлуатацію житлових будинків, інших об'єктів життєдіяльності та життєзабезпечення, а також за допомогою виявлення та ліквідації безперспективного нерухомого майна — як "важкої" спадщини перехідного періоду.

Найважливішим завданням при формуванні та прийнятті рішень про долю незавершених будівельних об'єктів є їх відповідність до нормативних вимог щодо безпеки (з урахуванням зміни містобудівної політики, введенням нових карт зонування, яких планів забудови територій, природно-кліматичних, екологічних та інших умов).

Проблема посилюється тим, що більшість незавершених будівельних об'єктів мають "вік" більше п'яти років, тобто їх проектування і будівництво здійснювалися до внесення змін в діючі нормативні документи. Для будівель і споруд, спроектованих з дефіцитом надійності (безпеки), особливо розташованих на слабких ґрунтах, рухливих ґрунтах в сейсмічно небезпечних районах, в процесі прийняття рішення про добудову необхідно переглядати проектні рішення з доведенням міцності і жорсткості конструкцій, їх вузлів, до розрахункового рівня.

Проведення оцінки і технічного обстеження має бути обов'язковою умовою для прийняття об'єктивного рішення про "долю" об'єкта.

Найбільш важливими є облік ступеня впливу технічного стану, функціонального призначення ОНБ, зміна якого дуже проблематична при невідповідності ОНБ вимогам ринку, а також соціальної значущості ОНБ як фактор, що відображає

інтереси суспільства і важливість даного ОНБ для розвитку регіонів.

О.В. Нікішиною структуровано [3] критерії привабливості ОНБ з точки зору його фізичних характеристик.

Автором запропоновано вагові коефіцієнти для формування оцінок (табл.2), що характеризують ступінь вираженості конкретного критерію [3]. При використанні яких на практиці, можуть бути переглянуті і уточнені на основі думок провідних експертів ринку нерухомості конкретного регіону, механізм перегляду — експертні оцінки.

На наш погляд гостро споглядається необхідність доповнення бази критеріїв з боку організаційно-технологічного, технічного, стратегічного, економічного та соціального мотиву вибору певного виду реновації, що дозволять забезпечити більш ефективне використання об'єкта.

Для практичного вирішення цього завдання запропоновано алгоритм прийняття рішень про доцільність реновації об'єкта незавершеного будівництва (рис. 2). З цією метою виявлено передумови, необхідні для прийняття рішення введення в експлуатацію об'єкта незавершеного будівництва.

Запропонована класифікація покладена в основу оцінки технічних та технологічних можливостей добудови і диверсифікації конкретних об'єктів і забезпечує системний підхід до вибору оптимальних варіантів.

Таким чином, шлях подальшого розгляду тематики передбачається у розгляді "проблемного трикутника", у вершинах якого розміщені такі позиції як моделювання проблем, їх вивчення,

Таблиця 1. Група критеріїв привабливості ОНБ з точки зору його фізичних характеристик

<b>Ступінь готовності об'єкта незавершеного будівництва до експлуатації</b>	Співвідношення поточного стану завершеності об'єкта до проєктованого стану, що характеризує його як завершений
<b>Місцезнаходження об'єкта</b>	Відстань до центру міста, до основних транспортних розв'язок, промислових центрів і т.д.
<b>Потенціал земельної ділянки, на якому розташований об'єкт</b>	Ринкова ціна земельних ділянок в даному районі, кількість пропозицій і попит на дані земельні ділянки, кількість угод купівлі-продажу ділянок в районі
<b>Функціональне призначення об'єкта</b>	Ринкова вартість об'єктів різного функціонального призначення в районі, кількість пропозицій і попит на об'єкти різного функціонального призначення, кількість угод купівлі-продажу об'єктів різного функціонального призначення в районі, рентабельність діяльності з використанням об'єктів різного функціонального призначення в місті, відповідність функціонального призначення об'єкта запитам інвесторів
<b>Відповідність документації по об'єкту і статусу об'єкта з чинним законодавством у сфері незавершеного будівництва</b>	Ринкова вартість об'єктів з архітектурними та конструкторськими рішеннями, застосовними в даному ОНБ.
<b>Відповідність архітектурних і конструкторських рішень об'єкта вимогам безпеки, функціональності сучасних об'єктів</b>	Вартість і термін реконструкції ОНБ для доведення їх до рівня відповідності архітектурних і конструкторських рішень об'єкта вимогам безпеки, функціональності сучасних об'єктів.
<b>Відповідність архітектурних і конструкторських рішень об'єкта вимогам ринку</b>	Можливість, вартість і термін підготовки документації по ОНС для доведення їх до рівня відповідності чинному законодавству в сфері незавершеного будівництва.
<b>Рівень цін на схожі об'єкти нерухомості, які знаходяться в експлуатації</b>	Ринкова вартість об'єктів в районі, кількість пропозицій і попит на об'єкти, кількість угод купівлі-продажу об'єктів, рентабельність діяльності з використанням об'єктів в місті.
<b>Ступінь вираженості впливу фактора вимушеність продажу об'єкта виходячи з динаміки втрати ним своєї вартості та інвестиційної привабливості</b>	Термін невикористання ОНБ, ринкова вартість подібних добудованих об'єктів, кількість угод купівлі-продажу подібних добудованих об'єктів в районі, суб'єктивні характеристики об'єкта, які обумовлюють необхідність вимушеної його продажу.
<b>Соціальна значущість інвестування в об'єкт</b>	Кількість робочих місць, які можливо створити після введення ОНБ в господарський оборот, потенційні відрахування податків від об'єкта після введення його в господарський оборот, кількість об'єктів соціальної інфраструктури. Які організуються після введення ОНБ в господарський оборот, кількість жителів регіону, які потенційно зможуть використовувати ОНБ як соціальний об'єкт у разі його відповідного функціонального застосування (школа, спортивний, розважальний комплекс).

Таблиця 2. Вагові коефіцієнти для локальних оцінок ефективності інвестицій в ОНБ

№ п/п	Критерії	Ваговий коефіцієнт
1	Місцезнаходження об'єкта.	0,10
2	Потенціал земельної ділянки, на якій розташований об'єкт.	0,10
3	Відповідність архітектурних і конструкторських рішень об'єкта вимогам ринку.	0,10
4	Функціональне призначення об'єкта.	0,11
5	Ступінь готовності об'єкта незавершеного будівництва до експлуатації.	0,09
6	Відповідність архітектурних і конструкторських рішень об'єкта вимогам безпеки, функціональності сучасних об'єктів.	0,09
7	Відповідність документації по об'єкту і статусу об'єкта з чинним законодавством у сфері незавершеного будівництва.	0,09
8	Рівень цін на схожі об'єкти нерухомості, які знаходяться в експлуатації.	0,7
9	Ступінь вираженості впливу фактора вимушеність продажу об'єкта виходячи з динаміки втрати ним своєї вартості та інвестиційної привабливості.	0,14
10	Соціальна значущість інвестування в об'єкт.	0,11
<b>Сума вагових коефіцієнтів</b>		<b>1,00</b>

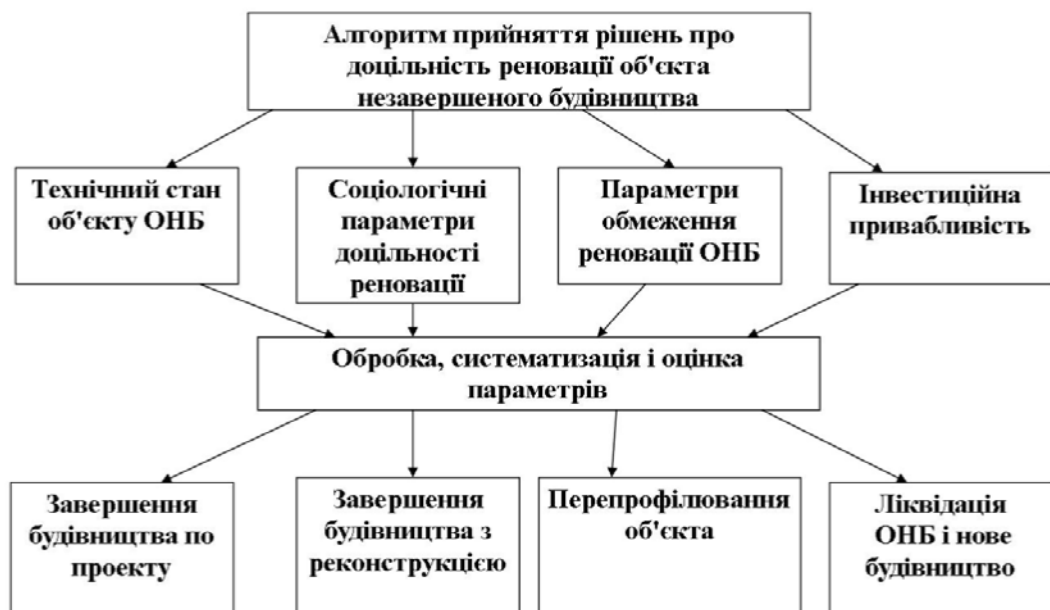


Рис. 2. Алгоритм прийняття рішень про доцільність реновації ОНБ

розгляд шляху оптимізації та групування, створення універсальної моделі вирішення питання.

Висновки. У вітчизняній і зарубіжній літературі з організації будівництва недостатньо уваги приділяється проблемам об'єктів незавершеного будівництва, практично відсутні розробки щодо вирішення ряду нових завдань, які з'явилися у зв'язку з переходом України до ринкової економіки.

Рішення про добудову об'єкта повинно прийматися тільки при наявності відповідних висновків про його технічний стан (включаючи безпеку і відповідність проектних показників об'єкта вимогам діючих норм), інвестиційних параметрах і права третіх осіб. Заходи щодо добудови незавершених будівельних об'єктів повинні припускати продаж об'єкта, або передачу на інвестиційному



конкурсі з метою його завершення.

Проблема організаційно-технічної підготовки для об'єктів незавершеного будівництва є складною і потребує комплексного підходу з глибоким опрацюванням варіантів і оцінкою економічної ефективності інвестицій в добудову цих об'єктів, відтворення або диверсифікацію.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Антипенко Е. Ю. *Принципы анализа капитальных вложений* / Е. Ю. Антипенко, В. И. Доненко. — Запорожье : Фазан; Дикое Поле, 2005. — 420 с.
2. *Експрес-випуск від 20.04.2015 // Головне управління статистики у Запорізькій області: №830. — Запоріжжя: ГУС ЗО, 2015. — С. 8-16.*
3. Нікішина О.В. *Оцінка ефективності інвестицій в об'єкти незавершеного будівництва в умовах ринку // Вісник Іркутського державного технічного університету. 2013. № 10. С.343-348.*

#### АННОТАЦІЯ

Рассмотрена статистика объектов незавершенного строительства (ОНС), сложившегося на территории Запорожской области. Проанализированы перечень критериев и показателей, характеризующих эффективность оценки ОНС с точки зрения экономической выгоды. Что является основанием для оценки ОНС с точки зрения организационно-технологического направления. Что позволит в полной мере составить алгоритм обоснования вариантов использования объектов незавершенного строительства

Ключевые слова: объекты незавершенного строительства; направление достройки; ОНС в Запорожской области; организационно-техническая подготовка; реновация; эффективность; рыночная стоимость; стадия строительства

#### ANNOTATION

Consider the statistics on assets under-construction, established in the territory of Zaporizhzhia region. Analyzed criterias and indicators characterizing the evaluation in terms of economic benefits. This is the basis for the evaluation in terms of organizational and technological areas. That will allow to fully make use of the algorithm study options on assets under construction.

Keywords: construction in progress; the direction of completion; under-construction in the Zaporizhzhia region; organizational and technical training; renovation; efficiency; market price; construction phase.

УДК 004.896:004.891.3

*Теренчук С.А., к. ф-м. н., КНУБА, м. Київ;  
Єременко Б.М., к.т.н., КНУБА, м. Київ;  
Пашко А.О., д. ф-м. н., КНУ ім. Т. Шевченка,  
м. Київ*

### ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОГО ВИВЕДЕННЯ

#### АНОТАЦІЯ

В роботі структуровано процес діагностування технічного стану об'єктів будівництва на основі аналізу нормативних документів, згідно яких проводиться їх обстеження та оцінка. Для здобуття і накопичення експериментальних даних та систематизації і застосування експертних знань спроектовано експертну систему підтримки прийняття рішень з нечіткою логікою, яку пропонується інтегрувати в процес діагностування будівельних конструкцій. Описано інформаційне і математичне забезпечення запропонованої системи та алгоритм реалізації нечіткого виведення в системах правил нечітких продукцій. Формалізацію експертних знань у вигляді нечітких правил для оцінки технічного стану конструкції показано на прикладі розрахунку рівня придатності до експлуатації однієї з несучих балок, яка є елементом прольоту моста.

Ключові слова: діагностування, конструкція, міра належності, нечіткі правила, рівень придатності, технічний стан.

#### Вступ

Проведені дослідження будівельного фонду України показали, що основною його особливістю є значна різномірність об'єктів будівництва (ОБ), що призначені для довгострокової експлуатації в складних інженерно-геологічних умовах. Завдання забезпечення відповідних вимог стосовно придатності цих об'єктів до експлуатації, їх надійності та безпеки в умовах зростаючого фізичного і морального зношення вимагає застосування надійних методів і засобів діагностики їх технічного стану (ТС).

Оцінка технічного стану будівель і споруд здійснюється експертними групами. Експертний підхід ґрунтується на врахуванні ступеня відхилення класифікаційних ознак діагностичних параметрів від їх нормативних значень та особистих знаннях експертів [1, 2]. Слід зазначити, що унікальні

знання експертів не обов'язково формалізовані. Спеціалісти можуть визначати категорію технічного стану ОБ, конструктивним елементом якого характерний певний перелік дефектів, та зробити прогноз розвитку їх руйнування використовуючи особистий досвід і знання, що набуті при дослідженні різних об'єктів в різних умовах експлуатації. Як наслідок – точність оцінки ТС, а також залишкового ресурсу ОБ часто мають суб'єктивний характер. У зв'язку з цим, особливе місце займає задача підвищення рівня автоматизації процесу діагностування, розв'язання якої дозволить суттєво зменшити ризик прийняття необ'єктивних рішень на різних стадіях життєвого циклу при обстеженні технічного стану ОБ.

### Аналіз сучасного стану проблеми

Проблема розробки програмного забезпечення для оцінки технічного стану об'єктів будівництва, що призначені для тривалої експлуатації в умовах невизначеності дестабілізуючих впливів середовища, полягає в ускладненні детермінованих моделей, які застосовуються для формалізації процесів руйнування в умовах невизначеності. Окрім того, аналіз нормативних документів, згідно яких проводяться обстеження ОБ [2], показав, що ряд класифікаційних ознак дефектів і пошкоджень, за якими здійснюється оцінка ТС конструкцій однозначно визначають границі станів, але існує достатня кількість ознак, що свідчать про належність конструкції до двох станів одночасно. В таких випадках оцінка ТС об'єкта залежить від нових класифікаційних ознак. При цьому, розробка заходів збереження будівель і споруд, що експлуатуються, здійснюється згідно нормативних документів для ОБ, що будуються, а встановлення критеріїв придатності житлових і громадських об'єктів будівництва виконується згідно вимог "Нормативних документів з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд".

В таких умовах, нечіткі границі між категоріями ТС та залежність оцінки від розширеного набору вхідних параметрів призводять до зростання ризику застосування неадекватних моделей, на основі яких здійснюється оцінка (табл. 1).

Склад робіт, без проведення яких неможливо оцінити ТС, фактичну несучу здатність конструкцій і прийняти обґрунтоване рішення щодо проведення ремонтно-відновлювальних робіт та подальшої експлуатації ОБ визначаються експертами [2].

При визначенні категорій ТС терміни в роботі трактуються наступним чином:

– об'єкт будівництва – будинок або споруда з устаткуванням, яке до них відноситься, інструментом і реманентом, галереями, естакадами, комунікаціями, внутрішніми і зовнішніми інженерними мережами та підсобними і допоміжними надвірними будівлями, під'їзними шляхами, на будівництво, реконструкцію, розширення або благоустрій яких складається окремий об'єктний кошторис;

– технічний стан – сукупність показників, що характеризують експлуатаційну придатність ОБ або його частин, у порівнянні з гранично припустимими значеннями;

– конструкції (будівельні) – елементи ОБ, що виконують несучі, огорожуючі або суміщені функції;

– обстеження технічного стану – комплекс заходів із отримання і оцінки фактичних значень діагностичних параметрів, що визначають категорію ТС об'єкта і можливість його подальшої експлуатації або необхідність проведення інших заходів;

– моніторинг (об'єктний) – систематичне чи періодичне спостереження за станом об'єкта контролю при його роботі на протязі певного часу в експлуатаційному режимі;

– діагностика – встановлення і вивчення ознак, що характеризують стан об'єкта контролю, для визначення ймовірних відхилень та попередження порушень нормального режиму їх експлуатації.

Таблиця 1. Категорії технічного стану за різними нормативними документами

Категорія ТС	ДБН В.2.6–98:2009: Конструкції будинків і споруд: Бетонні та залізобетонні конструкції	ДБН В.1.2-14-2008: Надійність	ДБН В.3.2-1-2004: Реставрація	ДБН В.3.1-1-2002: Ремонт та підсилення
1	Нормальний	Справний	Добрий	Задовільний
2	Задовільний	Працездатний	Задовільний	
3	Непридатний до нормальної експлуатації		Незадовільний	Незадовільний
4	Аварійний		Аварійний	Аварійний

Після оцінки технічного стану конструкцій, в залежності від ступеня втрати їх експлуатаційних якостей і встановленої фактичної працездатності, будь-який ОБ може бути віднесений до однієї з нижче наведених груп, що визначаються категорією ТС:

*стан нормальний* – виконуються усі вимоги чинних норм і стандартів, відсутні ушкодження та дефекти, що свідчать про зниження експлуатаційної якості несучих конструкцій;

*стан задовільний* – виконуються вимоги чинних норм і стандартів у частині міцності за граничними станами першої групи з урахуванням фактичної міцності матеріалів, не виконуються за граничними станами другої групи, не забезпечуються нормальні умови експлуатації на даний проміжок часу в конкретних умовах, відсутні дефекти і ушкодження, що свідчать про зниження несучої здатності, але є дефекти і ушкодження, які свідчать про зниження захисних властивостей матеріалів;

*стан непридатний* до нормальної експлуатації – не виконуються вимоги чинних норм і стандартів у частині міцності за граничними станами першої групи, у наявності дефекти і ушкодження, що свідчать про зниження несучої здатності і експлуатаційної придатності, але відсутні загроза крихкого руйнування та загроза безпеки людей;

*стан аварійний* – можливе настання граничного стану за міцністю з руйнуванням конструкцій, у наявності є дефекти і ушкодження, що свідчать за їх виглядом і параметрами про небезпеку перебування людей у зоні розташування ушкоджених конструкцій.

Правила для оцінки технічного стану ОБ в

цілому визначаються сукупністю виявлених дефектів і ушкоджень елементів та типом їх з'єднань. При цьому, рекомендації щодо подальшої експлуатації конструкції передбачають прогнозування характеру розвитку і ступеня небезпеки дефекту на будь-який наперед заданий період часу. Прогнозування ймовірних наслідків виявлених відхилень, як і прийняття рішень щодо подальшої експлуатації ОБ, потребують застосування іншої системи правил, які визначаються ступенем зниження несучої здатності конструкцій з урахуванням впливу внутрішніх факторів середовища та умовами експлуатації на заданий проміжок часу. В кожному окремому випадку вибір адекватного математичного забезпечення для прогнозування є однією з проблем, ступінь якої залежить від рівня та характеру невизначеності [3-5]. В описаних умовах лишається актуальною розробка експертних систем підтримки прийняття рішень (ЕСППР), на основі моделей і методів нечіткої математики.

### Мета роботи

Мета роботи полягає в проектуванні експертної системи підтримки прийняття рішень з нечіткою логікою для оцінювання ТС будівельних конструкцій на основі нечітких правил виведення з її подальшим впровадженням в процес діагностування.

### Виклад основного матеріалу

Проведений аналіз сучасного стану проблеми показав, що надійність діагностування ОБ залежить від адекватності правил, що застосовуються на різних етапах оцінки та прогнозування ТС будівель і споруд.

Основні етапи діагностування технічного стану об'єкта будівництва відображено на рис. 1.

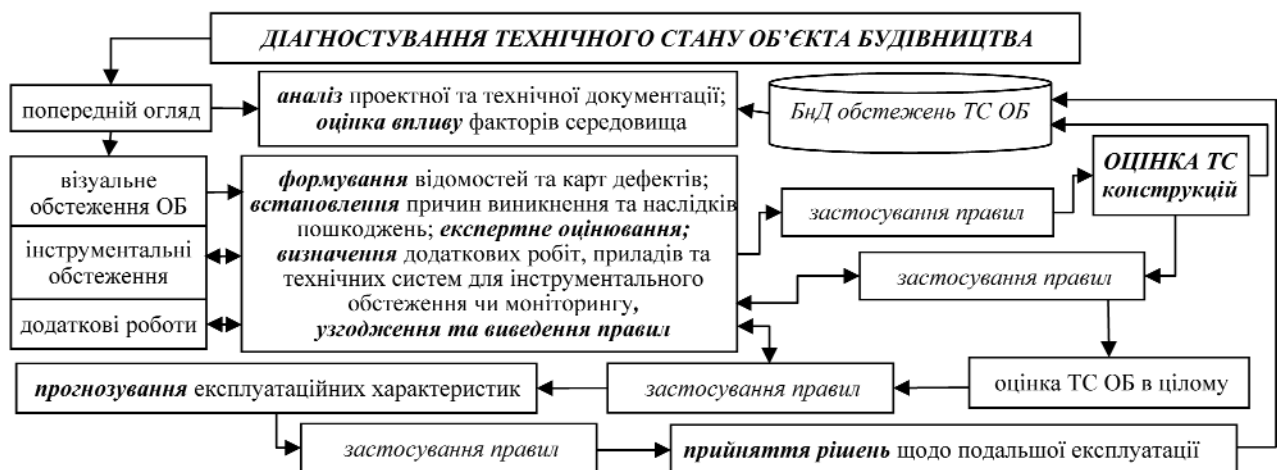
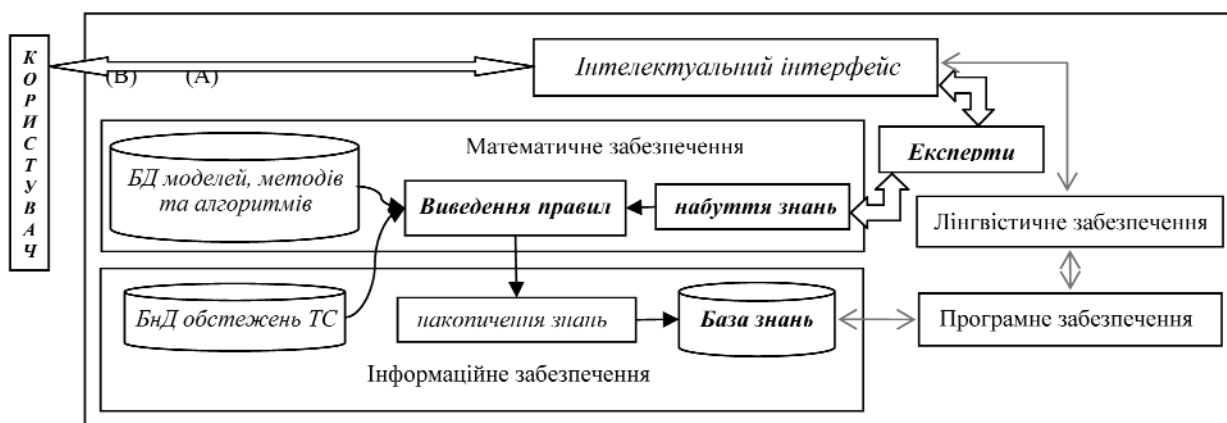


Рис. 1. Основні етапи діагностування технічного стану об'єктів будівництва



**Рис.2.** Структурна схема підсистеми інженерії знань ЕСППР для оцінювання технічного стану будівельних конструкцій

Для підтримки прийняття рішень при оцінюванні конструкцій в умовах невизначеності спроектовано підсистему інженерії знань експертної системи підтримки прийняття рішень з нечіткою логікою.

Структурну схему підсистеми інженерії знань ЕСППР для оцінювання ТС будівельних конструкцій представлено на рис. 2.

Математичне забезпечення складається з бази даних моделей, методів та алгоритмів і підсистеми виведення правил. Тут мова йде про моделі і методи, на основі яких проводились розрахунки будівельних конструкцій і прогнозування процесів їх руйнування на стадії проектування та методи і алгоритми формалізації процесів деградації, що вже апробовані в процесі попередніх обстежень.

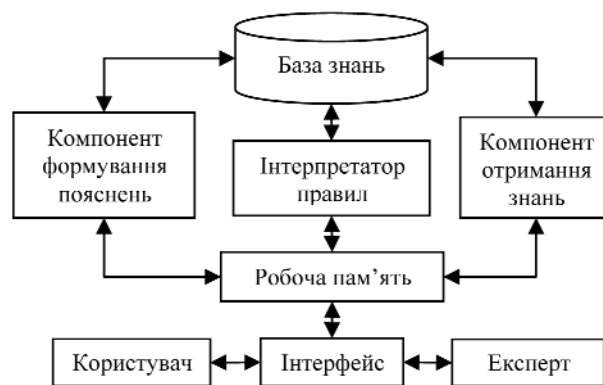
Основу інформаційного забезпечення складає банк даних (БнД) обстежень ТС та база знань.

БнД відображає інформаційні масиви і потоки даних про будівельні конструкції та ОБ в цілому, які функціонують в різних умовах починаючи з монтажу; нормативно-довідникову інформацію; форми вхідних і вихідних документів та інструкції щодо проведення обстежень; контрольні карти характеристик якості та інші документи і стандарти, що необхідні для аналізу відповідності ТС конструкцій проектним даним; інформаційні моделі будівель (ВІМ) та систему управління базами даних.

ВІМ містять потрібну інформацію щодо ключових елементів, які знаходяться в зонах підвищеного ризику руйнування: розташування, матеріал з якого їх виготовлено, точки найвищого навантаження [6]. Таким чином, експерти мають змогу отримувати інформацію для визначення переліку додаткових робіт та місць встановлення відповідних вимірювальних датчиків.

База знань містить в собі базу даних і базу правил [7]. В базі даних зберігаються класифікаційні ознаки категорій технічного стану різних конструкцій з переліком відповідних лінгвістичних термів та можливих причин і наслідків розвитку дефектів і пошкоджень; статистичні дані натурних спостережень та науково-експериментальних досліджень; атлас еталонів та аналогів з описанням умов їх експлуатації. В базі правил накопичуються правила, що вже застосовувались, з описанням умов їх застосування.

Для коректної обробки інформації, пошуку, оновлення і т. і. використовується система управління базою знань (рис. 3).



**Рис. 3.** Структура системи управління базою знань

Інтерпретатор правил виконує перегляд існуючих фактів з бази даних і правил, додавання нових даних і правил та визначення порядку перегляду і застосування правил.

Робоча пам'ять містить в собі результати проміжних висновків і обчислень, інформацію про використані знання, поточні запити і т. і.

Інтерфейс дозволяє користувачу отримувати інформацію щодо поточного стану ОБ і забезпечує

спілкування з ЕСППР зручним користувачу способом. Експерти можуть отримувати і набувати знання для виведення правил, як в базі знань шляхом (А), так і в процесі обстеження шляхом (В), після проведення та аналізу результатів додаткових робіт (рис. 2).

Компонент отримання знань є редактором бази знань, що дозволяє керувати її вмістом.

Компонент формування пояснень призначається для формування і видачі пояснень логіки міркувань системи щодо отримання тих чи інших результатів.

Специфіку представлення та обробки текстової інформації, що застосовується для описання процесів діагностування в термінах нечіткої математики, необхідно враховувати при виборі лінгвістичного та програмного забезпечення, які використовуються для формування системи нечіткого виведення.

**Система нечіткого виведення.**

Метод нечіткого виведення являє собою алгоритм для отримання нечітких висновків на основі нечітких початкових даних і використовує основні операції нечіткої логіки.

Система нечіткого виведення включає:

- множину нечітких лінгвістичних змінних, що описують стан будівельних конструкцій;
- правила над нечіткими змінними;
- входи та виходи системи.

Вхідні параметри задаються у вигляді вектора  $\vec{X} = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$ , координатами якого можуть бути, наприклад, геометричні параметри дефектів такі, як: довжина тріщини, ширина тріщини, площа зношення антикорозійного шару та інші [7]. Кожному вхідному параметру відповідає лінгвістична змінна  $L_i = \{T_{(ij)} | j=1, 2, \dots, k\}$ , що містить  $k_i$  термів. Кожен терм є нечіткою множиною.

Вихід правила — деяка лінгвістична змінна  $LY = \{TY_j | j=1, 2, \dots, m\}$ ,  $TY_j$  — терми цієї змінної.

Таблиця 2. Категорії технічного стану

Категорія	Рівень придатності	Відповідні заходи
"1"	нормальний	
"2"	задовільний	Потрібні заходи щодо захисту конструкції та дотримання встановлених вимог її використання
"3"	непридатний до нормальної експлуатації	Необхідно здійснити ремонт, підсилення або заміну конструкції; до завершення цих робіт використовувати ОБ за програмою обмеженого режиму експлуатації, що розроблена з урахуванням ТС і навантаження конструкції
"4"	аварійний	Необхідно негайно виключити знаходження людей в зоні можливого обвалення та вжити заходів, що унеможливають обвалення до проведення ремонту, підсилення або заміни конструкції.

Вихідним параметром  $Y$  є категорія технічного стану конструкцій. Рівень придатності — це відповідна лінгвістична змінна, що характеризується множиною термів: нормальний, задовільний, непридатний до нормальної експлуатації та аварійний (табл. 2).

Множина правил  $\{P_j, j=1, 2, \dots, N\}$  являє собою знання експертів, які задані у вигляді нечіткої імплікації, що задана на декартовому добутку носіїв вхідних і вихідних даних. Система нечітких правил має бути повною, що передбачає існування хоча б одного правила для кожного терму вхідної та вихідної лінгвістичної змінної. Максимальна кількість правил дорівнює  $N_{max} = \prod_{i=1}^n m_i$ .

Схему формування системи нечіткого виведення показано на рис. 4.

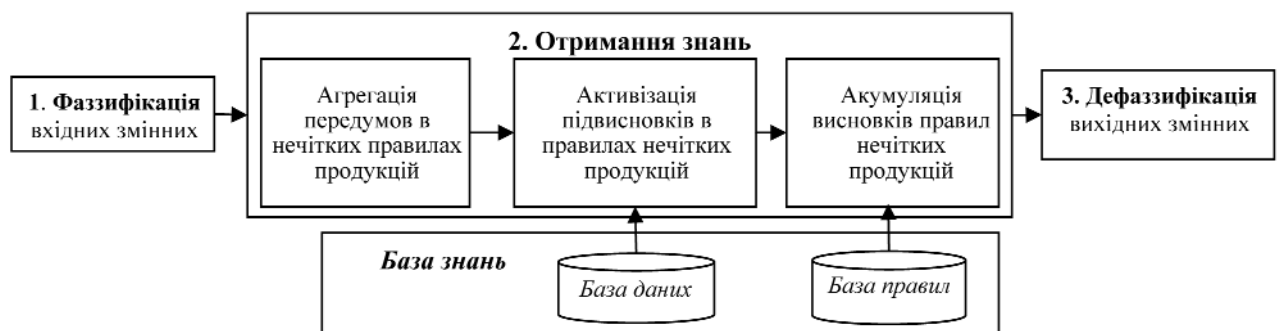


Рис. 4. Схеми формування системи нечіткого виведення

По своїй суті метод нечіткого виведення нагадує "чорний ящик". На вході і виході якого числові показники, а замість моделей, що зв'язують вхідні і вихідні величини, — апарат нечіткої логіки та нечітких множин. Кожне правило будується у вигляді умовного оператора [7]. До системи правил входять всі можливі комбінації термів лінгвістичних змінних для всіх вхідних параметрів, що зв'язані логічними операціями кон'юнкції, диз'юнкції та заперечення. Для визначення результату кон'юнкції застосовується операція знаходження мінімуму мір належності відповідних нечітких множин, для диз'юнкції використовується операція знаходження максимуму мір належності відповідних нечітких множин.

Існують два підходи до побудови логічного виведення — моделі Мамдані та Сугено. Модель Мамдані оперує лінгвістичними змінними та нечіткими множинами, а модель Сугено використовує чіткі вхідні величини, лінгвістичні змінні та нечіткі множини, і перетворює чіткі входи на чіткі виходи. Модель Сугено є більш раціональною для побудови правил виведення при діагностуванні ТС конструкцій, якщо в результаті обстежень задані чіткі вхідні величини.

В моделі Сугено правила мають зображення

$$P_j: \text{if } (x_1 \text{ is } T_{1,j}) \wedge (x_2 \text{ is } T_{2,j}) \wedge \dots \wedge (x_n \text{ is } T_{n,j}) \\ \text{then } (y = a_j),$$

де  $a_j$  фінальне значення  $j$  — го правила.

Для розв'язання задач пояснень і обґрунтування рішень, доцільним є застосування моделі Мамдані.

В моделі Мамдані правила мають зображення

$$P_j: \text{if } (L_1 \text{ is } T_{1,j}) \wedge (L_2 \text{ is } T_{2,j}) \wedge \dots \wedge (L_n \text{ is } T_{n,j}) \\ \text{then } (LY \text{ is } TY_j),$$

де  $T_{(n,j)}$  — нечіткі множини для вхідних величин лінгвістичних змінних,  $TY_{(j)}$  — нечіткі множини для вихідної лінгвістичної змінної, що використовуються в  $j$  — му правилі.

### Алгоритм нечіткого виведення

#### 1. Фаззифікація входів.

Фаззифікація — це перетворення чітких вхідних величин  $X = \{x_1, x_2, x_3, \dots, x_n\}$  до нечітких множин  $\{T_{(i,j)}\}$ . Вхідна величина  $x_i$  є нечіткою множиною  $M_i(x, \mu(x))$  з мірою належності:

$$\mu(x) = \begin{cases} 1, & x = x_i \\ 0, & x \neq x_i \end{cases}$$

При фаззифікації чіткого входу  $x$  і визначають ступені належності кожному терму лінгвістичної змінної  $L_i$ .

### 2. Отримання знань

Визначення міри належності підумов здійснюється за допомогою операцій над нечіткими множинами, що отримані в результаті фаззифікації вхідних змінних і нечітких множин з відповідних правил [6, 8].

### 3. Дефаззифікація виходів

На етапі дефаззифікації нечіткі дані, що отримані в результаті застосування нечітких правил, перетворюються на чітку величину згідно алгоритму Мамдані за формулою [8]:

$$z_0 = \frac{\int_{\Omega} z \mu_{\Sigma}(z) dz}{\int_{\Omega} \mu_{\Sigma}(z) dz},$$

де  $z$ -ім'я змінної виводу;  $z_0$ -чітке значення змінної виводу;  $\mu_{\Sigma}$ -міра належності вихідного правила.

В [8] досліджені моделі і методи обробки експериментальних результатів роботи експертної системи, що призначена для проведення обстеження технічного стану ОБ. Аналіз її роботи показав, що надійність оцінки технічного стану конструкції і точність ідентифікації дефектів залежить від набору параметрів, які фіксуються або специфікуються на кожному з етапів обстеження, та моделей, на основі яких реалізується нечіткий вивід в системах правил нечітких продукції.

### Приклад оцінки ТС будівельної конструкції

Розглянемо приклад застосування нечітких правил для оцінки рівня придатності до експлуатації однієї з несучих балок, яка є елементом прольоту моста, що складається з чотирьох несучих колон висотою 8,4 м кожна, двох несучих балок прогоном 24-м та плитами перекриття, що укладені кроком в 6м.

При оцінюванні технічного стану деякого об'єкта будівництва потрібно оцінити ТС кожної складової конструкції, після чого оцінити технічний стан самого об'єкта за відповідною системою правил.

Нехай технічний стан балки характеризується вхідними величинами:

- довжина тріщини,
- ширина розкриття,
- розвиток тріщини в глибину,
- площа зношення антикорозійного шару.

Будуємо відповідні лінгвістичні змінні з набором термів:

- довжина тріщини: коротка, середня, довга, критична,

- ширина розкриття: дрібна, розвинута, велика,
- площа зношення корозійного стану: слабка, значна, критична,
- розвиток тріщини в глибину: немає, повільний, середній, суттєвий.

Оцінимо рівень придатності балки в залежності від величини тріщини і динаміки її розвитку.

Графіки міри належності для термів вихідного значення показаний на рис. 5.

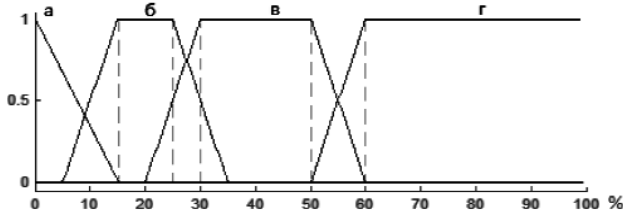


Рис. 5. Графік міри належності для рівня придатності:

- а) нормальний —  $C_1(x)$ ; б) задовільний —  $C_2(x)$ ;
- в) не придатний —  $C_3(x)$ ; г) аварійний —  $C_4(x)$

На рис. 6-9 зображені графіки мір належності термів вхідних лінгвістичних змінних..

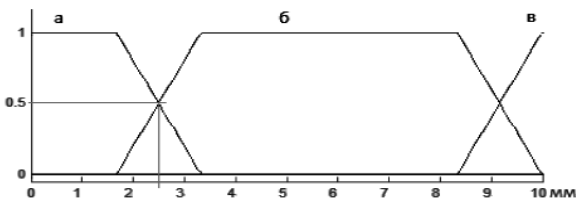


Рис. 6. Графік міри належності ознаки "ширина розкриття тріщини":

- а) дрібна; б) розвинута в) велика

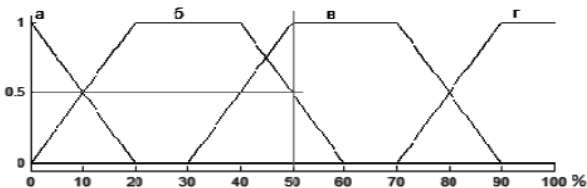


Рис. 7. Графік міри належності ознаки "довжина тріщини":

- а) коротка; б) середня; в) довга; г) критична

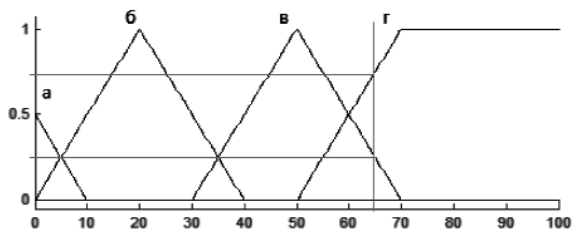


Рис. 7. Графік міри належності ознаки "глибина тріщини":

- а) нульова; б) незначна; в) суттєва; г) критична

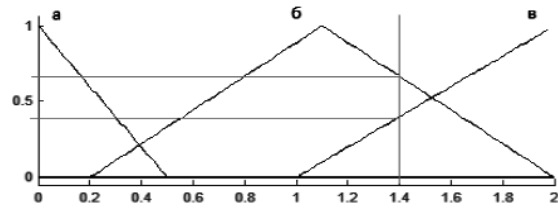


Рис. 8. Графік міри належності ознаки "площа зношення антикорозійного шару":

- а) слабка; б) значна; в) критична

дні з балок має поздовжні тріщини, що характеризуються такими нечіткими ознаками геометричних параметрів:

- ширина розкриття тріщин — складає 2,5 мм,
- довжина тріщини — складає 50 мм,
- глибина тріщини — складає 65 мм,
- площа зношення антикорозійного шару — складає 70% від всієї поверхні.

Згідно з графіками (рис. 5-8):

- ширина розкриття тріщини: слабка — 0,5, або розвинута — 0,5;
- довжина тріщини: середня — 0,5, або довга — 1;
- глибина тріщини: суттєва — 0,25, або критична — 0,75;
- площа зношення антикорозійного шару: слабка або значна — 0,4, або критична — 0,6.

Система нечітких правил, які застосовуються, та їх графічна інтерпретація, має вигляд:

1. **If** <ширина розкриття тріщини — дрібна і довжина тріщини — коротка, і глибина тріщини — нульова, і зношення антикорозійного шару — слабка> **than** <нормальний> (рис. 9).

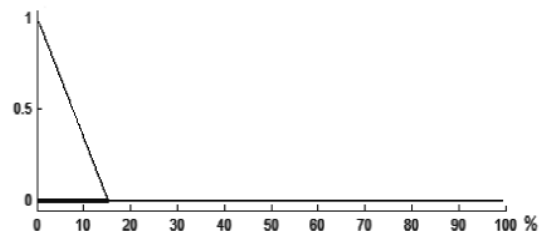


Рис. 9. Нечітке виведення за правилом 1.

2. **if** <ширина розкриття тріщини — розвинута і довжина тріщини — середня і глибина тріщини — незначна і зношення антикорозійного шару — значне> **than** <задовільний> (рис. 10).

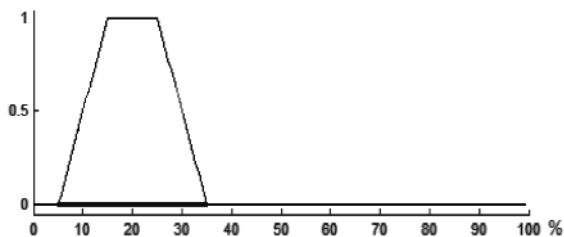


Рис. 10. Нечітке виведення за правилом 2.

3. if <ширина розкриття тріщини – розвинута і довжина тріщини – довга і глибина тріщини – суттєва і зношення антикорозійного шару – значне> **than** <не придатний> (рис. 11).

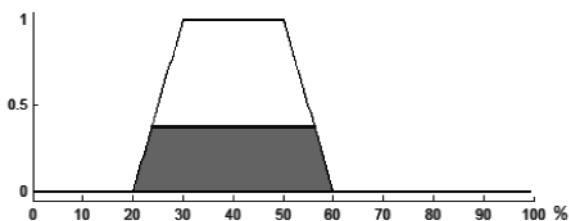


Рис. 11. Нечітке виведення за правилом 3

4. if <ширина розкриття тріщини – велика і довжина тріщини – критична і глибина тріщини – критична і зношення антикорозійного шару – критичне> **than** <аварійний> (рис. 12).

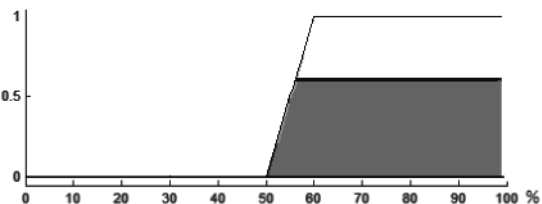


Рис. 12. Нечітке виведення за правилом 4

Графік міри належності для вихідного правила зображено на рис. 13.

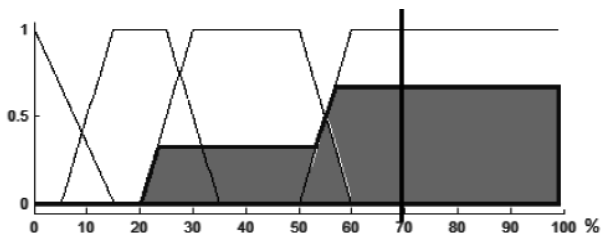


Рис. 13. Міра належності вихідного правила.

На етапі дефазифікації вихідних змінних знаходимо необхідне значення:

$$z_0 = \frac{2400 + 300 + 1150 + 20}{55,79} = 69,9.$$

Придатність балки ( $z_0$ ) характеризується чітким значенням 69,6 з мірою належності 0,6.

Категорія технічного стану – IV.

Рівень придатності – аварійний.

Перелік можливих причин такого стану:

- перенавантаження конструкції;
- зміщення положення розтягнутої арматури під час виготовлення;
- недостатнє зусилля натягу арматури (для попередньо напружених конструкцій).

Прийняття рішень щодо подальшої експлуатації конструкції здійснюється на чіткому рівні згідно чинних положень, що регламентують формування результатів обстежень на основі яких робиться висновок. Всі питання, що пов'язані з невизначеністю або неузгодженістю інформації, на основі якої формується висновок, необхідно вирішити на попередніх етапах діагностування. В даному випадку, необхідно негайно виключити знаходження людей в зоні можливого обвалення та вжити заходів, що унеможливають обвалення до проведення ремонту, підсилення або заміни конструкції (табл. 2).

Технічні рекомендації: провести заміну несучих балок з урахуванням можливого перенавантаження конструкції, провести поточний ремонт плит перекриття в місцях тріщин штукатурного шару.

Алгоритм налаштування правил і покрокова експертна підтримка прийняття рішення в процесі оцінки технічного стану конструкцій реалізовані в програмному середовищі MATLAB і описані в [6].

### Висновки

Експертні системи з нечіткою логікою надають можливість вирішувати задачі: набуття, накопичення та збереження експертних знань в процесі діагностування. Реалізація експертної системи підтримки прийняття рішень, яка здатна забезпечити формалізацією логічної схеми виведення правил для оцінки категорії ТС, дозволить автоматизувати оцінювання технічного стану конструкцій в тих випадках, коли детермінована модель їх руйнування складна для практичного використання або відсутня.

Впровадження описаної системи сприяє:

- підвищенню ефективності та швидкості оцінювання категорії технічного стану конструкцій;
- зниженню ризику прийняття необ'єктивних рішень при визначенні заходів забезпечення експлуатаційної придатності, надійності та безпеки



об'єктів будівництва в цілому, що пов'язаний з невизначеністю різного характеру;

– зниженню витрат на проведення додаткових випробувань і ризиків розвитку неконтрольованих дефектів після проведення цих випробувань.

Подальші дослідження будуть спрямовані на розробку нечітких моделей та методів моделювання багатofакторного впливу випадкових навантажень на технічний стан будівельних конструкцій.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Недосека А.Я. Об оценке надежности эксплуатирующихся конструкций (состояние вопроса и перспективы развития) / А.Я. Недосека, С.А. Недосека // *Техническая диагностика и неразрушающий контроль*. – 2010, №2, С. 7-17.

2. СТТУ БС 01-03: Стандарт асоціації незалежних експертів України "Укреспект". Обстеження і оцінка технічного стану будівель та споруд. Організація і виконання робіт. – 2003. – 37 с.

3. Ротштейн А.П. Диагностика на базі нечітких відношень в умовах невизначеності / Ротштейн А.П. // *Вінниця: УНІВЕРСУМ*, 2006. – 275с.

4. Савин С.Н. Результаты динамического мониторинга конструкций большого пролета из сборного железобетона / С.Н. Савин, И.В. Ситников // *Будівельні конструкції*. – К.: 2011. – Вып. 74. – Книга 2. – С. 424-432.

5. Алтунин А.Е. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях. Монография / А.Е. Алтунин, М.В. Семухин. – Тюмень: ТГУ, 2000. – 352 с.

6. Terenchuk S., Yeremenko B., Sorotuyk T. Implementation of intelligent information technology for the assessment of technology for condition of building structures in the process of diagnosis. *Eastern European Journal of Enterprise Technologies*, Vol. 5/3(83), 2016, pp. 30-39.

7. Єременко Б.М. Моделювання інтелектуальної системи для діагностики технічного стану об'єктів будівництва / Б.М. Єременко // *Технологічний аудит та резерви виробництва*. – 2015. – № 1/2 (21). – С. 44-48.

8. Михайленко В.М. Обработка экспериментальных результатов работы экспертной системы для задачи диагностики технического стану будівель / В.М. Михайленко, О.О. Терентьев, Б.М. Єременко // *Строительство, материаловедение, машиностроение*. – 2014. – Вып. №78. – С. 190-195.

УДК 005.8; 658.3

*Водолазкіна К. О., аспірант, ЗНТУ,  
м. Запоріжжя  
Доненко В. І., д.т.н., проф., ЗНТУ,  
м. Запоріжжя*

## МОТИВАЦІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ ЕФЕКТИВНІСТЮ КОМАНДИ ПРОЕКТУ

#### АНОТАЦІЯ

У статті розглянуто проблему мотивації колективу команди, що реалізує будівельний проект в сучасних умовах підрядного будівництва. Запропоновано підхід оцінки та аналізу мотивації, який описує комплекс заходів щодо виявлення системних проблем в колективі, особистих потреб кожного члена команди окремо, з метою їх своєчасного усунення та підвищення ефективності роботи та якості виконання проектів. Підхід дозволяє сформувати статистичний звіт за категоріями показників та оцінити рівень мотивації. Отримані дані можуть бути використані для подальшого прийняття стратегічних управлінських рішень з оптимізації роботи колективу.

Ключові слова: мотивація команди, проектна команда, критерії мотивації, ефективність роботи.

#### Вступ

Забезпечення будівельної організації чи підприємства висококваліфікованими кадрами, які мають реалізовувати будівельні проекти завжди є першочерговою задачею, що стоїть перед керівництвом. Формування команди проекту та її мотивація до якісного та своєчасного виконання проекту в умовах обмежених ресурсів актуальна на будь-якій фазі його реалізації [1].

Найбільш поширеним методом мотивації співробітників, що може бути застосовано для членів команд з реалізації будівельних проектів є грошовий, тобто вважається, що чим більше рівень заробітної плати у співробітника, тим більше його мотивація до праці [2]. У процесі досліджень психології людських відносин на робочому місці було з'ясовано, що не тільки фінансові заохочення дають стимул співробітникам компанії до роботи. Існує ще дуже багато факторів, які формують мотивацію. Так, наприклад, позитивну роль у продуктивній роботі відіграє наявність комфортного

робочого місця, оснащеного кондиціонером, комп'ютером або іншою необхідною для ефективної роботи технікою [3].

Мотивація персоналу — це один із способів підвищення продуктивності праці та є ключовим напрямком кадрової політики будь-якого підприємства. Результати роботи співробітників визначаються та оцінюються за допомогою так званих КРІ (від англ. Key Performance Indicator — "ключові показники ефективності"). Встановлено, що КРІ і мотивація персоналу дозволяють істотно поліпшити ефективність і продуктивність роботи кожного працівника та компанії в цілому [4].

У сфері мотивації та стимулювання праці знайшла своє відображення у працях таких зарубіжних вчених як П.Друкер, А.Маслоу, Дж.Кейнс, А.Маршалл, Дж.Сакс, Дж.Гелбрейт, Ф.Герцберг, П.Вигодський та вітчизняних вчених О.С. Гапонова [5], С.В. Козьяков[6], А.Колот, О.Орлов, О.Новикова, В. М. Нижник, В.Шинкаренко та ін.

Більшість теоретиків систем мотивації приходить до висновку, що тільки мотивація на результат є досконалою системою, тому що обґрунтовує бізнесу виплати винагород, а співробітникам дає можливість отримувати і збільшувати дохід в чіткій залежності до докладених зусиль.

Сухомлин Л.Є. у своїх роботах [7] зазначає, що особливості мотиваційного механізму компаній залежать від форм власності та господарювання, закладеного в його основу рівня справедливості системи розподілу кінцевих результатів спільної діяльності. Рівень потреб піддається регулюванню під впливом набуття досвіду, навчання, що надає можливостей для управління мотивацією.

#### **Постановка завдання**

Особливо актуальна проблема відстеження мотивації співробітників в будівельних організаціях, що працюють на проектному підході. Такі компанії не мають постійних інвесторів та вимушені шукати проекти на ринку. Отже для них характерні текучість кадрів, незлагодженість команди та нестабільність прибутку. Тому для вирішення цієї проблеми актуальним є розроблення підходу, що допоможе виконати збір даних, аналіз і відстеження змін мотивації співробітників в динаміці і в залежності від умов роботи і особистого професійного зростання співробітника.

#### **Визначення мотиваційних чинників**

Значний вплив на підвищення мотивації відіграє індивідуальний підхід до кожного з пра-

цівників та диференційованість мотиваційних чинників для різних категорій і віку персоналу за обов'язкового врахування проведеного об'єктивного оцінювання їхнього трудового внеску [8].

До основних нематеріальних чинників, що впливають на мотивацію персоналу відносять:

- збереженість робочого місця,
- можливість участі у тренінгах та інших видах особистого розвитку,
- планування кар'єрного зростання,
- участь персоналу в прийнятті ключових рішень [9].

Також відомо та доведено, що підвищення фонду оплати праці перетворює заробітну плату в елемент стимулювання на підприємстві [10]. При погодинній формі заробітної плати мірою праці виступає відпрацьований час, а заробіток працівнику нараховується згідно з його тарифною ставкою. При відрядній формі заробітної плати мірою праці є вироблена працівником продукція, а розмір заробітку прямо пропорційно залежить від її кількості та якості роботи [11]. Що стосується роботи будівельних компаній, то у більшості з них оплата праці основана на погодинній формі, але розмір тарифної ставки залежить від складності та кількості роботи, що виконує працівник. Тобто існує мішана форма, яка накладає додаткові складності у процес мотивації та управління персоналом.

Пропонуються наступні категорії оцінювання мотивації (відповідно до ERG Альдерфера):

1. Корпоративна культура (потреби зв'язку);
2. Умови праці (потреби існування);
3. Проект та задачі (потреби зростання);
4. Команда (потреби зв'язку);
5. Особистий розвиток (потреби зростання);
6. Бонуси (потреби зв'язку).

Список питань відповідно до запропонованих категорій наведено у табл. 2.5.

#### **Проведення опитування мотивації команди**

Для аналізу мотивації пропонується мати кілька основних блоків, які відповідають за відповідну галузь знань [12]:

1. управління співробітниками;
2. управління питаннями;
3. проведення опитування;
4. результати опитувань;
  - підрахунок оцінки;
  - результати за важливістю;
  - результати відповідей з питання;
  - статистика відповідей співробітника;

Таблиця 2.5 Питання анкети аналізу мотивації

<i>Категорія</i>	<i>Питання</i>
<i>Корпоративна культура</i>	<i>Розвиток компанії</i>
	<i>Місія компанії</i>
	<i>Традиції компанії</i>
	<i>Перспектива просування по службових сходах</i>
	<i>Вільна форма одягу</i>
<i>Умови праці</i>	<i>Можливість безперешкодно перерозподілити робочий час</i>
	<i>Можливість вибору графіка роботи</i>
	<i>Можливість піти на лікарняний</i>
	<i>Свочасна виплата зарплати</i>
	<i>Партисипативність принцип управління в компанії (прозорість процесів та подій у компанії)</i>
	<i>Можливість йти у відпустку</i>
	<i>Імідж та престижність компанії</i>
	<i>Відсутність понаднормованої роботи</i>
	<i>Рівень зарплатні</i>
	<i>Рівень професіоналізму вищого керівництва</i>
<i>Проект та задачі</i>	<i>Отримання чіткого уявлення про цілі</i>
	<i>Різноманітність завдань</i>
	<i>Важливість виконуваної роботи</i>
<i>Команда</i>	<i>Командна робота</i>
	<i>Участь в плануванні власної роботи</i>
	<i>Зворотній зв'язок від керівника</i>
	<i>Оцінка якості моєї роботи</i>
	<i>Наявність наставника</i>
<i>Особистий розвиток</i>	<i>Додатковий час на особистий розвиток</i>
	<i>Перспективи в плані роботи</i>
	<i>Можливість навчання</i>
	<i>Тренінги від компанії</i>
<i>Бонуси</i>	<i>Безкоштовні снеки та фрукти</i>
	<i>Безкоштовна кави</i>
	<i>Наявність парковки для машини</i>
	<i>Премії</i>

- статистика за категоріями;
- динаміка за категоріями.

За допомогою системи певний співробітник за запрошенням (персональне посилення) повинен заповнити анкету з питаннями про його мотивації під час роботи в компанії. Кожне з питань відноситься до певної області (категорії), за якою задається питання до співробітника. Адміністратору системи доступна панель управління для проведення, збору та аналізу результатів профільного анкетування по компанії в цілому, окремому співробітнику і часу проведення опитування.

Варіанти відповіді для кожного параметра та числове значення відповіді, що присвоюється відповідно наступним правилам:

1. цього немає і це мене демотивує – 1;
2. цього дуже не вистачає – 2;
3. хотілося б, щоб це було – 3;
4. не важливо – 4;
5. важко відповісти – 5;
6. мене влаштовує – 6;
7. добре, що це є – 8;
8. відмінно і мене це мотивує – 10.

Після закінчення опитування маємо множину відповідей  $M = \{m_i\}_{(i=1)}$

Для підрахунку результатів опитування використовуються методи статистичного аналізу даних. В основі розрахунків лежить частотний аналіз даних за категоріями.

Ряд розподілу складається з варіант та частот:

$x_j$  – варіанта – окреме значення ознаки, що змінюється;

$f_j$  – частота – вказує скільки разів повторюється вказана варіанта;

$d_j$  – відносна частка – вказує, яку долю сукупності складає варіанта  $x_j$  у всій сукупності.

Підсумок усіх часток налічує повну сукупність. Підсумок відносних часток дорівнює одиниці або 100%:

$$\sum_1^m f_i = n, \sum_1^m d_i = 1, \quad (1)$$

$$d_i = \frac{f_i}{\sum_1^m f_i}, \quad (2)$$

де  $m$  – кількість груп,  $n$  – обсяг сукупності.

### Прийняття рішень на основі результатів опитування

Таким чином можна підрахувати наступні показники:

$$M_k = \frac{\sum_{i=1}^k m_i}{K}, \quad (3)$$

де  $m_i$  – числове значення відповіді на  $i$ -те запитання;

$K$  – кількість питань в категорії.

$$MT = \frac{\sum_{j=1}^N m_j}{Nm} \cdot 100, \quad (4)$$

де  $m_j$  – числове значення відповіді на  $j$ -те запитання;

$Nm$  – кількість питань в анкеті.

Підсумкове значення надасть уявлення про загальну мотивацію та задоволеність співробітника поточним станом його професійної кар'єри у рамках стартапу, що також надає інформацію про лояльність члена команди до компанії в цілому. Приклади відповідей та аналіз потенційних проблем наведено у табл. 3.

Для адекватності оцінки та об'єктивності статистики усі відповіді за анкетами повинні надаватися чесно та відкрито. У разі складної та критичної ситуації у колективі рекомендується проводити анкетування анонімно.

Дуже важливо проводити оцінку мотивації періодично. Часто зміни в результатах можуть служити тривожним сигналом для керівництва і потребуватимуть додаткових заходів. Вихідні дані системи обробляє безпосередньо менеджер по персоналу, завданням якого є управління мотивацією кожного із співробітників з метою підвищення ефективності його роботи в компанії.

Завершальним є аналіз зібраних даних як персональний, так і по всій компанії в цілому. Для візуалізації результатів будуємо варіаційну криву, що допоможе виявити найбільш проблемні питання у компанії, на які якнайшвидше треба звернути увагу керівника компанії.

Висновки. У результаті дослідження створено модифіковані методи управління командою проекту за допомогою розроблених математичних моделей та удосконалених процесів по роботі з персоналом. Застосування методів надає можливість менеджеру проекту проаналізувати ситуацію в команді, виконати переорієнтацію політики управління на системну зацікавленість та професійне зростання усіх робітників підприємства, розробити особисті програми з кар'єрного розвитку та покращити загальні результати роботи ко-

Таблиця 3. Приклади підсумкових значень та аналіз проблеми

Значення МТ	Загальний аналіз	Рекомендовані дії
85% - 100%	Цього співробітника майже все влаштовує, він повністю задоволений його місцем роботи.	Переважає такий працівник буде максимально ефективним у виконанні своїх задач
65% – 84%	Такий член команди достатньо замотивований, але не задоволений окремими аспектами своєї роботи	Рекомендовано зробити більш детальний аналіз відповідей за категоріями $M_k$ та виявити проблемні питання, провести особисту зустріч. Ефективність роботи працівника доволі у такому випадку достатня. Мотивація може падати з часом, якщо проблеми не буде вирішено.
30% – 64%	Цей член команди лише частково задоволений місцем роботи та має достатньо не мотивуючих факторів у роботі, деякі з них дуже критичні та найближчим часом можуть стати причиною його звільнення за власним бажанням.	Рекомендовано якнайшвидше зробити більш детальний аналіз відповідей за категоріями $M_k$ та виявити проблемні питання, адже ефективність роботи такого працівника доволі низька. Працівник у "групі ризику".
0% – 29%	Такий член команди (за умови чесних відповідей) є демотивованим у роботі (за особистих або об'єктивних причин).	Досить часто відповіді такого значення мають бути частково спрогнозовані, а їх автори знаходяться у "групі ризику" людей, що готові змінити місце роботи при першій можливості. Якщо таке значення виявлено раніше при анкетуванні, то такий співробітник потребує негайної уваги керівництва, особистого підходу. Якщо таких відповідей $>1$ – атмосфера у компанії знаходиться у кризовій стані, від керівника необхідні швидкі антикризові зміни.

манди проекту. У результаті впровадження підходу на виробництві можливо підвищити ефективність роботи команди, підвищити мотивацію та покращити продуктивність команди, що реалізує будівельний проект.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Доненко В.И. Подготовка и планирование технологий, организации и управления строительного производства согласно дбн А. З. 1-5-2009 / В.И. Доненко, Е.Ю. Антипенко, Л.В. Яровая, И.В. Доненко, А.А. Бобраков // Вісник ПДАБА. 2010. — №9 (150). — С.51–58.
2. Водолазкіна, К.О. Автоматизація аналізу кар'єрного розвитку та підтримка прийняття рішень щодо атестації розробників програмного забезпечення / К.О.Водолазкіна // Журнал "Автоматизація технологічних та бізнес-процесів". — Одеса: Одеська національна академія харчових технологій, 2016. — Volume 8, Issue 1/2016. — С. 50-61.
3. Акопов А.В. Эффективные способы мотивации сотрудников компании информационный портал "КРi-ЛiВ Знання для бізнеса": [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://kplib.ru/article.php?page=362>.
4. Давыдов С. Не мешайте мне работать [Елек-

тронний ресурс]. — Режим доступу: <http://motivate.me.ru/>, 2007. — С. 400.

5. Гапонова О.С. Система мотивации персонала как инструмент внутрифирменного планирования в инновационных компаниях ранних фаз развития / О.С. Гапонова // Вестник пермского университета, Экономика, 2015. — Вып. №1(24). — С. 124-133.
6. Козьяков С.В. Метод оцінювання вмотивованості праці ІТ – фахівців промислового підприємства / С.В. Козьяков // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах, 2013. — № 3. — С. 165-168.
7. Сухомлин Л.Є. Удосконалення механізму стимулювання персоналу корпоративного підприємства в умовах трансформації економіки : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. екон. наук : спец. 08.06.01 "Економіка, організація і управління підприємствами" / Л.Є. Сухомлин. — Хмельницький, 2005. — С. 27.
8. Просянчук В. Л. Вплив механізму зростання цільової ефективності мотивації персоналу на якість праці / В.Л. Просянчук. — Львів. Вісн. Нац. ун-ту "Львів. політехніка". 2014. — № 790. — С. 29-35.
9. Langovic Milicevic A. Employee motivation during the global economic crisis / A. Langovic Milicevic, T. Svetkovski, V. Tomasevic // Актуал. проблеми

економіки. 2014. — № 10. — С. 291-301.

10. Сукач О. О. Взаємозв'язок мотивації персоналу та ефективності витрат на оплату праці / О. О. Сукач // Бізнес Інформ. 2015. — № 6. — С. 154-159.

11. Грішнова О. А. Економіка праці та соціально-трудова відносини: підручник / О. А. Грішнова. — 4-те вид., оновлене. — К.: Знання, 2009. — С. 390.

12. Peter Ebong Ajang. Assessing the role of work Motivation on Employee Performance. Ume? School of Business and Economics, 2007. — P. 55.

#### АННОТАЦІЯ

В статті розглянуто проблему мотивації колективу команди строительного проекту в сучасних умовах подрядного строительства. Предложено підхід оцінки і аналізу мотивації, котрий описує комплекс заходів по виявленню системних проблем в колективі або організації, особистих потреб кожного члена команди окремо, з метою їх своєчасного усунення і підвищення ефективності роботи і якості виконання проектів. Підхід дозволяє сформувати статистичний звіт по категоріям показателів і оцінити рівень мотивації. Отримані дані можуть бути використані для подальшого прийняття управлінських рішень по оптимізації роботи колективу.

Ключеві слова: мотивація команди, проектна команда, критерії мотивації, ефективність роботи

#### ANNOTATION

The article considers the project team motivating problem of builder projects in modern conditions of construction contracting. The proposed approach of motivation assessment and analysis describes a set of measures to identify systemic problems in the team or organization, the personal needs of each team member individually, in order to their timely removal, improving efficiency and quality of the projects. The approach allows to generate statistical report by categories and indicators to assess the level of motivation. The data can be used to further strategic management decision making to optimize the work of the team.

Keywords: motivation of the team, the project team, the criteria for motivation, efficiency.

УДК 69.003.13; 692.232.45

*Менейлюк О.І., д.т.н., проф.*

*Бабій І.М., к.т.н., доцент*

*Камінська-Пінаєва А.І., магістр*

*Кудленко О.В., магістр*

#### РОЗРОБКА КОНЦЕПЦІЇ ПРОЕКТУ УТЕПЛЕННЯ ФАСАДІВ БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ

#### АННОТАЦІЯ

В статті розглянуто розробку концепції проекту утеплення фасаду багатоповерхового будинку. Показано, що проблеми управління змістом, термінами, якістю та ризиками проекту залежать від правильності визначення вимог до проекту на початковому етапі планування проекту. В результаті вивчення областей управління проектом утеплення житлового будинку, виділили основні напрямки, яким необхідно приділити більше уваги, для запобігання непередбачуваних надзвичайних ситуацій, а саме, управлінню ресурсами проекту і управлінню ризиками проекту.

Ключові слова: утеплення, проект, фасади будинків, управління, моделювання.

**Постановка проблеми.** Робота присвячена вирішенню важливого питання розробки концепції проекту утеплення фасадів багатоповерхового житлового будинку на основі аналізу різних чинників впливу на управління проектом.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В умовах постійно зростаючих цін на основні види енергоресурсів та значної зовнішньоекономічної залежності нашої країни від постачальників енергоносіїв, питання покращення показників енергоефективності та зменшення споживання енергоресурсів у житлових будинках розглядається все частіше і набувають особливої актуальності у зв'язку із нагальною необхідністю економії коштів на їх утримання. При використанні тієї чи іншої системи утеплення, необхідно пам'ятати, що даний захід має бути ефективним і економічно вигідним [1].

У той же час нагальною проблемою при улаштуванні теплоізоляції на фасадах будинків з великим об'ємом виконання робіт є управління цим проектом. У свою чергу управління проектом є досяг-

нення задалегідь визначених цілей при задалегідь відомих обмеженнях і доцільному використанні можливостей, реагуванні на ризики. Слід зазначити, що ключовим фактором успіху проектного управління є наявність чіткого задалегідь визначеного плану, мінімізації ризиків і відхилень від плану, ефективного управління змінами [2-4].

Існує велика кількість організаційно-технологічних рішень утеплення фасаду будинку, велика кількість матеріалів для утеплення. Кожний метод має свої переваги та недоліки: вартість, тривалість тощо. Саме тому, в цілях економії часу та коштів, дослідження, присвячені розробці концепції проекту утеплення фасаду будинку, є на сьогоднішній день актуальними.

**Мета статті.** Метою роботи є розробка концепції проекту утеплення фасадів багатоповерхового житлового будинку.

**Виклад основного матеріалу дослідження.**

Структура продукту проекту утеплення – схема, що показує структуру виробленого за проектом об'єкта (продукту, послуги) та організація зв'язків і відносин між її елементами, табл.1.

Розробка продукту проекту. Продуктом проекту є: утеплення багатоповерхового житлового бу-

динку; розробка оптимальних організаційно-технологічних рішень та практичних рекомендацій з утеплення фасаду будинку на основі ЕС- моделювання ефективних видів утеплення, що були застосовані в процесі утеплення будинку.

Аналіз учасників проекту (стейкхолдер проекту). Учасник – це юридична або фізична особа, яка бере участь в проекті, або може вплинути на реалізацію або результат проекту, або на чий інтереси можуть вплинути результати виконання або завершення проекту.

Серед головних учасників проекту оптимізації зазначимо: ініціатор, замовник, інвестор, керівник проекту, команда проекту, контрактор, проектувальник, головний інженер, органи влади, споживачі кінцевої продукції тощо. Саме вірний, однозначний та завчасний розподіл між ними прав та обов'язків дозволить уникнути зайвих витрат часу та ресурсів при вирішенні проблем, які можуть виникнути в процесі реалізації проекту – будівельно-монтажних робіт. Цей аспект є досить важливим, проте йому не завжди надають належну увагу. Відзначимо, що для успіху проекту сформульовані повноваження кожного учасника в письмовій формі.

Таблиця 1. Структура проекту

Основні етапи проекту					
I	II	III	IV	V	VI
Попередньо аналізуємо ринок енергозберігаючих матеріалів	Вибір методу для утеплення багатоповерхового житлового будинку	Розробка концепції утеплення	Проведення числового експерименту	Розгляд основних областей управління проектом утеплення елітного житлового комплексу на основі отриманих від дослідження результатів	Загальні висновки по роботі

Розглянемо функції основних учасників проекту утеплення:

— Ініціатор — сторона, яка є автором ідеї проекту, його попереднього обґрунтування та пропозицій по здійсненню. Ініціатором виступає замовник проекту.

— Замовник — головна сторона, зацікавлена у здійсненні проекту та досягненні його результатів. Замовник визначає основні вимоги та масштаб проекту, забезпечує фінансування проекту за рахунок своїх коштів чи коштів залучених інвесторів, укладає контракти з головними виконавцями проекту, несе відповідальність за цими контрактами, керує процесом взаємодії між усіма учасниками проекту.

— Інвестор — сторона, що вкладає інвестиції в проект. Інвестором виступає замовник проекту.

— Керівник (менеджер) проекту — фізична особа, якій замовник та інвестор делегують повноваження щодо здійснення проекту — планування, контролю та координації робіт усіх учасників проекту.

Склад функцій і повноважень керівника проекту визначається контрактом із замовником.

— Команда проекту — специфічна організаційна структура, очолювана керівником проекту та створена на період здійснення проекту. Завдання команди — виконання функцій управління проектом для ефективного досягнення цілей проекту.

— Контрактор — особа, яка виконує за проектом певні роботи або послуги відповідно до контракту.

— Генеральний контрактор — особа, яка займається підбором і координацією контракторів і субконтракторів, і прийомом виконаного обсягу робіт або послуг.

— Проектувальник — юридична особа, яка виконує за контрактом проектно-дослідні роботи в рамках проекту.

— Постачальники — контрактори, які здійснюють постачання будівельних матеріалів спеціального призначення, наприклад, матеріалу утеплення.

— Інженер проекту — особа, котра відповідає за технічне точне виконання розрахунків об'ємів матеріалів та робіт.

— Споживачі кінцевої продукції — юридичні і фізичні особи, які є покупцями і користувачами кінцевої продукції, та які встановлюють певні вимоги до виробленої продукції або наданих послуг і формують попит на них. Споживачами

являються майбутні власники апартаментів житлового комплексу.

Аналіз зовнішнього оточення проекту. Виникнення проекту пов'язане з потребами ринку та нормативних документів. Саме дослідивши ринок, ми намагаємося створити продукт або послугу, які будуть користуватися великим попитом. Отже, значна увага в проектному аналізі надається середовищу, в якому здійснюється проект. Розробка стратегії діяльності організації починається з аналізу зовнішнього оточення.

Зовнішнє середовище — це оточення проекту, або це чинники, які впливають на його підготовку та реалізацію. В ході дослідження оцінюємо фактори зовнішнього середовища:

— споживачі (люди, котрі мають інтерес до придбання апартаментів в житловому комплексі, які зацікавлені в якійсь теплоізоляції свого житла);

— постачальники (наявність матеріалів для утеплювальних робіт, якість, ціни та можливі аналогії).

— конкуренти (основні сили, що конкурують у галузі, у нашому випадку конкурентами можуть бути інші будівельні організації, що займаються роботами з утеплення).

Крім зовнішнього на проект впливає і внутрішнє середовище, яке пов'язане з його організацією, а саме — з питаннями розподілу прав, обов'язків та відповідальності між учасниками проекту.

До внутрішніх чинників проекту відносять взаємини між учасниками, професіоналізм проектної команди, стиль керівництва проекту, засоби комунікації.

Маркетингові дослідження проекту. Метою маркетингового дослідження за проектом є отримання інформації про характеристики ринку, споживачів та конкурентів, яка дозволить визначити вимоги ринку до проекту та відповідність ринкової ситуації потребам проекту.

Проведемо маркетингове дослідження в наступній послідовності:

Оцінка фактичної та потенційної ємності ринку. Фактичну ємність ринку оцінимо, проаналізувавши попит на продукт проекту. На сьогоднішній день енергозбереження займає одну з ключових позицій у розвитку та економіці ринків споживчих послуг і матеріалів. А потенційну ємність можна оцінити за допомогою статистичних методів.



На актуальність продукту проекту (методу утеплення) на ринку можуть впливати різні фактори: розвиток будівельної сфери, обсяг поставки необхідного матеріалу, конкуренція.

SWOT-аналіз проекту – це аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища організації. Аналізу підлягають сильні сторони (Strength), слабкі сторони (Weakness) внутрішнього середовища, а також можливості (Opportunities) і загрози (Threats) зовнішнього середовища організації. Методологія SWOT-аналізу передбачає спочатку виявлення сильних і слабких сторін, можливостей і загроз, після цього встановлення зв'язків між ними, які в подальшому можуть бути використані для формулювання стратегії організації.

За підсумками SWOT-аналізу складається матриця стратегічних заходів (табл.2): SO – заходи, які необхідно провести, щоб використовувати сильні сторони для збільшення можливостей компанії; WO – заходи, які необхідно провести, долаючи слабкі сторони і використовуючи представлені можливості; ST – заходи, які використовують сильні сторони організації для запобігання загроз; WT – заходи, які мінімізують слабкі сторони для запобігання загроз.

Слабкі сторони на котрі необхідно звернути увагу в першу чергу:

Внутрішні ризики:

– недостатньо висока кваліфікація робітників, виникає ймовірність досягнення помилкового результату в процесі виконання експерименту;

– зриви робіт через нестачі робочої сили, матеріалів, затримки постачань, помилок у плануванні та проектуванні, незадовільного оперативного управління, зміна раніше узгоджених вимог та поява додаткових вимог з боку замовників та партнерів та ін.;

– зміна технології виконання робіт, помилкові технологічні рішення, помилки в проектній документації, невідповідність проектним стандартам, поломки техніки тощо;

– низька якість продукції, монтажних робіт;

Зовнішні ризики:

– ринковий ризик (зважаючи на нестабільність економічної ситуації в країні, можливе підвищення цін на матеріали та вартість робіт, що значною мірою вплине на вартість проекту).

Таким чином визначимо ряд дій, необхідних для запобігання ризиків:

– складання договорів страхування на окремі види ризиків;

– наявність вищої професійної освіти в усіх членів команди, проходження курсів підвищення кваліфікації робітників;

Таблиця 2. SWOT-аналіз проекту

Складові аналізу	SWOT-	Можливість	Загрози
	А.	Визначення оптимального методу утеплення	а) Виникнення нового методу
	Б.	Використання найякісніших матеріалів	б) Поява на ринку нових продуктів
	В.	Якісне утеплення будинку	с) Підвищення цін на матеріали та роботу
	Г.	Поліпшення рівня життя населення	д) Скачки курсів валют
	Д.	Визначення безпечного типу утеплення	е) Природні катастрофи

Продовження таблиці 2		
Сильні сторони	SO-стратегії	ST-стратегії
I. Досвід роботи на ринку	Збільшення ринкової частки	Використання тільки якісних матеріалів
II. Підтвердження вибору за допомогою професійних програмних комплексів	Якісний розрахунок, та приведення розгорнутих висновків	Використання тільки якісних ліцензійних програм
III. Висока кваліфікаційна команда проекту	Проведення експериментів в лабораторних умовах	Залучення учасників з високим досвідом робіт
IV. Ліцензія на проведення робіт даного типу	По закінченню роботи замовник отримує офіційний документ	Державна підтримка
Слабкі сторони	WO-стратегії	WT-стратегії
1. Поява нового сучасного способу	Оперативність виконання заданої задачі	Професійне дослідження можливостей ринку
2. Недостатній рівень кваліфікації персоналу	Реалізація програми навчання фахівців	
3. Відсутність по різних причинам однієї з бригад робітників	Якісне та завчасне планування процесу монтажних робіт	

— ретельне планування трудових ресурсів проекту.

За результатами проведеного SWOT-аналізу встановлюємо, що досліджуваний проект має ряд сильних сторін і можливостей. Задача проекту поставлена чітко, проте існують також і слабкі сторони, котрі можна посилити.

Друга частина SWOT-аналізу являє собою дослідження зовнішнього середовища, які є сукупністю активних суб'єктів і сил, що діють за межами фірми і впливають на її здатність встановлювати та підтримувати з цільовими споживачами відносини ділового співробітництва.

PEST-аналіз (табл.3) — це інструмент, призначений для виявлення політичних (Political), економічних (Economic), соціальних (Social) і технологічних (Technological) аспектів зовнішнього середовища, які можуть вплинути на стратегію підприємства [5].

Економічна складова макросередовища визначає загальний рівень економічного розвитку, ринкових відносин, конкуренції, тобто економічні умови, в яких працює компанія. Її основні параметри: темпи інфляції, розмір процентної ставки, валютний курс, дефіцит бюджету, рівень безробіття, норми оподаткування, заробітна плата. Зміни цих макроекономічних показників впливають на рівень життя населення, платоспроможність споживачів, коливання попиту, визначають інвестиційну політику, рівень цін, прибутковність. Основною причиною вивчення економіки — це створення картини розподілення ресурсів на рівні держави, яка є важливою умовою діяльності підприємства.

Політична складова, представлена органами державної влади, а також партіями, блоками, групами та іншими компаніями, визначає цілі та напрямки розвитку суспільства, його ідеологію, зовнішню і внутрішню державну політику в різних областях, а також шляхи і засоби, за допомогою яких уряд має намір її здійснювати. Політична система робить сильний вплив на ділову активність компанії. Компанія повинна мати чітке уявлення про те, наскільки стабільна політична ситуація в країні. Політика вивчається тому, що вона регулюється владою, яка, в свою чергу, визначає середовище підприємства і отримання ключових ресурсів для його діяльності. Тим самим в процесі виконання утеплення будинку може змінюватися і вартість робіт і вартість квартир.

Соціальна складова являє соціальні процеси тенденції, що відбуваються в суспільстві і впливають на діяльність компанії. Вона включає існуючі традиції, цінності, звички, етичні норми, стиль життя, ставлення людей до роботи, смаки і психологію споживачів. У неї входить соціальна структура суспільства, її демографічні характеристики, такі, як рівень народжуваності, середня тривалість життя, темп зростання населення, міграція, рівень освіти, кваліфікація.

Технологічна складова включає наукові та технологічні чинники, розвиток яких дозволяє компанії модернізувати стару і створювати нову продукцію, удосконалювати і розробляти технологічні процеси. Метою її дослідження прийнято вважати виявлення тенденцій в технологічному розвитку, які є причинами змін і втрат ринку, а також виявлення нових продуктів.

Результатом PEST-аналізу є вибір основних факторів зовнішнього макросередовища, які створюватимуть можливості і загрози для компанії в прогнозованому періоді.

Аналізуючи таблицю, можна зробити висновок, що:

- зміна законодавства дозволяє скористатися сприятливими можливостями для завоювання ніш на ринку;
- зміна політичних партій практично не впливає на проект;
- можливість теракту — загроза для розвитку проекту, так як в цьому випадку компанія несе великі втрати і в цілому страждає економіка в країні;
- економічна нестабільність в країні є загрозою для розвитку будівництва в цілому;
- підвищення рівня населення свідчить про необхідність розбудови житла, і в подальшому його утеплення;
- підвищення освітнього рівня населення сприятливо впливає на розвиток проекту, так як, чим більше освічена людина, тим більше вона розуміє необхідність в утепленні будинку з метою збереження фінансів;
- поява і розвиток нових технологій та продуктів істотно впливає на проект, так як сутність проекту залежить від новітніх якісних матеріалів та механізмів в даній сфері діяльності.

Попереднє техніко-економічне обґрунтування (ТЕО). Після визначення мети проекту, задач і продукту проекту проводиться проектний аналіз,

Таблиця 3. PEST-аналіз проекту

<b>Фактори</b>	<b>Ймовірність впливу (1-5)</b>
<b>Політика (P):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- зміна законодавств</li> <li>- зміна політичних партій</li> <li>- можливість теракту</li> <li>- рівень правової грамотності</li> </ul>	 3 1 3 2
<b>Економіка (E):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- економічна нестабільність в країні</li> <li>- динаміка руху курсу валюти</li> <li>- податкова політика</li> <li>- рівень доходів населення</li> </ul>	 4 4 3 4
<b>Соціальна сфера (S):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- темп зростання населення</li> <li>- середня тривалість життя</li> <li>- освіта</li> <li>- культурний рівень</li> </ul>	 2 2 4 2
<b>Технологія (T):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- поява і розвиток нових технологій та продуктів</li> <li>- прискорення технологічного та інформаційного прогресу</li> </ul>	 5 5

результатом якого є попереднє техніко-економічне обґрунтування проекту. Проектний аналіз забезпечує інформаційну базу для розробки попереднього техніко-економічного обґрунтування проекту. ТЕО — це вивчення економічної вигідності, аналіз і розрахунок економічних показників створюваного інвестиційного проекту. Головним завданням при складанні ТЕО є оцінка витрат на інвестиційний проект і його результати, аналіз терміну окупності проекту.

Для вибору методики розрахунку визначимо тип проекту. Проекти, направлені на створення нового продукту — це технічні проекти.

Суть проекту — утеплення фасадів багатоповерхового житлового комплексу з допомогою "навісних вентиляваних фасадів (НВФ)", попередньо визначивши оптимальний, по критеріям вартості та тривалості монтажних робіт, метод утеплення шляхом моделювання організаційно-технологічних рішень, що дозволить ефективно скоротити термін будівництва, і відповідно вартість виконання робіт. Попередньо були розраховані інвестиційні затрати проекту (табл.4).

Остаточне техніко-економічне обґрунтування проекту утеплення фасадів елітного житлового комплексу можливо виконати з допомогою експе-

Таблиця 4. Інвестиційні затрати проекту утеплення НВФ

Вид затрат	Вартість	Один. виміру
1. Закупка будівельних матеріалів для виконання робіт	5,267 867	млн.грн
2. З/п робітників (монтажники +команда проекту)	3,470 044	млн.грн
3. Оренда машин та механізмів	0,248 558	млн.грн
<b>Бюджет проекту утеплення</b>	<b>8,986 470</b>	млн.грн

риментально-статистичного моделювання основних організаційно-технологічних рішень [6, 7]. Це дасть змогу визначити, на основі результатів розрахунків, оптимальний метод утеплення фасадів багатоповерхового житлового будинку.

#### Висновки:

1. Завдяки управлінню проектом утеплення фасадів багатоповерхового житлового будинку, можливо визначити оптимальний по критеріям вартості та тривалості монтажних робіт метод утеплення шляхом моделювання організаційно-технологічних рішень.

2. Застосування різних видів аналізу проекту дозволить ефективно побудувати сам проект з усіма змінами, які можуть відбуватися в процесі його виконання і, таким чином, скоротити термін будівництва, і відповідно вартість виконання монтажних робіт.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Білоконь А.І. *Контроль якості теплозабезпечення населення* / А.І. Білоконь, І.В. Трифонов, Є.Ю. Вітютін // *Сб. науч. трудов. Серия: Строительство, материаловедение, машиностроение. Вып. 38. Днепропетровск., ПГАСА. 2006.-С.179-183.*
2. Полисюк Г.Б. *Экономико-математические методы в планировании строительства.* / Полисюк Г.Б. — М. : Стройиздат, 1986. — 270 с.
3. Дункан В. *Основы управления проектами* / В. Дункан, М. Грашина — Санкт-Петербург: "Питер", 2006. — 208 с.
4. Туровца О.Г. *Организация производства и управление предприятием. Издание 3* / Туровца О.Г. — Москва: Инфа -М, 2011. — 506 с.
5. *Project Management Institute, Inc. PMBOK 5th — USA, 2013.*
6. Новицкий Н.И. *Организация, планирование и управление строительным производством.* / Н.И.

Новицкий, В.П. *Пашуто.* — М. : *Финансы и статистика, 2007.* — 576 с.

7. *Voznesensky V.A., Lyashenko T.V. Experimental-statistical modeling in computational materials science /Proc. 3rd Int. Applied Statistics in Industry Conf., v.1. — Wichita, KS (USA): ACG Press. — 1995. — P.287-298.*

#### АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрена разработка концепции проекта утепления фасада многоэтажного дома. Показано, что проблемы управления содержанием, сроками, качеством и рисками проекта зависят от правильности определения требований к проекту на начальном этапе планирования проекта. В результате изучения областей управления проектом утепления жилого дома, выделили основные направления, которым необходимо уделить больше внимания, для предотвращения непредвиденных чрезвычайных ситуаций, а именно, управлению ресурсами проекта и управлению рисками проекта.

Ключевые слова: утепление, проект, фасады домов, управление, моделирование.

#### ANNOTATION

The article describes the development of the project concept insulation facade block of flats in Odessa. It was shown that the content management problems, deadlines, quality and project risks depend on the correctness of the requirements for the project at an early stage of project planning. As a result of the study areas of the project management of an apartment house insulation, identified the main areas that need more attention in order to prevent unforeseen emergencies, namely, project management and project risk management.

Keywords: insulation, project, draft facades, control, modeling.

УДК 624.155.114

Супонев В.Н. к.т.н.,  
Вивчар С.М., асп.,  
Константиненко В.В., маг.

### ВЛИЯНИЕ ОСЕВОЙ СИЛЫ ПРИГРУЗА НА КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ ЗАВИНЧИВАНИЯ ВИНТОВЫХ СВАЙ

#### АННОТАЦИЯ

В работе приведены результаты исследования влияния конструкций механизмов погружения на силовые и энергетические характеристики процесса погружения винтовых свай и якорей в грунт. Описаны закономерности влияния осевой силы пригруза на крутящий момент заворачивания якоря в грунт и производимую механизмом погружения работу. Даны рекомендации по рациональному использованию осевой силы пригруза для заворачивания винтовых свай и якорей.

Ключевые слова: винтовая свая, механизм погружения, процесс погружения, осевое усилие, крутящий момент, работа.

#### Актуальность работы

В связи с увеличением темпов строительства зданий и сооружений в последние годы, развитием энергосберегающих технологий и ограниченностью энергетических ресурсов, актуальны разработки в

области энергосбережения. Авторами рассмотрены силовые и энергетические параметры процессов погружения винтовых свай и якорей, сделаны предложения по оптимизации процесса заворачивания и уменьшения энергопотребления силовой установки механизма погружения.

#### Анализ публикаций

В работах [1– 3] приведены рекомендации по выбору рациональной осевой силы пригруза и крутящего момента для погружения винтовых свай и якорей. В работе [4] отражены результаты исследования влияния конструкции винтового якоря на крутящий момент заворачивания, а в работах [5– 7] – результаты экспериментов по погружению винтовых свай и якорей с различными усилиями пригруза.

**Целью работы** является уточнение влияния осевой силы пригруза на силовые характеристики погружения винтовых свай и якорей.

#### Основной материал

В настоящее время существуют различные машины и механизмы для погружения винтовых свай и якорей, отличающиеся конструкцией и принципом действия:

- механизмы с принудительной подачей (Рис. 1а);
- механизмы погружения с усилием пригруза (Рис. 1б);
- механизмы заворачивания без усилия пригруза. (Рис. 1в)

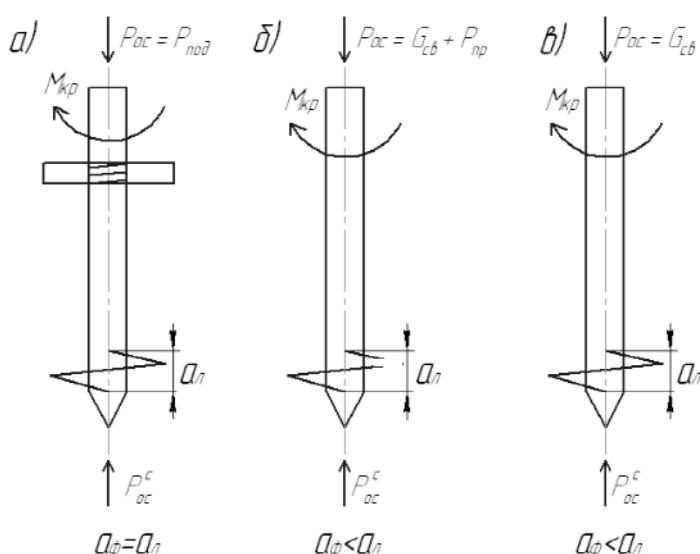


Рис. 1. Схемы погружения винтовых свай и якорей:

- а) погружение с принудительной подачей; б) погружение с осевой силой пригруза;  
в) погружение без осевой силы пригруза

Рассмотрим влияние осевых сил на процесс погружения в каждом случае.

При погружении якоря или сваи в грунт путем завинчивания с принудительной подачей (рисунок 1а) соблюдаются следующие условия:

- шаг погружения равен шагу лопасти: за один оборот свая погружается на глубину шага лопасти ( $a_{\phi} = a_{\pi}$ );
- осевое усилие сопротивления равно осевому усилию подачи ( $P_{ос} = P_{под}$ );
- коэффициент пробуксовки равен единице, пробуксовка лопасти не происходит ( $K_{\pi} = 1$ ).

При таком способе погружения нижняя поверхность лопасти постоянно находится в контакте с грунтом [5], что приводит к возникновению моментов сопротивления на ней, которые преодолеваются за счет крутящего момента привода завинчивания. Размер осевого усилия пригруза влияет на схему взаимодействия винтовой лопасти с грунтом и величину крутящего момента завинчивания сваи. В установках, которые имеют блок принудительной осевой подачи, заданный ритм завинчивания обеспечивается во всех грунтовых условиях. Однако при этом требуется в 1,5...2 раза больший крутящий момент завинчивания по сравнению с крутящим моментом в установках со статическим пригрузом [6].

Для обеспечения завинчивания сваи при условии  $a_{\phi} = a_{\pi}$  необходимо, чтобы нижняя поверхность лопасти была в постоянном контакте с грунтом и осевое усилие на наконечнике ствола было равно усилию сопротивления наконечника погружению в грунт [6]:

$$P_{ос}^k = Q_k^c, \quad (1)$$

где  $P_{ос}^k$  – осевое усилие на наконечнике;  $Q_k^c$  – сопротивление погружению конического наконечника в грунт.

При завинчивании с осевой силой пригруза (рис. 1б) в контакте с грунтом находится нижняя поверхность лопасти, а верхняя поверхность лопасти с грунтом практически не взаимодействует.

Момент сопротивления на нижней поверхности лопасти определяется выражением:

$$M_{л.н}^c = \frac{P_{ос} - Q_{ст} - Q_k + P_{сп}^y + G_{св}}{\cos \alpha^* - f \sin \alpha^*} \cos \alpha^* R^*, \quad (2)$$

- где  $P_{ос}$  – осевое усилие пригруза;
- $Q_{ст}$  – сопротивление погружению в грунт на стволе сваи;
- $Q_k$  – сопротивление погружению на кониче-

ском наконечнике;

$\alpha^*$  – средний угол наклона лопасти;

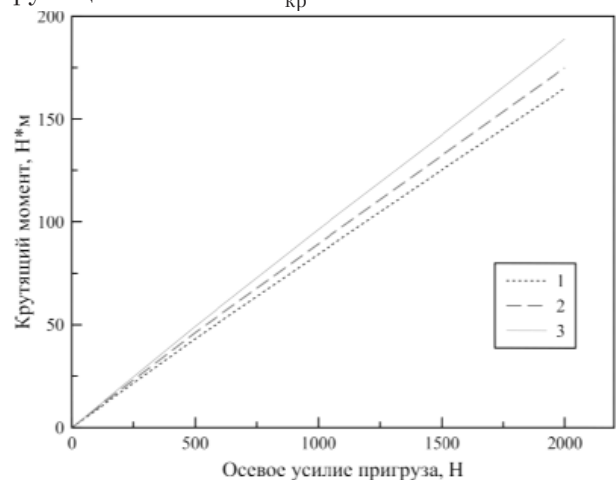
$R^* = 0,33D_{л}$  – радиус трения винтовой пары "нижняя поверхность лопасти – грунт";

$G_{св}$  – вес винтовой сваи или якоря.

Требуемый крутящий момент равен или больше момента сопротивления завинчивания лопасти

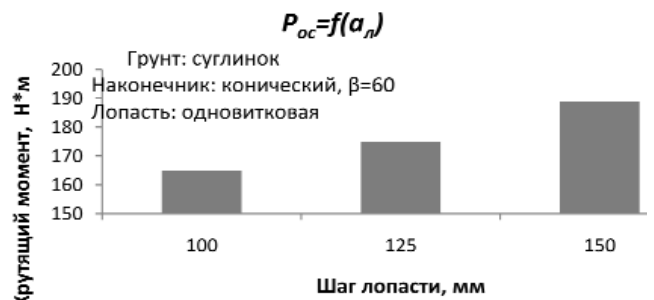
$$M_{кр} \geq M_{л.н}^c. \quad (3)$$

На рис. 2 представлены результаты теоретических исследований процессов погружения винтовых якорей, которые показывают, что осевое усилие пригруза  $P_{ос}$  всегда приводит к увеличению крутящего момента  $M_{кр}$ .



**Рис. 2.** Зависимость крутящего момента от осевой силы пригруза для винтовой сваи с диаметром лопасти 400 мм при след. условиях: грунт – суглинок; наконечник – конический,  $\beta = 60^\circ$ ; лопасть – одновитковая; 1 – лопасть диаметром 100 мм; 2 – лопасть диаметром 125 мм; 3 – лопасть диаметром 150 мм

На крутящий момент погружения сваи влияет не только осевое усилие пригруза, но и шаг лопасти. При увеличении шага лопасти происходит возрастание крутящего момента (рисунок 3).



**Рис. 3.** Зависимость крутящего момента от шага лопасти для винтовой сваи с диаметром лопасти 400 мм при погружении с пригрузом массой 200 кг.

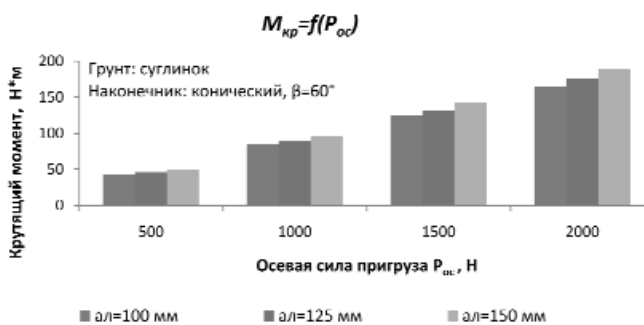


Рис. 4. Зависимость крутящего момента от осевой силы пригруза для винтовой сваи с диаметром лопасти 400 мм и шагом лопасти ( $a_l$ ) 100 мм; 125 мм; 150 мм

При завинчивании без осевой силы пригруза (рисунок 1в) винтовая лопасть пробуксовывает в грунте. В данном случае большую роль играет коэффициент пробуксовки ( $K_{\Pi}$ ), который зависит от фактического шага погружения лопасти. Погружение производится за счет тянущего усилия винтовой пары "лопасть сваи – грунт". Возникают силы трения между верхней поверхностью лопасти и грунтом, что приводит к значительному увеличению коэффициента пробуксовки. При этом нижняя поверхность лопасти в работе не участвует, и силы трения на ней отсутствуют или близки к нулю.

Момент сопротивления на верхней поверхности лопасти определяется следующим выражением [6]:

$$M_{л.в}^c = 0,33D_l \sigma_{л.в} F_l (f \cos \alpha^* + \sin \alpha^*) \quad (4)$$

где  $\sigma_{л.в}$  – силы трения на верхней части лопасти;

$f$  – коэффициент, зависящий от типа грунта;

$\alpha^*$  – средний угол наклона поверхности лопасти.

При использовании механизма без осевого усилия пригруза фактический шаг погружения значительно меньше шага лопасти. Это приводит к необходимости сделать дополнительные обороты сваи в грунте для завинчивания на заданную глубину.

Коэффициент пробуксовки влияет на фактическое количество оборотов сваи при завинчивании:

$$n_{\phi} = \frac{n_{P_{ос}}}{K_{\Pi}} \quad (5)$$

где  $n_{P_{ос}}$  – количество оборотов при использовании осевой силы пригруза;

$K_{\Pi}$  – коэффициент пробуксовки лопасти;

$a_{\phi}$  – фактический шаг погружения.

Коэффициент пробуксовки  $K_{\Pi}$  вычисляется по

формуле:

$$K_{\Pi} = \frac{a_{\phi}}{a_l}, \quad (6)$$

где  $a_{\phi}$  – фактический шаг погружения;  
 $a_l$  – шаг лопасти винтовой сваи.

$$a_{\phi} = n_{\phi} H \quad (7)$$

Так как  $a_{\phi} < a_l$ , то коэффициент пробуксовки  $K_{\Pi} < 1$

Глубина погружения выражается из формулы:

$$H = a_{\phi} n_{\phi}. \quad (8)$$

Исходя из вышесказанного, можно вычислить фактическое количество оборотов сваи по исходным параметрам:

$$n_{\phi} = \frac{H}{a_l K_{\Pi}}, \quad (9)$$

где  $a_l$  – шаг лопасти сваи.

Работу механизма погружения можно разложить на две части: работа вращения ствола сваи и работа погружения лопасти на глубину. В общем виде суммарная работа выражается из формулы:

$$\sum A = \int_0^{\pi n} M_{кр} d\phi + \int_0^H (P_{ос} + G_{св}) dH, \quad (10)$$

где  $\phi$  – угол поворота ствола сваи.

Если осевое усилие пригруза не используется, то работа вычисляется по формуле:

$$\sum A = \int_0^{\pi n} M_{кр} d\phi + \int_0^H G_{св} dH. \quad (11)$$

На основе полученных зависимостей были рассчитаны возможные значения работы для трех винтовых свай одного диаметра с разным шагом лопасти, при погружении с усилием пригруза и без него. На рис. 5 представлены данные о значении количества выполняемой работы механизма завинчивания при погружении одних и тех же винтовых якорей двумя различными способами.

На графике видно, что разница в работе при погружении разными способами велика, а расходы на энергоресурсы можно уменьшить в несколько раз. Но следует учитывать, что завинчивание без пригруза связано с множеством рисков, включая образование уплотненного ядра грунта на верхней части лопасти якоря и отрыв его от массива грунта, что приведет к остановке процесса завинчивания.



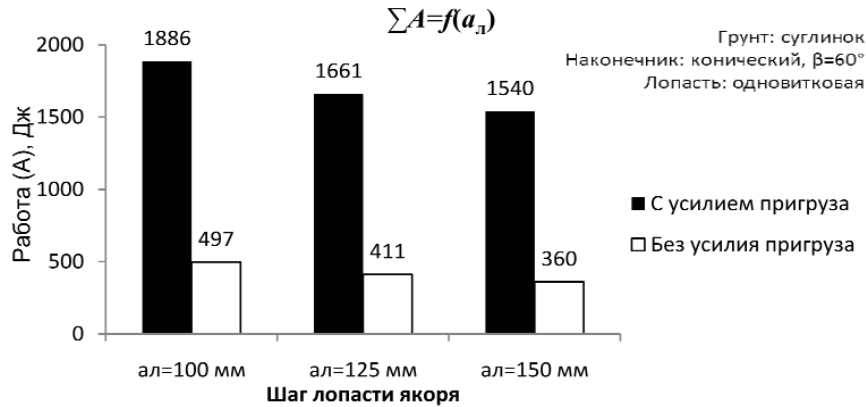


Рис. 5. Зависимость работы от осевого усилия пригруза при изменении шага лопасти винтового якоря

ния. Поэтому, рекомендуется проводить геологические изыскания и анализ среды взаимодействия для уменьшения рисков. Также замечено, что при увеличении шага лопасти, происходит уменьшение затрачиваемой работы. Вероятно, это связано с увеличением фактического шага и уменьшением числа оборотов лопасти в грунте до погружения на заданную глубину.

Процесс завинчивания винтовой сваи начинается с погружения ее поверхностный слой. Для соприкосновения с грунтом винтовой лопасти сваи необходимо за счет внешней силы пригруза  $P_{ос}$  обеспечить преодоление осевых сил сопротивления внедрению конуса в поверхностный слой грунта.

С учетом вращения сваи сопротивление внедрению конуса в массив грунта можно представить как [6]:

$$Q_{кон.н.} = \frac{2\pi k_p}{\sqrt{\sin \beta \sin \beta}} \left[ \frac{\sin \beta d_{ст}^2}{10} \sqrt{\frac{d_{ст}}{2}} + 2f \sqrt{\frac{a_\phi}{2\pi}} \frac{1}{3} \left( \frac{\pi d_{ст}}{a_\phi} \right)^{\frac{3}{2}} + \frac{1}{2} \left( \frac{a_\phi}{\pi d_{ст}} \right)^{\frac{1}{3}} \right] \quad (12)$$

где  $K_p$  – параметр параболы, зависящий от физико-механических свойств грунта (для конических наконечников  $K_p = 3,15$ );

$2\beta$  – угол заострения конуса;

$a_\phi$  – фактический шаг погружения конуса.

На рисунке 4 представлена зависимость осевой силы сопротивления на коническом наконечнике при его погружении в поверхностный слой грунта с вращением.

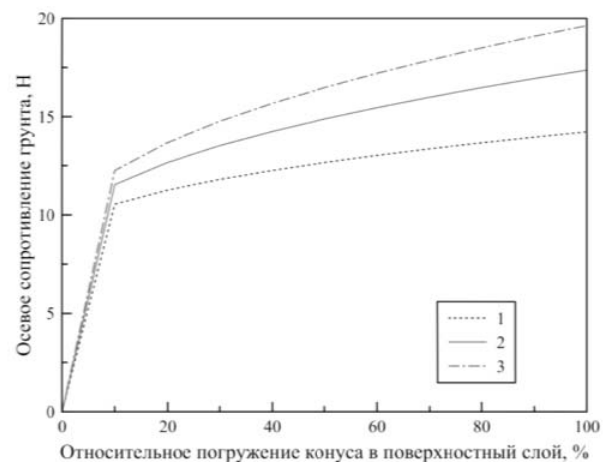


Рис. 6. График изменения осевого сопротивления конического наконечника в процессе погружения для трех винтовых свай различных диаметров: 1 – диаметр конуса 0,03 м; 2 – диаметр конуса 0,075 м; 3 – диаметр конуса 0,12 м

Можно утверждать, что для обеспечения процессов погружения винтовых свай в массив грунта, механизм погружения должен обеспечивать усилие пригруза не меньше:

$$P_{ос} \geq Q_{кон.н.} - G_{св} \quad (13)$$

где  $G_{св}$  – вес сваи.

После погружения лопасти винтовой сваи в поверхностный слой грунта возникает тянущее усилие винтовой пары "лопасть– грунт", которое выражается несущей способностью винтового якоря. Несущая способность лопасти ( $P_{нес}$ ) – способность преодолевать осевое сопротивление погружению лишь при помощи крутящего момента, развиваемого установкой для погружения винтовых свай и якорей.

Несущая способность ( $P_{\text{нес}}$ ) винтового анкера или якоря при действии вертикальной нагрузки равна [6]:

$$P_{\text{нес}} = \frac{\gamma \pi D_{\text{л}}^2 H}{4} \left[ 1 + \frac{2H \text{tg} \psi_0}{D_{\text{л}}} + \frac{4}{3} \left( \frac{H}{D_{\text{л}}} \text{tg} \psi_0 \right)^2 \right] + c_0 \pi H (D_{\text{л}} + H \text{tg} \psi_0), \quad (14)$$

где  $\gamma$  – плотность грунта, расположенного над винтовой лопастью;

$H$  – глубина погружения лопасти.

$\psi_0$  и  $C_0$  – расчетные параметры грунта, определяемые по формулам  $\psi_0 = \eta \phi_1$ ;  $c_0 = \eta c_1$ ,

$\phi_1$  и  $c_1$  – расчетные значения соответственно угла внутреннего трения грунта и удельного сцепления;

$\eta$  – коэффициент, зависящий от вида грунта и его плотности.

Для завинчивания на расчётную глубину до возникновения надежного сцепления лопасти с грунтом необходимо использование осевой силы пригруза. Минимальное значение осевой силы пригруза можно определить путем решения уравнения [6]:

$$\frac{P_{\text{ос}} - Q_{\text{ст}} - Q_{\text{к}} + P_{\text{ср}}^y + G_{\text{св}}}{\cos \alpha * -f \sin \alpha * } \cos \alpha * R^* = 0. \quad (16)$$

На рисунке 7 показан график зависимости требуемой глубины погружения лопасти для дальнейшего завинчивания без осевой силы пригруза. На графике видно, что чем больше диаметр лопасти, тем меньше требуемая глубина погружения. Также при этом снижается разница требуемой глубины погружения в различных типах грунтов.

После погружения на расчетную глубину и возникновения несущей способности лопасти целесообразно снять со ствола сваи конструктивные элементы, обеспечивающие усилие пригруза, с целью уменьшения крутящего момента и затрачиваемой энергии силовой установки.

#### Выводы.

1. При завинчивании винтовых свай и якорей с осевой силой пригруза целесообразно проводить предварительные геологические изыскания и подбор оптимальной осевой силы пригруза.

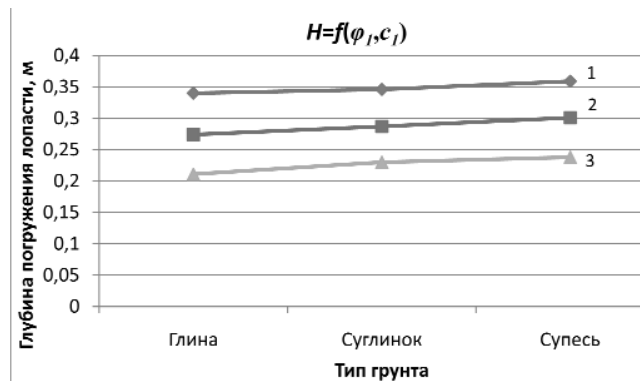


Рис. 7. График зависимости требуемой глубины погружения лопасти для дальнейшего завинчивания без осевой силы пригруза: 1 – для лопасти диаметром 100 мм; 2 – для лопасти диаметром 250 мм; 3 – для лопасти диаметром 400 мм;

2. Осевая сила пригруза якоря или сваи имеет прямое влияние на необходимый для завинчивания крутящий момент установки погружения.

3. С экономической точки зрения, целесообразнее погружать винтовые сваи и якоря без пригруза, что значительно уменьшает затраты на расходы энергоресурсов.

4. Погружение без усилия пригруза несет за собой риски, связанные с возможным срывом процесса завинчивания.

5. Для завинчивания за счет тянущей способности винтовой лопасти необходимо применение осевой силы пригруза на начальном этапе погружения до возникновения в грунте винтовой пары "лопасть– грунт".

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Рекомендации по определению крутящего момента и осевого усилия при погружении винтовых свай: Р 462 – 82. – Москва. – ВНИИСтА. – 1982. – С. 52.
2. Проектирование и устройство свайных фундаментов: СП 50– 102– 2003 Москва. – 2004. – С. 87.
3. Лебедев С.В. Крутящий момент завинчивания винтового якоря в грунт / С.В. Лебедев // Вестник СГТУ. – 2011. – №2(55). – Вып. 1. – С.78– 86.
4. Лебедев С.В. Обоснование оптимальных параметров винтовых анкеров и редуктор– тора привода вращения. дисс. ... канд. техн. наук: 05.05.04/ Лебедев Сергей Владимирович. – Новочеркасск. – 2012. – 206 с.
5. Пенчук В.А. Исследование и создание винтовых якорных опор, применяемых для стабилизации

строительных машин. дисс. ... канд. техн. наук: 05.05.04 / Пенчук Валентин Алексеевич. – Москва. – 1979. – 201 с.

6. Пенчук В.А. Винтовые сваи и анкера для опор: монография / Пенчук В.А. – Донецк: "Ноулидж". – 2010. – 179 с.

7. Пенчук В.А. Экспериментальные исследования процессов погружения винтовых свай и якорей / В.А. Пенчук, В.В. Константиненко // Подъемно-транспортные и строительные системы: наука и инновации, ЮРГПУ (НПИ) им. Платова. – 2016. – С.134 – 139.

#### АНОТАЦІЯ

У роботі наведені результати дослідження впливу конструкцій механізмів занурення на силові і енергетичні характеристики процесу занурення гвинтових паль і якорів у ґрунт. Описано закономірності впливу осьової сили пригрузу на крутний момент загвинчування якоря в ґрунт та виконану механізмом занурення роботу. Дано рекомендації щодо раціонального використання осьової сили пригрузу для загвинчування гвинтових паль і якорів.

Ключові слова: гвинтова паля, механізм занурення, процес занурення, осьове зусилля, крутний момент, робота.

#### ANNOTATION

The results of studies of the effect of structures dipping mechanisms on power and energy characteristics of the process of immersion of screw piles and anchors in the ground. The regularities of influence of axial force on torque screwing the anchor into the ground and produced mechanism dive operation. Recommendations on the rational use of axial force for screwing screw piles and anchors.

Key words: screw pile, dive gear, dive process, axial force, torque, work.

УДК 624.015:624.023:620.19

Матченко Т.І., к.т.н

Шаміс Л.Б.

Первушова Л.Ф.

#### ПОМИЛКИ В ДБН В.2.6-198 :2014

##### АНОТАЦІЯ

Знайдені помилки в ДБН В.2.6-198:2014 в формулах з визначення розрахункових опорів болтових з'єднань на розтяг, а також в формулах, які містять коефіцієнт надійності за відповідальністю. Запропоновані нові формули для визначення розрахункових опорів болтових з'єднань на розтяг і на зріз. Наведені посилання на критерії для розрахунків на міцність та опір крихкому руйнуванню елементів сталевих конструкцій з тріщинами, що знаходяться в експлуатації, при центральному розтягу, при позацентровому розтягу і при згині.

Ключові слова: болти, розрахунковий опір, металеві конструкції.

##### Вступ

В таблиці 7.4 ДБН В.2.6-198 [1] приведені формули з визначення розрахункових опорів болтових з'єднань. Розрахунки за формули для визначення розрахункового опору розтягу одноболтового з'єднання ( $R_{bt}$ ) для болтів класу міцності 5.6; 8.8; 10.9 дають результати, які не співпадають з результатами таблиці Д.4 [1]. Таблиця 7.4 ДБН В.2.6-198 [1] з формулами в яких помилки приведена в таблиці 1. В таблиці 2 приведено порівняння значень  $R_{bt}$  з таблиці Д.4 [1] і обчислених за формулами Табл. 7.4 [1].

З таблиці 2 видно, що значення  $R_{bt}$  з таблиці Д.4 [1] і обчислених за формулами Таблиця 7.4 [1] мають суттєві відмінності.

**Ціль роботи** — Визначити, яким чином слід усунути відмінності таблиці Д.4 [1] і обчислень за формулами Таблиця 7.4 [1]? Виконати аналіз інших формул в ДБН В.2.6-198:2014.

##### Аналіз нормативних документів

В таблиці 5 [2], наведені формули для визначення розрахункових опорів болтових з'єднань, якими користуються в РФ. Для розрахункового опору розтягу одноболтового з'єднання ( $R_{bt}$ ) для болтів класу міцності 5.6; 8.8; 10.9, ці формули приведені в таблиці 3.

Табл. 1.

Напружений стан	Умовне позначення	Розрахунковий опір одноболтового з'єднання зрізу, розтягу, змицання для болтів класу міцності				високоміцних із сталі марки 40X «селект»
		5.6	5.8	8.8	10.9	
		Зріз	а) $R_{bs}$	$0,42 R_{bun}$	$0,42 R_{bun}$	
Розтяг	б) $R_{bt}$	$0,75 R_{bun}$	$0,75 R_{bun}$	$0,68 R_{bun}$	$0,60 R_{bun}$	$0,50 R_{bun}$
Змицання: болти класу точності А	в) $R_{bp}$	$1,60 R_u$				
болти класу точності В і С		$1,35 R_u$				

а) Значення  $R_{bs}$  і  $R_{bt}$  для болтів класів міцності 8.8 і 10.9 та із сталі марки 40X «селект» наведені для болтів без покриття (наприклад, без оцинкування, алюмінівання).  
 б) Значення  $R_{bt}$  вказано для болтів з додатковим подальшим відпуском при температурі 650°C.  
 в) Значення  $R_{bp}$  вказано для з'єднаних елементів із сталі з межею текучості до 440 Н/мм<sup>2</sup> і при  $R_{bun} > R_{um}$ .

Таблиця 2.

Клас міцності болтів	Значення $R_{bt}$ з таблиці Д.4 [1], Н/мм <sup>2</sup> .	Значення $R_{bt}$ за формулами таблиці 7.4 [1], Н/мм <sup>2</sup> .
5,6	225	375
8,8	435	544
10,9	540	600

Таблиця 3.

Клас міцності болта	5,6	8,8	10,9
Формули визначення $R_{bt}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$0,45 R_{bun}$	$0,54 R_{bun}$	$0,54 R_{bun}$

Таблиця 4.

Клас міцності болта	5,6	8,8	10,9
Формули визначення $R_{bt}$ , Н/мм <sup>2</sup>	$0,42 R_{bun}$	$0,50 R_{bun}$	$0,50 R_{bun}$

В таблиці 5\* [3], наведені формули для визначення розрахункових опорів болтових з'єднань, якими користувалися до набуття чинності Українських ДБН. Для розрахункового опору розтягу одноболтового з'єднання ( $R_{bt}$ ) для болтів класу міцності 5.6; 8.8; 10.9, ці формули приведені в таблиці 4.

З аналізу таблиць 1, 3, 4 видно, що в актуальному нормативному документі РФ [2] в формулі:

$$R_{bt} = k \cdot R_{bun}$$

в порівнянні з нормативним документом [3] збільшено значення коефіцієнту ( $k$ ) на 7-8%.

В ДБН В.2.6-198 [1] в порівнянні з нормативним документом [3] цей коефіцієнт збільшено на 78-20% в порівнянні з нормативним документом [3].

У відповідності з формулою (6) [4] при визначенні розрахункового опору прокату (якими є болти) ( $k$ ) визначається за формулою:

$$k = 0,5/\gamma_m$$

( $\gamma_m$ ) – коефіцієнт надійності за матеріалом призначається у відповідності з табл. 7.2 [1] і для болтів ( $\gamma_m$ ) = 1,05. Таким чином ( $k$ ) не може бути більшим за 0,5.

#### Аналіз формули для визначення розрахункового опору розтягу болтових з'єднань

Для визначення значень коефіцієнту ( $k$ ), необхідно дослідити правила його побудови. Опір розтягу одноболтового з'єднання ( $R_{bt}$ ) визначається в залежності від критерію міцності, що найбільше характерний для болтів, технології виготовлення виробу і коефіцієнта надійності за матеріалом, який гарантує визначене імовірнісне забезпечення ( $\alpha$ ) отриманих значень. Відомо, що за енергетичним критерієм М. Губера, для болтів, які можуть працювати на розтяг і на зріз (зсув), виконується залежність:

$$\sigma_{IV} = (\sigma^2 - 3 \cdot \tau^2)^{0,5} \leq \sigma_{0,2} / [n],$$

де  $[n]$  – коефіцієнт запасу міцності;  $\sigma$ ,  $\tau$  – відповідно розтягуючі і дотичні напруження в болті. Тоді розрахунковий опір болта на розтяг визначається виходячи із залежності:

$$(R_{bt}^2 - 3 \cdot \tau^2)^{0,5} \leq R_{byn} / [n]. \quad (1)$$

У випадку, коли дотичними напруженнями можна знехтувати, отримуємо:

$$R_{bt} \leq R_{byn} / [n].$$

Якщо виражати  $(R_{bt})$  не через значення через  $R_{byn}$ , а через значення  $R_{bum}$ , тоді у відповідності з формулами (7) [4] можна записати:

$$R_{bt} = \frac{\gamma_{bt} \cdot R_{bum}}{\gamma_{mbt} \cdot \gamma_u}, \quad k = \frac{\gamma_{bt}}{\gamma_{mbt} \cdot \gamma_u}, \quad (2)$$

де  $(\gamma_{bt})$  – коефіцієнт, який враховує зниження міцності прокату на розтяг в напрямку товщини прокату – осі болта  $(\gamma_{bt}) = 0,72$ ;  $(\gamma_u) = (\sigma_s / \sigma_t) = (R_{bum} / R_{byn})$ ;  $(\gamma_{mbt})$  – коефіцієнт, надійності за матеріалом при розтягненні в напрямку товщини прокату – осі болта  $(\gamma_{mbt}) = 1,1 \cdot (\gamma_m)$ , який приймається виходячи з того, що забезпеченість значень розрахункових опорів повинна бути не меншою за 0,998 (див. п. 7.2 [1]).

Перевіримо формулу (2) для болтів класу міцності 5,6 для наступних значень коефіцієнтів:  $(\gamma_{bt}) = 0,72$ ;  $(\gamma_{mbt}) = 1,1 \cdot 1,05 = 1,155$ ;  $(\gamma_u) = (\sigma_s / \sigma_t) = 1/0,6 = 1,6666$ .

$$k = \frac{1 \cdot 1 \cdot 0,72}{1,155 \cdot 1,66} = 0,374.$$

Перевіримо формулу (2) для болтів класу міцності 8,8 для наступних значень коефіцієнтів:  $(\gamma_{bt}) = 0,72$ ;  $(\gamma_{mbt}) = 1,1 \cdot 1,05 = 1,155$ ;  $(\gamma_u) = (\sigma_s / \sigma_t) = 1/0,8 = 1,25$ .

$$k = \frac{1 \cdot 1 \cdot 0,72}{1,155 \cdot 1,25} = 0,4987.$$

Перевіримо формулу (2) для болтів класу міцності 10,9 для наступних значень коефіцієнтів:  $(\gamma_{bt}) = 0,72$ ;  $(\gamma_{mbt}) = 1,1 \cdot 1,05 = 1,155$ ;  $(\gamma_u) = (\sigma_s / \sigma_t) = 1/0,9 = 1,1$ .

$$k = \frac{1 \cdot 1 \cdot 0,72}{1,155 \cdot 1,1} = 0,566.$$

Отримані результати відрізняються від результатів в таблиці 4 і в [3] на 12% для класу міцності

болтів 5,6 і 10,9 і співпадають для класу міцності болтів 8,8.

Таким чином можна зробити висновок, що правило визначення коефіцієнта ( $k$ ) прийнято вірно і в таблиці 7.4 ДБН В.2.6-198 [1] допущені помилки. Вочевидь доцільно прийняти значення формул для визначення розрахункового опору розтягу одноболтового з'єднання ( $R_{bt}$ ) такі самі, як і в СП 16.13330.2014 [2].

#### Аналіз формули для визначення розрахункового опору зрізу болтових з'єднань

На думку авторів цієї роботи в формулах з визначення розрахункового опору зрізу ( $R_{bs}$ ) одноболтового з'єднання в [1-3] припущені помилки. Відомо, що за енергетичним критерієм М. Губера, який доцільно застосовувати для тривимірного напружено – деформованого стану, виконується залежність:

$$\sigma_{IV} = \left\{ 0,5 \left[ (\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_3 - \sigma_1)^2 \right] \right\}^{0,5} \leq \sigma_{0,2} / [n].$$

Якщо розглядати тривимірний напружений стан, тоді виконується залежність:

$$\sqrt{3} \cdot \tau_t = \sigma_t, \quad \tau_t = 0,577 \sigma_t.$$

Якщо розглядати одновимірний розтяг болта, коли  $\sigma_2 = \sigma_3 = 0$ , тоді, за критерієм Губера:

$$\sqrt{2} \cdot \tau_t = \sigma_t, \quad \tau_t = 0,707 \cdot \sigma_t$$

За критерієм Треска, який застосовується для одновісного розтягу, виконується залежність:

$$\tau_t = 0,5 \cdot \sigma_t,$$

де  $(\tau_t)$  і  $(\sigma_t)$  – відповідно межа текучості при чистому зсуві і межа текучості при одновісному розтягу матеріалу.

Критерій Треска більш консервативний, чим критерій Губера. Тому саме його доцільно застосовувати для оцінки міцності болтів.

В такому випадку формула для розрахункового опору зрізу одноболтового з'єднання ( $R_{bs}$ ) за значеннями ( $R_{bum}$ ) повинна мати вигляд:

$$R_{bs} = \frac{\gamma_{bs}}{\gamma_{mbs} \cdot \gamma_u} \cdot \left( \frac{R_{byn}}{R_{bum}} \right) \cdot R_{bum}, \quad (3)$$

де ( $R_{byn}$ ) – характеристичний опір сталі болтів, який приймається таким, що дорівнює границі текучості ( $\sigma_t$ ) згідно з державними стандартами і технічними умовами на болти; ( $\gamma_{bs}$ ) – коефіцієнт, який враховує зниження міцності прокату на зсув в перерізі нормальному до осі болта ( $\gamma_{bs}$ ) = 0,5 для болтів; ( $\gamma_{mbs}$ ) – коефіцієнт надійності за матеріалом при зсуві в перерізі нормальному до осі болта ( $\gamma_{mbs}$ ) = 1,1·( $\gamma_m$ ), ( $\gamma_u$ ) – коефіцієнт надійності при зсуві ( $\gamma_u$ ) = 1.

Тоді формула (3) прийме вигляд:

$$R_{bs} = 0,5 \cdot \left( \frac{R_{byn}}{R_{bun}} \right) \cdot R_{bun} \quad (4)$$

Відношення ( $R_{byn} / R_{bun}$ ) можна визначити за другою цифрою в класі міцності болтів, яка вказує на відсоткове (дольове) відношення ( $R_{byn} / R_{bun}$ ). Таким чином формула для розрахунку ( $R_{bs}$ ) має

вигляд такий, як в таблиці 5.

З таблиці 5 видно, що формули для визначення розрахункового опору зрізу болтових з'єднань ( $R_{bs}$ ) добре узгоджуються з [1-3] для болтів з класом міцності, що дорівнює і перевищує 8,8. Для болтів класу міцності 5,6 і 5,8 в нормативних документах [1-3] завищені коефіцієнти в формулах для визначення розрахункового опору зрізу болтових з'єднань.

Розрахунковий опір  $R_{bs}$  болтів, що працюють з натягом, який створює осьове напруження розтягу в болті  $\sigma$ , визначається за формулою

$$R_{bs} = \left[ \frac{(R_{byn} / \gamma_{mbs})^2 - \sigma^2}{3} \right]^{0,5} \quad (5)$$

де  $R_{byn}$  – характеристичний опір сталі болтів, який приймається таким, що дорівнює границі те-

Таблиця 5.

Клас міцності болта	5,6	8,8	10,9
Формули визначення ( $R_{bs}$ ), Н/мм <sup>2</sup>	$0,26 R_{bun} - 0,30 R_{bun}$	$0,346 R_{bun} - 0,40 R_{bun}$	$0,40 R_{bun} - 0,45 R_{bun}$

Таблиця 6.

Напружений стан	Умовне позначення	Розрахунковий опір одноболтового з'єднання зрізу, розтягу, змінанню для болтів, Н/мм <sup>2</sup> .					Змінання з'єднувальних елементів
		класу міцності					
		5,6	5,8	8,8	10,9	12,9	
Зріз болтів без натягу за критерієм Треска,	a) $R_{bs}$	$0,26 R_{bun}$	$0,346 R_{bun}$	$0,346 R_{bun} - 0,40 R_{bun}$		$0,38 R_{bun}$	-
Зріз болтів без натягу за критерієм Губера	a) $R_{bs}$	$0,3 R_{bun}$	$0,4 R_{bun}$	$0,4 R_{bun} - 0,45 R_{bun}$		$0,45 R_{bun}$	-
Зріз болтів з натягом	з) $R_{bs}$	$R_{bs} - \left[ \frac{(R_{mbs} / \gamma_{mbs})^2 - \sigma^2}{3} \right]^{0,5}$					-
Розтяг у випадку коли $\tau \approx 0$	б) $R_{bt}$	$0,374 R_{bun}$	$0,50 R_{bun}$	$0,50 R_{bun} - 0,56 R_{bun}$		$0,56 R_{bun}$	-
Розтяг у випадку коли $\tau$ має значні значення		$R_{bs} - [0,39 R_{bun}^2 - 3 \cdot \tau^2]^{0,5}$					
Змінання: болти класу точності A	в) $R_{bp}$	-					$1,60 R_u$
болти класу точності B і C		-					$1,35 R_u$

а) Значення  $R_{bs}$ ,  $R_{bt}$ , наведені для болтів без покриття (наприклад, без оцинкування, алюмініювання).  
 б) Значення  $R_{bt}$  вказано для болтів з додатковим подальшим відпуском при температурі 650°C.  
 в) Значення  $R_{bp}$  вказано для з'єднаних елементів із сталі з межею текучості до 440 Н/мм<sup>2</sup> и при  $R_{bun} > R_{um}$ .  
 з)  $\sigma$  - осьове напруження розтягу в болті,  $\tau$  - дотичне напруження в болті.  
 Примітка: 1). Для високоміцних болтів із сталі марки 40X «селект»  $R_{bs} = 0,37 R_{bun}$ ,  $R_{bt} = 0,70 R_{bun}$ .  
 2). Приймається припущення, що твердість металу болтів перевищує твердість з'єднувальних деталей.

Таблиця 7.

Клас міцності болтів	$R_{\text{бун}}$ , Н/мм <sup>2</sup> .	$R_{\text{бул}}$ , Н/мм <sup>2</sup> .	$R_{\text{бк}}$ , Н/мм <sup>2</sup> .	$R_{\text{бт}}$ , Н/мм <sup>2</sup> .
5.6	500	300	130	187
5.8	500	400	170	250
8.8	800	640	275	400
10.9	1000	900	400	560
12.9	1200	1080	455	670

Примітка. В таблиці указані значення розрахункових опорів, обчислені за формулами розділу 7 [1] із округленням до 5 Н/мм<sup>2</sup>.

кучості  $\sigma_t$  згідно з державними стандартами і технічними умовами на болти.

При актуалізації ДБН В.2.6-198 пропонується таблицю 7.4 [1] викласти у вигляді таблиці 6, а таблицю Д.4 [1] викласти у вигляді таблиці 7.

#### Пропозиція, що до змін в таблиці 7.1 ДБН В.2.6-198 [1]

Зміни також доцільно внести в таблицю 7.1 [1] і викласти її у вигляді, як показано в таблиці 8.

\*) Стосується сталей, які задовольняють вимоги за властивостями у напрямку товщини прокату згідно з ГОСТ 28870.

Слід також зауважити, що для болтів із сталі 40X "селект" в [1] застосовуються умовні позначення: ( $R_{bt}$ ) – розрахунковий опір розтягу одноболтового з'єднання; ( $R_{bh}$ ) – розрахунковий опір розтягу високоміцних болтів. Це ускладнює вибір конструктора між значеннями ( $R_{bt}$ ) і ( $R_{bh}$ ) розрахункового опору на розтяг болтів цієї сталі.

#### Пропозиція, щодо змін в таблиці 18.2 ДБН В.2.6-198 [1]

Зауважимо, що таблиця 18.2 [1], в якій приведені розрахункові опори заклепкових з'єднань, також потребує корегування. Прийmemo наступні

Таблиця 8.

Напружений стан	Умовне позначення	Розрахунковий опір прокату і труб
Розтяг, стиск, згин для прокату і труб зварених з гнучкого листа:	-	-
– за межею текучості	$R_y$	$R_{yn} / \gamma_m$
– за тимчасовим опором	$R_u$	$R_{un} / \gamma_m$
Зсув сталей для яких характерний плоский або тривимірний напружено – деформований стан	$R_s$	$0,577 R_{yn} / \gamma_m$
Зсув сталей з значними розтягуючими напруженнями ( $\sigma$ )	$R_s$	$R_s = ((R_{yn}^2 - \sigma^2) / 3)^{0.5} / \gamma_m$
Зсув сталей для яких характерний одновісний напружено – деформований стан	$R_s$	$0,50 R_{yn} / \gamma_m$
Зминання торцевої поверхні (за наявності пригонки)	$R_p$	$R_{un} / \gamma_m$
Зминання місцеве у циліндричних шарнірах (цапфах) при щільному дотиканні	$R_{ip}$	$0,5 R_{un} / \gamma_m$
Діаметральний стиск катків (при вільному дотиканні в конструкціях з обмеженою рухомістю)	$R_{cd}$	$0,025 R_{un} / \gamma_m$
Розтяг у напрямку товщини прокату $t$ ( $t \leq 60$ мм), коли $\tau \approx 0$	$R_{th}$	$0,72 R_{yn} / \gamma_m$
Розтяг у напрямку товщини прокату $t$ ( $t \leq 60$ мм)*, коли значні дотичні напруження $\tau$	$R_{th}$	$R_{th} = [(0,72 R_{yn} / \gamma_m)^2 - 3\tau^2]^{0.5}$

терміни та дамо їм визначення:

Зсув — процес деформування матеріалу при якому відбувається переміщення однієї грані матеріалу відносно другої грані внаслідок дії дотичних напружень. Прикладом може бути закручування болта.

Зріз — процес обтяження тіла з двох протилежних боків двома рівними, паралельними, протилежними і всередину його зверненими розподіленими іншими тілами, що мають між собою дуже малий відступ. Прикладом зрізу може бути зріз заклепки матеріалом з'єднувальних деталей в заклепкового з'єднання.

Суттєва відмінність зрізу і зсуву полягає в тому, що при зрізі присутня концентрація напружень (деформацій) в матеріалі досліджуваного тіла іншими ріжучими тілами. При зсуві така концентрація напружень відсутня. Виходячи з цього опір зрізу  $R_{rs}(t)$  матеріалу заклепки, на час експлуатації (t), визначається залежністю:

$$R_{rs}(t) = k_{\Sigma} \cdot R_s(t),$$

де  $k_{\Sigma}$  — сумарний коефіцієнт концентрації напружень, який дорівнює:

$$k_{\Sigma} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3,$$

де  $k_1$  — коефіцієнт концентрації напружень внаслідок концентрації твердості матеріалів, і дорівнює відношенню твердості матеріалу з'єднувальних деталей до твердості матеріалу заклепки;  $k_2$  — коефіцієнт концентрації напружень внаслідок гостроти кромки матеріалу з'єднувальних деталей ( для кромки без закруглення  $k_2 = 1,5$ ; для кромки з закругленнями  $k_2 = 0,8$ );  $k_3$  — коефіцієнт порівняння міцності, якщо міцність матеріалу з'єднувальних деталей більша за міцність матеріалу заклепки  $R_y(t) > R_{ry}(t)$ , тоді  $k_3 = 1$ , якщо міцність заклепки більша за міцність з'єднувальних деталей  $R_y(t) < R_{ry}(t)$ , тоді  $k_3 = 1$ .

На підставі сказаного вище таблиця 18.2 [1] прийме вигляд, як в таблиці 9.

**Пропозиція щодо зміни пункту 9 ДБН В.2.6-198 [1]**

Формулу (9.3) [1] слід доповнити наступним:

За рекомендацією Єврокоду ENV 1993-1-1: 1992 для перерізів 1-го і 2-го класів:

Таблиця. 9.

Напружений стан	Умовне позначення	Група з'єднання	Розрахунковий опір заклепкового з'єднання, Н/мм <sup>2</sup>		
			зрізу і розтягу заклепок із сталі марок		змінанню з'єднувальних елементів
			Ст2, Ст3	09Г2	
Зріз	$R_{rs}(t=0)$	B	$k_{\Sigma} \cdot 180$	$k_{\Sigma} \cdot 220$	—
		C	$k_{\Sigma} \cdot 160$	—	—
Розтяг (відрив головки)	$R_r(t=0)$	B, C	120	150	—
Змінання	$R_{rp}(t)$	B	—	—	$R_{rp}(t) = 2,0R_y(t)$
		C	—	—	$R_{rp}(t) = 1,7R_y(t)$

Примітки:

1. До групи B належать з'єднання, у яких заклепки влаштовані в отвори, просвердлені у зібраних складаних елементах або в деталях із застосуванням кондуктора. До групи C належать з'єднання, у яких заклепки влаштовані в отвори, просвердлені в окремих деталях без застосування кондуктора.
2. При застосуванні заклепок з потайними чи напівпотайними головками розрахункові опори заклепкових з'єднань зрізу і змінанню зменшуються множенням на коефіцієнт 0,8. Робота зазначених заклепок на розтяг не допускається.
3.  $k_{\Sigma}$  — сумарний коефіцієнт концентрації напружень, який дорівнює:

де  $k_1$  - коефіцієнт концентрації напружень внаслідок концентрації твердості матеріалів, і дорівнює відношенню твердості матеріалу з'єднувальних деталей до твердості матеріалу заклепки;  $k_2$  - коефіцієнт концентрації напружень внаслідок гостроти кромки матеріалу з'єднувальних деталей ( для кромки без закруглення  $k_2 \approx 1,5$ ; для кромки з закругленнями  $k_2 \approx 0,8$ );  $k_3$  — коефіцієнт порівняння міцності, якщо міцність матеріалу з'єднувальних деталей більша за міцність матеріалу заклепки  $R_y(t) > R_{ry}(t)$ , тоді  $k_3 = 1$ , якщо міцність заклепки більша за міцність з'єднувальних деталей  $R_y(t) < R_{ry}(t)$ , тоді  $k_3 = 1$ .



$$\left( \frac{\gamma_n M_x \times y}{I_{xn} R_y \gamma_C} \right)^\alpha \pm \left( \frac{\gamma_n M_y \times x}{I_{yn} R_y \gamma_C} \right)^\beta \leq 1 .$$

Показники ступеня  $\alpha$  і  $\beta$  залежать від форми перерізу:

- для круглих труб  $\alpha = \beta = 2$ ;
- для I та H перерізів  $\alpha = 2$ ;  $\beta = 5 \cdot n$ , але  $\beta > 1$ ;
- для прямокутних порожнистих профілів

$$\alpha = \beta = \frac{1,66}{1 - 1,13n^2}, \text{ але } \alpha = \beta \leq 6;$$

– для суцільних прямокутників і плит

$$\alpha = \beta = 1,73 + 1,8n^3,$$

де  $n = N/N_u$ .

Формулу (9.11) [1] слід доповнити наступним:

Для перерізів 1-го і 2-го класів:

$$\left( \frac{\gamma_n M_x}{C_x \beta W_{xn, \min} R_y \gamma_C} \right)^\alpha \pm \left( \frac{\gamma_n M_y}{C_y \beta W_{yn, \min} R_y \gamma_C} \right)^\beta \leq 1 .$$

Формулу (9.19) [1] слід доповнити наступним:

Для перерізів 1-го і 2-го класів:

$$\left( \frac{\gamma_n M_x}{C_{xr} \beta_r W_{xr} R_{yw} \gamma_C} \right)^\alpha \pm \left( \frac{\gamma_n M_y}{C_{yr} W_{yr} R_{yf} \gamma_C} \right)^\beta \leq 1 .$$

В формулі (9.39) [1] припущена помилка. Замість:

$$\frac{\gamma_n}{\gamma_C} = \sqrt{\left( \frac{\sigma}{\sigma_{cr}} + \frac{\sigma_{loc}}{\sigma_{loc, cr}} \right)^2 + \left( \frac{\tau}{\tau_{cr}} \right)^2} \leq 1 ,$$

повинно бути:

$$\frac{\gamma_n}{\gamma_C} \times \sqrt{\left( \frac{\sigma}{\sigma_{cr}} + \frac{\sigma_{loc}}{\sigma_{loc, cr}} \right)^2 + \left( \frac{\tau}{\tau_{cr}} \right)^2} \leq 1 .$$

#### Пропозиція, що до зміни пункту 10 ДБН В.2.6-198 [1]

Формулу (10.3) [1] слід доповнити наступним:

За рекомендацією Єврокоду ENV 1993-1-1: 1992 для перерізів 1-го і 2-го класів:

$$\frac{\gamma_n M_x \cdot y}{M_{N, Rd, x}} \pm \frac{\gamma_n M_y \cdot x}{M_{N, Rd, y}} \leq 1 ,$$

де  $M_{N, Rd, x}$  і  $M_{N, Rd, y}$  – відповідно є понижуючі моменти опору перерізу конструкції згинаючим моментам  $M_x$  і  $M_y$  внаслідок дії поздовжньої сили.  $M_{N, Rd, x}$  і  $M_{N, Rd, y}$  визначаються за формулами:

$$M_{N, Rd, x} = I_{xn} R_y \gamma_C \cdot \left( 1 - \left( \gamma_n N_z / A_n R_y \gamma_C \right)^2 \right),$$

$$M_{N, Rd, y} = I_{yn} R_y \gamma_C \cdot \left( 1 - \left( \gamma_n N_z / A_n R_y \gamma_C \right)^2 \right) .$$

#### Пропозиція щодо зміни пункту 14 ДБН В.2.6-198 [1]

В формулі (14.1) [1] припущена помилка. Замість:

$$\frac{\gamma_m}{R_y \gamma_C} \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2} \leq 1 ,$$

повинно бути:

$$\frac{\gamma_n}{R_y \gamma_C} \sqrt{\sigma_x^2 - \sigma_x \sigma_y + \sigma_y^2 + 3\tau_{xy}^2} \leq 1 .$$

#### Пропозиція щодо продовження пункту 16.1.19 ДБН В.2.6-198 [1]

У випадку, коли до зварного з'єднання з кутовим швом (рисунок 16.5 [1]) в доповнення до зусиль в площині з'єднання прикладене зусилля  $P$  по осі  $Z$ , яке нормальне до площини зварного з'єднання (осі  $X$  і  $Y$ ), а також згинаючий момент  $M_z$ , тоді дотичні напруження  $\tau_f, \tau_z$ , в небезпечній точці розрахункового перерізу кутового шва у зварному з'єднанні відповідно у площині наплавленого металу і у площині металу межі сплавлення, визначаються за формулою:

$$\tau = \sqrt{(\tau_N + \tau_{M_x})^2 + (\tau_Q + \tau_{M_y})^2 + (\tau_P + \tau_{M_z})^2} .$$

#### Пропозиція щодо зміни та продовження пункту 16.2.13 ДБН В.2.6-198 [1]

У відповідності з п. 4.7 ДБН В.1.2-2:2006: "При розрахунку несучих конструкцій і основ слід враховувати коефіцієнт надійності за відповідальністю  $\gamma_n$ , згідно з ГОСТ 27751 (з 2009-12-01 ДБН В.1.2-14-2009). На коефіцієнт надійності за відповідальністю слід множити характеристичні значення навантажень або навантажувальний ефект (внутрішні сили і переміщення конструкцій і основ, що спричиняються навантаженнями і впливами)". Нажаль в ДБН В.1.2-2:2006 не сказано, які

саме внутрішні зусилля слід множити на коефіцієнт надійності за відповідальністю  $\gamma_n$  з перелічених: приведені напруження, еквівалентні напруження, вектор сумарних переміщень, або компоненти тензора напружень і компоненти вектора переміщень. Виходячи з умови лінійної залежності між значеннями навантажень і компонентами тензора напружень, та компонентами вектора переміщень, автори цієї роботи вважають, що коефіцієнт надійності за відповідальністю  $\gamma_n$  слід множити на компоненти тензора напружень і компоненти вектора переміщень.

В такому випадку в формулі (16.16) [1] припущена помилка. Замість:

$$\gamma_n \sqrt{(N_s/N_{bs})^2 + (N_t/N_{bt})^2} \leq 1,$$

повинно бути:

$$\sqrt{(\gamma_n N_s/N_{bs})^2 + (\gamma_n N_t/N_{bt})^2} \leq 1.$$

При недостатній жорсткості на згин ІЕ елементів болтового з'єднання, болти можуть бути обтяжені згином. У випадку, коли можливий згин болта при одночасній дії на болтове з'єднання зусиль, що викликають зріз і розтяг болтів, найбільше напружений болт поряд із розрахунком згідно з формулами (16.12) і (16.14) слід перевіряти за формулою:

$$\sqrt{(\gamma_n N_s/N_{bs})^2 + (\gamma_n N_t/N_{bt} + \gamma_n M_t/M_{bt})^2} \leq 1,$$

де  $M_t$  — згинаючий момент в болті, який викликає розтягнення в розтягнутих волокнах болта;  $M_{bt}$  — розрахункове зусилля згину, яке може бути сприйняте одним болтом, визначається за формулою:

$$M_{bt} = \frac{2 \cdot I_b \cdot R_{bt} \cdot \gamma_c}{d_b},$$

де  $I_b$  — момент інерції перерізу болта, інші умовні позначення такі самі, як і в [1].

Зауважимо, що в формулах (16.12), (16.13), (16.14) [1] припущені помилки в формулах з визначення розрахункового зусилля, яке може бути сприйняте одним болтом. Замість:

$$N_{bs} = R_{bs} A_b n_s \gamma_b \gamma_c \gamma_n,$$

$$N_{bp} = R_{bp} d_b \sum t_{\min} \gamma_b \gamma_c \gamma_n,$$

$$N_{bt} = R_{bt} A_{bn} \gamma_c \gamma_n,$$

слід записати:

$$N_{bs} = R_{bs} A_b n_s \gamma_b \gamma_c \gamma_n,$$

$$N_{bp} = R_{bp} d_b \sum t_{\min} \gamma_b \gamma_c \gamma_n,$$

$$N_{bt} = R_{bt} A_{bn} \gamma_c \gamma_n,$$

Коефіцієнт надійності за відповідальністю  $\gamma_n$  не входить до складу формул з визначення розрахункового опору, яке може бути сприйняте елементом.

#### Пропозиція щодо зміни пункту 16.4 ДБН В.2.6-198 [1]

В формулах (16.22), (16.23), (16.24) [1] припущена помилка. Замість:

$$\frac{\gamma_n \sqrt{T^2 + V^2}}{2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_c} \leq 1,$$

$$\frac{\gamma_n \sqrt{T^2 + V^2}}{2\beta_z k_f R_{wz} \gamma_c} \leq 1,$$

$$\frac{\gamma_n s \sqrt{T^2 + \alpha^2 V^2}}{Q_{bh} k \gamma_c} \leq 1,$$

повинно бути:

$$\frac{\sqrt{(\gamma_n T)^2 + (\gamma_n V)^2}}{2\beta_f k_f R_{wf} \gamma_c} \leq 1,$$

$$\frac{\sqrt{(\gamma_n T)^2 + (\gamma_n V)^2}}{2\beta_z k_f R_{wz} \gamma_c} \leq 1,$$

$$\frac{s \sqrt{(\gamma_n T)^2 + \alpha^2 (\gamma_n V)^2}}{Q_{bh} k \gamma_c} \leq 1.$$

Для недопущення перелічених вище невідповідностей з урахуванням  $\gamma_n$ , на нашу думку, слід враховувати коефіцієнт надійності за відповідальністю  $\gamma_n$  тільки на етапі визначення розрахункових навантажень і виключити його з усіх формул ДБН В.2.6-198, як це було в ДБН В.2.6-163, СНиП II-23-81\*, і як це в СП 16.13330.2011.

#### Пропозиція щодо зміни пункту 24 ДБН В.2.6-198 [1]

В формула (24.20) [1] не є універсальною.

Замість:

$$f = \frac{5\gamma_n M_e l^2}{48EI_f} + \frac{\gamma_n Q_e l}{4\bar{G}A_w} \leq f_u.$$

В разі, коли необхідність визначення прогину для однопрогінної балки з гофрованими стінками шарнірно закріпленої по кінцях з зосередженими згинаючими моментами в опорах, при одночасному рівномірного розподіленого або близького до такого навантаження вздовж балки слід користуватися формулою:

$$f = -\frac{\gamma_n l^2}{8EI_f} \left( M_o - \frac{5pl^2}{48} \right) + \frac{\gamma_n Q_e l}{4\bar{G}A_w} \leq f_u,$$

де  $M_o$  – згинаючий момент в опорах балки;  $p$  – погонне розподілене навантаження за довжиною балки, Н/м; інші умовні позначення такі самі, як і у [1]. У випадку, коли  $M_o = 0$ , формула прийме вигляд

$$f = \frac{\gamma_n 5pl^4}{384EI_f} + \frac{\gamma_n Q_e l}{4\bar{G}A_w} \leq f_u.$$

В [1] приведена формула з визначення прогину тільки для балки з гофрованою стінкою. Виникає питання: чому не наведені формули для визначення прогину для: балки із гнучкою стінкою та ребрами; балки із гнучкою нещідкріпленою стінкою; балок з перфорованою стінкою; балок кранових колій; висячих покриттів; мембранних покриттів?

### Пропозиція щодо зміни пункту 22 ДБН В.2.6-198 [1]

Формула (22.1) [1] не охоплює усі небезпечні випадки. В разі, коли дві або більше балок (рисунок 22.1 [1]) з'єднані між собою на рівні верхнього поясу, наприклад рейкою кранової колії, і в разі коли кран гальмує, в поясах балки можуть виникати не тільки згинаючий момент і поперечна сила, як в формулі (22.1) [1], але і повздовжня сила  $N$ , яка направлена вздовж довжини балки. В такому випадку при оцінці міцності балки з гнучкою стінкою слід вибирати найгірший випадок з двох умов:

$$(\gamma_n M/M_u)^4 + (\gamma_n Q/Q_u)^4 \leq 1,$$

$$(\gamma_n M/M_u \pm \gamma_n N/N_u)^4 + (\gamma_n Q/Q_u)^4 \leq 1.$$

Пропозиція щодо зміни пунктів 8;9;10;15;16 та додатків  $\Phi$  і доповнення додатком 3 ДБН В.2.6-198 [1]

В п.1 [1] сказано: "Норми встановлюють вимоги до проектування сталевих конструкцій, у тому числі при їх зведенні, реконструкції та ремонті, а також при визначенні придатності до експлуатації існуючих конструкцій".

В такому випадку в [1] повинні бути наведені формули для перевірки сталевих конструкцій з пошкодженнями, такими як викривлення елементів, тріщини, порушення жорсткості з'єднань елементів, внаслідок чого з'єднання не можна віднести до затиснення і не можна віднести до шарніру.

Якщо ДБН В.2.6-198 розповсюджується на визначення придатності до експлуатації існуючих конструкцій, тоді при підготовці нової редакції документу пропонується внести наступні зміни до ДБН В.2.6-198:2014:

- приведені співвідношення в [4] можуть доповнювати додатки  $\Phi$  і 3 ДБН В.2.6-198;
- приведені співвідношення в [5] можуть доповнювати пункти 8, 9, 10 ДБН В.2.6-198;
- приведені співвідношення в [6,7] можуть доповнювати пункти 15 ДБН В.2.6-198;
- приведені співвідношення в [6] можуть доповнювати пункти 16.1 ДБН В.2.6-198;
- приведені співвідношення в [8] можуть доповнювати пункти 16.2 ДБН В.2.6-198.

### ВИСНОВКИ

1. В таблиці 7.4 ДБН В.2.6-198 допущені помилки в формулах визначення розрахункового опору розтягу одноболтового з'єднання ( $R_{bt}$ ).
2. Доцільно прийняти значення формул для визначення розрахункового опору розтягу одноболтового з'єднання ( $R_{bt}$ ) і опору зрізу болтових з'єднань ( $R_{bs}$ ) в ДБН В.2.6-198 такі самі, як в таблиці 6, а значення розрахункові опори одноболтових з'єднань зрізу і розтягу такі самі, як в таблиці 7.
3. Доцільно в таблиці 7.1 ДБН В.2.6-198 формули для визначення розрахункових опорів прокату і труб прийняти такі, як в таблиці 8.
4. Доцільно в таблиці 18.2 ДБН В.2.6-198 формули для визначення розрахункових опорів зрізу заклепок прийняти такі, як в таблиці 9.
5. Доцільно доповнити пункт 16.1.19 ДБН В.2.6-198 формулою з визначення дотичних напружень для випадку тривимірного навантаження зварного з'єднання з кутовим швом.
6. Доцільно доповнити пункт 16.2.13 ДБН В.2.6-198 формулою з перевірки міцності болта, який сприймає одночасно зріз, розтяг та згин.

7. Доцільно виправити помилки в формулах (9.3), (9,11), (9,19), (9,39), (10.3), (16.22), (16.23), (16.24), (14.1), (16.12), (16.13), (16.14), (16.16), (22.1), (24.20) ДБН В.2.6-198.

8. Доцільно внести зміни до пунктів 8;9;10;15;16 та додатків Ф і доповнення додатком З ДБН В.2.6-198 з урахуванням формул: з розрахунок вузлів ферм на опір крихкому руйнуванню; розрахунку елементів сталевих конструкцій на опір крихкому руйнуванню; розрахунку зварних елементів сталевих конструкцій на витривалість і циклічну тріщиностійкість; розрахунку болтових з'єднань на циклічну тріщиностійкість і крихку міцність.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Сталеві конструкції. Норми проектування: ДБН В.2.6-198:2014.-[Чинні з 2015-01-01]. -К.: Мінрегіонбуд України, 2014, -199с. -(Будівельні норми України).*

2. *Свод правил: СП 16.13330.2014 Стальные конструкции. [Текст]: СНиП II-23-81\* : актуализированная редакция : [утвержден Минрегион России 27.12.2010 г. № 791].— Изд. Офиц.-Введ. С 20.05.2011. — Москва : Минрегион России, 2011.— 220 с.*

3. *СНиП II-23-81\* Стальные конструкции.*

4. *Матченко Т.І. Розрахунок вузлів ферм на опір крихкому руйнуванню / Матченко Т.І. // Будівництво України, 2016, № 4, с. 33-41.*

5. *Матченко Т.І. Розрахунок елементів сталевих конструкцій, що знаходяться в експлуатації, на статичну міцність і опір крихкому руйнуванню / Матченко Т.І. // Наука та будівництво, 2016, № 2(8), с.28-34.*

6. *Матченко Т.І. Розрахунок зварних елементів сталевих конструкцій на витривалість і циклічну тріщиностійкість / Матченко Т.І., Шаміс Л.Б.,*

*Матченко П.Т. // Будівництво України, 2015, № 1, с. 37-44.*

7. *Матченко Т.І. Розрахунок на статичну міцність, опір крихкому руйнуванню та циклічну тріщиностійкість сталевих трубопроводів АЕС, не важливих для безпеки. / Матченко Т.І., Шаміс Л.Б., Перушова Л.Ф. // Проблеми безпеки атомних електростанцій і Чорнобиля, 2015, випуск. 25. с.15-24.*

8. *Шаміс Л.Б. Розрахунок болтових з'єднань на циклічну тріщиностійкість і крихку міцність / Шаміс Л.Б. // Будівництво України, 2016, № 1, с. 27-34.*

#### АННОТАЦИЯ

Обнаружены ошибки в ДБН В.2.6-198:2014 в формулах определения расчетных сопротивлений болтовых соединений на растяжение и на срез, а также в формулах, содержащих коэффициент надежности по ответственности. Приведены ссылки на критерии для расчетов на прочность и на сопротивление хрупкому разрушению элементов стальных конструкций с трещинами, находящихся в эксплуатации, при центральном растяжении, при внецентренном растяжении и при изгибе.

Ключевые слова: болт, расчетное сопротивление, металлоконструкции.

#### ANNOTATION

I found an error in the DBN V.2.6-198:2014 in the formula for determining the calculated resistance tensile bolting, as well as the coefficient of reliability of structures of responsibility. It proposed a new formula for determining the calculated resistance of bolted joints in tension and shear. Provides links to the criteria for strength calculations and resistance to brittle fracture of steel structures with cracks in operation at central and eccentric tensile and flexural.

Keywords: bolt, calculated resistance, steel structures.

УДК 711.11

*Броневицький А. П., к.т.н., КНУБА, м. Київ***РЕВІТАЛІЗАЦІЯ ПРОМИСЛОВИХ  
БУДІВЕЛЬ КИЄВА****АНОТАЦІЯ**

Ревіталізація промислових будівель є доволі поширеною у всьому світі будівельною практикою. В Україні цей процес тільки набирає обертів. Київ є лідером за кількістю реалізованих проєктів серед українських міст. В статті проведено аналіз об'єктів ревіталізації в Києві. Наведено особливості, причини та переваги ревіталізації. Всі об'єкти ревіталізації розглянуті з огляду на часові рамки, функціональне призначення будівель, суб'єкта реалізації інвестиційного проєкту. Вивчено проблеми та надано рекомендації для розвитку ревіталізації в столиці та Україні загалом.

Ключові слова: ревіталізація; інновація; реконструкція; комерційна нерухомість; інвестиційний проєкт.

**Постановка проблеми.**

Приблизно 20% територій великих міст України займають промислові території.[1] Більшість із них є вкрай занедбаними. Найбільш поширеними варіантами розвитку таких територій є демонтаж, реконструкція, ренновація та ревіталізація.

Під ревіталізацією інколи розуміють загалом поняття реконструкції застарілої забудови всіх видів. Проте найчастіше під цим словом мають на увазі саме виконання реконструкції зі зміною функціонального призначення будівлі чи споруди для створення принципово нового об'єкту нерухомості непромислового призначення. Саме такий напрямок дослідження представлено в статті.[2]

Аналіз інформаційних джерел показав, що для України ревіталізація є відносно новим поняттям. Однією із причин цього є відсутність аналітичної інформації щодо цього сегменту будівельного ринку країни. Лідером будівельного ринку України за регіональною ознакою є столиця. Перші масштабні приклади ревіталізації промислових об'єктів також реалізовувалися в Києві.

Ревіталізація сьогодні тісно пов'язана в сучасному будівництві, архітектурі, дизайні та урба-

ністиці з такими також сучасними термінами як коворкінг, арт-кластер, івент зони, хаби та іншими "ноу-хау". Аналізуючи загальнодоступні джерела інформації, професійне використання всіх цих термінів в наукових роботах та професійній архітектурно-будівельній сфері протягом останніх 2-х років помітно зросло.

Збільшення уваги до ревіталізації в Україні та особливо в Києві помітно як зі сторони внутрішніх гравців ринку (інвесторів, забудовників, архітекторів), так і зі сторони відомих іноземних експертів. На цю тему протягом 2016 року в Києві відбулося декілька семінарів, конференцій та ділових зустрічей за участю іноземних архітектурних компаній та архітекторів.

З огляду на все вище вказане, важливо узагальнити всю наявну інформацію щодо об'єктів ревіталізації столиці та провести детальний аналіз цього сегмента будівництва.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.**

Питанню вивченню ренновації застарілої промислової забудови присвячено чимало робіт закордонних науковців. В США, Європі та розвинених країнах Азії, проєкти ревіталізації реалізовувались ще на початку 50х років 20-го століття. Відповідно увага науковців до цього питання прикута протягом довгого періоду часу. І залишається актуальною зараз.

В Україні цьому питанню приділялось не так багато уваги. Останні дослідження та публікації щодо ревіталізації в Києві або інших містах України, зводяться до публікацій окремих дослідників в наукових збірниках, періодичних виданнях, журналах, газетах, або через онлайн видання та соціальні мережі. Роботи щодо цього питання нерідко випускають також представники громадськості або журналісти.

Серед відомих закордонних вчених, що вивчали питання ревіталізації, слід відзначити представників США Бреда Раяна, Річарда М. Маккахея, Дженіфер С. Вей, Дональда Картера, англійських науковців Блейка Дж. Томаса, Кріса Атчісона, іспанського — Рікардо Мендеса, німецького — Маріуса Отто, північно корейського — Кей Ем По та інших.

Щодо українських науковців та авторів, то серед таких, що займалися вивченням питання розвитку занедбаних промислових територій та ревіталізації, можна виділити Драпиковського О. І.,

Іванова І. Б., Савйовського В.В., Панкєєва А.М., Челнокова О.В., Іван — Костецького С.О. а також таких архітекторів та громадських діячів як Ольгу Пузир, Ярослава Мінкіна, Бабій Ірину, Андрія Шуляра та інших.

Загалом можна ще раз сказати, що ревіталізація є новим науковим напрямком в архітектурно-будівельній науці України та відповідно вивчена недостатньо.

### Цілі та завдання статті.

Метою написання роботи є вивчення процесу ревіталізації загалом та такого, що відбувається на будівельному ринку столиці в особливості. Для цього необхідно виконати збір та аналіз всієї наявної інформації щодо прикладів реалізації таких будівельних проєктів. Структурувати ці приклади та зробити висновки. Також важливим завданням є аналіз та вивчення подібних наукових та ненаукових (журналістських) робіт, де вже вивчено питання розвитку ревіталізації в столиці. Іншим завданням є аналіз причин, що спонукають ринок ревіталізації розвиватися, та таких, що його стримують. Крім цього необхідно скласти перспективи розвитку та напрацювати рекомендації, реалізація яких могла б стимулювати ревіталізацію як в країні, так і Києві.

### Основна частина.

Ревіталізація (revitalization) в перекладі із англійської мови означає "повернення до життя". Суть процесу відповідна — надихнути нове життя в занедбані та нераціонально використовувані промислові території або окремі об'єкти, шляхом виконання будівельних, технологічних, проєктних та інших робіт з метою створити принципово новий та функціонально інший об'єкт. Промислова будівля стає непромисловою. Наприклад, коли виробничий корпус заводу реконструюється під торговельний центр.

Ревіталізація має велику кількість переваг. Як для території району, де знаходиться об'єкт, так і для всього міста та відповідно його мешканців. Всі ці переваги вивчені провідними закордонними науковцями та доведені практичними спостереженнями і статистикою:

- поліпшення архітектурного вигляду регіону.
- покращення екологічного становища регіону;
- зменшення кількості будівельного та загалом твердого побутового сміття;

– підвищення соціального рівня життя людей, що мешкають поряд;

- зменшення рівня злочинності;
- зростання надходжень до місцевих бюджетів;
- зростання загальної економічної ситуації регіону;

- залучення інвестицій та розвиток туризму;
- поліпшення інфраструктури території, особливо інженерної;[5]

Причинами розвитку ревіталізації в Києві як і в більшості інших міст країни були:

– обмеженість земельних ділянок під нову забудову в центральній частині міста;

- збільшення вартості оренди та користування земельними ділянками, що призводить до стимулювання більш ефективного їхнього використання;
- зростання попиту на комерційну нерухомість;
- обмеженість фінансових ресурсів для гравців будівельного ринку;

– розвиток технологій виконання робіт щодо реконструкції;

– велика кількість промислових об'єктів в межах міста;

– відносно задовільний стан конструктивних елементів цих об'єктів;

– розміщення промислових об'єктів в центральній частині міста;

– планувально — конструктивні особливості промислових будівель, їх відповідність умовами функціонування багатьох комерційних об'єктів;

– наявність вільних інженерних потужностей на промислових об'єктах, які як правило мають великі обсяги споживання енергії, тепла, газу, води;

– прихід великих приватних інвесторів на ринок комерційної нерухомості;

– розвиток культурних проєктів.[5]

Всі ці чинники стимулювали появу перших ревіталізованих будівель. Всі вони по сьогоднішній день присутні як реалії розвитку столиці.

Для чіткого розуміння сутності та особливостей ревіталізації промислових об'єктів Києва, необхідно максимально проаналізувати кожний приклад, тим більше таких прикладів відносно не багато. З цією метою та для вирішення інших завдань статті, зроблено аналіз та систематизовано загальнодоступні приклади ревіталізації промислових об'єктів міста Києва. Результат роботи відображено в таблицях 1 — 6.

Загальна кількість об'єктів, що увійшла до аналізу складає 45. Всі вони мають певні спільні риси

та відмінності. Групувати їх можна в тому числі за функціональним призначенням, часом зведення та площею нової будівлі.

Слід відзначити, що деякі приклади ревіталізації не ввійшли в перелік із різних причин. Так, щодо деяких, практично неможливо знайти інформацію щодо року введення в експлуатацію, попереднє призначення будівлі та площу об'єкта.

Деякі приклади ревіталізації на місці складських територій було свідомо додано до аналізу у зв'язку із принциповою подібністю із класичними прикладами ревіталізації.

Найбільшими за площею ревіталізованими об'єктами є торговельний центр "Большевик" (70 тисяч м. кв. на місці одноіменного машинобудівного заводу), "Платформа арт-завод" (близько 65 тисяч м. кв. на місці Дарницького шовкового комбінату) та торговельний комплекс "Ашан – променада" (63 тисяч м. кв. на місці заводу "Електронмаш"). Найменшими є об'єкти культурного призначення, такі як Арт – галерея "цех", "Port creative hub" та арт простір "Башня".[6]

Середнє значення площі складає 20 538 м. кв. на один об'єкт ревіталізації.

Аналізуючи результати дослідження, можна зробити висновок, що загальна площа об'єктів ревіталізації в Києві складає 924 188 кв. метрів. Щодо відповідає 5 % від загального обсягу введеного в експлуатацію житла в столиці за період 2002 – 2016 років.[3] Ця ж цифра відповідає близько 38% від загальної площі торговельно-офісних центрів, що функціонують в Києві. Якщо відняти від ревіталізованих об'єктів такі, що не є комерційною нерухомістю, а саме заклади культури, мистецтва, а також житлово – готельного напрямку, виходить, що кожний третій

квадратний метр комерційної нерухомості великих торговельно – розважальних та офісних центрів було введено в експлуатацію на основі реконструкції старих промислово – складських будівель.[7]

Аналізуючи часові межі, можна легко помітити, що ревіталізація за темпами співпадає із темпами розвитку всього будівельного ринку. Першим класичним та достовірно підтвердженим прикладом ревіталізації згідно аналізу є бізнес центр "Форум" за адресою вул. Пимоненко, 13 на місці старої взуттєвої фабрики.[7]

Проте слід зазначити, що цьому проекту передували відкриття в 1997 році бізнес центру "Артем" в приміщенні їдальні одноіменного заводу за адресою вул. Глибочицька, 4. Також із загальнодоступних джерел відомо про відкриття бізнес центру "Ост-Вест Експрес" по вулиці Вікентія Хвойки 18/14 в промислово – складських будівлях. Проте який саме промисловий об'єкт знаходився там, знайти в рамках написання статті не вдалося. В 2001 році частину виробничого корпусу заводу "Томак" реконструювали під офісний центр "Valmi". Сьогодні на цьому місці за адресою вул. Новокостянтинівська 13/10 знаходиться сервісний центр "АВТ Баварія".[6]

Найбільша кількість реалізованих проектів припадає на 2003 – 2007 роки, загалом 20 об'єктів різного функціонального призначення. 2006 рік був найбільшим за показниками площ реалізованих проектів та їх кількості.

Велику кількість потенційних проектів зупинила криза 2008 року. Як видно із таблиці, на 2008 – 2009 роки припадає лише 2 реалізовані проекти. Проте існує думка, що саме економічна криза 2008 року спонукала багатьох інвесторів відмовитися

Таблиця 1. Розподіл реалізованих об'єктів ревіталізації міста Києва за роками

Рік	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Кількість об'єктів	1		1		1	1	6	2	3	6
Загальна площа об'єктів, м. кв.	10 000		4 000		6 600	29 500	13 1500	22 200	28 200	226 260
Рік	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Кількість об'єктів	3	1	1	3	1	5	1	5	2	2
Загальна площа об'єктів, м. кв.	51 000	17 000	63 000	59 000	18 000	95 428	48 000	98 000	400	16 100

Таблиця 2. Розподіл об'єктів ревіталізації міста Києва за функціональним призначенням

№	Тип будівлі	Кількість проектів	Загальна площа, м.кв.
1	Бізнес центр	24	399 490
2	Торгівельно - розважальний	10	341 000
3	Культурно – мистецький	8	118 100
4	Готельний комплекс	2	61 498
5	Житло чи апартаменти	1	4 100

від комплексної забудови промислових територій шляхом руйнування первинних будівель. Та звернути увагу на ревіталізацію.[7]

Починаючи із 2010 року прослідковується збільшення кількості та обсягів ревіталізації промислових територій Києва. Враховуючи інформаційний сплеск щодо ревіталізації протягом 2016 року, в наступні роки слід очікувати ще більшу кількість реалізованих проектів.

Серед типів ревіталізації, відповідно до класифікації науковця Бреда Раяна із Масачусетського технологічного інституту, то тут більшість належить "знизу-вгору"[4], коли ініціаторами виступають не місцева та державна влади, а приватні інвестори. Головна причина в цьому — відсутність державних програм розвитку промислових територій. Перші приклади ревіталізації були результатами інноваційного підходу інвесторів до створення необхідного їм комерційного проекту. Виключенням є "Мистецький Арсенал", створення якого відбувалося за рахунок державної програми.

Щодо функціонального призначення нових будівель, то найбільш поширеними прикладами з ревіталізації є офісні та торгівельно — розважальні центри. Вони також мають найбільші площі будівель.

Офісні та ділові центри є найпоширенішими будівлями ревіталізації. Більшість із них має статус бізнес центрів класу "С", хоча зустрічаються і проекти класу "А". Чимала кількість офісів мають середній показник класу. Причина в цьому є слабкий розвиток технології виконання робіт щодо реконструкції в країні, високі вимоги до офісів класу "А" та суб'єктивне ставлення до реконструкції промислової будівлі з огляду на престижність майбутнього офісного центру.

Деякі проект ревіталізації промислових будівель мали на меті створити логістичний комплекс (офісні приміщення та складські площі в межах одного об'єкту).[7]

Окрім комплексних великих проектів варто зазначити, що практично на кожному великому

промислому підприємстві здійснюється реконструкція щодо часткового використання будівель в комерційному або адміністративному напрямку. Чимало офісних приміщень розміщено в межах промислових об'єктів, та не мають назви — як завод Арсенал на вулиці Московській.

Будівлі споруджені на промислових територіях, проте в будівлях непромислового призначення (БЦ Артем в будівлі їдальні заводу Артем або Бізнес -центр Форум-Сателіт в будівлі Спеціального конструкторського бюро реле та автоматики) не є класичним прикладом ревіталізації проте додано до аналізу.

Реконструкція промислових будівель під торгівельні центри в Києві починалася ще на початку 2000-х. Причиною цього була наявність великої кількості об'єктів нерухомості промислового призначення в центральному планувальному ядрі міста. Через відносно задовільний стан конструкцій будівель та відносну обмеженість фінансових ресурсів, інвестори і віддавали перевагу реконструкції перед новим будівництвом.[8]

Загалом нараховується 10 ТРК, сумарна площа яких складає 341 тисяча м. кв. Ревіталізація створила одні із перших великих ТРК. Проте найбільші об'єкти на ринку комерційної нерухомості було зведено з "нуля". Найбільші ТРК столиці мають площу в більш як три рази більшу за найбільший ревіталізований об'єкт.[6]

Можна зробити висновок, що з огляду торгівельно — розважальної складової, ревіталізація має певні обмеження.

Серед тенденцій ринку ревіталізації слід виділити той факт, що останніми роками все частіше ревіталізуються будівлі під заклади культури та дозвілля, публічні та культурні простори.

В останні роки активно практикується розміщення на занедбаних промислових територіях зон активного відпочинку, таких як скаледроми, квест кімнати, спортивні комплекси та інші.

Показник загальної площі об'єктів ревіталізації є умовним як і показники площ деяких об'єктів,



Таблиця 3. Ревіталізовані об'єкти офісно – ділового призначення

№	Назва Бізнес/Офісного центру	Попередній об'єкт	Рік ревіталізації	Площа, м. кв.
1	«Артем»	Приміщення їдальні заводу «Артем»	1997	10000
2	«Ост-Вест Експрес»	Промислово-складські території	1999	4 000
3	«Valmi» (АВТ-Баварія)	Завод «ТОМАК»	2001	6 600
4	«Форум»	Взуттєва фабрика	2002	29 500
5	«Бізнес Сіті»	Іграшкова Фабрика	2003	3500
6	«Торус»	Будівля дріжджового заводу	2004	6 200
7	«Cubic-Center»	Завод «автоматики ім. Петровського»	2005	10 800
8	«Ренесанс»	Книжкова фабрика	2005	17 100
9	«Horizon Park»	Електростальний завод важкого машинобудування	2006	42 160
10	«Вежа №5»	Промислово - складські приміщення	2006	2000
11	«Гилєєва, 10А»	Фабрика логарифмічних лінійок	2006	15 100
12	«Веста»	Виробничо-складські території	2007	20 000
13	«Сенатор»	Виробничо-складські території	2007	13 000
14	«Маяк-Вестдом»	Завод «Маяк»	2007	18 000
15	«Форум Парк Плаза»	Взуттєва фабрика	2010	32000
16	«Глибочицька 28»	Швейний цех	2010	6 000
17	«Форум-Сателіт»	Спеціальне конструкторське бюро реле та автоматики	2010	21 000
18	«Ріальто»	Завод Генератор	2011	18000
19	«Якутська - 8»	Завод металокопункцій	2012	10 530
20	«Forum Victoria Park»	Будівля транспортної інфраструктури	2012	23 000
21	«Іллінський»	Швейна фабрика Лістівка	2013	48000
22	«Лагода»	Меблева фабрика Лагода	2014	18 000
23	«Гранд степ»	Київський завод зварювального обладнання	2014	13000
24	«Фрунзе 69-71»	Експериментальний механічний завод	2016	12000

Таблиця 4. Ревіталізовані об'єкти торгівельно – розважального призначення

№	Назва ТК/ТРК	Попередній об'єкт	Рік ревіталізації	Площа, м. кв.
1	«Караван»	Промислово-складські території	2003	58000
2	«ГородОК! »	Київський експериментальний механічний завод «ЗВАРКА»	2003	12000
3	«Мегамаркет - Петрівка»	Промислово-складські території	2003	8000
4	«Мегамаркет на Горького»	«Київський завод металовиробів ім. Письменного»	2003	8000
5	«Променада-центр»	Промислово-складські території	2003	42000
6	«Макрос»	Промислові території військового призначення	2004	16000
7	«Аркадія»	Редукторний завод	2006	47 000
8	«Большевик»	Машинобудівний завод «Більшовик»	2006	70000
9	«Материк (Аркадія) »	Редукторний завод	2008	17000
10	«Ашан - променада»	Київський завод «Електронмаш»	2009	63000

особливо культурно – мистецького призначення. Адже велика кількість об'єктів постійно розширюють свою площу в процесі функціонування. Прикладом може слугувати Арт-завод Платф-

орма, площа якого постійно розширюється в межах старого промислового об'єкту.

Цікаво відзначити, що саме успіх "Арт-заводу Платформа" став одним із головних факторів по-

Таблиця 5. Ревіталізовані об'єкти культурно – мистецького призначення

№	Назва об'єкту	Попередній об'єкт	Рік ревіталізації	Площа, м. кв.
1	Арт-галерея «Цех»	«Експериментальний механічний завод»	2005	300
2	«Мистецький арсенал»	Складські приміщення збройного заводу	2006	50000
3	«Артпричал»	Будівля інфраструктури мостового переходу	2012	400
4	Арт простір «G 13»	«Київський склотарний завод»	2014	1 500
5	Арт-центр «Closer»	Стрічкоткацька фабрика	2014	500
6	«Платформа арт-завод»	«Дарницький шовковий комбінат»	2014	65000
7	«Port creative hub»	Складські приміщення «Українського річкового порту»	2015	200
8	Арт простір - «Башня»	Складські приміщення НТУУ КПІ	2015	200

пуляризації поняття "ревіталізації промислових територій" в останні роки в Києві. Саме з цим громадським простором в столиці часто асоціюється ревіталізація. Успіх цього проекту став каталізатором, який спонукав архітектурну, урбаністичну спільноту та громадських експертів заговорити про перспективність та головне економічну доцільність перетворення занедбаних промислових територій в сучасні громадські центри та зони відпочинку. Не дивлячись на те, що перші фактичні приклади успішної ревіталізації реалізовані на межі тисячоліття, тільки сьогодні в активне використання введено саме термін "ревіталізація".

Готельний та житловий сегмент ревіталізації представлений невеликою кількістю прикладів в тому числі через екологічні аспекти. Адже часто промислові території є такими, що мають значні показники забруднення. Для очищення цих територій під житлову функцію можливо будуть необхідні додаткові фінансові витрати, що часто стримує інвесторів проекту.

В Києві практично відсутні приклади ревіталізації промислових будівель під житлову функцію. Єдиним виключенням є "Loft House Podol", проте цей об'єкт відноситься до апартаментів, що

мають громадську функцію з юридичної точки зору. Цим Київ суттєво відрізняється від наприклад європейських міст, де практика влаштування житлових комплексів в занедбаних будівлях промислового призначення є доволі поширеною.

Деякі приклади реконструкції можна умовно віднести до ревіталізації промислових об'єктів, адже нові будівлі влаштовані частково на промислових та частково на територіях непромислового призначення ("Fairmont Grand Hotel Kyiv" частково на площах бібліотеки та на промисловій території).

Підсумовуючи можна виокремити такі особливості ревіталізації, що характерні для Києва:

- здебільшого приватний характер інвестицій;
- комерційний напрямок ревіталізації та переважання офісних та торгівельних проектів;
- здебільшого ревіталізація окремими будівлями а не комплексами; [8]
- наявність незначної кількості цікавих проектів в сфері культури;

– порівняно із європейськими містами, мала кількість об'єктів ревіталізації що використовуються як технологічні, бізнес парки та наукові центри.

Ці особливості також із впевненістю можна віднести і до інших міст України, де реалізову-

Таблиця 6. Ревіталізовані об'єкти житлово – готельного призначення

№	Назва	Попередній об'єкт	Рік ревіталізації	Площа, м. кв.
1	«Fairmont Grand Hotel Kyiv»	Склади підприємства «Київмлин» та корпусу «Національної парламентської бібліотеки»	2012	47518
2	«Альфавіто Готель Київ»	Корпус №22 заводу «Радар»	2012	13 980
3	«Loft House Podol»	Деревооброблюючий завод ПАТ «ДОК-3»	2016	4100

ються проекти щодо ревіталізації промислових об'єктів.

Поряд із провідними країнами світу, Україна та місто Київ значно відстають у ревіталізації промислових територій. В більшості розвинених країн цей процес активно діяв ще на початку 90-х років. Пост соціалістичні країни східної Європи долучилися до нього на початку 2000х. Головним чинником відставання України є структура економіки. Адже до 2008 року частка промисловості в загальному ВВП країни була значно вищою ніж вже згаданих країн.

Крім того на сьогодні існують такі негативні фактори, що стримують розвиток ревіталізації в Києві та країні загалом:

- "Індустріальне" мислення великої кількості людей, як спадок радянських часів, для яких перетворення заводу на громадський об'єкт є неприємним;
- Слабкі темпи економічного розвитку в країні;
- Відсутність державних та місцевих програм стимулювання розвитку занедбаних промислових територій;
- Низький рівень обізнаності потенційних інвесторів в ревіталізації;
- Низький рівень технологічного забезпечення будівельної галузі в країні;
- Незадовільний стан щодо гарантій прав власності;
- Зношеність інженерної інфраструктури міста та обмежена кількість вільних інженерних потужностей;
- Відсутність чіткої містобудівної політики міста щодо розвитку промислових територій.

Всі ці фактори мають негативний вплив не лише на ревіталізацію але і загалом на будівельний сектор столиці. Для їхнього вирішення пропонуються наступні кроки:

- Запровадити на державному рівні програми розвитку занедбаних промислових територій, можливо в рамках закону "Про індустріальні парки";
- На місцевому рівні прийняти відповідні програми стимулювання занедбаних промислових територій в тому числі вирішити містобудівні проблеми розвитку територій та запровадити податкове стимулювання;
- На урядовому рівні стимулювати включення цього питання в наукові програми університетів та конференцій.

У разі реалізації цих пунктів Україна в цілому та місто Київ може отримати значні переваги від

ревіталізації промислових територій та наздогнати за цим показником провідні країни та міста світу.

### **Висновки**

В роботі досліджено суть процесу ревіталізації промислових будівель в контексті міста Київ. Проаналізовано останні наукові та ненаукові роботи щодо вивчення ревіталізації промислових об'єктів. Як закордонних вчених так і українських представників наукової думки. Вчені провідних країн світу приділяють значну увагу цьому процесу. В Україні ревіталізація вивчена недостатньо. В рамках наукової роботи, зібрано та систематизовано в табличному вигляді загальнодоступну інформацію щодо прикладів ревіталізації в місті Києві. На основі аналізу таблиць із даними, наведено загальні особливості ревіталізації в столиці. Інформація систематизована та проаналізована з огляду на показники площ об'єктів ревіталізації, року введення в експлуатацію, функціонального призначення. Найбільшого поширення набули об'єкти комерційної нерухомості, як такі, що зводяться в рамках ревіталізації. Загалом за допомогою ревіталізації в Києві почали реалізовувати інвестиційні проекти ще на початку 2000х років. Загальна площа реалізованих проектів наближається до 1 млн. м. кв. Успіх функціонування та велика кількість будівель доводять, що ревіталізація є ефективним методом реалізації будівельного проекту. Крім економічної ефективності існують ряд інших переваг ревіталізації, таких як екологічні та соціальні. Існують гарні перспективи реалізації ще більшої кількості проектів в Києві та в цілому по Україні. Проте вони ускладнені наявними негативними факторами, що характерні для будівельного ринку Києва, економіки країни в цілому. Для нівелювання впливу цих факторів необхідна зважена державна та муніципальна політика розвитку промислових територій в межах населених пунктів України.

### **Перспективи подальших досліджень**

На сьогоднішній день велика кількість промислових об'єктів знаходяться на стадії реконструкції під непромислове призначення. В місті практично відсутні вільні ділянки під забудову. Зростає попит на комерційні об'єкти нерухомості. Водночас існує чимала кількість занедбаних промислових об'єктів.

З огляду на це та інші фактори, слід очікувати подальше зростання кількості об'єктів ревіталізації в Києві та в цілому по країні.

Спектр перспективних досліджень різноманітний. Більш детально слід вивчати ревіталізацію в розрізі архітектури, економіки, технології та організації будівельних робіт, екології та багатьою інших науках.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Савйовський В. В. Ревіталізація — екологічна реконструкція міської забудови / В. В. Савйовський, А. П. Броневський, О. Г. Каржинерова // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. — 2014. — № 8. — С. 47-52. — Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vrabi-a\\_2014\\_8\\_10.pdf](http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vrabi-a_2014_8_10.pdf).

2. Ревіталізація (урбаністика) [Електронний ресурс]. — Режим доступу : URL :[http://ru.wikipedia.org/wiki/Ревіталізація\\_\(урбаністика\)](http://ru.wikipedia.org/wiki/Ревіталізація_(урбаністика)). — Назва з екрану.

3. Державна служба статистики України [Електронний ресурс]. — Режим доступу : URL : <http://www.ukrstat.gov.ua> — Назва з екрану.

4. Оживление города [Електронний ресурс]. — Режим доступу : URL : <http://expert.ru/expert/2016/06/ozhivlenie-goroda/>. — Назва з екрану.

5. *The Adaptive Reuse of Historic Industrial Buildings: Regulation Barriers, Best Practices and Case Studies* [Електронний ресурс]. — Режим доступу : URL : [http://sig.urbanismosevilla.org/Sevilla.art/SevLab/r001US2\\_files/r001\\_US\\_1.pdf](http://sig.urbanismosevilla.org/Sevilla.art/SevLab/r001US2_files/r001_US_1.pdf) — Назва з екрану.

6. Перспективы киевских промзон [Електронний ресурс]. — Режим доступу : URL : <http://commercialproperty.ua/analytics/top/detail.php?ID=38092>. — Назва з екрану.

7. Скоростной девелопер [Електронний ресурс]. — Режим доступу : URL : <http://forbes.net.ua/magazine/forbes/1385830-skorostnoj-developer>. — Назва з екрану.

8. Обитаемая промзона [Електронний ресурс]. — Режим доступу : URL : <http://minfin.com.ua/blogs/arpa/14285/> — Назва з екрану.

#### АННОТАЦИЯ

Ревитализация промышленных зданий является довольно распространенной во всем мире строительной практикой. В Украине этот процесс только набирает обороты. Киев является лидером по количеству успешных проектов ревитализации среди украинских городов. В статье проведено анализ объектов ревитализации в Киеве. Приведены особенности, причины и преимущества ревитализации. Все объекты ревитализации рассмотрены в контексте временных границ, функционального назначения зданий, субъекта реализации инвестиционного проекта. Изучены проблемы и предоставлены рекомендации для развития ревитализации в столице и Украине в целом.

Ключевые слова: ревитализация; инновация; реконструкция; коммерческая недвижимость; инвестиционный проект.

#### ANNOTATION

Revitalization of industrial buildings, by means of reconstruction with feather use in nonindustrial way, is well spread throughout the world construction practice. It is only gets started in Ukraine. Kiev is a leader among Ukrainian cities in number of successfully realized projects of revitalization. Objects of revitalization in city of Kiev have been analyzed in article. There is over 45 examples of successful revitalization in Kiev. First of them were realized in early 2000. Specifics, causes and advantages of revitalization have been brought. Projects mostly have been realized by private investments. All of them have commercial success. So this branch of commercial market in Kiev have big potential. All revitalized objects were considered in context of time frames, building functionality and who is in charge of investment project. Problems have been studied and recommendations for revitalization development provided both city of Kiev and Ukraine on the whole. Most of recommendations can be used by government to boost revitalization. That can provide a big variety of advantages. Investors should pay bigger attention to revitalization as it has big commercial efficiency. Revitalization can be innovative way of ukrainian modern city development.

Key phrases: revitalization; innovation; reconstruction; commercial property; investment project.

УДК 624.015:624.023:620.19

Матченко Т.І., к.т.н.;  
Матченко П.Т.

## РОЗРАХУНОК ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ, ЩО ВІДНОСЯТЬСЯ ДО ПЕРШОЇ ГРУПИ ЗА МОЖЛИВІСТЮ КРИХКОГО ТА В'ЯЗКОГО РУЙНУВАННЯ

### АНОТАЦІЯ

В даній статті наведені формули для розрахунку на опір крихкому та в'язкому руйнуванню зварних з'єднань сталевих конструкцій з тріщинами та без них, при динамічних і статичних навантаженнях з урахуванням сумісної дії зусиль розтягнення та згинаючих моментів.

Ключові слова: сталеві конструкції, крихке руйнування, зварні з'єднання, динамічні навантаження.

**Вступ.** Відомо [1], що залежно від можливості та різновидів досягнення граничних станів, а також виходячи з умов руйнування від втоми чи крихкого руйнування слід розрізняти три категорії конструкцій та їх елементів:

I — конструкції та елементи, які мають або не мають тріщини або інші пошкодження, досягнення граничних станів яких внаслідок втоми чи крихкого руйнування можливе в результаті безпосереднього впливу динамічного, циклічного чи вібраційного навантаження;

II — конструкції та елементи, які мають або не мають тріщини або інші пошкодження, досягнення граничних станів яких внаслідок втоми чи крихкого руйнування можливе лише при поєднанні несприятливих чинників (динамічного, циклічного чи вібраційного навантаження, концентраторів напружень, зон напружень розтягу тощо);

III — конструкції та елементи, які не мають тріщин та інших пошкоджень, досягнення граничних станів яких внаслідок втоми чи крихкого руйнування неможливе через відсутність несприятливих чинників, а можливе лише в'язке руйнування.

Сталеві конструкції за можливістю втоми чи крихкого руйнування поділяють на чотири групи:

Група 1 — основні зварювальні конструкції і елементи, які працюють в особливо тяжких умовах або які працюють при безпосередньому впливі динамічних, циклічних, вібраційних або підвищених навантажень (див. рис. 1);

Група 2 — основні зварні конструкції і елементи, які працюють при статичних навантаженнях переважно на розтягнення і/або згин, а також конструкції і елементи групи 1 при відсутності зварних з'єднань;

Група 3 — основні зварні конструкції і елементи, які працюють при статичних навантаженнях переважно на стиснення, а також конструкції і елементи групи 2 при відсутності зварних з'єднань;

Група 4 — допоміжні конструкції і елементи, а також конструкції і елементи групи 3 при відсутності зварних з'єднань.

Конструкції, та їх елементи, що відносяться до I категорії за різновидами досягнення граничних станів та/або до групи 1 за можливістю втоми чи крихкого руйнування, обов'язково перевіряються розрахунком на витривалість, втому, на опір крихкому руйнуванню та на міцність (в'язке руйнування); конструкції та їх елементи, що відносяться до II категорії за різновидами досягнення граничних станів та/або до групи 2 за можливістю втоми чи крихкого руйнування, перевіряються на витривалість, втому, на опір крихкому руйнуванню при наявності тріщин або за вимогою замовника, а також перевіряються на міцність (в'язке руйнування); конструкції та їх елементи, що відносяться до III категорії за різновидами досягнення граничних станів та/або до групи 3 і 4 не перевіряються розрахунком на витривалість, втому та опір крихкому руйнуванню, а перевіряються тільки на міцність (в'язке руйнування).

Але в ДБН В.2.6-198:2014 не викладені формули для розрахунку на опір крихкому руйнуванню сталевих конструкцій та їх зварних з'єднань з тріщинами, та не викладені формули для розрахунку на міцність (опір в'язкому руйнуванню) сталевих конструкцій та їх з'єднань з пошкодженнями та без них при дії динамічних навантажень.

**Ціль роботи** — викласти формули для розрахунку на опір крихкому руйнуванню сталевих конструкцій групи 1 і 2 та їх зварних з'єднань з тріщинами та формули для розрахунку на міцність (опір в'язкому руйнуванню) сталевих конструкцій та їх з'єднань з пошкодженнями та без них при дії динамічних навантажень.



Рис. 1. Тріщини втоми в зоні сплавлення метала кутового зварного з'єднання

**Основний зміст.** Конструкції та їх елементи, що відносяться до I категорії за різновидами досягнення граничних станів та/або до групи 1 за можливістю крихкого руйнування, розрахунок зварного з'єднання з кутовими швами на опір крихкому руйнуванню при сумісній дії поздовжньої сили  $N$ , що проходить через центр ваги з'єднання; і/або моменту  $W$  у площині, перпендикулярній до площини розташування швів; згинального моменту  $M_x$  відносно осі  $x$  у площині розташування цих швів; і/або згинального моменту  $M_y$  відносно осі  $y$  у площині розташування цих швів (див. рис.4), слід перевіряти за формулами: при

$$\frac{\beta_f R_{wf} (1 - \omega(\tau)_R)}{0,45 \beta_z R_{uz} (1 - \omega(\tau)_R)} \leq 1$$

— у площині наплавленого металу (див.рис.3)

$$\left( \frac{1,12 N(\tau) \gamma_n (\pi L)^{1/2}}{\beta_f k_f l_w \gamma_{wl} [K_{шс}]_f (1 - \omega(\tau)_{кшс})} \right)^{0,6} \pm \left( \frac{1,12 M_z(\tau) \gamma_n (\pi L)^{1/2}}{W_f (1 - \omega(\tau)_w) \gamma_{wl} [K_{шс}]_f (1 - \omega(\tau)_{кшс})} \right)^{0,6} \pm \left( \frac{1,12 M_{x(y)}(\tau) \gamma_n (\pi L)^{1/2} (x^2 + y^2)^{1/2}}{(I_{fx} + I_{fy})(1 - \omega(\tau)_I) \gamma_{wl} [K_{шс}]_f (1 - \omega(\tau)_{кшс})} \right)^{0,6} \leq 1;$$

при

$$\frac{\beta_f R_{wf} (1 - \omega(\tau)_R)}{0,45 \beta_z R_{uz} (1 - \omega(\tau)_R)} > 1$$

— у площині металу межі сплавлення (див. рис. 3)

$$\left( \frac{1,12 N(\tau) \gamma_n (\pi L)^{1/2}}{\beta_z k_f l_w \gamma_{wl} [K_{шс}]_z (1 - \omega(\tau)_{кшс})} \right)^{0,6} \pm$$

$$\pm \left( \frac{1,12 M_z(\tau) \gamma_n (\pi L)^{1/2}}{W_z (1 - \omega(\tau)_w) \gamma_{wl} [K_{шс}]_z (1 - \omega(\tau)_{кшс})} \right)^{0,6} \pm$$

$$\left( \frac{1,12 M_{x(y)}(\tau) \gamma_n (\pi L)^{1/2} (x^2 + y^2)^{1/2}}{(I_{fx} + I_{fy})(1 - \omega(\tau)_I) \gamma_{wl} [K_{шс}]_z (1 - \omega(\tau)_{кшс})} \right)^{0,6} \leq 1.$$

де  $l_w$  — розрахункова довжина кутового шва, що дорівнює його сумарній геометричній довжині за вирахуванням двох катетів шва  $2x k_f$  або 1 см на кожен неперервну ділянку шва;  $[k_{шс}]$  — розрахункове значення критичного коефіцієнта інтенсивності напружень поздовжнього зсуву (різновид III) основного металу,  $[k_{шс}]_f$  те саме металу шва, те саме межі сплавлення  $[k_{шс}]_z$  в відповідності з рис. 2, приймаються за результатами випробувань зразків або за співвідношеннями приведеними нижче на початку експлуатації, МПах(м)<sup>0,5</sup>; і  $\beta_z$  — коефіцієнти, значення яких приймаються за табл. 16.2 [1];  $W_f$  і  $W_z$  — моменти опору розрахункових перерізів кутових швів у зварному з'єднанні відповідно за металом шва і за металом межі сплавлення;  $\omega(\tau)_w$  — параметр пошкодження моменту опору розрахункового перерізу, доли від одиниці;  $x$  і  $y$  — координати точки зварного з'єднання, яка найбільш віддалена від центра ваги цього з'єднан-

ня (рис. 4);  $I_{fx}, I_{fy}$  – момент інерції розрахункового перерізу кутового шва у зварному з'єднанні за металом шва відносно його головних осей  $x - x$  і  $y - y$ ;  $I_{zx}, I_{zy}$  – те саме, за металом межі сплавлення;  $\omega(\tau)_I$  – параметр пошкодження, зменшення моменту інерції перерізу, долі від одиниці.

У випадку, коли на зварного з'єднання з кутовими швами

Конструкції, та їх елементи, що відносяться до II категорії за різновидами досягнення граничних

станів та/або до групи 2 за можливістю крихкого руйнування, розрахунок зварного з'єднання з кутовими швами на опір крихкому руйнуванню при сумісній дії поздовжньої сили  $N$ , що проходить через центр ваги з'єднання; і/або моменту  $M_z$  у площині, перпендикулярній до площини розташування швів; згинального моменту  $M_x$  відносно осі  $x y$  площині розташування цих швів; і/або згинального моменту  $M_y$  відносно осі  $y y$  площині розташування цих швів(див. рис.4), слід перевіряти за формулами:

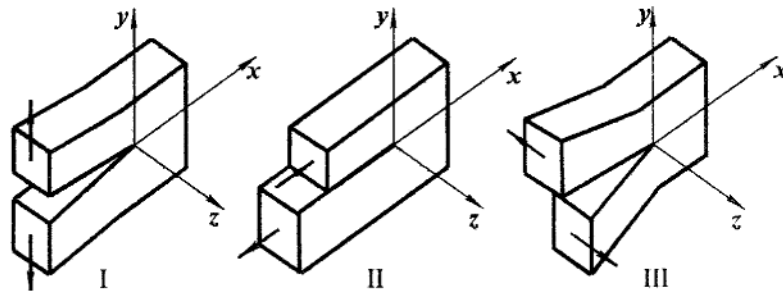


Рис. 2. Різновиди переміщення берегів тріщин і відповідно різновиди руйнувань (I – нормального відриву, II – поперечного зсуву, III – поздовжнього зсуву)

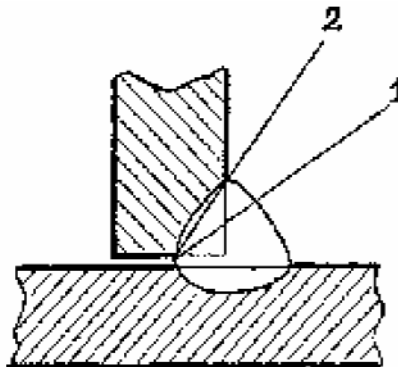


Рис. 3. Поперечний розріз кутового шва із зазначенням умовних площин руйнування: 1 – площина наплавленого металу (металу шва); 2 – площина металу межі сплавлення

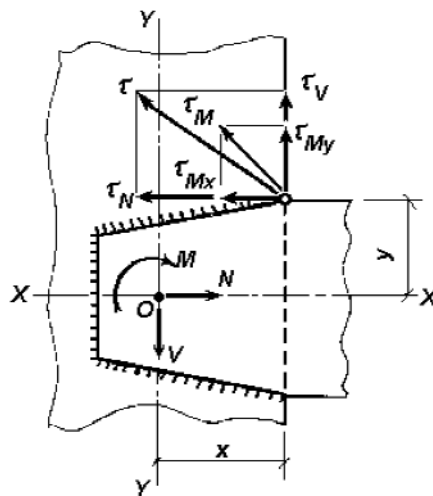


Рис. 4. Розрахункова схема зварного з'єднання з кутовими швами

при

$$\frac{\beta_f R_{wf} (1 - \omega(\tau)_R)}{0,45 \beta_z R_{un} (1 - \omega(\tau)_R)} \leq 1$$

– у площині наплавленого металу (див.рис.3)

$$\frac{1,12 N(\tau) \gamma_n (\pi L)^{1/2}}{\beta_f k_f l_w \gamma_{wl} [K_{IIIc}]_f (1 - \omega(\tau)_{KIIIc})} \pm \frac{1,12 M_z(\tau) \gamma_n (\pi L)^{1/2}}{W_f (1 - \omega(\tau)_w) \gamma_{wl} [K_{IIIc}]_f (1 - \omega(\tau)_{KIIIc})} \pm \frac{1,12 M_{x(y)}(\tau) \gamma_n (\pi L)^{1/2} (x^2 + y^2)^{1/2}}{(I_{fx} + I_{fy})(1 - \omega(\tau)_I) \gamma_{wl} [K_{IIIc}]_f (1 - \omega(\tau)_{KIIIc})} \leq 1;$$

при

$$\frac{\beta_f R_{wf} (1 - \omega(\tau)_R)}{0,45 \beta_z R_{un} (1 - \omega(\tau)_R)} > 1$$

– у площині металу межі сплавлення (див. рис.3)

$$\frac{1,12 N(\tau) \gamma_n (\pi L)^{1/2}}{\beta_z k_f l_w \gamma_{wl} [K_{IIIc}]_z (1 - \omega(\tau)_{KIIIc})} \pm \frac{1,12 M_z(\tau) \gamma_n (\pi L)^{1/2}}{W_z (1 - \omega(\tau)_w) \gamma_{wl} [K_{IIIc}]_z (1 - \omega(\tau)_{KIIIc})} \pm \frac{1,12 M_{x(y)}(\tau) \gamma_n (\pi L)^{1/2} (x^2 + y^2)^{1/2}}{(I_{fx} + I_{fy})(1 - \omega(\tau)_I) \gamma_{wl} [K_{IIIc}]_z (1 - \omega(\tau)_{KIIIc})} \leq 1.$$

Додатково до приведених формул при розрахунку зварного з'єднання з кутовими швами з тріщинами, що відносяться до II категорії за різновидами досягнення граничних станів та/або до групи 2 за можливістю крихкого руйнування, на одночасну дію поздовжньої  $N(\tau)$  і поперечної  $Q(\tau)$  сил, а також згинального моменту  $M_z(\tau)$  (рис. 4), повинні бути виконані такі умови:

$$\frac{K(\tau)_{IIIcZ} \gamma_n}{\gamma_{wl} [K_{IIIc}]_z (1 - \omega(\tau)_{KIIIc})} \leq 1,$$

$$\frac{K(\tau)_{IIIcf} \gamma_n}{\gamma_{wl} [K_{IIIc}]_f (1 - \omega(\tau)_{KIIIc})} \leq 1,$$

де  $K_{mcf}$  і  $K_{mcz}$  – коефіцієнти інтенсивності напружень поздовжнього зсуву основного металу на початку експлуатації в небезпечній точці розрахункового перерізу кутового шва з тріщиною у зварному з'єднанні відповідно у площині наплавленого металу і у площині металу межі сплавлення, що визначаються за формулою

$$K(\tau)_{III} = 1,12 \tau_\sigma (\pi L)^{1/2},$$

де  $\tau_\sigma$  – дотичні напруження.

$$\tau_\sigma = \sqrt{(\tau_N + \tau_{Mx})^2 + (\tau_Q + \tau_{My})^2}.$$

У випадку, коли до зварного з'єднання з кутовим швом (рис. 3) в доповнення до зусиль в площині з'єднання прикладене зусилля  $P$  по осі  $Z$ , яке нормальне до площини зварного з'єднання (осі  $X$  і  $Y$ ), а також згинаючий момент  $Mz$ , тоді дотичні напруження  $\tau_f$ ,  $\tau_z$  в небезпечній точці розрахункового перерізу кутового шва у зварному з'єднанні відповідно у площині наплавленого металу і у площині металу межі сплавлення, визначаються за формулою:

$$\tau = \sqrt{(\tau_N + \tau_{Mx})^2 + (\tau_Q + \tau_{My})^2 + (\tau_P + \tau_{Mz})^2}.$$

Значення  $[K_{IIIc}]$  приведені в [2,3].

Конструкції та їх елементи, що відносяться до I категорії за різновидами досягнення граничних станів та/або до групи 1 за можливістю крихкого руйнування, розрахунок зварного з'єднання з кутовими швами на міцність (опір в'язкому руйнуванню) при сумісній дії поздовжньої сили  $N$ , що проходить через центр ваги з'єднання; і/або моменту у площині, перпендикулярній до площини розташування швів; згинального моменту  $Mx$  відносно осі  $x$  у площині розташування цих швів; і/або згинального моменту  $My$  відносно осі  $y$  у площині розташування цих швів (див. рис.4), слід перевіряти за формулами:

при

$$\frac{\beta_f R_{wf} (1 - \omega(\tau)_R)}{0,45 \beta_z R_{un} (1 - \omega(\tau)_R)} \leq 1$$

– у площині наплавленого металу (див. рис.3)

$$\left( \frac{N(\tau) \gamma_n}{\beta_f k_f l_w \gamma_c R_{wf} (1 - \omega(\tau)_R)} \right)^{0,6} \pm$$

$$\pm \left( \frac{M_z(\tau) \gamma_n}{W_f (1 - \omega(\tau)_w) \gamma_c R_{wf} (1 - \omega(\tau)_R)} \right)^{0,6} \pm$$

$$\left( \frac{M_{x(y)}(\tau) \gamma_n (x^2 + y^2)^{1/2}}{(I_{fx} + I_{fy})(1 - \omega(\tau)_I) \gamma_c R_{wf} (1 - \omega(\tau)_R)} \right)^{0,6} \leq 1;$$



при

$$\frac{\beta_f R_{wf} (1 - \omega(\tau)_R)}{0,45 \beta_z R_{uz} (1 - \omega(\tau)_R)} > 1$$

– у площині металу межі сплавлення (див.рис.3)

$$\left( \frac{N(\tau) \gamma_n}{\beta_z k_f l_w \gamma_C R_{wz} (1 - \omega(\tau)_R)} \right)^{0,6} \pm \left( \frac{M_z(\tau) \gamma_n}{W_z (1 - \omega(\tau)_w) \gamma_C R_{wz} (1 - \omega(\tau)_R)} \right)^{0,6} \pm \left( \frac{M_{x(y)}(\tau) \gamma_n (x^2 + y^2)^{1/2}}{(I_{fx} + I_{fy})(1 - \omega(\tau)_I) \gamma_C R_{wz} (1 - \omega(\tau)_R)} \right)^{0,6} \leq 1.$$

Конструкції та їх елементи, що відносяться до II категорії за різновидами досягнення граничних станів та/або до групи 2 за можливістю крихкого руйнування, розрахунок зварного з'єднання з кутовими швами на міцність (опір в'язкому руйнуванню) при сумісній дії поздовжньої сили  $N$ , що проходить через центр ваги з'єднання; і/або моменту  $Mz$  у площині, перпендикулярній до площини розташування швів; згинального моменту  $Mx$  відносно осі  $x$   $y$  площині розташування цих швів; і/або згинального моменту  $My$  відносно осі  $y$  у площині розташування цих швів (див. рис.4), слід перевіряти за формулами:

при

$$\frac{\beta_f R_{wf} (1 - \omega(\tau)_R)}{0,45 \beta_z R_{uz} (1 - \omega(\tau)_R)} \leq 1$$

– у площині наплавленого металу (див. рис.3)

$$\frac{N(\tau) \gamma_n}{\beta_z k_f l_w \gamma_C R_{wf} (1 - \omega(\tau)_R)} \pm \frac{M_z(\tau) \gamma_n}{W_f (1 - \omega(\tau)_w) \gamma_C R_{wf} (1 - \omega(\tau)_R)} \pm \frac{M_{x(y)}(\tau) \gamma_n (x^2 + y^2)^{1/2}}{(I_{fx} + I_{fy})(1 - \omega(\tau)_I) \gamma_C R_{wf} (1 - \omega(\tau)_R)} \leq 1;$$

при

$$\frac{\beta_f R_{wf} (1 - \omega(\tau)_R)}{0,45 \beta_z R_{uz} (1 - \omega(\tau)_R)} > 1$$

– у площині металу межі сплавлення (див. рис.3)

$$\frac{N(\tau) \gamma_n}{\beta_z k_f l_w \gamma_C R_{wz} (1 - \omega(\tau)_R)} \pm \frac{M_z(\tau) \gamma_n}{W_z (1 - \omega(\tau)_w) \gamma_C R_{wz} (1 - \omega(\tau)_R)} \pm \frac{M_{x(y)}(\tau) \gamma_n (x^2 + y^2)^{1/2}}{(I_{fx} + I_{fy})(1 - \omega(\tau)_I) \gamma_C R_{wz} (1 - \omega(\tau)_R)} \leq 1.$$

У відповідності з таблицею 6.13 [4] при розрахунку елементів сталевих конструкцій на міцність і стійкість при дії динамічних навантажень, окрім коефіцієнтів умов роботи, що приймаються у відповідності з іншими нормами, належить вводити додаткові коефіцієнти  $t$ , що враховують підвищення механічних властивостей матеріалів при високих прискореннях навантаження ( $\alpha \geq 4$  м/с<sup>2</sup>) і які визначаються згідно з таблицею 1. Перерізи елементів слід приймати не менше ніж отримані за результатами розрахунку на основне сполучення навантажень. Формули для визначення розрахункових опорів зварних швів приведені в таблиці 2.

Конструкції та їх елементи, що відносяться до I категорії за різновидами досягнення граничних станів та/або до групи 1 за можливістю крихкого руйнування, розрахунок стикового зварного з'єднання (див. рис. 5) на опір крихкому руйнуванню при сумісній дії поздовжньої сили  $N$ , що проходить через центр ваги з'єднання; і/або моменту  $Mz$  у площині, перпендикулярній до площини розташування швів; згинального моменту  $Mx$  відносно осі  $x$  у площині розташування цих швів; і/або згинального моменту  $My$  відносно осі  $y$  у площині розташування цих швів, слід перевіряти за формулами:

$$\left( \frac{N(\tau) \times \gamma_n \times 1,12 \times (\pi \times L)^{1/2}}{t_{\min} \times l_w \times (1 - \omega(t)_A) \times [K_{IC}] \times (1 - \omega(t)_{KIC}) \times \gamma_C} \right)^{0,6} \pm \left( \frac{M(\tau)_x \times \gamma_n \times 1,12 \times (\pi \times L)^{1/2} \times y}{I_{xz} \times (1 - \omega(t)_I) \times [K_{IC}] \times (1 - \omega(t)_{KIC}) \times \gamma_C} \right)^{0,6} \pm \left( \frac{M(\tau)_y \times \gamma_n \times 1,12 \times (\pi \times L)^{1/2} \times x}{I_{xy} \times (1 - \omega(t)_I) \times [K_{IC}] \times (1 - \omega(t)_{KIC}) \times \gamma_C} \right)^{0,6} \leq 1,$$

Таблиця 1. Значення коефіцієнтів  $m$ , що враховують зміну механічних властивостей матеріалів при високих прискореннях навантаження

Характеристика конструкцій та з'єднань	Значення $m$
<b>При розрахунках на міцність</b>	
1. Розтягнуті сталеві конструкції та ті, що згинаються	$1+0,3 \cdot \alpha/4$
2. Сталеві конструкції, що працюють на зсув	$1-0,1 \cdot \alpha/4$
3. Сталеві конструкції, що працюють на зріз	$1-0,2 \cdot \alpha/4$
4. Сталеві конструкції і їх елементи, що працюють на зминання	$1+0,5 \cdot \alpha/4$
5. Зварні стикові з'єднання	1,0
6. Зварні кутові шви	$1-0,3 \cdot \alpha/4$
7. Болтові та заклепочні з'єднання	$1+0,1 \cdot \alpha/4$
<b>При розрахунках на стійкість</b>	
8. Сталеві стиснуті елементи гнучкістю понад 100	1,0
9. Те саме з гнучкістю до 20	$1+0,2 \cdot \alpha/4$
10. Те саме з гнучкістю від 20 до 100	від $1+0,2 \cdot \alpha/4$ до 1,0 за
<p><b>Примітка.</b> 1) Наведені у таблиці коефіцієнти вводяться тільки при розрахунку на особливе сполучення навантажень яке включає в себе динамічні дії;</p> <p>2) Коефіцієнт <math>m</math> - враховує підвищення механічних властивостей матеріалів при високих прискореннях навантаження;</p> <p>3) <math>\alpha</math> – прискорення навантаження, <math>m/c^2</math>.</p>	

де  $x, y$  – відстані від головних осей до розглядуваної точки перерізу. Умовні позначення такі самі, як і в [1-3]. Значення  $[K_{IC}]$  приведені в [2,3].

Конструкції та їх елементи, що відносяться до II категорії за різновидами досягнення граничних станів та/або до групи 2 за можливістю крихкого руйнування, розрахунок стикового зварного з'єднання на опір крихкому руйнуванню при сумісній дії поздовжньої сили  $N$ , що проходить через центр ваги з'єднання; і/або моменту  $Mz$  у площині, пер-

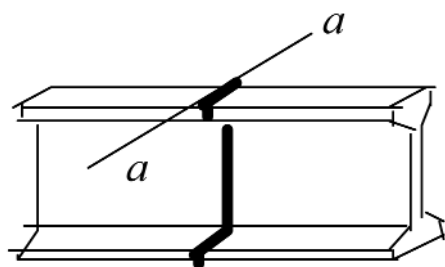


Рис. 5. Стикове зварне з'єднання балки

пендикулярній до площини розташування швів; згинального моменту  $Mx$  відносно осі  $x$  у площині розташування цих швів; і/або згинального моменту  $My$  відносно осі  $y$  у площині розташування цих швів, слід перевіряти за формулами:

$$\frac{N(\tau) \times \gamma_n \times 1,12 \times (\pi \times L)^{1/2}}{t_{\min} \times l_w \times (1 - \omega(t)_A) \times [K_{IC}] \times (1 - \omega(t)_{KIC}) \times \gamma_c} \pm$$

$$\frac{M(\tau)_x \times \gamma_n \times 1,12 \times (\pi \times L)^{1/2} \times y}{I_{xn} \times (1 - \omega(t)_I) \times [K_{IC}] \times (1 - \omega(t)_{KIC}) \times \gamma_c} \pm$$

$$\frac{M(\tau)_y \times \gamma_n \times 1,12 \times (\pi \times L)^{1/2} \times x}{I_{yn} \times (1 - \omega(t)_I) \times [K_{IC}] \times (1 - \omega(t)_{KIC}) \times \gamma_c} \leq 1,$$

Конструкції та їх елементи, що відносяться до I категорії за різновидами досягнення граничних станів та/або до групи 1 за можливістю крихкого руйнування, розрахунок зварного стикового з'єднання на міцність (опір в'язкому руйнуванню) при

Таблиця 2. Формули для визначення розрахункових опорів зварних швів

Зварне з'єднання	Напружений стан	Характеристика розрахункового опору	Умовне позначення	Розрахунковий опір
Стикове	Стиск, розтяг і згин при механізованому або ручному зварюванні з фізичним контролем якості шва	за межею текучості	$R_{wy}$	$R_{wy} = m \cdot R_y$
		за тимчасовим опором	$R_{wu}$	$R_{wu} = m \cdot R_u$
	Розтяг і згин при механізованому або ручному зварюванні	за межею текучості	$R_{wy}$	$R_{wy} = 0,85 m \cdot R_y$
	Зсув	–	$R_{ws}$	$R_{ws} = m \cdot R_s$
З кутовими швами	Зсув (умовний)	за металом шва	$R_{wf}$	$R_{wf} = \frac{0,55mR_{wm}}{\gamma_{wm}}$
		за металом межі сплавлення	$R_{wz}$	$R_{wz} = 0,45mR_{un}$
<b>Примітка</b>				
Значення коефіцієнта надійності за матеріалом шва $\gamma_{wm}$ слід приймати таким, що дорівнює: 1,25 – при $R_{wm} \leq 490 \text{ Н/мм}^2$ ; 1,35 – при $490 \text{ Н/мм}^2 < R_{wm} \leq 590 \text{ Н/мм}^2$ .				

сумісній дії поздовжньої сили  $N$ , що проходить через центр ваги з'єднання; і/або моменту  $Mz$  у площині, перпендикулярній до площини розташування швів; згинального моменту  $Mx$  відносно осі  $x$  у площині розташування цих швів; і/або згинального моменту  $My$  відносно осі  $y$  у площині розташування цих швів, слід перевіряти за формулами:

$$\left( \frac{N(\tau) \times \gamma_n}{t_{\min} \times l_w \times R_{wy} (1 - \omega(\tau)_R \times \gamma_c)} \right)^{0,6} \pm$$

$$\pm \left( \frac{M_x(\tau) \times \gamma_n \times y}{I_{xn} \times R_{wy} (1 - \omega(\tau)_R \times \gamma_c)} \right)^{0,6} \pm$$

$$\left( \frac{M_y(\tau) \times \gamma_n \times x}{I_{xn,\min} \times R_{wy} (1 - \omega(\tau)_R \times \gamma_c)} \right)^{0,6} \leq 1,$$

Умовні позначення такі самі, як і в [1-3].

Для конструкції, та її елементи, що відносяться до II категорії за різновидами досягнення граничних станів та/або до групи 2 за можливістю крихкого руйнування, розрахунок зварного стикового

з'єднання на міцність (опір в'язкому руйнуванню) при сумісній дії поздовжньої сили  $N$ , що проходить через центр ваги з'єднання; і/або моменту  $Mz$  у площині, перпендикулярній до площини розташування швів; згинального моменту  $Mx$  відносно осі  $x$  у площині розташування цих швів; і/або згинального моменту  $My$  відносно осі  $y$  у площині розташування цих швів, слід перевіряти за формулами:

$$\begin{aligned} & \frac{N(\tau) \times \gamma_n}{t_{\min} \times I_w \times R_{wy} (1 - \omega(\tau)_R \times \gamma_c)} \pm \\ & \pm \frac{M_x(\tau) \times \gamma_n \times y}{I_{xn} \times R_{wy} (1 - \omega(\tau)_R \times \gamma_c)} \pm \\ & \pm \frac{M_y(\tau) \times \gamma_n \times x}{I_{xn, \min} \times R_{wy} (1 - \omega(\tau)_R \times \gamma_c)} \leq 1 . \end{aligned}$$

Розрахунок зварних з'єднань елементів сталевих конструкцій 1 та 2 групи на витривалість і циклічну тріщиностійкість слід виконувати за формулами [5].

Оцінку запасів сейсмостійкості зварних з'єднань сталевих конструкцій 1 групи можна виконувати з урахуванням співвідношень [6].

## ВИСНОВКИ

1. Для сталевих конструкцій, які відносяться до 1 і 2 групи та до I категорії за можливістю досягнення граничних станів отримані формули для розрахунків на опір крихкому руйнуванню та формули для розрахунків на міцність зварних з'єднань, які мають тріщини, або в матеріалі яких відбулися процеси старіння з урахуванням сумісної дії поздовжньої сили розтягнення та згинаючих моментів.

2. Отримані співвідношення можуть бути застосовані при визначенні придатності до експлуатації існуючих конструкцій та для актуалізації ДБН В.2.6-198.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Сталеві конструкції. Норми проектування: ДБН В.2.6-198:2014. - [Чинні з 2015-01-01]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2014, -199с. - (Будівельні норми України).*

2. *Матченко Т.І. Розрахунок елементів сталевих конструкцій, що знаходяться в експлуатації, на статичну міцність і опір крихкому руйнуванню / Матченко Т.І. // Наука та будівництво, 2016, № 2(8), с.28-34.*

3. *Матченко Т.І. Розрахунок вузлів ферм на опір крихкому руйнуванню / Матченко Т.І. // Будівництво України, 2016, № 4, с. 33-41.*

4. *ДБН В.1.1-12-2014 Будівництво у сейсмічних районах України. Норми проектування. Київ, Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2014. — 36 с. - (Будівельні норми України).*

5. *Матченко Т.І. Розрахунок зварних з'єднань елементів сталевих конструкцій на витривалість і циклічну тріщиностійкість. / Матченко Т.І., Шаміс Л.Б., Матченко П.Т. // Будівництво України, 2015, № 1, с.37-44 .*

6. *Матченко Т.І. Оцінка запасів сейсмостійкості сталевих конструкцій будівель і споруд, та визначення їх залишкового ресурсу / Матченко Т.І., Шаміс Л.Б., Матченко П.Т. // Будівництво України, 2015, № 6, с.33-41*

## АННОТАЦІЯ

В данній статті приведені формули для расчета на сопротивление хрупкому и вязкому разрушению сварных соединений стальных конструкций с трещинами и без них, при динамических и статических нагрузках с учетом совместного действия растягивающих усилий и изгибающих моментов.

Ключевые слова: стальные конструкции, хрупкое разрушение, сварные соединения, динамические нагрузки.

## ANNOTATION

This article describes the formula to calculate the resistance to brittle and ductile fracture of welded joints of steel structures with cracks and without them, under dynamic and static loads, taking into account the combined action of tensile forces and bending moments.

Keywords: steel structures, brittle fracture, welded joints, dynamic loads.

УДК 658.513:69.057.7

*Якімцов Ю.В., аспірант, ЗНТУ, м. Запоріжжя*

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ НА БУДІВЕЛЬНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ В УМОВАХ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ЕКОЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ

### АНОТАЦІЯ

Матеріал роботи присвячено розгляду особливостей створення прикладного комплексу автоматизації процесів управління ресурсами на будівельному підприємстві в умовах інтенсифікації екозахисту довкілля. Виходячи з цього розглядається структура комплексної системи оцінки діяльності будівельних підприємств при реалізації окремих будівельних проектів з урахуванням безпеки і якості будівельного виробництва в умовах охорони навколишнього середовища.

Ключові слова: організаційно-технологічні рішення, заходи з охорони навколишнього середовища, екологізація будівельного виробництва, резерв, ресурс, ідентифікація стану, інтенсивність ресурсного навантаження.

### Постановка проблеми у загальному вигляді.

Вибір об'єктів спостережень та управління є найбільш складним моментом при розробці програм та автоматизації процесів управління ресурсами на будівельному підприємстві [1]. Умовно увесь моніторинг екологічних чинників впливу можна розділити на моніторинг власне середовища і моніторинг джерел дії на нього. Найбільш поширеною вважається думка, що власне моніторинг екологічних чинників — це контроль стану середовища, і у кращому разі — оцінка зміни його стану під впливом зовнішніх факторів. Але для правильної оцінки екологічної динаміки екосистем та побудови скорегованої системи автоматизації процесів управління ресурсами необхідно також контролювати і джерела негативного впливу.

Ця необхідність викликана тим, що не знаючи кількісно рівні ековпливу процесів будівництва або реконструкції (кількість викидів і скидань, теплові потоки в ґрунт та ін.), дуже складно дати кількісну оцінку реакції природного середовища на ці дії. Також слід враховувати, що не лише інженерні об'єкти впливають на природне середовище, але

також і навпаки. Це призводить до порушення нормального функціонування споруд і відмов технічних систем.

Інша крайність у визначенні об'єктів спостереження при проведенні екологічного моніторингу та автоматизації процесів управління ресурсного забезпечення — включення в сферу їх функціонування тільки джерел дії. В цьому випадку все зводиться до виробничого екологічного контролю, при якому відстежуються тільки викиди забруднюючих речовин в атмосферу, скидання у водні об'єкти і інші дії. Такий підхід виправданий для індустріально розвинених територій, де при достатку джерел забруднення дуже складно або взагалі неможливо оцінити міру впливу конкретного підприємства на довкілля.

### Аналіз останніх досліджень та публікацій.

Роботи Шутенко Л.М., Лapidус А.А., Мазур І.І., Лapidус А.А., Н. Ли, Г. Семмі, Б. Садлер, Р. Терівел та М. Хуфшмідт досліджують науково-методологічні та практичні аспекти оцінки умов охорони навколишнього середовища [2-4]. Аналіз динаміки розвитку програмного забезпечення для реалізації складних проектів свідчить про те, що функції, які раніше були доступні лише в професійних системах, з'являються в порівняно дешевих пакетах. У той же час увага в професійному програмному забезпеченні приділяється спрощенню користування, розширенню функціональних можливостей та комплексної роботи над проектом.

Аналізуючи перелік задач, які розв'язують керівні ланки будівельних організацій та підприємств, основною вимогою до програмного забезпечення визначаємо легкість у використанні та можливість отримання звітів і узагальнених даних (рис.1).

Керівників, що безпосередньо розглядають стратегічні завдання, більш цікавить поглиблений аналіз даних, застосування контрольних функцій під час реалізації проекту, а також можливості інтеграції з іншими документами та проектними рішеннями. Основною вимогою для виконавців робіт і керівників на місцях (операційних менеджерів) є простота використання та легкість введення та виведення даних, оскільки вони використовують програмне забезпечення для управління не більше декількох годин на місяць.

**Формулювання цілей статті.** Метою статті є розгляд особливостей створення прикладного комплексу автоматизації процесів управління

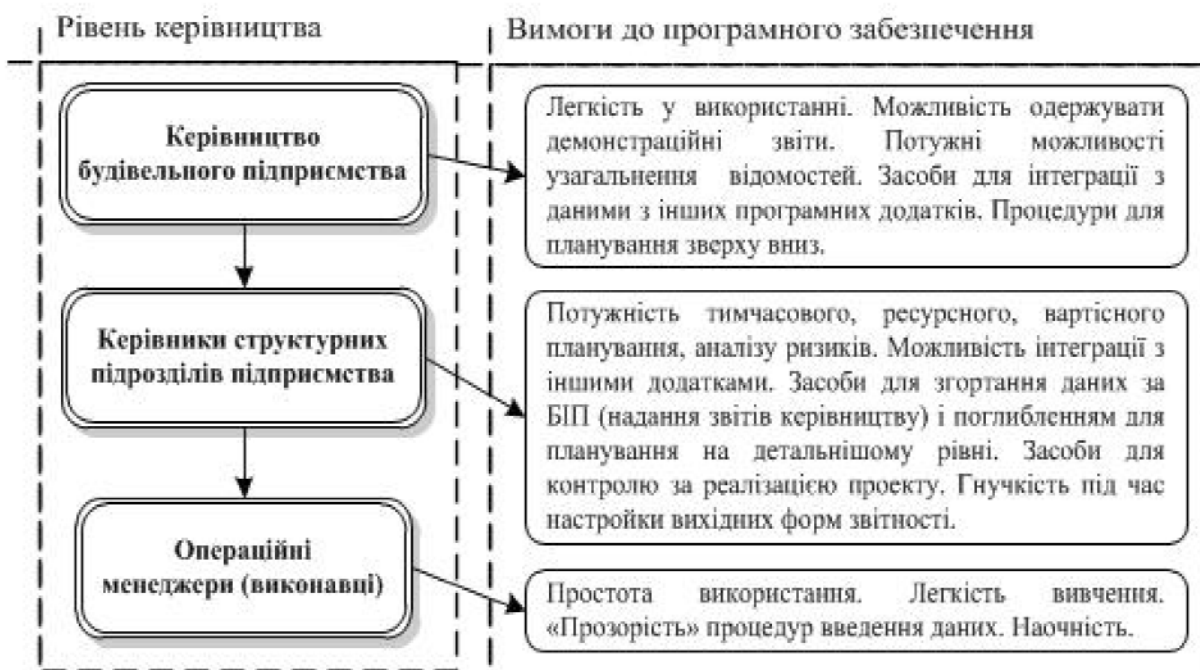


Рис. 1. Вимоги до програмного забезпечення на різних рівнях будівельних підприємств

ресурсами на будівельному підприємстві в умовах інтенсифікації екозахисту довкілля для забезпечення оцінки екологічної динаміки екосистем та побудови скоригованої системи автоматизації процесів управління ресурсами.

**Основний матеріал.** Кінцева мета моніторингу та автоматизації – забезпечення стабільності екологічної ситуації території і надійності функціонування геотехнічних систем. Досягається ця мета в процесі виявлення потенційних ділянок експлуатаційного ризику і розробці заходів щодо усунення причин виникнення критичних ситуацій. Виходячи з цього пропонується і структура комплексної системи оцінки діяльності будівельних підприємств при реалізації окремих будівельних проектів з урахуванням безпеки і якості будівельного виробництва в умовах охорони навколишнього середовища (ОНС).

В процесі інтерпретації проектних рішень або поточної інформації про значення якісних і кількісних показників функціонування об'єктів і обробки експертних оцінок різних параметрів технічного стану використовується значна кількість трудомістких процедур [5]:

- пошук різної довідкової інформації;
- перерахунок довідкових даних до умов, адекватних об'єкту спостереження і контролю;
- виконання оцінних розрахунків, необхідних для заповнення полів, де не вистачає даних;
- використання різних форм представлення

інформації (графіки, матриці, графи і так далі);

– рішення систем рівнянь алгебри і диференціальних, операції з матрицями і векторами і тому подібне;

– запам'ятовування і збереження отриманих результатів для наступного використання.

Виходячи з цього, можуть бути намічені деякі шляхи проектування системи екологічного моніторингу будівельних об'єктів в інформаційному середовищі для наступної реалізації:

- створення проблемно-орієнтованих баз даних і баз знань;
- створення проблемно-орієнтованих пакетів прикладних програм;
- створення пакетів програм машинної графіки;
- створення діалогових систем для забезпечення ефективної взаємодії з користувачем.

Передбачається, що система повинна працювати в режимі діалогу з експертом, виконуючим аналіз і інтерпретацію результатів. При цьому експерт дістає можливість втручання в роботу системи на будь-якій стадії (зміни в початкових даних, в будь-яких проміжних і кінцевих результатах, в процес обчислень). Усі дії системи за бажанням користувача повинні коментуватися необхідними повідомленнями.

Таким чином, йдеться про інтелектуальні системи підтримки ухвалення рішень експертом. Структура узагальненої системи аналізу результа-



Рис. 2. Структура узагальненої системи аналізу результатів спостереження за об'єктом досліджень

тів спостереження за об'єктом досліджень, підтримка ухвалення рішень експертом і схема взаємодії її функціональних блоків приведена на рис. 2.

Функціонування засобів інтелектуального інтерфейсу засноване на розвинених методах роботи зі знаннями, що забезпечують їх представлення, зберігання, перетворення і так далі. При цьому під терміном "знання" розуміється уся сукупність інформації, необхідної для вирішення завдання, у тому числі про систему понять предметної області спостережень, побудовані теоретичні моделі, методи рішення завдань, правила ухвалення рішень і так далі.

У рамках дослідження запропоновано багаточільовий програмний комплекс автоматизації процесів управління ресурсами на будівельному підприємстві в умовах інтенсифікації екозахисту довкілля (у вигляді пакету прикладних програм),

який дозволяє оцінити рівні потреби та споживання будівельних ресурсів, побудувати карти взаємозв'язки організаційно-технологічних процесів виробництва будівельно-монтажних робіт, виконати статистичний аналіз організаційно-технологічної надійності виробництва з умовами ОНС.

Реалізація інформаційних технологій у вигляді діалогових систем організаційно-технологічного проектування раціональної організації та моніторингу ресурсного забезпечення будівельного виробництва в умовах ОНС з оцінкою техніко-економічних показників будівельних проектів і підготовки типових регламентів ресурсного забезпечення дозволяє в найкоротші терміни підготувати необхідну проектно-технічну документацію. При цьому, забезпечується вибір ефективного організаційно-технологічного процесу на основі реалізації багатоваріантних розрахунків, що вико-

нуються в умовах постійної зміни вартісних характеристик.

Запропонованими діалоговими системами є блоки комплексної системи будівельного моніторингу в процесі виконання БМР, а саме: систему формування і управління базами даних, яка має таку важливу властивість, як можливість використання початкової інформації і результатів розрахунків для аналізу різних ймовірно-статистичних процесів, що мають місце при експлуатації будівель та споруд. Вони забезпечують можливість вдосконалення підходів нормування інвестиційно-будівельних рішень. Пакети прикладних програм оцінка будівельних ресурсів організаційно-технологічних процесів виробництва будівельно-монтажних робіт та статистичного аналізу організаційно-технологічної надійності виробництва БМР, влаштовані таким чином, що усі основні функції формування і управління базами даних, а саме: введення даних в базу даних, пошук необхідної інформації, виведення даних на екран дисплея або на друк у формі звіту можна виконати, не удаючись до яких-небудь команд. Користувачеві досить відповісти на питання, запропоновані в спеціальному меню.

**Висновки.** В результаті формується імовірнісне обґрунтування ресурсного забезпечення будівельного проекту в умовах ОНС на основі оцінки технологічного ризику БМР або експлуатації кожного об'єкту окремо або певній сукупності об'єктів. При цьому, аналізується вклад окремих статистичних показників і характеристик, який можливо використовувати при аналізі організаційно-екологічних рішень будівельних проектів. Таким чином, представляється можливим, з максимальною ефективністю, виконувати оціночні розрахунки ймовірно-статистичних показників, які, зокрема, можуть бути основою розрахунку ТЕП при проектуванні послідовності і величини витрат на матеріально-технічні ресурси будівельного проекту з урахуванням потрібної статистичної інформації.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Антипенко Є. Ю. *Організаційно-технологічне моделювання підготовки та впровадження будівельних проектів: Монографія* / Є.Ю. Антипенко. — Запоріжжя: Видавництво "РДЦ Дизайн Груп", 2010. — 386 с.

2. Лapidус А.А. *Математическая модель оценки*

*обобщенного показателя экологической нагрузки при возведении строительного объекта* / А.А. Лapidус, А.Ю. Бережний // *Вестник МГСУ*. 2012. № 3. С. 149-153.

3. Мазур И.И., Шишов В.Н. *Основы охраны окружающей среды при строительстве нефтегазовых объектов*. — М.: Недра, 1992. — 150 с.

4. Шутенко Л.М. *Еколого-економічні проблеми в будівельній галузі та шляхи їх вирішення* / Л.М. Шутенко, Ф.В.Стольберг, В.І.Торкатюк // *Комуніальне хазяйство*. — Харків: ХНАМГ, 2008. — №81. — С.79-110.

5. Антипенко Е. Ю. *Принципы анализа капитальных вложений* / Е. Ю. Антипенко, В. И. Доненко. — Запорожье : Фазан; Дикое Поле, 2005. — 420 с.

#### АННОТАЦИЯ

Материал работы посвящен рассмотрению особенностей создания прикладного комплекса автоматизации процессов управления ресурсами на строительном предприятии в условиях интенсификации экозащиты окружающей среды. Исходя из этого рассматривается структура комплексной системы оценки деятельности строительных предприятий при реализации отдельных строительных проектов с учетом безопасности и качества строительного производства в условиях охраны окружающей среды.

Ключевые слова: организационно-технологические решения, мероприятия по охране окружающей среды, экологизация строительного производства, резерв, ресурс, идентификация состояния, интенсивность ресурсной нагрузки.

#### ANNOTATION

Material work is devoted to the peculiarities of the creation of complex automation of application management processes in the building enterprise in the conditions of intensification of environmental protection. Based on this structure is considered a comprehensive system of evaluation of construction enterprises in the implementation of individual construction projects with regard to the safety and quality of building production in the conditions of environmental protection.

Keywords: organizational and technological solutions for environmental measures, the greening of building production, reserve, resource, state identification, the intensity of the resource load.



УДК 624.159+624.138

*Самченко Р.В., к.т.н., доцент**Юхименко А.І., асистент, ЗДІА, м. Запоріжжя*

## ПРО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕФОРМОВАНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

### АНОТАЦІЯ

Ефективність відновлення деформованих будівельних об'єктів розглянуто на прикладі усунення кренів нахилених споруд. Відновлення експлуатаційної придатності включає два етапи. Перший — усунення кренів шляхом горизонтального буріння свердловини змінних параметрів під фундаментами. Другий - виконати підсилення основ фундаментів шляхом укріплення перфорованого шару ґрунтів горизонтальним армуванням за бурозмішувальною технологією відразу ж після вирівнювання нахиленої будівлі. Таке укріплення виконується з котловану, де відбувалося буріння горизонтальних свердловин і за допомогою тих самих станків горизонтального буріння.

Ключові слова: відновлення деформованих будівель, вирівнювання нахилених будівель, горизонтальні свердловини, змінні параметри, деформації, армування ґрунтів.

**Вступ.** У зв'язку із економічною кризою будівництво в Україні звелось в основному до реконструкції об'єктів, а капітальне будівництво, особливо житлове, в більшості регіонів знаходиться на мінімальному рівні, що обумовлюється економічною кризою, тобто браком коштів. У зв'язку з цим питання утримання будівельного фонду, особливо житлового, на належному рівні є надзвичайно важливим, яке має вирішуватись на державному рівні.

Вирішення даної проблеми ускладнюється тим, що велика кількість будівельних об'єктів піддана значним деформаціям різних видів. Цьому сприяють як техногенні чинники, так і природні явища. До природних явищ відносять зсуви ґрунтів, землетруси, паводки, карстові процеси, просідання ґрунту та ін. Техногенні чинники полягають у різних проявах — пожежі, промислові викиди, аварії на електромережах, аварії на тепло -, водотрасах, витікання із комунальних мереж та ін.

**Постановка проблеми.** Як природні, так і техногенні чинники можуть призводити до суттєвих дефор-

мацій із важкими наслідками. Тому даній проблемі приділяється достатньо уваги. Розроблені різні заходи по відновленню експлуатаційної спроможності деформованих об'єктів. Але є такі види деформацій, які достатньо поширені, а ефективні можливості для їх усунення обмежені. До таких деформацій відносяться крени, які виникають при нерівномірних осіданнях фундаментів через нерівномірні деформації основ, внаслідок неякісної підготовки цих основ або погіршення характеристик ґрунтів, наприклад, через замочування. Тому при вирішенні даної проблеми виникають два основні питання: пошук ефективних технологій вирівнювання нахилених об'єктів та підсилення основ фундаментів після усунення деформацій.

**Аналіз джерел досліджень і публікацій.** Для вирішення першого питання — усунення кренів будівель, споруд існують різні методи, які базуються на різних підходах. В роботі [1] наведена інформація про геотехнічні методи вирівнювання будівель на підроблюваних територіях. Існують різні технології вирівнювання будівель методом регульованого замочування просідаючих ґрунтів [2;3], які базуються на принципі опускання менш осілої частини фундаментів за рахунок нерівномірного замочування лесових ґрунтів. Навпаки, ідеологія вирівнювання будівель їх підняттям закладена в методі піддомкращування [4].

Як зазначалося вище, після усунення деформованого стану будівельного об'єкту слідує підсилити основу фундаментів укріпленням ґрунтів. Найбільш раціональним укріпленням ґрунтів під фундаментами існуючих будівель, на наш погляд, є горизонтальне армування.

Одним із способів укріплення ґрунтів є силікатизація [5], але вона не досить адаптована до горизонтального армування. Укріплення ґрунтів армуванням в горизонтальному напрямку може виконуватись із застосуванням пневмопробійників, а також задавлюванням жорстких конструкцій в ґрунт основи під фундаменти [6, 7]. Жодна із наведених технологій не може бути ефективною для підсилення основ після усунення нахилу будівель.

**Визначення мети та завдання.** Метою роботи є розроблення раціонального способу відновлення деформованого стану будівель, споруд та забезпечення подальшої їх надійної експлуатації. Завданнями є розробка ефективних технологій вирівнювання нахилених будівельних об'єктів та укріплення їх основ після усунення деформацій.

**Виклад основного матеріалу.** Спосіб відновлення експлуатаційної спроможності деформованих будівель, споруд включає два етапи. На першому етапі ліквідують деформований стан, наприклад вирівнюють нахилену будівлю, на другому — укріплюють основу після усунення нахилу.

Спосіб вирівнювання будівель, споруд має бути безпечним, надійним та ефективним. Одним із найбільш розроблених, перевірених та впроваджених є спосіб вирівнювання горизонтальним вибуванням ґрунтів із-під фундаментів.

Розроблений нами сумісно із спеціалістами НДІБК (к.т.н. Болотов Ю.К., Степура І.В., Шокарев В.С., Трегуб А.С., інж. Павлов А.В.) спосіб вирівнювання будівель, споруд бурінням під фундаментами горизонтальних свердловин змінних параметрів (деклараційний патент України № 65455) [8] відповідає всім критеріям, зазначеним вище.

Безпечність даного методу обумовлена відсутністю зосереджених зусиль (на відміну від способу піддомкращування) в процесі вирівнювання будівель. Об'єктом впливу при нерівномірних осіданнях фундаментів є обмежений шар ґрунту основи, в якому відбуваються керовані процеси перфорації бурінням горизонтальних свердловин та регулювання плавних, поступових осідань будівлі за рахунок прогнозованого стиснення цього шару.

Надійність запропонованого методу обумовлюється розробленими ефективними методиками визначення технологічних параметрів вирівнювання та регулювання просторового положення об'єктів в процесі усунення кренів, достовірність яких підтверджена успішним вирівнюванням більш ніж 60 будівельних об'єктів, у т.ч. 9 висотних споруд, без зупинки діяльності об'єктів та без відселення мешканців.

Ефективність методу полягає в технологічності, простоті виконання всіх етапів вирівнювання. Метод в рівній мірі застосовується для вирівнювання будівель, споруд різної форми — круглої, призматичної. При цьому, розроблений метод застосовується для вирівнювання нахилених будівель в різних напрямках — поздовжніх, поперечних, складних, у т.ч. по діагоналі.

Для вирівнювання нахилених об'єктів розроблені на рівні винаходу та виготовлені малогабаритні станки горизонтального буріння ґрунтів (патент України № 42283) [9].

Підсилення основи фундаментів після вирівнювання виконують шляхом зміцнення ґрунтів

перфорованого шару. Як указувалось вище, найбільш раціональним способом підсилення основ існуючих будівель є горизонтальне армування ґрунтів. При цьому більш ефективним методом армування є бурозмішувальний спосіб, який полягає в тому, що спеціальним пристроєм — бурозмішувачем руйнують ґрунт і одночасно в зону зруйнованого ґрунту під тиском до 0,7 МПа подають цементну суспензію. Просочений цементною суспензією зруйнований ґрунт ретельно перемішується бурозмішувачем, твердіє в часі і перетворюється в круглий армуючий ґрунтоцементний елемент (ГЦЕ).

Нами розроблена технологія горизонтального армування з частковим виїманням ґрунтів (патент України № 95511) [10], яка полягає в тому, що із котлована в горизонтальному напрямку бурять лідерну свердловину шнеком, напочатку якого прикріплена бурова коронка — розбурювач із закритими ножами і пружиною в сжатому стані. При досягненні проектною відмітки шнекової колоні задають зворотні обертання, при яких спрацьовує стопорний пристрій, який звільняє пружину від сжатого стану, пружина, розправляючись, виштовхує розсувні ножі із пазів розбурювача, які вриваються в ґрунт стінок лідерної свердловини. При зворотних обертаннях та лінійному переміщенні розбурювача відкриті ножі руйнують ґрунт поза межами діаметра лідерної свердловини, в зруйновану зону ґрунту під тиском подають цементну суспензію, яка просочує зруйнований ґрунт. Просочена цементною суспензією ґрунтоцементна суміш ретельно перемішується розкритими ножами розбурювача. При цьому, процеси руйнування ґрунту поза межами лідерної свердловини, подача цементної суспензії і просочування нею зруйнованого ґрунту, перемішування ґрунтоцементної суміші відбуваються одночасно. Внаслідок твердіння ґрунтоцементної суміші утворюється горизонтальний ґрунтоцементний елемент високої міцності та жорсткості, який не розмокає у воді, а набирає міцності у вологому середовищі.

Технологія підсилення основ горизонтальним армуванням ґрунтів за бурозмішувальним способом із частковим виїманням ґрунтів досить добре вписується в анонсований спосіб другого етапу відновлення деформованого етапу будівель, тобто укріплення перфорованого шару ґрунтів після вирівнювання. Адже буріння горизонтальних лідерних свердловин відбувається на стадії

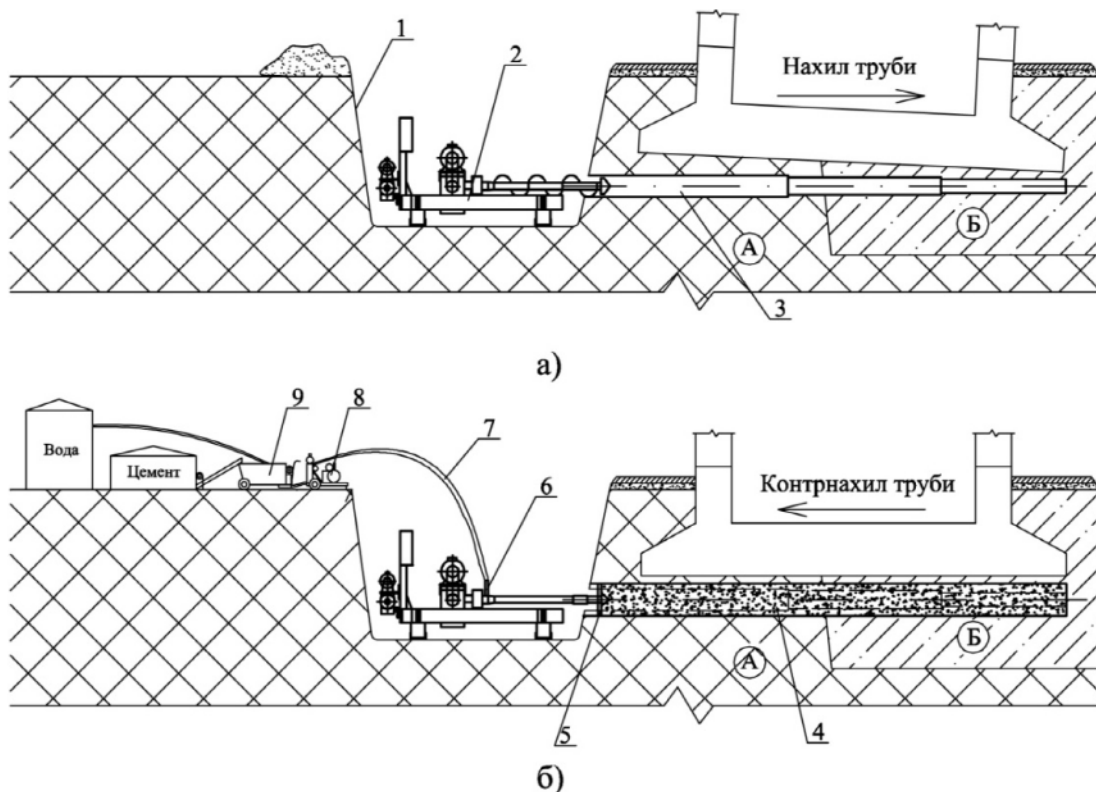
вирівнювання будівлі. У якості прикладу наведемо два об'єкти, де застосовувалась технологія горизонтального армування основ із частковим вийманням ґрунтів.

У м. Львів на території склозаводу димова труба висотою 60м зазнала значно перебільшеного нормативного нахилу, що мала упасти на цех варіння скла. В процесі обстеження встановлено, що під частиною фундаменту труби діаметром 10 м залягав мергелястий ґрунт (рис. 1, зона А) із високим показником міцності та жорсткості, який майже не розмокає у воді, а під другою частиною (рис. 1, зона Б) – насипний ґрунт, яким відсипали з ущільненням при закритті котловану під час будівництва цеху варіння скла. В процесі експлуатації на протязі довгого періоду відбувалося замочування ґрунтів основи із різних джерел, внаслідок якого насипні ґрунти поступово деградували, а властивості мергелястого ґрунту практично не змінювались. Це призвело до різниці в осіданнях фундаменту, внаслідок чого димова труба нахилилася

[11]. Після вирівнювання димової труби виконали укріплення ґрунтів основи.

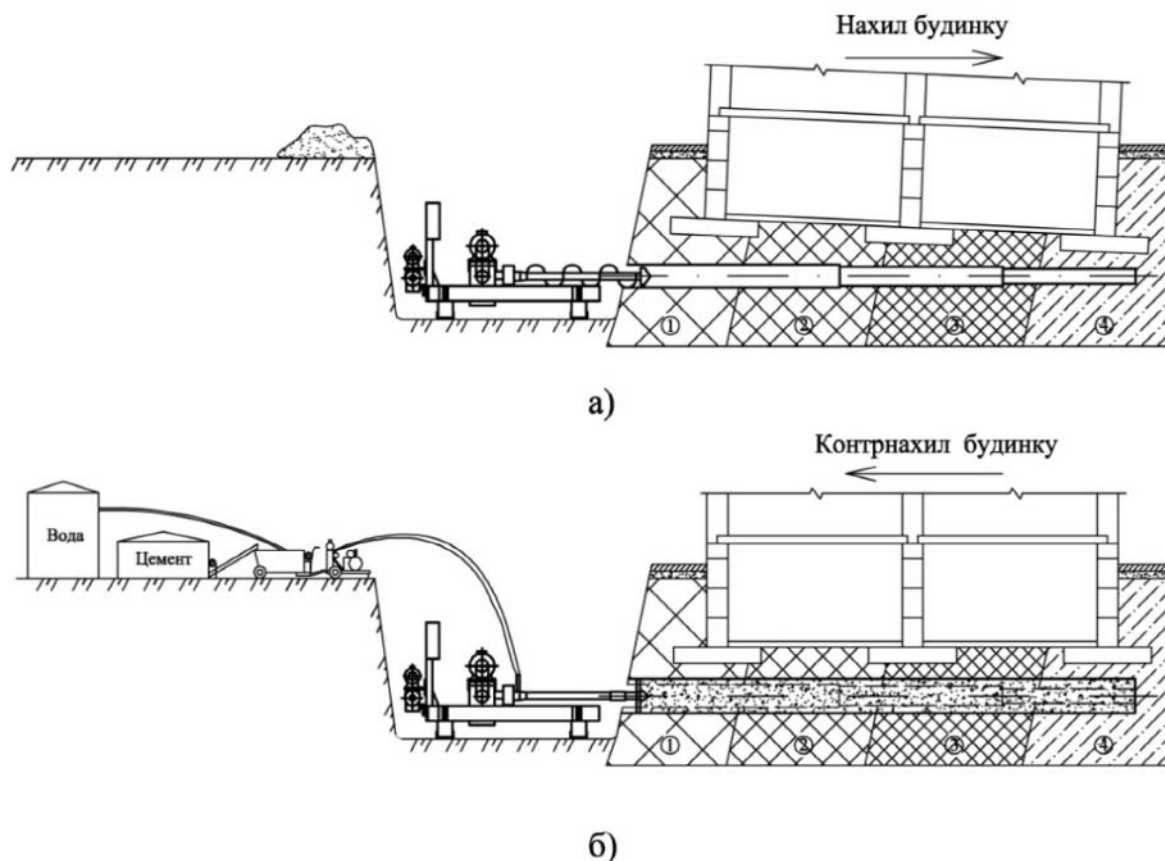
Вирівнювання димової труби і укріплення ґрунтів основи виконувалось наступним чином. Технологічна схема відновлення експлуатаційної спроможності труби показана на рис. 1. Для повернення труби в проектне положення зі сторони, протилежної крену відкопували котлован 1 (див. рис. 1,а) з відміткою дна нижче залягання фундаменту на 0,3м, на дні якого на рейкових напрямних кріпили буровий станок горизонтального буріння 2. Згідно з методикою вирівнювання осадки фундаменту при поверненні димової труби в проектне положення необхідно забезпечити по лінійній закономірності за умови попередження деформацій ствола труби.

Для виконання такої умови свердловини необхідно бурити ступінчастими із розрахунковими діаметрами кожної ступені (див. рис. 1,а). Під дією ваги димової труби свердловини деформуються, переходячи із круглого в еліпсоподібні перерізи,



**Рис. 1.** Технологічна схема відновлення деформованої нахиленої димової труби:

- а) буріння лідерної горизонтальної ступінчастої свердловини при вирівнюванні труби; б) утворення горизонтального армуючого ґрунтоцементного елемента при підсиленні основи; А – мергелястий ґрунт; Б – насипний ґрунт; 1 – котлован; 2 – станок горизонтального буріння; 3 – горизонтальна свердловина; 4 – горизонтальний ґрунтоцементний армоелемент; 5 – розбурювач; 6 – вертлюг; 7 – рукав; 8 – розчинонасос; 9 – розчиномішалка



**Рис. 2.** Технологічна схема відновлення деформованого нахиленого житлового будинку:

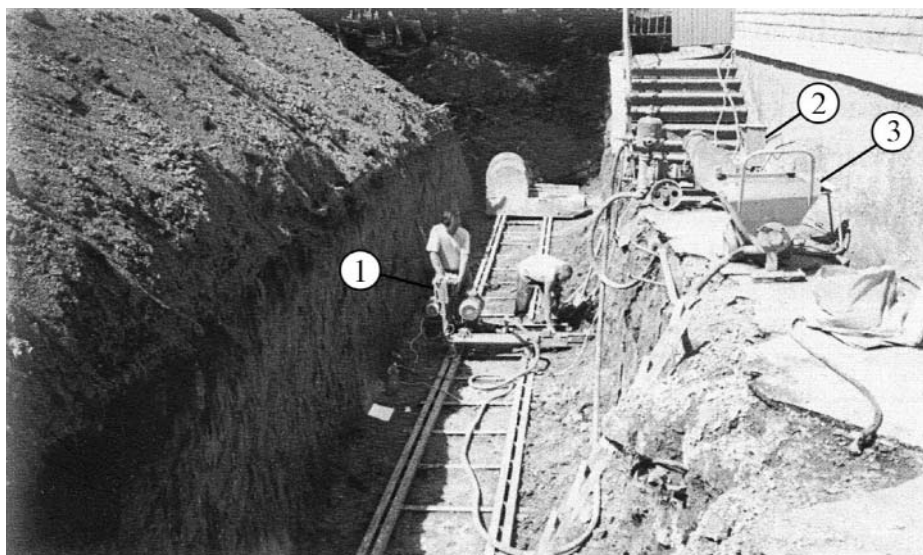
а) буріння лідерної горизонтальної ступінчастої свердловини при вирівнюванні будинку; б) утворення горизонтального армуючого ґрунтоцементного елемента при підсиленні основи; 1...4 - поступовий перехід ґрунтів основи від мергелястого до лесоподібного

ґрунт у зводах свердловин та в їх стінках руйнується, частково заповнюючи порожнини свердловин, за рахунок чого відбуваються змінні осідання фундаменту відповідно до розрахункових параметрів свердловин змінних діаметрів і, як наслідок, труба зазнає контрнахилу в потрібному напрямку на необхідну величину.

Після вирівнювання труби необхідно затампувати можливі залишкові пустоти свердловин і одночасно підсилити основу фундаменту, перфоровану горизонтальними свердловинами особливо в зоні Б слабого ґрунту. Для реалізації цих заходів використовують бурозмішувальну технологію укріплення ґрунтів із частковим вийманням ґрунтів. При цьому, у якості лідерних свердловин слугують свердловини, які пробурені при вирівнюванні труби та перетерпіли деформацію форми порожнини. На технологічній схемі (рис. 1,б) показаний процес утворення ГЦЕ внаслідок руйнування розбурювачем з відкритими ножами ґрунту поза межами діаметра лідерної свердловини, розпушування ґрунту частково заповненої сверд-

ловини при вирівнюванні труби та просочування його цементною суспензією і перемішування ґрунтоцементної суміші лопатями розбурювача. Окрім того, під час цього технологічного процесу ґрунтоцементною суспензією одночасно заповнюються залишкові пустоти свердловини. При цьому, певна частина цементногорозчину витрачається на заповнення пустот, які можливо залишились незаповненими під час руйнування ґрунту під тиском фундаменту при його осіданнях в процесі вирівнювання труби. В процесі тужавіння ґрунтоцементної суміші утворюються ґрунтоцементні армуючі елементи достатньо високих механічних характеристик, за рахунок чого підсилюється основа фундаменту після вирівнювання димової труби.

Іншим прикладом застосування укріплення ґрунтів основи БЗТ із частковим вийманням ґрунту може слугувати відновлення експлуатаційної придатності деформованого житлового будинку у м. Краснодар Луганської обл. у кв. Баракова, який зазнав нахилу. Будинок у 9 поверхів збудований на схилі, де в товщі залягають мергелясті ґрунти,



**Рис. 3.** Підсилення основи фундаментів горизонтальним армуванням ґрунтів після вирівнювання будівлі:  
1 – станок горизонтального буріння; 2 – розчинонасос; 3 – розчиномішалка

які поступово переходять в просадочні лесовидні нашарування (рис. 2). Через недостатній об'єм вишукувальних інженерно-геологічних робіт при розробці проекту основи будинку недостатньо враховані зміни фізико-механічних характеристик і, як наслідок, в процесі експлуатації при аварійних замочуваннях основи фундаменти нерівномірно осіли і будинок нахилився, крен значно перевищив допустимі норми, в конструкціях з'явилися суттєві тріщини. Комісія визнала його аварійним, були виділені кошти і внаслідок виконаних відновлювальних заходів, шляхом вирівнювання нахиленого будинку і закріплення ґрунтів, по аналогії із вище описаними технологіями, будинок відновлений в проектне положення і тим самим забезпечена подальша надійна експлуатація. Від початку проектування і до здачі будинку в експлуатацію автори приймали безпосередню участь. На рис. 3 показаний фрагмент підсилення основи фундаментів після вирівнювання будівлі. Вирівнювання та підсилення основи виконуються в стиснених умовах малогабаритним устаткуванням.

На останок слід відмітити технологічність розглянутого способу відновлення деформованих будівель, споруд у вигляді кренів запропонованими двома етапами заходів. Адже вирівнювання будівель і укріплення ґрунтів виконується із одного і того ж котловану, одним і тим же станком горизонтального буріння і досить добре піддається регулюванню просторового положення.

#### Висновки:

1. Основні заходи при відновленні деформованих будівель, споруд повинні бути комплексними: перш за все необхідно усунути деформований стан, потім виконати зміцнення основи фундаментів укріпленням ґрунтів горизонтальним армуванням.
2. Ефективним, надійним та безпечним способом усунення кренів нахилених будівель, споруд є горизонтальне вибурювання ґрунтів із-під фундаментів.
3. Раціональною технологією зміцнення основ фундаментів після усунення кренів будівель, споруд бурінням горизонтальних свердловин є горизонтальне армування ґрунтів за бурозміщувальною технологією із частковим вийманням ґрунтів.
4. Запропонований спосіб відновлення та забезпечення подальшої надійної експлуатації деформованих будівель, споруд успішно перевірений на практиці.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. *Методические рекомендации по выравниванию зданий и сооружений / Научно-исследовательский институт строительных конструкций; [сост. С.Н. Клепиков и др.] — К., 1987. — 87с.*
2. *Пухальский Г.В. Опыт устранения кренов и ликвидации просадочности в основании 9-этажного крупнопанельного дома / Г.В. Пухальский // Здания и сооружения в сложных инженерно-геологических условиях. — К.: Будівельник, 1982. — С. 111-117.*
3. *Самченко Р.В. О методах выравнивания накренившихся зданий. / А.А. Руденко, Р.В. Самченко*

ко, *И.В. Степура // Строительство, реконструкция и восстановление зданий городского хозяйства: материалы III Международной научно-технической интернет-конференции. — Харьков: ХНАГХ, 2012. — С. 277-279.*

4. *Трегуб А.С. Вирівнювання будинків домкратами / А.С. Трегуб, І.Н. Москаліна, В.П. Науменко, В.П. Мілявський // Будівельні конструкції: зб. наук. праць. — К.: НДІБК, 2008. — Вип. 71. — кн. 2 — С.93-102.*

5. *Губкін В.А. Усиление оснований и фундаментов при реконструкции зданий и сооружений / В.А. Губкін, Н.Б. Соловьев, В.Г. Голиков // Будівельні конструкції: зб.наук.праць. — К.: НДІБК, 2008. — Вип. 53. — кн.1. — С.89 — 94.*

6. *Белоногов Л.Б. Применение пневмопробойников для усиления фундаментов / Л.Б. Белоногов, Л.В. Янковский Расчет и проектирование свай и свайных фундаментов. Труды II Всесоюзной конференции "Современные проблемы фундаментостроения в СССР"/ — Пермь: Пермский политехнический институт, 1990. — С.138-145.*

7. *Саурин А.Н. Основания фундаментов — шпальный распределитель / А.Н. Саурин, Ю.А. Багдасаров Труды международного семинара по механике грунтов, фундаментостроению и транспортным сооружениям. — М., 2000. — С.80 — 83.*

8. *Пат. 40931 UA, МПК E02D 35/00 (2009.01). Спосіб вирівнювання будівель, споруд: / І.В. Степура, В.С. Шокарев, А.В. Павлов[та ін.] (UA); заявник і патентовласник Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій (UA). — № и 200814530; заявл. 17.12.08; опубл. 27.04.09, Бюл. № 18. — 6с.*

9. *Пат. 42283UA, МПК E21B 3/00 (2009.01). Установка для проходки в грунтах: / І.В. Степура, В.С. Шокарев, А.В. Павлов[та ін.] (UA); заявник і патентовласник Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій (UA). — № и 200901349; заявл. 18.02.09; опубл. 25.06.09, Бюл. № 12. — 7с.*

10. *Пат. 95511 UA, МПК E02D 3/12 (2006.01). Спосіб укріплення ґрунтів армуванням: / А.І. Юхи-*

*менко, І.Д. Павлов (UA); заявник і патентовласник Запорізька державна інженерна академія (UA). — № и 201407847; заявл. 11.07.14; опубл. 25.12.14, Бюл. № 24. — 3с.*

#### АННОТАЦИЯ

Эффективность восстановления деформированных строительных объектов рассмотрен на примере устранения кренов наклонившихся сооружений. Восстановление эксплуатационной пригодности включает два этапа. Первый — устранение кренов путём горизонтального бурения скважин переменных параметров под фундаментами. Второй — выполнить усиление оснований фундаментов путем укрепления перфорированного слоя грунтов горизонтальным армированием по буросмесительной технологии сразу же после выравнивания наклоненного здания. Такое укрепление выполняется с котлована где происходило бурение горизонтальных скважин и при помощи тех же станков горизонтального бурения.

Ключевые слова: восстановление деформированных зданий, выравнивание наклонённых зданий, горизонтальные скважины, сменные параметры, деформации, армирование грунтов.

#### ANNOTATION

The effectiveness of deformed construction objects recovery considered by the example of the alignment tilted structures. Restoration of serviceability includes two stages: the first is to eliminate the tilts by horizontal drilling of different parameters holes under foundation (base); the second is to perform the intensity of the foundation base through reinforcement of horizontal perforated soil layer by boring mixing method immediately after the alignment of the tilted buildings, structures. Such strengthening is fulfilled in the same trench and with the same machines for horizontal drilling

Keywords: restoring of deformed buildings, alignment of tilted buildings, horizontal holes, different parameters, deformations, soil reinforcement.

УДК 69 (075.8)

*Ваколюк А.С., здобувач каф. менеджменту  
КНУБА, м. Київ  
Терещенко Л.В., директор ТОВ "Еко-буд"*

### МІСЦЕ ЕКСПЕРТА БУДІВЕЛЬНОГО З НАДІЙНОСТІ ПРИ ФОРМУВАННІ НАДІЙНОСТІ ПРОЦЕСІВ ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА

#### АНОТАЦІЯ

Встановлено, що інженер-консультант в європейській практиці не є аналогом експерта будівельного з надійності, якого пропонується додати у вітчизняну будівельну практику. Визначені основні обов'язки інженера-консультанта та експерта будівельного з надійності. Також, проаналізовані основні структурні елементи, що формують надійність будівельних процесів. Встановлено місце експерта будівельного з надійності при формуванні надійності процесів організації будівництва.

Ключові слова: інженер-консультант, експерт будівельний з консультування, організація будівництва, надійність, процес, обов'язки.

**Актуальність.** В сучасних умовах загально-економічної кризи та супутніх до неї процесів спаду індивідуального та житлового будівництва, пріоритетною задачею організації будівництва є забезпечення організаційно-функціональної та технологічної надійності учасників – будівельних організацій – по проектах, реалізація яких триває навіть у складних умовах сьогодення. У цьому контексті особливо важливою є робота професіонала в будівельному виробництві чия діяльність покликана забезпечити надійність процесів організації будівництва – експерта будівельного з надійності.

**Останні дослідження.** Проблемі забезпечення надійності будівництва та питанню функціонально-технічної та організаційної надійності організацій-виконавців присвячено ряд наукових розробок. Авторами цих робіт є ряд зарубіжних та українських вчених. Зокрема А.А. Гусаков, Шапіро В.Д., С.Д. Бушуєв, В.Д. Жван, А.Д. Єсипенко, Г.В. Лагутін, В.О. Поколенко, В.А. Степаненко, А. Томпсон, К.Е. Вейк тощо.

Основною метою даної статті є визначення місця та ролі експерта будівельного з надійності

при формуванні надійності процесів організації будівництва.

#### Виклад основного матеріалу.

Економічно розвинені країни активно розвивають інститут надійності будівельного виробництва як запоруку ефективної діяльності будівельної галузі в цілому безпеки життєдіяльності населення, що експлуатує будівельний об'єкт в подальшому. Значні обов'язки з цього питання в Європі покладені на інженер – консультанта. Таким чином, інженер – консультант – юридична особа, фірма або їх представники, що забезпечують інтелектуальний вклад, пов'язаний з "наданням послуг" у будівництві. Інженери – консультанти – це незалежні, неупереджені, висококваліфіковані і досвідчені підприємства, які допомагають Замовникові будівництва у вирішенні завдань і здатні надати вичерпну інформацію і переконливіші аргументи по інвестиційних проектах у всіх видах споруди і навколишнього середовища.

В Україні інститут інженера-консультанта розвивають такі установи як Асоціація інженерів-консультантів України [1] та Міждержавна гільдія інженерів-консультантів [2]. З'явилися нові напрацювання й на законодавчому рівні. Так, були внесені зміни до Довідника кваліфікаційних характеристик професій працівників Випуску 64 "Будівельні, монтажні та ремонтно-будівельні роботи" [2]. Він містить основні кваліфікаційні вимоги до професій експерта будівельного в різних сферах, зокрема:

- з кошторисної документації;
- з містобудівної документації;
- з технічного обстеження будівель та споруд;
- з пожежної і техногенної безпеки;
- з механічного опору та стійкості;
- з інженерних вишукувань;
- з охорони здоров'я та навколишнього середовища;
- з охорони праці та безпеки експлуатації споруд;
- з проектною документації автомобільних доріг;
- з енергоефективності споруд;
- з шуму.

Але відсутня інформація, якими кваліфікаційними характеристиками має володіти експерт з надійності. Подібні задачі перед собою ставить і Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства [3]. У контексті забезпечення надійності процесів організації будівництва частина функцій європейського інженера-консультанта може бути покладена на

експерта будівельного з надійності. Який в Україні не має стати аналогом європейського інженера-консульта, а лише покликаний виконувати частину його функцій.

У контексті гармонізації вітчизняної та законодавчої бази, щодо діяльності інженера-консультанта бачимо необхідність виокремлення завдань та обов'язків, котрі будуть притаманні експерту будівельному з надійності. Так, аналізуючи відповідну нормативну літературу, до основних завдань та обов'язків експерта будівельного з надійності, на нашу думку, можуть бути віднесені:

- здійснення експертизи технічних та організаційних рішень відповідно до вимог чинного законодавства, будівельних норм та стандартів;

- проведення експертного аналізу наданої інформації з точки зору надійності, оцінки ризиків, ймовірності виникнення відмов і їх вплив на рівень надійності;

- оцінка ефективності прийнятих рішень;

- консультування щодо можливих шляхів оптимізації технології та організації будівельно-монтажних робіт;

- оцінка надійності розроблених календарних планів та графіків та визначення вірогідність зриву термінів виконання робіт, що визначають загальний термін завершення будівництва (критичних робіт);

- оцінка механізму управління ризиками (прогнозованість несприятливих ситуацій і наслідків);

- визначення ступеня можливості виникнення в процесі реалізації проекту несприятливих ситуацій і наслідків (ризиків);

- консультування щодо розробки організаційно-технічних заходів по усуненню чи зменшенню відмов;

- консультування щодо можливості розробки різних варіантів технології та організації будівельно-монтажних робіт;

- консультування щодо формування дублюючих методів організації і технології виконання окремих комплексів робіт;

- аналіз та надання пропозицій щодо можливості резервування матеріально-технічних, фінансових ресурсів, часу та фронту робіт;

- консультування щодо побудови моніторингу виконання будівельних робіт і своєчасне реагування на відхилення від прийнятих показників надійності;

- розроблення комплексу організаційно-техно-

логічних заходів з метою підвищення організаційно-технологічної надійності;

- розробка механізмів управління ризиками інвестиційного будівельного процесу протягом всього життєвого циклу;

- виконання комплексної перевірки проектної та іншої документації;

- надання за результатами проведеної роботи експертних висновків, звітів та іншої супровідної інформації встановленого зразка;

- перевірка внесення виправлень та коригувань до технічних та організаційних рішень відповідно до наданих експертних висновків;

- внесення відповідних пропозицій щодо вдосконалення форм та методів проведення експертного аналізу;

- забезпечення конфіденційності інформації, що міститься в документації, а також в експертному висновку.

Вважаємо за необхідне запропонувати отримання кваліфікаційного сертифіката експерту будівельному з надійності. При цьому однією із можливих умов отримання такого кваліфікаційного сертифікату вважаємо необхідний стаж роботи або за професією експерта будівельного з надійності, або за професією експерта будівельного будь-якої іншої спеціалізації.

Також, необхідно уточнити, якими основними знаннями повинен володіти експерт будівельний з надійності. Так, основними серед них є:

- законодавство України з організації та здійснення будівництва, зокрема, закони, постанови, розпорядження, накази та інші документи щодо виконання проектних та будівельних робіт;

- правила оформлення, передачі та зберігання проектної документації та експертних висновків, звітів та іншої супровідної документації;

- сучасні тенденції, наукові методи та способи перегляду нормативної документації;

- автоматизовані системи та комплекси для виконання розрахунків та проектування;

- будівельні норми, правила та стандарти; правила, послідовність, технічні умови виконання будівельних робіт;

- сучасний вітчизняний та зарубіжний досвід виконання будівельних робіт;

- конструкції будівель та споруд; види та властивості будівельних матеріалів, виробів, конструкцій та деталей, що застосовуються при будівництві;





Рис. 1. Надійність організаційних процесів будівництва та її елементи (розроблено автором)

- стандарти, технічні умови на будівельні матеріали, деталі, конструкції;
- вимоги до якості виконання робіт;
- методики економічного обґрунтування проектних рішень;
- теорію вірогідності;
- теорію надійності;
- основні підходи до принципів та методів організаційно-технологічної надійності;
- моделі оцінки організаційно-технологічної надійності;
- критерії оптимізації прийнятих проектних рішень;
- методи прогнозування ризиків, відмов і рівня їх надійності.

Вказаний перелік знань є далеко не повним для успішної роботи експерта будівельного з надійності та має бути розширений тими нормативними та регламентними документами з тієї сфери будівельної діяльності в якій працює конкретний експерт.

Визначаючи місце експерта будівельного з надійності при формуванні організаційної надійності процесів будівництва необхідно ідентифікувати означене поняття та визначити, які структурні елементи на нього впливають. Так, надійність організаційних процесів будівництва це – комплексна властивість організаційних процесів будівництва здійснюватись у заданих режимах і параметрах, забезпечувати задані параметри результатів кожного процесу, тривалість, якість, вартість виконаних робіт та досягнення інших заданих техніко-економічних показників по об'єкту в цілому. На рисунку 1 представлені елементи, що дозволяють формувати надійність організаційних процесів будівництва до яких входять технологічна надійність будівельного виробництва, надійність будівельного процесу, організаційна надійність, надійність будівельного об'єкта, організаційно-технологічна надійність будівництва.

Так, експерт будівельний з надійності є відповідальним за кожен елемент надійності, що пере-

дбачено в його обов'язках, котрі ідентифіковані вище. Тож, він займає ключове місце між Замовником та Виконавцем робіт як гарант організаційно-технологічної надійності будівництва та надійності організаційних процесів будівництва в цілому по об'єкту.

**Висновки.** Проаналізувавши загальні принципи діяльності інженера-консультанта було встановлено, що інженер-консультант в європейській практиці має ширше коло обов'язків та повноважень порівняно з експертом будівельним з надійності, якого пропонується додати у вітчизняну практику. Означені основні кваліфікаційні характеристики, які формують рівень знань експерта будівельного з надійності у тому числі наявність необхідного досвіду та загальні вимоги до знань таких фахівців.

Також, визначені елементи, що дозволяють формувати надійність організаційних процесів будівництва до яких входять технологічна надійність будівельного виробництва, надійність будівельного процесу, організаційна надійність, надійність будівельного об'єкта, організаційно-технологічна надійність будівництва. Окрім того, визначено, що експерт будівельний з надійності займає ключове місце між Замовником та Виконавцем робіт як гарант організаційно-технологічної надійності будівництва та надійності організаційних процесів будівництва в цілому по об'єкту.

#### ЛІТЕРАТУРА

1. Асоціація інженерів-консультантів України [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.aesci.org.ua/>

2. Міждержавна гільдія інженерів-консультантів [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://iceg.com.ua>

3. Довідник кваліфікаційних характеристик професій працівників. Випуску 64 "Будівельні, монтажні та ремонтно-будівельні роботи" – Київ: ПАТ "ВПОЛ", 2014. – 31 с.

4. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства [Електронний ресурс] – Режим доступу до ресурсу: <http://www.minregion.gov.ua>

#### АННОТАЦІЯ

Установлено, що інженер-консультант в європейській практиці не являється аналогом експерта строительного по надежности, которого предлагается добавить в отечественную строительную практику. Определены основные обязанности инженера-консультанта и эксперта строительного по надежности. Также, проанализированы основные структурные элементы, формирующие надежность строительных процессов. Установлено место эксперта строительного по надежности при формировании надежности процессов организации строительства.

Ключевые слова: инженер-консультант, эксперт строительный по консультированию, организация строительства, надежность, процесс, обязанности.

#### ANNOTATION

Established that the engineer consultant in European practice is not analogous to the expert construction of reliability, which has proposed to add to the national construction practice. The main duties of assistant engineer and expert construction of reliability have established. These basic qualifying characteristics form the basis for building expert advice. The main structural elements, which form the building process reliability has analyzed. The place of construction expert guarantor of reliability as organizational and technological reliability of building and construction safety organizational processes in the whole object have established.

Keywords: engineer, consultant, expert advice on construction, organization construction, reliability, process responsibilities.

УДК 621.873:551.557

*Пашинський В.А., д.т.н., ЦНТУ, м. Кропивницький*

## ПРОСТОЇ МОНТАЖНИХ КРАНІВ УНАСЛІДОК ДІЇ СИЛЬНИХ ВІТРІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ

### АНОТАЦІЯ

Розроблена методика визначення імовірної тривалості простоїв монтажних кранів унаслідок дії сильних вітрів. За даними 195 метеостанцій України для кожного з місяців року встановлені імовірні тривалості дії вітрів зі швидкостями понад 10 м/с та понад 14 м/с, які можуть повторюватися один раз на 10 років. Виконане територіальне районування України за імовірною тривалістю простоїв кранів, результати якого можна використовувати при плануванні монтажних робіт.

Ключові слова: монтажні крани, швидкість вітру, простої за метеорологічними умовами.

**Постановка проблеми.** Ефективність використання вантажопідйомних кранів залежить від простоїв, викликаних несприятливими метеорологічними умовами. Зокрема, правилами експлуатації кранів та вимогами до техніки безпеки при веденні будівельно-монтажних робіт обмежується тиск і швидкість вітру, при яких можна використовувати вантажопідйомні крани і вести монтажні роботи. При плануванні процесів монтажу будівельних конструкцій необхідно знати та враховувати тривалість імовірних простоїв кранів, викликаних сильними вітрами в різних географічних районах.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Нормативні документи з улаштування та безпечної експлуатації кранів встановлюють розрахункове значення вітрового тиску для експлуатаційного режиму роботи баштових і самохідних стрілових вантажопідйомних кранів, які зазвичай використовуються для ведення монтажних робіт, рівним 125 Па. Тим самим задається обмеження на можливість роботи кранів при швидкостях вітру понад 14 м/с. Норми техніки безпеки [1] забороняють вести монтажні роботи при швидкостях вітру понад 15 м/с, а монтаж конструкцій з великою парусністю – при швидкостях вітру понад 10 м/с. Хоча проблема забезпечення роботи кранів при великих швидкостях вітру розглядалася в [2] та інших дослідженнях, прогнозування імовірних про-

стоїв на основі аналізу метеорологічних даних не здійснювалося.

Вітровий режим на території України досліджувався в [3, 4], де зміни вітрового тиску та швидкості вітру подані у формі квазістаціонарних випадкових процесів з річним періодом нестаціонарності. Така імовірнісна модель дає змогу визначати середню тривалість перевищення розрахункових значень швидкості вітру як протягом усього року, так і для кожного місяця окремо. В роботі [5] обґрунтована методика визначення імовірного часу простоїв кранів, рівного середній тривалості перевищення граничної швидкості вітру (10 чи 14 м/сек) за результатами статистичного аналізу метеорологічних спостережень за вітром. Основний недолік цієї роботи полягає в тому, що для кожного з місяців року встановлювався час імовірних простоїв, осереднений за усіма роками спостереження, хоча цей показник має значний розкид і в окремі роки тривалість імовірних простоїв може бути набагато більшою.

**Завдання роботи полягає** в прогнозуванні максимально можливого часу імовірних простоїв монтажних кранів, що експлуатуються в різних географічних районах України.

**Вихідні дані та їх статистична обробка.** Для статистичного аналізу використані результати 21-річних строкових метеорологічних спостережень за швидкістю вітру на 195 метеостанціях, які розміщені в різних географічних районах України і відображають територіальну мінливість швидкостей вітру. Результати спостережень опубліковані в щомісячниках [6] у формі гістограм розподілу (повторюваності швидкостей вітру за градаціями) для кожного з місяців спостереження окремо. З урахуванням пропусків даних для 191 метеостанції наявно від 210 до 252 місячних гістограм розподілу швидкості вітру, і лише 4 метеостанції характеризуються меншою кількістю даних.

Для кожного з місяців спостереження за наявними гістограмами визначені числові характеристики та параметри закону розподілу Вейбулла, придатність якого для імовірнісного опису розподілів швидкості вітру  $v$  обґрунтована в роботах [3, 4] та інших. Інтегральна функція розподілу Вейбулла має вигляд

$$F(v) = 1 - \exp(-\beta v^\alpha), \quad (1)$$

де  $\alpha$  і  $\beta$  – параметри, що визначаються через середнє значення та коефіцієнт варіації розподілу

швидкості вітру для відповідного місяця спостережень.

**Методика визначення імовірної тривалості простоїв.** Інтегральна функція розподілу (1) дозволяє визначити імовірну тривалість перевищення граничної швидкості вітру  $v$  (10 чи 14 м/с) у кожному місяці спостережень:

$$T(v) = T_M [1 - F(v)] = T_M \exp(-\beta v^\alpha) \quad (2)$$

де  $T_M$  – тривалість місяця у днях чи годинах.

Результати обчислень за формулою (2) для окремих місяців спостережень показали, що імовірні тривалості простоїв, які відповідають однойменним місяцям різних років, мають значний випадковий розкид. Вибірка значень  $T(v)$  за усі роки спостережень задовільно описується законом розподілу Вейбулла (1), у якому швидкість вітру  $v$  слід замінити на тривалість перевищення  $T$ . Перевірка за критерієм узгодженості Пірсона показала, що в переважній більшості випадків для усіх місяців року розподіл Вейбулла не суперечить дослідним даним на рівнях значимості, не менших за 0,05.

Найбільша тривалість перевищення заданої граничної швидкості вітру (імовірний час простою кранів) у даному місяці, яка може реалізуватися один раз на  $\tau$  років визначається шляхом логарифмування закону розподілу (1) з підстановкою

$$1 - F(t) = 1/\tau$$

та розв'язання отриманого рівняння відносно  $T$ :

$$T(\tau) = [-\ln(1/\tau)\beta]^{1/\alpha} \quad (3)$$

де  $\tau$  – період повторюваності імовірного часу простою  $T(\tau)$  в роках;

$\alpha$  і  $\beta$  – параметри розподілу Вейбулла для тривалості простоїв.

Для визначення гарантованої тривалості монтажних робіт необхідно встановити імовірні тривалості перевищення заданої критичної швидкості вітру в "найбільш вітряному" місяці протягом запланованого періоду проведення монтажних робіт. Це завдання розв'язане за методикою, що зводиться до такої послідовності дій:

– виконується статистична обробка гістограм розподілу швидкості вітру для кожного місяця кожного року спостереження окремо;

– за формулою (2) для кожного з місяців спостереження визначається імовірна тривалість перевищення заданої граничної швидкості вітру 10 м/с чи 14 м/с;

– з отриманих результатів для однойменних місяців усіх років формуються 12 вибірок тривалості перевищень граничної швидкості вітру, виконується їх статистична обробка та визначаються параметри розподілу Вейбулла;

– за (3) для кожного місяця року визначається максимальний час перевищення граничної швидкості вітру  $v=10$  м/с та  $v=14$  м/с у, що може реалізуватися один раз на  $\tau$  років.

На рисунку 1 зображено річний хід тривалості простоїв монтажних кранів унаслідок перевищення граничних швидкостей вітру  $v=14$  м/с і  $v=10$  м/с для умов м. Кропивницький. Період повторюваності простоїв  $\tau=10$  років обрано згідно з рекомендаціями [7] щодо встановлення розрахункових значень вітрового тиску для перехідних розрахун-

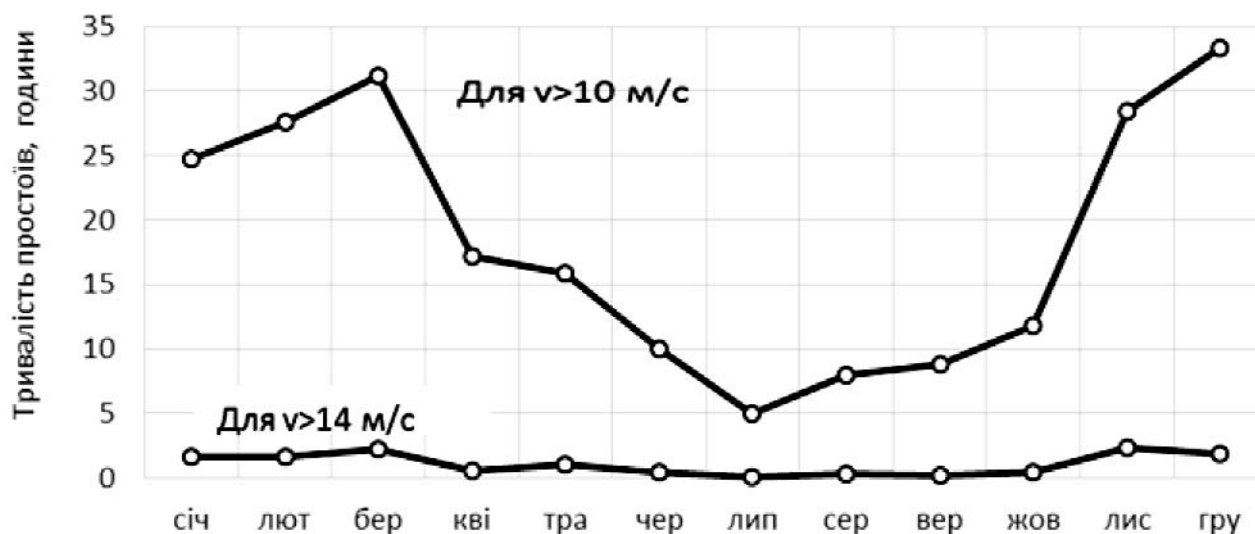


Рис. 1 Імовірні тривалості простоїв кранів (в годинах) при швидкостях вітру  $v > 14$  м/с і  $v > 10$  м/с в умовах м. Кропивницький

Таблиця 1. Тривалості перевищень граничної швидкості вітру на території України

Тривалість простоїв	січень	лютий	березень	квітень	травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад	грудень
Тривалість перевищення швидкості вітру 10 м/с T(10), години												
Найменша	0,6	1,1	1,0	1,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,8	0,4	1,2
Середня	52	57	47	32	23	15	13	15	19	33	43	43
Найбільша	310	338	315	212	144	114	113	124	151	248	275	342
Тривалість перевищення швидкості вітру 14 м/с T(14), години												
Найменша	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
Середня	156	17	13	7	5	3	3	3	4	9	12	12
Найбільша	195	168	119	81	49	31,30	39	33	68	104	158	220
Відносна тривалість простоїв кранів												
Відносна	0,146	0,144	0,116	0,078	0,051	0,034	0,029	0,032	0,046	0,086	0,121	0,117

кових ситуацій під час проведення будівельно-монтажних робіт.

З рисунка 1 видно, що тривалість імовірних простоїв в зимові місяці є набагато більшою, ніж влітку. Тривалість простоїв T(10) може в 10...50 разів перевищувати значення T(14), що істотно зменшує можливий час робіт по монтажу конструкцій з великою парусністю.

**Імовірні тривалості простоїв монтажних кранів на території України.** Результати аналогічних розрахунків для 195 метеостанцій України за даними [6] вказують на значну територіальну мінливість імовірної тривалості простоїв кранів. Наведені в таблиці 1 найменші та найбільші в межах території України тривалості T(10) і T(14) можуть відрізнятися в сотні разів. Це викликає необхідність узагальнення й територіального районування отриманих даних.

Блиький характер сезонних змін тривалості можливих простоїв дозволив узагальнити їх зміни протягом року. Для цього місячні тривалості T(10) і T(14), обчислені за даними кожної з метеостанцій, розділені на сумарні річні тривалості простоїв для цих метеостанцій. Отримані відносні значення є досить близькими для усіх метеостанцій і для обох розглянутих швидкостей вітру. Це дозволило осереднити відносні залежності для усіх метеостанцій і таким чином отримати узагальнену функцію річної мінливості тривалості простоїв кранів унаслідок перевищення граничних швидкостей вітру, яка й наведена в останньому рядку таблиці 1. Похибки від осереднення не перевищують 20%,

що є цілком достатньою точністю для прогнозування простоїв при плануванні термінів виконання монтажних робіт.

Територіальна мінливість імовірних простоїв монтажних кранів відображена на рисунку 2, де вказані середні по території кожної області річні тривалості простоїв унаслідок перевищення швидкостей вітру 10 м/с і 14 м/с. З карти видно, що тривалості імовірних простоїв сильно змінюються по території України, а їх найбільше значення 688 год на рік обумовлює майже місячну перерву в монтажних роботах.

Час імовірних простоїв монтажних кранів на території певної області дорівнює добутку річного значення з карти рисунка 2 на відносну тривалість простоїв у даному місяці року з останнього рядка таблиці 1. Гарантовану тривалість можливого ведення монтажних робіт у кожному з місяців року можна отримати, віднявши час простоїв від тривалості відповідного місяця.

**Використання розроблених рекомендацій** продемонструємо на прикладі визначення імовірного часу простоїв монтажних кранів у січні та в липні на території Кіровоградської області. Перемноживши відносні тривалості простоїв у січні та липні з таблиці 1 на значення T(14) і T(10) з карти 2, отримуємо:

$$T_{14, \text{січ}} = 40 \times 0,146 = 5,8 \text{ год},$$

$$T_{10, \text{січ}} = 239 \times 0,146 = 35,0 \text{ год},$$

$$T_{14, \text{лип}} = 40 \times 0,029 = 1,2 \text{ год},$$

$$T_{10, \text{лип}} = 239 \times 0,029 = 6,8 \text{ год},$$



Рис 2. Районування території України за імовірною річною тривалістю простоїв монтажних кранів (у годинах) при перевищенні швидкості вітру 10 м/с та 14 м/с

Порівняння отриманого часу простоїв з рисунком 1 вказує на незначне завищення порівняно фактичними даними для метеостанції м. Кропивницький. Урахування тривалості дії сильних вітрів дозволить більш точно спланувати монтажні роботи з урахуванням можливих простоїв кранів під час їх проведення.

**Висновки.**

1. Запропонована методика, яка дозволяє за метеорологічними даними визначати тривалість дії вітрів, що перевищують задану граничну швидкість один раз протягом заданого періоду повторюваності.

2. За даними 195 метеостанцій України отримана узагальнена сезонна функція відносної тривалості перевищень та збудована карта територіального районування України за значеннями сумарної річної тривалості перевищення граничних швидкості вітру 10 м/с і 14 м/с.

3. Отримані результати дозволяють обчислювати тривалість простоїв монтажних кранів протягом кожного з місяців року в усіх областях України.

**ЛІТЕРАТУРА**

1. ДБН А.3.2-2-2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. — К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2012. — 94 с.
2. Подобед В. А. Повышение эффективности использования портовых кранов при ветровых нагрузках: Автореферат дис... д. т. н.: 05.22.19 / М.— 2007.— 46 с.
3. Пашинський В.А. Атмосферні навантаження на будівельні конструкції на території України. — К.: УкрНДІпроектстальконструкція, 1999.— 185 с.
4. Деркач Т.М., Пашинський В.А. Розрахункові значення вітрового навантаження для території України. // Коммунальное хозяйство городов: Республиканский межведомственный научно-технический сборник.— Вып. 27.— К.: Техника.— 2001.— С. 189-195.
5. Пашинський В.А. Прогнозування простоїв вантажопідіймальних кранів, спричинених сильними вітрами / В.А. Пашинський, А.А. Волювач, Д.М. Квятковська // Вестник ХНАДУ: Сборник научных

трудоу. – Харьков: ХНАДУ, 2012. – Выпуск 57 – С. 300-303.

6. Метеорологический ежемесячник. Часть II, Вып. 10. – Л.: Гидрометеиздат, 1961-1991.

7. EN 1991-1-6:2005 Eurocode 1: Actions on structures. Part 1-6: General actions – Actions during execution. – Brussels: CEN. – 2005. – 29 s.

#### АННОТАЦИЯ

Разработана методика определения вероятной продолжительности простоев монтажных кранов вследствие действия сильных ветров. По данным 195 метеостанций Украины для каждого из месяцев года установлены вероятные продолжительности действия ветров со скоростями более 10 м/с и более 14 м/с, которые могут повторяться один раз в 10 лет. Выполнено территориальное районирование Украины по вероятной продолжительности

простоев кранов, результаты которого можно использовать при планировании монтажных работ.

Ключевые слова: монтажные краны, скорость ветра, простой по метеорологическим условиям.

#### ANNOTATION

The developed method for determining a probable duration of downtime of construction cranes due to the action of strong winds. According to the data of 195 weather stations of Ukraine for each month of the year set probable durations of wind with speeds of more than 10 m / s and more than 14 m / s, which may be repeated once every 10 years. The done territorial zoning of Ukraine by a probability of crane downtime, the results are able to use for planning the construction works.

Keywords: construction cranes, wind speed, downtime due to weather conditions.



**Науково-дослідний інститут будівельного виробництва (НДІБВ)**

### Пропонуємо нормативну та методичну літературу:

№ п/п	Наименование	Язык	Цена за экземпляр
1	„Методичні рекомендації визначення вартості робіт з обстеження, оцінки технічного стану і паспортизації будівель і споруд”	Укр.	120,00
2	ДБНУ „Ремонт і підсилення несучих та огорожувальних будівельних конструкцій і основ промислових будинків та споруд”	Укр./рус.	250,00
3	«Методичні рекомендації з виконання геодезичних робіт у будівництві»	Укр.	120,00
4	«Типові норми чисельності працюючих на підприємствах комунальної теплоенергетики»	Укр.	700,00
5	«Посібник з питань здійснення державного архітектурно-будівельного контролю»	Укр.	360,00
6	„Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд”	Укр.	270,00
7	«Гідроізоляція будівель і споруд. Сучасні вимоги»	Укр.	96,00

Вартість вказана з урахуванням ПДВ.

Витрати на пересилання одного примірника – 30,00 грн.

Більш докладна інформація на нашому сайті: [www.ndibv.kiev.ua](http://www.ndibv.kiev.ua)

**(044) 248-89-33,**

**(044) 248-48-68 ф.**

**E-mail: [vistavca@ukr.net](mailto:vistavca@ukr.net)**

# ЗМІСТ

<i>Григоровський П.Є., Терентьев О.О.</i> ІНТЕГРОВАНІ МОДЕЛІ, ЯКІ ЗАБЕЗПЕЧУЮТЬ ПРОГНОЗУВАННЯ НАДІЙНОСТІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ДЛЯ ЗАДАЧІ СИСТЕМИ ДІАГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬ .....	3
<i>Менейлюк А.И., Петровский А.Ф., Борисов О.О.</i> РАЗРАБОТКА СТРУЙНОЙ ТЕХНОЛОГИИ УСТРОЙСТВА ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННОГО ЭКРАНА .....	7
<i>Григоровський П.Є., Молодід О.С., Плохута Р.О.</i> ПІДСИЛЕННЯ БАЛОЧНИХ КОНСТРУКЦІЙ ЗОВНІШНІМ АРМУВАННЯМ МЕТОДОМ НАКЛЕЮВАННЯ ВИСОКОМЩНИХ ТКАНИН .....	11
<i>Антипенко Є.Ю., Лук'янова Т.В.</i> НАПРЯМКИ ВИЗНАЧЕННЯ ДОЦІЛЬНОСТІ РЕНОВАЦІЇ ОБ'ЄКТІВ НЕЗАВЕРШЕНОГО БУДІВНИЦТВА .....	17
<i>Теренчук С.А., Єременко Б.М. Пашко А.О.</i> ОЦІНЮВАННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ НА ОСНОВІ НЕЧІТКОГО ВИВЕДЕННЯ .....	21
<i>Водолазкіна К. О., Доненко В. І.</i> МОТИВАЦІЯ ЯК ІНСТРУМЕНТ УПРАВЛІННЯ ЕФЕКТИВНІСТЮ КОМАНДИ ПРОЕКТУ .....	29
<i>Менейлюк О.І., Бабій І.М., Камінська-Пінаєва А.І., Кудленко О.В.</i> РОЗРОБКА КОНЦЕПЦІЇ ПРОЕКТУ УТЕПЛЕННЯ ФАСАДІВ БАГАТОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ .....	34
<i>Супонев В.Н., Вивчар С.М., Константинович В.В.</i> ВЛИЯНИЕ ОСЕВОЙ СИЛЫ ПРИГРУЗА НА КРУТЯЩИЙ МОМЕНТ ЗАВИНЧИВАНИЯ ВИНТОВЫХ СВАЙ .....	42
<i>Матченко Т.І., Шаміс Л.Б., Первушова Л.Ф.</i> ПОМИЛКИ В ДБН В.2.6-198 :2014 .....	47
<i>Броневицький А. П.</i> РЕВІТАЛІЗАЦІЯ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ КИЄВА .....	57
<i>Матченко Т.І., Матченко П.Т.</i> РОЗРАХУНОК ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ СТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ, ЩО ВІДНОСЯТЬСЯ ДО ПЕРШОЇ ГРУПИ ЗА МОЖЛИВІСТЮ КРИХКОГО ТА В'ЯЗКОГО РУЙНУВАННЯ .....	65
<i>Якімцов Ю.В.</i> АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСІВ УПРАВЛІННЯ РЕСУРСАМИ НА БУДІВЕЛЬНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ В УМОВАХ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ЕКОЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ .....	73
<i>Самченко Р.В., Юхименко А.І.</i> ПРО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВІДНОВЛЕННЯ ДЕФОРМОВАНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ .....	79
<i>Ваколюк А.С., Терещенко Л.В.</i> МІСЦЕ ЕКСПЕРТА БУДІВЕЛЬНОГО З НАДІЙНОСТІ ПРИ ФОРМУВАННІ НАДІЙНОСТІ ПРОЦЕСІВ ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА .....	85
<i>Пашицький В.А.</i> ПРОСТОЇ МОНТАЖНИХ КРАНІВ УНАСЛІДОК ДІЇ СИЛЬНИХ ВІТРІВ НА ТЕРИТОРІЇ УКРАЇНИ .....	89

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА  
Науково-технічний збірник  
БУДІВЕЛЬНЕ ВИРОБНИЦТВО  
Випуск № 61/1

Підписано до друку 22.12.2016. Формат 60x90 1/8. Папір офсетний. Друк офсетний.  
Ум.-друк арк. 6,375. Наклад 100 прим. Замовлення 460. Ціна договірна

ДП Науково-дослідний інститут будівельного виробництва  
03110, МСП, Київ, пр. Лобановського, 51