

УДК 624.076.2

doi:10.31650/2707-3068-2024-28-95-104

ТЕХНОЛОГІЧНІ РИЗИКИ НА ЕТАПІ ДЕМОНТАЖУ КРАНОВИХ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ

Гібаленко О.М., д.т.н., професор,
grin196102@gmail.com, ORCID:0000-0003-2979-5225

Гібаленко В.А., к.т.н., доцент,
vita.ktn@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5590-6641
ТОВ «Укрінсталькон ім. В.М.Шимановського», м. Київ

Терещенко С.А., аспірант,
tsa73@ukr.net, ORCID: 0009-0006-0675-4681

ТОВ «СВІТОВІ СТАНДАРТИ», м. Київ
Ткаченко Є.Ю., аспірант,
tkachenko-sert@ukr.net, ORCID: 0009-0009-7902-012X
ТОВ «ПЕРШЕ УКРАЇНСЬКЕ ЕКСПЕРТНЕ БЮРО», м. Київ

Анотація. Стаття присвячена дослідженню зниження ризиків можливого виникнення виробничих небезпек під час демонтажу металоконструкцій баштового крана в умовах обмеженого простору будівельного майданчику, розташованого в зоні міської агломерації.

Представлені розробки з аналізу процесу демонтажу баштового крана в умовах обмеженого простору будівельного майданчика та міської забудови. Мета наукової роботи – виявлення факторів, що впливають на безпеку технологічного процесу демонтажу, аналіз і систематизація даних про хід робіт в умовах обмеженого простору будівельного майданчика, з'ясування варіантів демонтажу кранів, які є найбільш вигідним для підприємства. Запропонована методика спрямована на зниження ризиків технологічного процесу демонтажу підкранових конструкцій та розмірів збитку, що є актуальним завданням у сфері будівництва.

Ключові слова: технологія робіт, безпека, будівництво, ризики, демонтаж, металоконструкції, будівельні майданчики, робочий простір, баштовий кран, транспортні мережі, виробничі фактори.

Постановка проблеми. Забезпечення технологічної безпеки в будівельній галузі економіки, запобігання виникненню аварій і надзвичайних ситуацій техногенного характеру є основою створення безпечних умов життєдіяльності та невід'ємною частиною функціонування будівельної галузі в цілому [1].

Неприпустимість подальшого зниження рівня безпеки та зменшення надійності важливих об'єктів будівництва під час експлуатації вантажопідіймальних механізмів, конструкцій, механізмів, незадовільний стан устаткування та інженерних мереж, що працюють в умовах обмеженого виробничого простору та становлять потенційну небезпеку для життєдіяльності, відсутність системного підходу до розв'язання цієї задачі зумовлюють необхідність використання системного підходу до рішення проблеми забезпечення технологічної безпеки та зниження ризиків.

Вимоги забезпечення надійності металоконструкцій вантажопідіймних механізмів зумовлені необхідністю зниження рівня ризиків на методологічній основі з використанням процесного підходу, що визначено на міжнародному рівні вимогами стандарту ISO 9001/МЕК 300-1. При використанні принципів процесного підходу здійснюється постановки та реалізації завдання управління експлуатаційним терміном служби, забезпечення надійності включаючи обґрунтування послідовності етапів для оцінки живучості будівельних металоконструкцій на основі принципів робастного проектування, вдосконалення та контролю заходів технології виконання робіт [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження спрямовані на забезпечення можливості продовження ресурсу конструкцій за рахунок використання методів, що обумовлюють довговічність відповідних матеріалів з одночасним раціональним конструюванням, розробкою та використанням виразних архітектурних форм і об'ємно-планувальних та технологічних рішень. Використання умов надійності та конструктивної раціональності з одночасною розробкою методів демонтажу, транспортування і довгострокового зберігання досягається шляхом забезпечення технологічної безпеки з урахуванням методології загального управління якістю. Значний рівень зносу при збільшенні часу знаходження у несприятливих умовах є загрозами зниження якості вантажопідіймального обладнання, а власно будівель і споруд, що тягне за собою підвищення вимог до поліпшення експлуатаційних властивостей конструкцій, що втрачають якість [3].

Виділення не розв'язаних раніше частин загальної проблеми. Життєвий цикл металоконструкцій вантажних кранів визначений значним часовим інтервалом. Для отримання достовірної інформації та даних на основі статистичного аналізу ушкоджень, недоліків, недосконалостей необхідний часовий проміжок, за якого ускладнено збирання, оброблення, накопичення та зберігання інформації. При цьому, характеристики надійності можуть бути визначені на основі властивостей конструкції та експлуатаційного середовища, що мають масовий характер і оцінюються статичними методами. До цих властивостей належать: властивості матеріалів конструкцій; величини зовнішніх впливів, які часто повторюються і реєструються; геометричні параметри будівель, споруд та їхніх конструктивних елементів; характеристики вузлів, сполучень і з'єднань вантажопідіймальних механізмів. Ці параметри в теорії надійності визначають як базисні змінні $X_1, X_2, \dots, X_i$, які не можуть бути подані математично як випадкові величини або стохастичні процеси і знайдені на основі натурних досліджень. При цьому граничний стан конструкції (наявність недоліків, недосконалостей, пошкоджень) визначається як функція базисних змінних [4]. Для розв'язання основної задачі теорії надійності несучих будівельних конструкцій і теоретичного визначення ймовірності настання стану відмови використовується вихідна інформація - отримані статистичні дані про базисні змінні X_i .

Дослідження стану конструкцій, що демонтуються, з урахуванням найбільш несприятливого поєднання технологічних впливів та стану елементів були розглянуті відповідно методичного підходу з обґрунтування складу і структури параметрів довговічності конструкцій для управління технологічною безпекою шляхом зниження ризиків. Це свідчить про можливість забезпечення ресурсу конструкцій за рахунок комбінованого використання методів аналізу, що обумовлюється раціональною технологічною стратегією, розробкою та використанням передових засобів планування та забезпечення раціональності будівельних процесів [5].

Постановка цілей і завдань досліджень. Метою роботи є виявлення чинників, що впливають на безпеку технологічного процесу демонтажу несучих конструкцій та механізмів кранового обладнання, аналіз і систематизація даних щодо процесу виконання робіт в умовах обмеженого простору будівельного комплексу майданчика, виявлення варіантів демонтажу кранів, найбільш вигідних для підприємства, та урахування існуючих недоліків, недосконалостей, пошкоджень. Проведено дослідження з аналізу процесу демонтажу баштових кранів в умовах обмеженого простору будівельного майданчика та міської агломерації. Методика спрямована на зниження ризиків технологічного процесу демонтажу кранових конструкцій, є актуальним завданням у галузі цивільного будівництва.

Основний матеріал і результати. Крани значної вантажопідйомності багато в чому полегшують сучасне будівництво і забезпечують створення оригінальних форм конструкцій при дотриманні якості і термінів будівництва. У роботі йдеться про етап будівництва після завершення «чорнового будівництва» комплексу будівель житлового району. Процес демонтажу баштового крану та переміщення його до місця тривалого зберігання відбувається згідно з графіком роботи та вимогами технологічних правил і правил безпеки (рис. 1). При аналізі технологічного прогресу будівництва з використанням підйомних пристроїв

використовується методика «моделі систем масового обслуговування» [6] для визначення необхідного часу з демонтажу металоконструкцій крана та його механізмів.

Для демонтажу баштового крана LIEBHERR 125 EC-B6 було використано додаткове підйомне обладнання – телескопічний кран LIEBHERR LTM 1100-4.2 (рис. 2). Виходячи з досвіду попередньої операції, цей процес є травмонебезпечним і трудомістким, вимагає присутності та участі кваліфікованих фахівців, які мають необхідний досвід і допуск з професійної компетентності.



Рис. 1. Розташування баштового крана в комплексі будівельного майданчика



Рис. 2. Обмежений простір будівельного майданчика для демонтажу кранових конструкцій

Демонтаж конструкцій проводився із забезпеченням безпеки робітників, які працювали на будівельному майданчику (оздоблювальних роботах) у повній відповідності до норм і правил нормативних документів і законодавчих актів. Роботи виконувала монтажна організація, яка відповідала наступним вимогам:

- має технічну компетентність для проведення демонтажу кранових конструкцій та механізмів відповідно до норм безпеки та технічних норм;
- оснащена необхідним обладнанням на демонтаж крана, а також засобами і матеріалами відповідної якості;
- має кваліфіковану та атестовану бригаду робітників з достатнім досвідом виконання даного виду робіт, а також вмінням керувати механізмами крана (рис. 3 а);
- має систему контролю за якістю виконаних робіт та працездатністю конструкцій.

Процес демонтажу є демонтажем елементів крана і пов'язаний з підвищеною небезпекою, оскільки демонтовані частини баштового крана мають велику вагу і складну технологічну конструкцію (рис. 3 б). Прийнята технологічна процедура демонтажу металоконструкцій і механічного обладнання баштового крана проходила в кілька етапів:

1. Визначено організаційні елементи будівельного виробництва, які наведені в проекті організації будівництва та проекті виробництва.

2. Визначено характерні особливості розміщення основного вантажопідйомного обладнання, задіяного у виробничому процесі – монтажних кранів на будівельному майданчику.

3. Визначено місця розташування інженерних мереж, доріг будівництва та інших шляхів, у тому числі збережених на території будівництва зелених насаджень (дерев, кущів).

4. Кран розділено на окремі елементи для зручності демонтажу та перенесення з території будівельного майданчика.



б)



а)

Рис. 3. Дотримання вимог технології роботи – залучення висококваліфікованих спеціалістів з достатнім досвідом роботи: а) демонтаж механізмів; б) розбирання стріли баштового крана

5. Попередня інспекція будівельного майданчика спеціалістами монтажно-ї організації для огляду крана, визначення типу демонтажного обладнання та його технологічних особливостей.

6. Внесені доповнення та зміни до технологічного проекту, які відповідали всім нормам безпеки проведення демонтажних робіт.

7. Погодження із замовником проекту, вартості робіт та інші організаційних заходів:

- дозвіл на в'їзд і виїзд на будівельний майданчик;

- погодження дозволу з управлінням дорожнього господарства на тимчасове обмеження руху (в тому числі громадського транспорту) з метою руху вулицями міста.

Важливість управління процесом демонтажу крана впливає з ризику аварій баштових кранів, що використовуються в будівництві. Розглянутий перелік ризиків, які виникають за наявності факторів або причин, що їх викликають, наведено на схемі на (рис. 4).

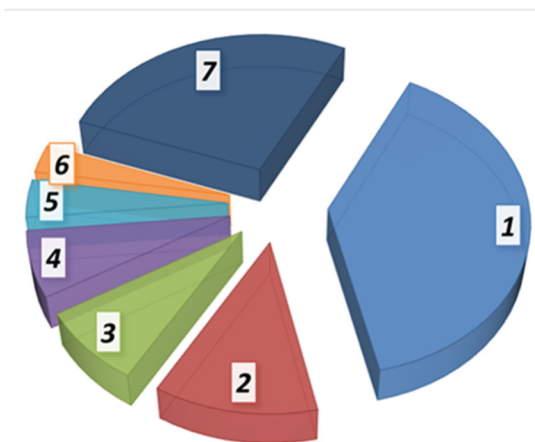


Рис. 4. Основні фактори виникнення трудових ризиків

Особливості розбирання та демонтажу крана включали етапи роз'єднання вузлів і демонтажу окремих елементів, механізмів згідно, з проектом, переміщення на визначені

майданчики для подальшого транспортування з простору виконання робіт, завантаження на платформи та вивезення з будівельного майданчика. Процес демонтажу крана відбувався в порядку, протилежному монтажу конструкцій. При цьому враховувався фактор розташування інших монтажних механізмів різного типу на будівельному майданчику (рис. 8). З метою раціонального використання будівельної ділянки простір демонтажу розділили на блоки, а роботи – на цикли. Усі цикли виконувалися за допомогою автокрана.

Важливим аспектом було положення механізму повороту стріли. Кран був демонтований після будівництва будівлі, що обумовлювало обмеженість місця для переміщення стріли та інших частин. Критерії обмеженості простору для проведення робіт на будівельному майданчику забудованої частини міст встановлені згідно з діючими нормами і характеризуються наявністю низки суттєвих чинників:

- інтенсивний рух міського транспорту та пішоходів у безпосередній близькості від місця проведення робіт, що потребує обмеженості демонтажу та транспортування монтажних елементів;

- розгалужена мережа існуючих підземних інженерних комунікацій, які потребують підвіски або нового прокладання (включаючи підземний паркінг - обмеження навантаження на плиту перекриття в місцях руху тягачів і напівпричепів);

- житлова громадська забудова, а також зберігання та відновлення зелених насаджень;

- обмеженість простору умов зберігання матеріалів або неможливість їх зберігання на будівельному майданчику для забезпечення виконання робіт;

- необхідність дотримання вимог правил техніки безпеки (проектом організації будівництва передбачено обмеження повороту стріли баштового крана).

Роботи проводилися в міській забудові. Важливою проблемою були будівлі в безпосередній близькості від будівельного майданчика, які потрапили в зону досяжності крана. Башту крана необхідно було розташувати так, щоб її стріла проходила між існуючими конструкціями і в той же час був обмежений кут нахилу стріли. Межа небезпечної зони крана визначається відповідно до вимог норм щодо відстані відльоту вантажу у разі його падіння під час руху краном. Зменшення відстані можливого падіння демонтованих елементів крана забезпечується в окремих зонах, в межах будівельного майданчика розвантаження вантажів і складування матеріалів. Ці зони позначені на робочих схемах. Відповідно до робочого проекту для зменшення розмірів небезпечного простору крана були вжиті наступні заходи:

- встановлені обмежувачі повороту стріли крана;

- забезпечено функціонування координатного захисту крана;

- обмежено до мінімуму швидкість обертання стріли крана в робочій зоні (якщо відстань від вантажу, що транспортується, до межі зони менше 5 м);

- переміщення вантажів на ділянках, розташованих на відстані менше 5 м від межі небезпечної зони, здійснювалося з використанням запобіжно-захисних пристроїв, що запобігають падінню вантажу;

Використання автокрана для демонтажу конструкції баштового крана дозволило в найкоротші терміни підготувати демонтовану стрілу та частини баштової конструкції на окремі блоки (рис. 5). Довжина блоків у транспортному положенні коливалася від 7,5 до 12,0 м. Розміри опори монтажного крана становили 6×6×7 м. Для переміщення крана за межі місця установки використовувалися платформи зі спеціальними поворотними колесами, які дозволяють маневрувати з невеликим радіусом. Радіус розвороту не перевищував 50 метрів. Демонтовані частини крана складали у відповідному місці – проїзді на будівельному майданчику, а потім за допомогою автокрана вантажили частинами на платформи і вивозили з будівельного майданчика (рис. 6).

Економічна оцінка вартості робіт, що проводяться при демонтажі кранових конструкцій, враховує наступних факторів:

- модель (тип) крана, що демонтується, його розташування на будівельному майданчику, умови його роботи для демонтажу стріли, башти та механічного обладнання крана;

- трудомісткість робіт з демонтажу та транспортування конструкцій до місця тривалого зберігання;
- умови доступу до вузлів та споруд баштового крана, умови існуючого будівельного майданчика та тісноту існуючої забудови;
- наявність іншої будівельної техніки під час виконання робіт.



Рис. 5. Розміщення частини конструкції стріли баштового крана на вантажівці



Рис. 6. Вивезення з будівельного майданчика металоконструкцій баштового крана в зоні міського руху

Моделювання взаємодії факторів і параметрів навколишнього середовища [7, 8] (система БАШТОВИЙ КРАН – ЗОНА ЗАБУДОВИ – ВНУТРІШНІ ТА ЗОВНІШНІ ВПЛИВИ) здійснюється за допомогою орієнтованого ациклічного графа (рис. 7).



Рис. 7. Модель системи обслуговування «БАШТОВОГО КРАНУ - БУДІВЕЛЬНИЙ МАЙДАНЧИК - ВНУТРІШНІ ТА ЗОВНІШНІ ВПЛИВИ»

Процедура оцінки ризику процесу демонтажу конструкції баштового крана та взаємодії внутрішніх параметрів з факторами істотного зовнішнього впливу представлена структурною схемою, яка визначає стан моделі в кожен момент часу t значеннями вхідні – F_i , внутрішні –

IN_i та вихідні – **OP_i** координати, при цьому вхідні та внутрішні – змінні, а вихідні – функція [9]. Графічне зображення процесу діагностики при виконанні процедури моніторингу розбирання конструкції баштового крану представлено у вигляді блок-схеми (рис. 8).

Умовний поділ предмета дослідження (**CCO**) на складові пов'язаний з рядом об'єктивних умов і суб'єктивних припущень. Складовими **Sb** вибирають конструкції, деталі, вузли, що утворюють окремі самостійні системи або елементи (вузли, елементи, вузли, металеві конструкції або інженерно-технологічне обладнання, інструмент тощо). Об'єкт керування як логічна система може бути заданий графічно, аналітично, фізичною моделлю чи іншою віртуальною формою, придатною для обробки обчислювальними методами [10, 11].

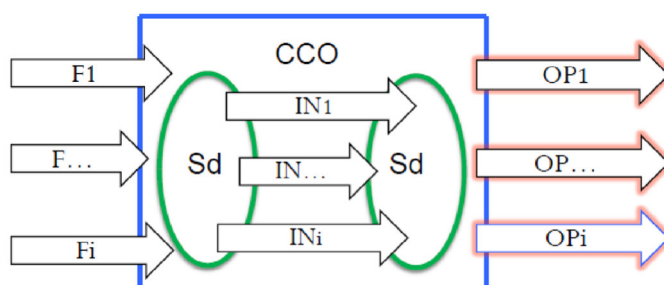


Рис. 8. Блок-схема моніторингу стану параметрів процедури демонтажу конструкції (механізмів баштового крану) та складових факторів ризику

Незалежно від форми **Sb** необхідно визначити вихідні умови та внутрішні стани системи. Складання програми перевірки вимагає виконання аналізу конструкції досліджуваного об'єкта як в робочому стані, так і при можливому відмовному стані конструкцій і механізмів. Формалізація процесу аналізу пропонує опис можливих дефектів, пошкоджень (наявність недоліків, недосконалостей, пошкоджень) об'єкта, отриманих в результаті експлуатації або на етапах розбирання, транспортування та зберігання, які, в свою чергу, зумовлені інтенсивністю відмов компонентів.

Введення та визначення вхідних функцій дефектних елементів здійснюється шляхом перерахування можливих недосконалостей (дефектів і пошкоджень сталевих конструкцій крана, зміни технічних властивостей машин, механізмів внаслідок тривалої експлуатації, впливу факторів середовища зберігання на будівництві), умов майданчика, визначальних параметрів форми конструкції та якості матеріалу або шляхом визначення дефектів (деформації) конструкцій тощо.

Об'єкт описується станом **L** компонентів. Якщо **Si** – кількість можливих індивідуальних недосконалостей **j**-го компонента, то загальна кількість **M** – можливих недосконалостей об'єкта контролю буде:

- чи є окремі недоліки (одна частина має один недолік);

$$M1 = \sum_{i=1}^L S_j \quad (1)$$

- у разі недосконалості окремих деталей і множинних дефектів об'єкта (один або кілька компонентів мають один недолік):

$$M2 = \prod_{i=1}^L (1 + S_j) - 1 \quad (2)$$

- для кратних недосконалостей компонентів і кратних недосконалостей об'єктів (один компонент має одну недосконалість);

$$M3 = 2^{M1} - 1 \quad (3)$$

У випадку відомого реалізованого об'єкта експлуатації його технологічне призначення (а саме порядок демонтажу), можливі недосконалості об'єкта та реалізованих функцій, а також методики проведення діагностики стану конструкцій і механізмів. Крім того, складено

таблицю функцій недосконалостей, в якій прийнято наступні умовні позначення (табл. 1).

Таблиця 1 – Матриця функцій R металоконструкцій крана та його механізмів

R	E		
	f_0	f_i	f_M
t_1	r_{01}	r_{j1}	r_{M1}
...	...	...	...
t_j	r_{0j}	r_{ij}	r_{Mj}
...	...	...	...
$t(T)$	$r_{0(T)}$	$r_{1(T)}$	$r_{M(T)}$

E – набір функцій, які реалізують усі працездатні та несправні об'єкти;

f_0, f_i – функція, що реалізується працездатною та несправною структурою;

r_{M1} – функція, що реалізується об'єктом з **M** несправними;

R – кількість результатів окремих структурних досліджень;

T – множина, на якій визначена функція, реалізована структурою сервісу;

$t_j(T)$ – окремі дослідження (експерименти) на структуру;

$r_{ij}(R)$ – результати окремих дослідів.

При розбитті множини **E** на непересічні і непорожні підмножини можна виділити три групи ознак:

- кількість підмножин дорівнює двом, при цьому одна з них містить один елемент – конструкцію з недосконалістю, а інша містить усі **i** – конструкції з недосконалістю. Ця умова відповідає процедурі перевірки процедури розбирання об'єкта;

- кількість підмножин на одиницю більша за кількість елементів структури, при цьому одна підмножина містить структуру з недосконалістю, а одна з інших підмножин містить лише ті **i** – структури, які відповідають одному елементу з недосконалістю, що відповідає заданий набір елементів;

- кількість підмножин дорівнює кількості елементів множини **E**.

Висновки. Дане структурне зображення моніторингу процесу демонтажу крана для забезпечення умов цілісності металоконструкцій, механізмів і безпеки виконання робіт відповідає умовам з детальним описом кожного конкретного недоліку або невідповідності виконання робіт технології.

Методика дозволяє визначити та оцінити ризики при плануванні процедури виведення з експлуатації баштового крана. У цьому випадку виникає можливість економічної оптимізації матеріальних витрат з метою зниження вартості будівництва в цілому. Підвищення ефективності даного методу забезпечується при виведенні з експлуатації кількох кранів, задіяних у будівництві.

Література

1. Проблеми ресурсу і безпеки експлуатації конструкцій, споруд та машин / Цільова комплексна програма НАН України. Зб. наук. ст. за результатами, отриманими в 2013 – 2015 рр. Наук. керівник – академік Б.Є. Патон. – К.: ІЕЗ ім. Є. О. Патона НАН України, - 2015. – 816 с.

2. Gibalenko, O.; Gibalenko, V.; Bocharova, O. /Anticorrosive Protection Of Structures In Robust Design/ Eastern-European Journal of Enterprise Technologies 2020 | Journal article DOI: 10.15587/1729-4061.2020.214821 EID: 2-s2.0-85098892881 Part of ISSN: 17294061 17293774. P.66-72

3. Шимановський О.В. Концептуальні основи системи технічного регулювання надійності й безпечності будівельних конструкцій / Шимановський О.В., Корольов В.П. // Промислове будівництво та інженерні споруди, №1, -2008, с. 4-9.

4. Ealey, L. A. (1994). *Quality by Design: Taguchi Methods and U.S. Industry*. ASI Press and Irwin Professional Publishing.
5. Estimation of steel structure corrosion risk level / V. P. Korolov, Y. Vysotsky, O. M. Gibalenko, P. V. Korolov // *Eurocorr-2010. The European Corrosion Congress (13.09-17.09.2010) / From the Earth's Depths to Space Heights*. – Moscow, 2010. – Book of Abstracts. – 534 p.
6. Пешко, Ш.: Стохастичні моделі, 5-я Международная конференция ТЕХСТА. Прага, 2007, 9-12 вересень 2007, С.413.
7. Gibalenko O.M. Corrosion Protection of Metal Structures in Manufacturing Conditions/ O.M. Gibalenko, V. A Gibalenko // *International Conference BUILDING INNOVATIONS/ Proceedings of the 2nd International Conference on Building Innovations*. 2020. - P. 45–52.
8. Моніторинг залишкового ресурсу металоконструкцій в корозійному середовищі / А. Н. Гібаленко // *Збірник наукових праць [Полтавський національний технічний університет ім. Ю. Кондратюка]. Серія: Промислове машинобудування, будівництво*. - 2015. - Випуск 3. - С. 110-116. Посилання на сайт - http://nbuv.gov.ua/UJRN/Znpgmb_2015_3_16.
9. A. Onyshchenko, O. Gibalenko. Evaluation Criteria the Corrosion Protection of Structures by Actual Condition / *International Conference BUILDING INNOVATIONS © 2023// Proceedings of the 4th International Conference on Building Innovations*. pp 243–252.
10. ISO 9001:2015. Quality management systems – Requirements. Available at: <https://www.iso.org/standard/62085.html>.
11. Korolov, V.P.; Gibalenko, O.M.; Korolov, P.V. Methods of Control of the Corrosion Protection of Steel Structures at Industrial Objects / *Materials Science 2021 // Journal article DOI: 10.1007/s11003-021-00479-5 Part of ISSN: 1573885X 1068820X / Pp. 661*.

References

- [1] Paton B.E. (2015). Resource and safety issues for the operation of structures, structures and machines / Target comprehensive program of NAS of Ukraine. Coll. Sciences. Art. according to the results obtained in 2013 - 2015. NAN Ukraine. 816.
- [2] Gibalenko, O.; Gibalenko, V.; Bocharova, O. /Anticorrosive Protection Of Structures In Robust Design/ *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies* 2020 | Journal article DOI: 10.15587/1729-4061.2020.214821 EID: 2-s2.0-85098892881 Part of ISSN: 17294061 17293774. P.66-72.
- [3] Shimanovskiy O.V. (2008). Conceptual bases of system of technical regulation of reliability and safety of building structures. *Industrial construction and engineering*. №1, 4-9.
- [4] Ealey, L. A. (1994). *Quality by Design: Taguchi Methods and U.S. Industry*. ASI Press and Irwin Professional Publishing.
- [5] Estimation of steel structure corrosion risk level / V. P. Korolov, Y. Vysotsky, O. M. Gibalenko, P. V. Korolov // *Eurocorr-2010. The European Corrosion Congress (13.09-17.09.2010) / From the Earth's Depths to Space Heights*. – Moscow, 2010. – Book of Abstracts. – 534 p.
- [6] PEŠKO, Š.: Stochastic models, 5th International Conference TECHSTA. Praha, 2007., 19-20 September 2007. P.413.
- [7] Gibalenko O.M. Corrosion Protection of Metal Structures in Manufacturing Conditions/ O.M. Gibalenko, V. A Gibalenko // *International Conference BUILDING INNOVATIONS/ Proceedings of the 2nd International Conference on Building Innovations*. 2020. - P. 45–52.
- [8] Gibalenko, O. Monitoring of residual resource steel in corrosive environments. / *Academic journal // Industrial Machine Building, Civil Engineering*, (2015). 3 (45), 110–116.
- [9] A. Onyshchenko, O. Gibalenko. Evaluation Criteria the Corrosion Protection of Structures by Actual Condition / *International Conference BUILDING INNOVATIONS © 2023// Proceedings of the 4th International Conference on Building Innovations*. pp 243–252.
- [10] ISO 9001:2015. Quality management systems – Requirements. Available at: <https://www.iso.org/standard/62085.html>.

- [11] Korolov, V.P.; Gibalenko, O.M.; Korolov, P.V. Methods of Control of the Corrosion Protection of Steel Structures at Industrial Objects / Materials Science 2021 // Journal article DOI: 10.1007/s11003-021-00479-5 Part of ISSN: 1573885X 1068820X / Pp. 661.

TECHNOLOGICAL RISKS IN THE DISMANTLING OF CRANE STEEL STRUCTURES

Gibalenko O.M., D.Sc., Professor,

grin196102@gmail.com, ORCID:0000-0003-2979-5225

Gibalenko V.A., Ph.D, Associate Professor,

vita.ktn@gmail.com, ORCID: 0000-0001-5590-6641
OJSC "V. Shimanovsky UkrDIsteelconstruction", Kyiv

Tereschenko S.A., Postgraduate

tsa73@ukr.net, ORCID: 0009-0006-0675-4681

LLC 'GLOBAL STANDARDS', Kyiv

Tkachenko E.Y., Postgraduate

tkachenko-sert@ukr.net, ORCID: 0009-0009-7902-012X

LLC 'FIRST UKRAINIAN EXPERT BUREAU', Kyiv

Abstract. The article analyses unfavorable factors arising during dismantling and moving of crane structures, mechanical equipment in the conditions the urban transport network, access roads to the long-term storage warehouse.

Paper is based on the analysis the causes accidents and emergencies and shows that many them are man-made (technical condition of buildings, structures, equipment and engineering networks, poor organization work technology).Article presents developments in the analysis process of dismantling a tower crane in the conditions limited space a construction site, urban development.

Purpose of the research - identify factors affecting the safety dismantling process, analyses and systematize data e progress work in a cramped construction site and identify options dismantling cranes that are most beneficial enterprise.

Proposed methodology is aimed at reducing the risks of the technological process dismantling crane structures, which is an urgent task in the field construction.

Assessing principles the conditions limited space a construction site during construction depending on the technology work production are presented. Recommendations for dismantling metal structures tower-type cranes and determining technological safety are given.

Methodology allows identifying and assessing risks when planning the decommissioning procedure for a tower crane. In this case, it is possible to optimize material costs economically to reduce the overall cost of construction. The efficiency of this method is increased when decommissioning several cranes involved in construction.

Study of the state structures, considering the most unfavorable combination influences, was considered in accordance with the methodological approach to substantiate composition and structure parameters of structural durability for managing technological safety by reducing risks. The possibility ensuring service life structures through the combined use of analysis methods has been established, which is due to the rational design, development and use advanced means planning and ensuring the technology of construction processes.