

**МОНІТОРИНГ ТА УДОСКОНАЛЕННЯ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ  
ЗАМІНИ ПІДКРАНОВИХ КОНСТРУКЦІЙ МОНТАЖНО-  
ЗБИРАЛЬНОГО ЦЕХУ ПРОМИСЛОВОЇ БУДІВЛІ**

**MONITORING AND IMPROVEMENT OF PROJECT SOLUTIONS  
FOR THE REPLACEMENT OF UNDER-CRANED STRUCTURES OF  
THE ASSEMBLY SHOP IN AN INDUSTRIAL BUILDING**

**Фостащенко О.М. к.т.н., доцент, Добровольська О.Г., к.т.н.,  
доцент, Гондар С.О., магістрант, Фостащенко Д.О., магістрант  
(Запорізький національний університет)**

**Fostashchenko H., Ph.D. in Engineering, Associate Professor,  
Dobrovolska O., Ph.D. in Engineering, Associate Professor, Hondar S.,  
M.Sc., Fostashchenko D., M. Sc. (Zaporizhzhya National University)**

*Визначено передумови для дослідження технічного стану підкранової конструкції після 50 років експлуатації двох мостових кранів вантажопідйомністю 20/5 т та 5 т на промисловому підприємстві. Виконаний моніторинг технічного стану 32 рядових та 8 крайніх залізобетонних конструкцій підкранових балок будівлі монтажного цеху в прольоті «В-Е» та доведена необхідність удосконалення проєктних рішень заміни зношених залізобетонних підкранових балок на сталеві підкранові балки.*

*Under-crane constructions serve for the movement of cranes and transfer the load from the lifting and transporting equipment to the frame of the building. The design term of operation of crane structures should be taken as equal to the period during which their full functionality is ensured.*

*The object of research is the assembly shop of an industrial building built in the early 60s of the last century. The building is one story, consisting of four longitudinal and one transverse span, and an open crane overpass located across the main spans. The overall dimensions of the assembly shop are 144×102 m, of which: four longitudinal spans of 18×120 m, and one transverse span of 24×102 m.*

*It was found that the under-crane beams of workshops work in difficult conditions: significant loads, intensive operation, aggressive environment, and elevated air temperatures.*

*The prerequisites for researching the technical condition of the crane structure after 50 years of operation of two overhead cranes with a load capacity of 20/5 t and 5 t at an industrial enterprise have been determined.*

*Monitoring of the technical condition of 32 ordinary and 8 extreme reinforced concrete structures of the crane beams of the assembly shop building in span "B-E" was carried out.*

*A horizontal survey of the column console was carried out and deviations were detected (using leveling). It was found that the columns of the building frame, on which*

*the crane beams rest, deviate from the horizontal by up to 210 mm. During the inspection, the destruction of the concrete of the shelves of the crane beams with exposure and corrosion of the reinforcement was found. As a result of the examination, it was found that almost 100% of all bolted connections of the crane track are broken.*

*The necessity of improving design solutions for replacing worn-out reinforced concrete crane beams with steel crane beams has been proven.*

*It has been proven that crane beams play an important role in ensuring the safety and efficiency of work in the assembly shop. Replacing reinforced concrete beams with metal ones can be an important step to improve these parameters.*

*Ключові слова: підкранові конструкції, моніторинг технічного стану, конструктивні рішення, сталеві підкранові балки.*

*Keywords: under-crane constructions, technical condition monitoring, structural solutions, steel under-crane beams.*

**Вступ.** Підкранові конструкції є невід'ємною частиною будь-якого великого цеху або промислового комплексу, де використовуються мостові крани. Вони служать для пересування кранів і передають на каркас будівлі навантаження від підйомально-транспортного устаткування. Крім того, підкранові конструкції забезпечують горизонтальну розв'язку колон із площини рами, передачу на вертикальні зв'язки між колонами поздовжніх зусиль від гальмівних сил, вітрових навантажень на торці будівлі та сприяють просторовій роботі каркаса. Основні несучі елементи підкранових конструкцій – підкранові балки, що мають різну конструктивну форму. Найчастіше для такого типу підйомально-транспортних систем, використовують наступний матеріал: сталь і залізобетон.

**Аналіз останніх досліджень.** Підкранові балки цехів працюють у складних умовах: значні навантаження, інтенсивна експлуатація, агресивне середовище, підвищені температури повітря. Завданням технічної експлуатації будівель та споруд має бути комплекс заходів, що забезпечують комфортне й безвідмовне використання їхніх приміщень і систем для певних цілей протягом терміну використання [1]. Фізичний знос конструкцій є однією з головних причин реконструкції будівель та їх елементів [2].

При підготовці програми обстеження монтажного цеху промислової будівлі узагальнювався досвід попередніх обстежень [3], чинні в Україні вимоги та нормативні документи стосовно оцінки технічного стану будівлі та конструкцій [4,5], забезпечення надійності експлуатації [6,7,8], вимоги до проектування сталевих конструкцій [9,10,11], монтажу будівельних конструкцій [12], конструювання та експлуатації вантажопідйомальних кранів [13,14,15], умови експлуатації: агресивний вплив довкілля, одночасна робота двох мостових кранів, конструктивні особливості –

кранова рейка на залізобетонних підкранових балках, які опираються на консолі залізобетонних колон.

Технічний огляд або експертне обстеження підкранових конструкцій повинні проводитися відповідно до [16]. Норми відхилень напрямних колій опорних мостових кранів, наведені в [17].

Нормативний документ [11] встановлює правила проектування конструкцій підкранових балок та інших підкранових конструкцій. Проектний термін експлуатації підкранових конструкцій слід приймати таким, що дорівнює періоду, протягом якого забезпечується їх повноцінна функціональність. Проектний термін експлуатації повинен бути підтверджений документально (наприклад, в плані технічного обслуговування).

У разі неможливості подальшої безпечної експлуатації, непридатності до ремонту в умовах, що склалися, а також у разі зміни умов експлуатації виникає необхідність заміни підкранових балок [3].

Підкранові конструкції можуть замінюватись повністю або частково, якщо є відповідне обґрунтування, в тому числі за:

- збільшення вантажопідйомності мостових кранів і їх габаритних розмірів, а також модернізації або посилення конструкції кранів, що викликають збільшення кранового навантаження;
- наявності поступальних руйнувань у вигляді тріщин;
- наявності значної кількості дефектів та конструктивних недоліків, що створюють небезпеку раптових руйнувань.

**Постановка мети і задач досліджень.** Метою дослідження є впровадження конструктивних рішень щодо заміни підкранових залізобетонних балок на сталеві балки в поздовжньому прольоті В-Е монтажної-збиральної цеху.

Опис об'єкта. Монтажник цех промислової будівлі побудований на початку 60-х років минулого сторіччя. Будівля одноповерхова, складається з чотирьох поздовжніх та одного поперечно розташованого прольотів, відкритої кранової естакади розташованої поперек основних прольотів. Габаритні розміри монтажної цеху 144×102м, з них: чотири поздовжні прольоти по 18×120м, один поперечний проліт – 24×102 м [3].

Будівля монтажної цеху обладнана мостовими кранами: в прольоті «В-Е» – крани вантажопідйомністю  $Q=20/5$  т та  $Q=5$  т;

В прольотах «Е-К», «К-Н», «Н-С» – крани вантажопідйомністю  $Q=10$  т та  $Q=5$  т;

Колони – збірні, залізобетонні, суцільні. Перетин середніх колон 400×800 мм, перетин крайніх колон 800×400 мм. Колони змонтовані з кроком 6,0 м.

Висота колон до низу кроквяних конструкцій чотирьох основних поздовжніх прольотів складає – 10,6 м.

Усі колони жорстко защемлені у фундаментах. Стійкість колон у поздовжньому напрямку будівлі забезпечується вертикальними зв'язками та підкрановими балками. Зв'язки по колонах виконані з металевих прокатних куточків. Будівля цеху має температурний шов по осі 11.

Збірні залізобетонні ферми покриття виконані із попереднім напруженим нижнім поясом.

Ферми – залізобетонні, довжиною 18,0 м. Спираються на головки колон і передають навантаження від конструкцій покриття покрівлі та власної ваги на гілки колон.

Підкранові балки змонтовані збірними залізобетонними тавровими перерізами, висотою 1,0 м, довжина балок – 6,0 м [3]. Балки кріпляться до колон за допомогою зварювання заставних деталей на ребрі балки та полиці колони. Підкранові залізобетонні балки запроєктовані за серією КЭ-01-04.

**Методика досліджень.** Для дослідження технічного стану підкранової конструкції після 50 років експлуатації двох мостових кранів вантажопідйомністю 20/5 т та 5 т необхідно дослідити технічний стан 32 рядових та 8 крайніх конструкцій підкранових балок будівлі монтажно-збирального цеху в прольоті «В-Е». У висновках [3] приведені результати обстеження монтажно-збирального цеху промислової будівлі згідно [16,17,18], при обстеженні оцінювався технічний стан конструктивної системи об'єкта. Брався до уваги рівень придатності технічного стану конструктивної системи об'єкта в цілому, який визначається на підставі технічного стану окремих конструкцій з врахуванням їх категорії відповідальності. Згідно [3] враховується технічний стан конструкцій, які мають прямий вплив на безпеку експлуатації підкранових колій, звернено увагу на технічний стан залізобетонних конструкцій каркаса, на яких зафіксовано процес зниження опорної здатності шляхом наявності наступних дефектів і пошкоджень: корозії бетону (зниження міцності бетону), тріщин в захисному шарі бетону уздовж стрижневої арматури внаслідок її корозії, відшарування захисного шару бетону. Проведено обстеження горизонталі консолі колони та виявлені відхилення шляхом нівелювання. Встановлено, що колони каркаса будівлі, на які опираються підкранові балки, мають відхилення від горизонталі до 210 мм, (див. рис. 1, а). Відповідно до проекту обпирання підкранових балок на консоль колони має бути виконане через заставні деталі, що з'єднуються між колоною та підкрановою балкою. Фактично – обпирання виконано через набір сталевих пластин, розміщених дискретно без відповідного закріплення до консолі колони (всі вони мають зрушення у двох площинах). При обстеженні виявлені руйнування бетону полиць підкранових балок з оголенням та корозією арматури (рис. 2).

В результаті обстеження було виявлено, що практично 100% всіх болтових з'єднань кріплення кранової колії мають порушення (рис. 3).

Руйнування захисного шару бетону по низу балок з оголенням та корозією арматури (рис. 4).

Сколи у верхній полиці залізобетонної підкранової балки (рис. 4, 5).



Рис. 1, а. Відхилення від горизонталі регулюючі пластини між балкою та оголовком колони



Рис. 1, б. Відхилення від горизонталі регулюючі пластини між балкою та оголовком колони



Рис. 2. Руйнування бетону полиць підкранових балок з оголенням та корозією арматури



Рис. 3. Порушення болтових з'єднань кріплення кранової колії



Рис. 4. Сколи у верхній полиці залізобетонної підкранової балки



Рис. 5. Сколи у верхній полиці залізобетонної підкранової балки

**Результати досліджень.** Технічний стан підкранових балок, який повинен забезпечувати безпечну роботу системи «ходові колеса – крановий шлях» мостових кранів, не відповідає вимогам нормативно-технічної документації та не забезпечує безпечну експлуатацію мостових кранів.

Для реалізації заходів з відновлення підкранової колії вирішено розробити проєкт щодо заміни залізобетонних підкранових балок на сталеві підкранові балки. У зв'язку з цим, були розроблені наступні конструктивні рішення (рис. 6 – 10):

- демонтаж залізобетонних балок разом з підкрановою колією (рис.7);
- демонтаж кріплень балок до колони та регулюючих пластин;
- демонтаж жорсткої бетонної вставки між балкою та колоною;
- підсилення консолі колони з монтажем кріплення анкерного блоку для подальшого встановлення металевих підкранових балок;
- розрахунок та розробка металевих балок, відповідно діючих навантажень, та врахування існуючих відміток верху балки;
- монтаж балок з регулюючими вставками відповідно схеми нівелювання відміток верху консолі колони (рис. 8);
- розробка та встановлення тормозних елементів між балкою та колоною;
- встановлення рейки відповідно технічних характеристик мостових кранів та монтажних схем, що наведені у [14].

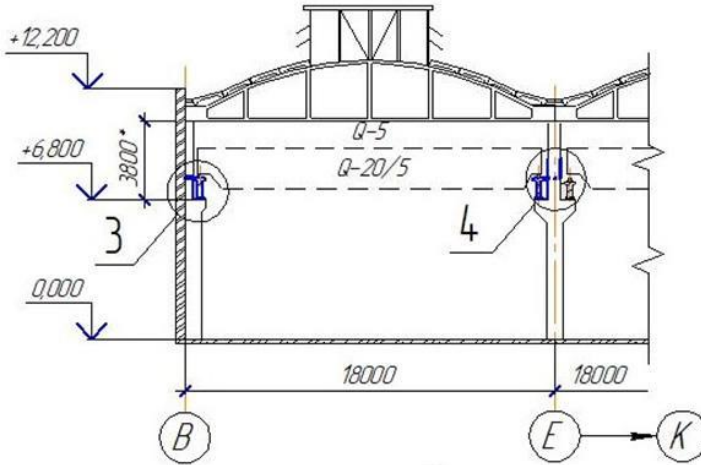


Рис. 6. Поперечний розріз монтажного цеху промислової будівлі в осях В-Е

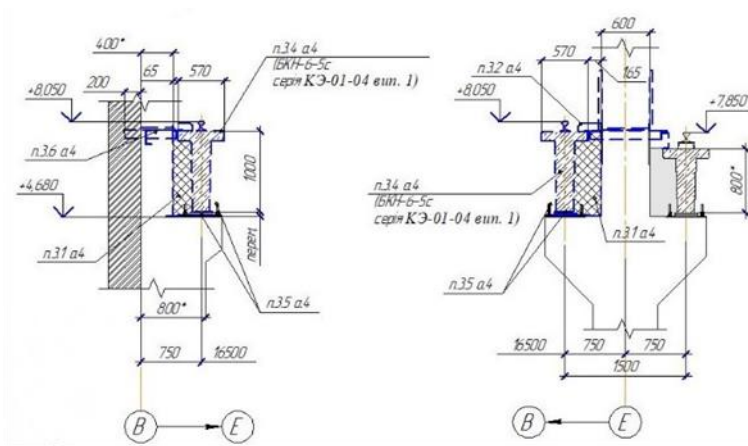


Рис. 7. Схеми демонтажу залізобетонної підкранової балки

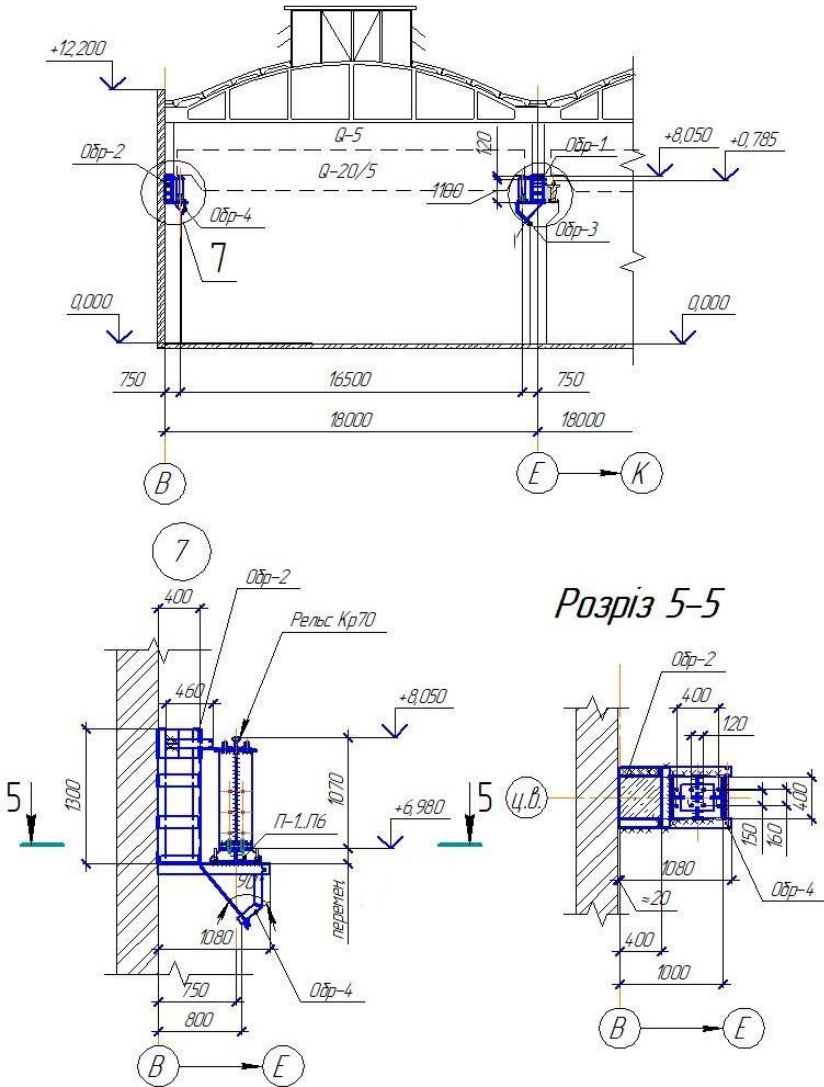


Рис. 8. Монтажні схеми сталеві підкранової балки



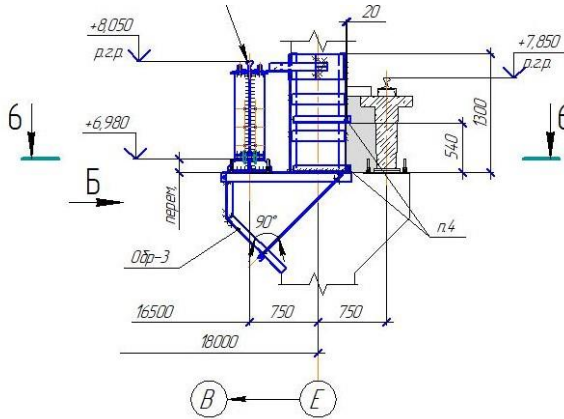


Рис. 9. Вузол кріплення підкранової балки до колони

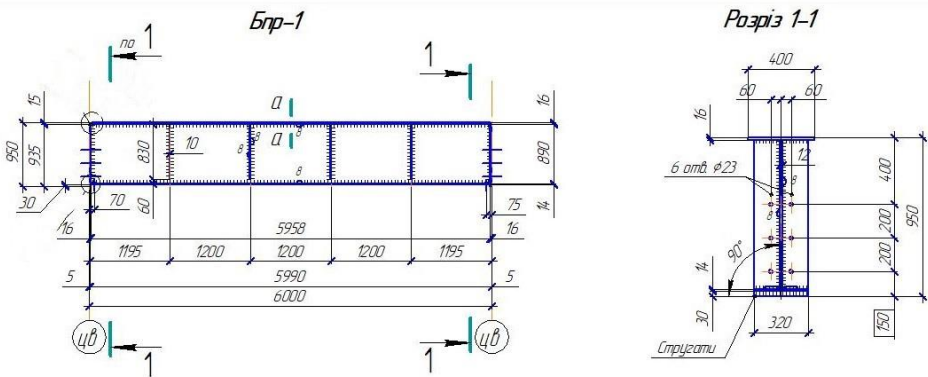


Рис. 10. Рядова підкранова балка

### Висновки

1. Доведено, що підкранові балки грають важливу роль у забезпеченні безпеки та ефективності робіт в монтажному цеху. Заміна залізобетонних балок на металеві може бути важливим кроком для покращення цих параметрів.

2. Удосконалення проектних рішень щодо заміни залізобетонних підкранових балок на металеві допоможе зменшити вагу конструкції, що вплине на її експлуатаційні характеристики та збільшить навантаженість

кранового обладнання: вага однієї залізобетонної балки становить 8 тонн, тоді як вага металевої балки становить 1.6 тон.

3. Запроектвані металеві підкранові балки можуть бути виготовлені з урахуванням конкретних вимог і потреб монтажного цеху, що дозволяє оптимізувати конструкцію для конкретних завдань.

4. Металеві підкранові балки відзначаються високою міцністю і стійкістю до корозії, що робить їх оптимальними для використання в умовах виробничого середовища монтажного цеху. Важливим аспектом є зниження витрат на обслуговування та ремонт металевих підкранових балок порівняно з залізобетонними аналогами.

5. Результати дослідження та практичний досвід показують, що заміна залізобетонних підкранових балок на металеві може бути вигідною стратегією для багатьох промислових підприємств, сприяючи підвищенню продуктивності та зменшенню витрат.

## **References**

1. Yakymenko O.V. Tekhnichna ekspluatatsiia budivel ta sporud: navchalnyi posibnyk. Kharkiv: nats. un-t misk. hosp-va im. O.M.Beketova, 2019. 247 s.

URL: <https://tinyurl.com/3jzn7srh>

2. Klymenko Ye.V. Tekhnichna ekspluatatsiia ta rekonstruktsiia budivel i sporud: navchalnyi posibnyk. Kyiv: Tsentr navchalnoi literatury, 2004. 304 s.

URL: [https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2016/Klimenko\\_2004\\_304.pdf](https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2016/Klimenko_2004_304.pdf)

3. Zvit z obstezhennia, otsinky tekhnichnoho stanu, rozrobky rekomendatsiinykh robochykh kreslen z vidnovlennia tekhnichnoho stanu elementiv budivelnykh konstruksii dlia podalshoi bezpechnoi ekspluatatsii ta pasportyzatsii budivli montazhno-zbyralnoho tseku , korpus 2, m. Kryvyi Rih. Shifr 36.07.20/44.

4. Barashkyov A. Ya., Malyshev O.M. Otsiniuvannia tekhnichnoho stanu budivel ta inzhenernykh sporud: navchalnyi posibnyk. Kyiv: Osnova, 2008. 320 s.

URL: <https://library.knuba.edu.ua/node/572>

5. DSTU-N B V.1.2-18:2016 Nastanova shchodo obstezhennia budivel i sporud dlia vyznachennia ta otsinky yikh tekhnichnoho stanu. [Chynnyi vid 2017-04-01]. Vyd. ofits. Kyiv : Ministerstvo rehionalnoho rozvytku budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy. 2017. 47 s.

URL: [https://pdf.sop.zp.ua/standart\\_dstu-n\\_b\\_v\\_1\\_2-18\\_2016.pdf](https://pdf.sop.zp.ua/standart_dstu-n_b_v_1_2-18_2016.pdf)

6. DBN V.1.2-14:2018 Systema zabezpechennia nadiinosti ta bezpeky budivelnykh ob'ektiv. Zahalni pryntsyipy zabezpechennia nadiinosti ta konstruktyvnoi bezpeky budivel ta sporud. [Chynnyi vid 2019-01-01]. Vyd. ofits. Kyiv : Ministerstvo rehionalnoho rozvytku budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy. 2018. 33 s.

URL: <https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2018/12/DBN-V1214-2018.pdf>

7. ISO 2394 Zahalni pryntsyipy nadiinosti konstruksii.

URL: <https://tinyurl.com/ytmu9ud7>

8. ISO 8930 Zahalni pryntsyipy nadiinosti konstruksii. Perelik ekvivalentnykh terminiv.

URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=98223](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=98223)

9. DBN V.2.6-198:2014 Stalevi konstruksii. Normy proektuvannia. [Chynnyi vid 2015-01-01]. Vyd. ofits. Kyiv : Ministerstvo rehionalnoho rozvytku budivnytstva ta zhytlovo-komunalnoho hospodarstva Ukrainy. 2014. 205 s.

URL: <https://tinyurl.com/3nj6sat5>

10. ISO 3898 Osnovy proektuvannia konstruksii. Notatky. Zahalni umovni poznyaky.

URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=98499](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=98499)

11. DSTU-N B EN 1993-6:2012 Yevrokod 3. Proektuvannia stalevykh konstruksii. Chastyna 6. Pidkranovi konstruksii (EN 1993-6:2007, IDT). [Chynnyi vid 2013-07-01]. Vyd. ofits. Kyiv: Ukrainyskyi naukovo-doslidnyi ta proektnyi instytut stalevykh konstruksii im. V.M. Shymanovskoho. 2013. 86 s.

URL: <https://tinyurl.com/bdzxtwj3>

12. DSTU B V.2.6-200:2014 Konstruksii metalevi budivelni. Vymohy do montazhu. [Chynnyi vid 2015-07-01]. Vyd. ofits. Kyiv : Ukrainyskyi naukovo-doslidnyi ta proektnyi instytut stalevykh konstruksii im. V.M. Shymanovskoho. 2015. 77 s.

URL: [https://dbn.co.ua/\\_ld/12/1206\\_dstu\\_b\\_v2\\_6\\_200.pdf](https://dbn.co.ua/_ld/12/1206_dstu_b_v2_6_200.pdf)

13. DSTU EN 15011:2018 Krany vantazhopidiimalni. Mostovi ta kozlovi krany (EN 15011:2011 + A1:2014, IDT).

[http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=81171](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=81171)

14. DSTU EN 15011:2022 Krany vantazhopidiimalni. Mostovi ta kozlovi krany (EN 15011:2020, IDT).

URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=99169](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=99169)

15. DSTU EN 13001-3-3:2018 Krany vantazhopidiimalni. Zahalni polozhennia konstruiuvannia. Chastyna 3-3. Hranychni stany ta pereviriannia mitsnosti kontaktiv koleso/reika (EN 13001-3-3:2014, IDT).

URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=78260](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78260)

16. NPAOP 0.00-6.18-04 Poriadok provedennia tekhnichnoho ohliadu, vyprovuvannia ta ekspertnoho obstezhennia (tekhnichnoho diahnostuvannia) mashyn, mekhanizmiv, ustatkovannia pidvyshchenoi nebezpeky.

URL: <https://tinyurl.com/4a7zb8my>

17. NPAOP 0.00-1.80-18 Pravyla okhorony pratsi pid chas ekspluatatsii vantazhopidiimalnykh kraniv, pidiimalnykh prystroiv i vidpovidnoho obladnannia.

URL: <https://tinyurl.com/3jp5nt8r>

18. OMD 00120253.001-2005 Metodyka provedennia ekspertnoho obstezhennia (tekhnichnoho diahnostuvannia) kraniv mostovoho typu. [Chynnyi vid 2006-11-15]. Vyd. ofits. Kharkiv : Pidiomno-transportna akademiia nauk Ukrainy. 2006. 160 s.

URL: [https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/omd\\_00120253.001-2005.pdf](https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/omd_00120253.001-2005.pdf)

## **Література**

1. Якименко О.В. Технічна експлуатація будівель та споруд: навчальний посібник. Харків: нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М.Бекетова, 2019. 247 с.  
URL: <https://tinyurl.com/3jzn7srh>
2. Клименко Є.В. Технічна експлуатація та реконструкція будівель і споруд: навчальний посібник. Київ: центр навчальної літератури, 2004. 304 с.  
URL: [https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2016/Klimentko\\_2004\\_304.pdf](https://pdf.lib.vntu.edu.ua/books/2016/Klimentko_2004_304.pdf)
3. Звіт з обстеження, оцінки технічного стану, розробки рекомендаційних робочих креслень з відновлення технічного стану елементів будівельних конструкцій для подальшої безпечної експлуатації та паспортизації будівлі монтажно-збирального цеху, корпус 2. Кривий Ріг. Шифр 36.07.20/44.
4. Барашиков А. Я., Малишев О.М. Оцінювання технічного стану будівель та інженерних споруд: навчальний посібник. Київ: Основа, 2008. 320 с.  
URL: <https://library.knuba.edu.ua/node/572>
5. ДСТУ-Н Б В.1.2-18:2016 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України. 2017. 47 с.  
URL: [https://pdf.sop.zp.ua/standart\\_dstu-n\\_b\\_v\\_1\\_2-18\\_2016.pdf](https://pdf.sop.zp.ua/standart_dstu-n_b_v_1_2-18_2016.pdf)
6. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель та споруд. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України. 2018. 33 с.  
URL: <https://dreamdim.ua/wp-content/uploads/2018/12/DBN-V1214-2018.pdf>
7. ISO 2394 Загальні принципи надійності конструкцій.  
URL: <https://tinyurl.com/ytmu9ud7>
8. ISO 8930 Загальні принципи надійності конструкцій. Перелік еквівалентних термінів.  
URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=98223](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=98223)
9. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування. [Чинний від 2015-01-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України. 2014. 205 с.  
URL: <https://tinyurl.com/3nj6sat5>
10. ISO 3898 Основи проектування конструкцій. Нотатки. Загальні умовні позначки.  
URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=98499](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=98499)
11. ДСТУ-Н Б EN 1993-6:2012 Єврокод 3. Проектування сталевих конструкцій. Частина 6. Підкранові конструкції (EN 1993-6:2007, IDT). [Чинний від 2013-07-01]. Вид. офіц. Київ : Український науково-дослідний та проектний інститут сталевих конструкцій ім. В.М. Шимановського. 2013. 86 с.

URL: <https://tinyurl.com/bdzxtwj3>

12. ДСТУ Б В.2.6-200:2014 Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу. [Чинний від 2015-07-01]. Вид. офіц. Київ : Український науково-дослідний та проектний інститут сталевих конструкцій ім. В.М. Шимановського. 2015. 77 с.

URL: [https://dbn.co.ua/ld/12/1206\\_dstu\\_b\\_v2\\_6\\_200.pdf](https://dbn.co.ua/ld/12/1206_dstu_b_v2_6_200.pdf)

13. ДСТУ EN 15011:2018 Крани вантажопідіймальні. Мостові та козлові крани (EN 15011:2011 + A1:2014, IDT)

[http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=81171](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=81171)

14. ДСТУ EN 15011:2022 Крани вантажопідіймальні. Мостові та козлові крани (EN 15011:2020, IDT).

URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=99169](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=99169)

15. ДСТУ EN 13001-3-3:2018 Крани вантажопідіймальні. Загальні положення конструювання. Частина 3-3. Граничні стани та перевіряння міцності контактів колесо/рейка (EN 13001-3-3:2014, IDT).

URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=78260](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78260)

16. НПАОП 0.00-6.18-04 Порядок проведення технічного огляду, випробування та експертного обстеження (технічного діагностування) машин, механізмів, устаткування підвищеної небезпеки.

URL: <https://tinyurl.com/4a7zb8my>

17. НПАОП 0.00-1.80-18 Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання.

URL: <https://tinyurl.com/3jp5nt8r>

18. ОМД 00120253.001-2005 Методика проведення експертного обстеження (технічного діагностування) кранів мостового типу. [Чинний від 2006-11-151]. Вид. офіц. Харків: Підіймно-транспортна академія наук України. 2006. 160 с.

URL: [https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/omd\\_00120253.001-2005.pdf](https://zakon.isu.net.ua/sites/default/files/normdocs/omd_00120253.001-2005.pdf)