

УДК 621.87:338.517.2

**В.С. Добровольський,**

студент

ORCID: 0000-0001-9406-204X

**С.В. Матвієвський,**

канд. техн. наук, доцент

ORCID: 0000-0001-5458-3764

*Київський національний університет будівництва та архітектури, м. Київ*

## **ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ БАШТОВИХ КРАНІВ У БУДІВНИЦТВІ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДИНКІВ**

*Серед публікацій і досліджень, присвячених експлуатації баштових кранів та засобів механізації, проблема їх раціонального вибору та техніко-економічного аналізу експлуатації розкрита недостатньо повно. На основі проведеного комплексного дослідження баштових кранів українського та іноземного виробництва, порівняння технічних характеристик, ринкової вартості експлуатації та встановлених зв'язків між цими параметрами, були розроблені рекомендації щодо раціонального застосування кранів в залежності від умов будівництва. У роботі використовуються методи емпіричного та теоретичного дослідження. Матеріали дослідження отримано шляхом спостереження, вимірювання та вільного інтерв'ю. Отримана інформація та гіпотези авторів проаналізовані і сформовані у вигляді графічної моделі. Для дослідження було обрано моделі КБ-674(676) та Liebherr 280 EC-H12 Litronic. По даним технічного паспорту крану КБ-674(676) в характеристиках виявилось недостатньо інформації для прямого порівняння з аналогічними в Liebherr 280 EC-H12. У зв'язку з цим проведено спостереження за роботою крану КБ-674, що знаходиться на будівельному майданчику ЖК «Одеський бульвар», с. Новосілки. За результатами спостереження було виявлено залежність швидкості роботи крану від маси вантажу.*

*Вартість експлуатації баштових кранів прямо залежить від часу їх використання та умов їх експлуатації. Параметри баштових кранів, такі як їх висота, «ступінь новизни» та ін., прийматимемо однаковими для обох моделей. Базуючись на отриманих даних, складено спрощені формули розрахунку вартості експлуатації КБ-674 та Liebherr 280EC-H 12. За допомогою програмного комплексу Microsoft Excel, отримано результати розрахунку в табличній і графічній формах. В результаті нашого дослідження встановлено, що використання баштових кранів КБ-674(676) доцільно переважно при крупнопанельному будівництві будинків висотою не більше 80 м та на час робіт не більше 2,5 роки. Модель крану КБ-674 потребує подальшої модернізації експлуатаційних характеристик, адже різниця у складності завдань, для яких він був створений, і потребами сучасного будівництва поступово збільшується.*

**Ключові слова:** баштовий кран, висотне будівництво, вибір засобів механізації, техніко-економічний аналіз, ефективність експлуатації.

**Вступ.** Висотне будівництво – один з найрозповсюдженіших і найактуальніших видів будівництва, який є сьогодні тенденцією більшості світових мегаполісів та чіткою ознакою розвитку цивілізованих країн [7].

У зв'язку із зростанням вартості і зменшення кількості дільниць під забудову в межах міста, виникає потреба підвищення поверховості новобудов [1]. Як наслідок, виникає потреба в раціональному виборі засобів механізації для організації будівельного виробництва [8, 10]. І тут, у випадку висотного будівництва, неможливо оминати питання комплектації будівельного майданчика баштовими кранами та техніко-економічного порівняння експлуатації наявного парку моделей.

В радянські часи парк баштових кранів складався винятково із вітчизняної продукції. З тих пір і до сьогодні, залишається актуальною модель КБ-674 та його модифікації, особливо КБ-676. Сконструйований у 1960 році та досі присутній в продуктовому ряді Нікопольського кранобудівного заводу, цей механізм широко використовується у сучасному будівництві в країнах колишнього СРСР. І не дарма, адже КБ-674 підіймає вантажі 12,5 т. на висоту до 71 м., а версія КБ-676 – до 83 м.

Проте, за останні 10-15 років цей ринок заповнили моделі іноземного виробництва. Лідерські позиції сьогодні займають європейські та китайські компанії – Liebherr, Jaso, Potain, Zoomlion [3]. Вони значно випереджують в технологічності та якісних показниках «нашого» виробника. Але реальна ціна такого «апгрейду» залишається невідомою, адже ціни на баштові крани встановлюють самі виробники і, як правило, ситуаційно. Через це не завжди зрозуміло, варто збільшувати інтенсивність капітальних вкладень для використання імпоротної техніки чи це лише призведе до зайвих витрат?

**Аналіз досліджень і публікацій.** Серед публікацій і досліджень, присвячених експлуатації баштових кранів та засобів механізації, проблема їх раціонального вибору та техніко-економічного аналізу експлуатації розкрита недостатньо повно. Закордонні дослідники присвячують увагу в своїх роботах темам концептуального та технологічного характеру (VR-технології, дистанційне керування і т. д.), переважно, а на теренах країн колишнього радянського союзу взагалі робіт присвячених дослідженню питань ефективної експлуатації існуючого парку будь-якого виду будівельної техніки бракує [7, 8, 9].

**Постановка завдання.** Провести комплексне дослідження баштових кранів українського та іноземного будівництва, порівняти технічні характеристики, ринкову вартість експлуатації кранів (станом на лютий 2020 р.), дослідити залежність цих параметрів від умов будівництва та створити універсальну модель, яка б відображала у собі результати проаналізованих даних, демонструвала різницю порівнюваних варіантів та вказувала найраціональніший вибір в різних умовах будівництва.

**Методи досліджень.** У роботі використовуються методи емпіричного та теоретичного дослідження. Матеріали дослідження отримано шляхом спостереження, вимірювання та вільного інтерв'ю. Отримана інформація та гіпотези авторів були проаналізовані, сформовані у вигляді формул та відображені у графічній моделі.

**Основна частина.** Для дослідження було обрано моделі кранів КБ-674(676) та Liebherr 280 EC-H12 Litronic. Кран нікопольського виробництва є досить універсальним та, через те, популярним. Вибір моделі німецького крану

обґрунтований його показниками вильоту стріли та вантажопідйомності, адже вони практично співпадають із такими у КБ-674(676) (див. рис. 1. та рис. 2).

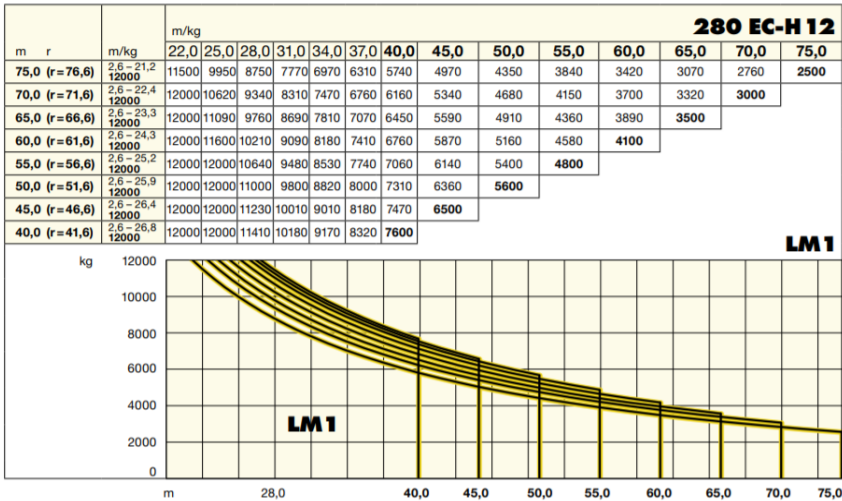


Рис. 1. Графік вантажопідйомності Liebherr 280 EC-N12 Litronic [4]

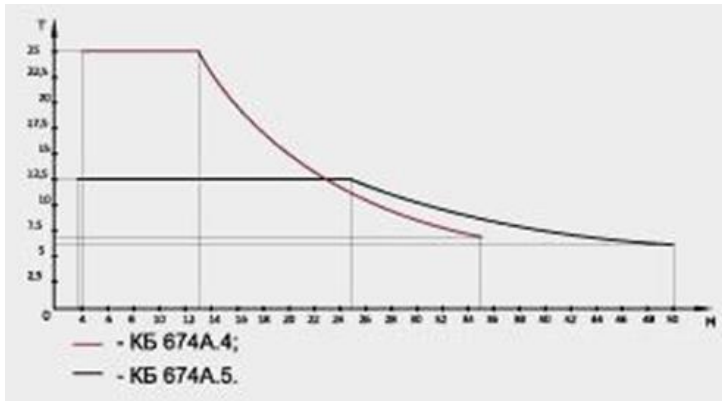


Рис. 2. Графік вантажопідйомності КБ-674(676) [5]

З усієї інформації, яка доступна в технічних характеристиках моделей, принципово відрізняється швидкість роботи кранів, підйому/опускання вантажів. По даним технічного паспорту крану КБ-674(676) в характеристиках виявилось недостатньо інформації для прямого порівняння з аналогічними в Liebherr 280 EC-N12 [5]. Німецький виробник дає зрозуміти швидкість підйому/опускання у вигляді графіку [4]. У зв'язку з цим було проведено спостереження за роботою крану, що знаходиться на будівельному майданчику ЖК «Одеський бульвар»,

с. Новосілки. За результатами спостереження було виявлено, що швидкість роботи крану залежить від маси вантажу. Результати спостереження занесено до табл. 1.

Таблиця 1

**Залежність швидкості від маси вантажу (авторська розробка)**

Маса вантажу, кг	800	1400	2400	2600	3150	3700	3900	4250	4800	5300	5600	5850	6500	6950	7600	8000
Шв.№1, м/хв	92	82	66	60	55	48	47	44	41	40	35	35	33	32	28	28
Шв.№2, м/хв	94	85	63	63	52	49	46	44	42	38	40	33	35	31	31	27
Шв.№3, м/хв	95	84	64	59	53	45	48	45	41	39	37	36	33	32	29	28

Маючи результати замірів, порівняємо швидкість Liebherr з КБ [4, 5].

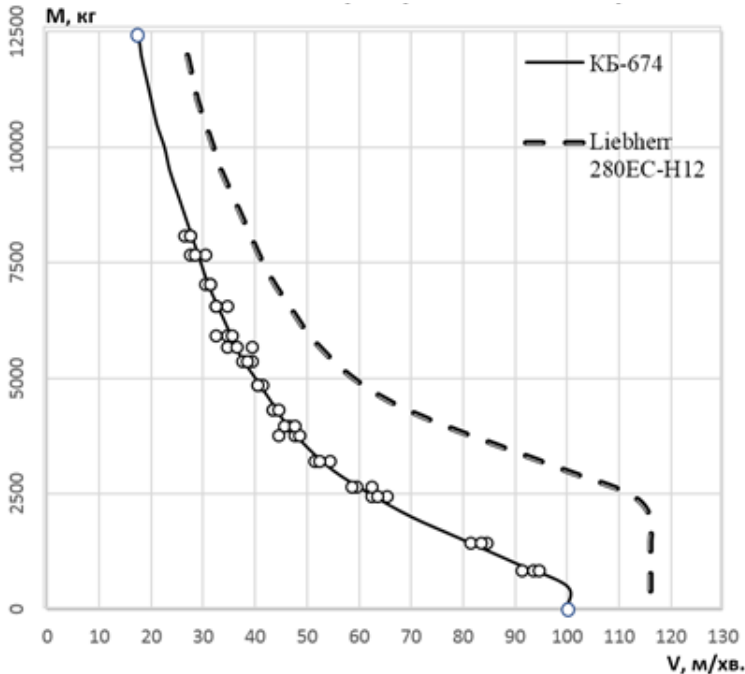


Рис. 3. Залежності швидкості від маси вантажу (авторська розробка) [4, 5]

Як відомо, велике значення у роботі крану має технологія, за якою зводиться будівля. На сьогоднішній день в українській масовій забудові переважає

монолітно-каркасне будівництво, а також крупнопанельне будівництво. Принциповою різницею між цими двома варіантами, з точки зору організації роботи крану, є маса вантажу, з якою він працює. Залізобетонні панелі в середньому важать приблизно в 2 рази більше, ніж типовий вантаж монолітно-каркасних будівель [3, 9]. На основі цього та отриманого графіку, ми можемо зробити висновок, що відносна різниця в швидкості роботи кранів буде змінюватись залежно від типу будівництва. Порівняння винесемо у табл. 2.

Таблиця 2

**Відносна різниця в швидкості роботи кранів (авторська розробка)[4][5]**

Монолітно-каркасне буд.				Крупнопанельне буд.			
Маса, кг	Шв. КБ, м/хв	Шв. Liebherr, м/хв	+ $\Delta t$ , %	Маса, кг	Шв. КБ, м/хв	Шв. Liebherr, м/хв	+ $\Delta t$ , %
5000	40.00	59	47.5	9000	25.00	35.5	42.0
4500	43.00	66	53.5	8500	26.50	37.5	41.5
4000	46.00	76	65.2	8000	28.00	39.5	41.1
3500	50.00	88	76.0	7500	29.50	41.5	40.7
3000	55.00	100	81.8	7000	31.00	44	41.9
2500	62.00	112	80.6	6500	33.00	47	42.4
2000	70.00	116	65.7	6000	35.00	50	42.9
сер. %			<b>67.2</b>	сер. %			<b>41.8</b>

Отримані результати говорять про те, що імпорتنі крани мають перевагу в обох випадках та однаковий обсяг роботи з КБ виконуватимуть швидше, проте ця швидкість відрізнятиметься залежно від поставленої задачі.

Вартість експлуатації баштових кранів прямо залежить від того, скільки часу ми їх використовуємо і що необхідно для їх роботи, та це питання комплексне і на поверхні воно не лежить. Вартість баштового крану залежить від таких показників, як його висота, новий чи б/в, відстань та умови транспортування, вартість монтажу і т. д.. Якщо кран купується б/в, то також додаються параметри втрати металу, року випуску, перевантажень і т. п., а якщо новий, то можлива ситуація потреби у спец. проект, що також збільшить витрати на кран [2]. Тому у нашому розрахунку фігуруватимуть числа, що основані на пропозиціях ринку б/в, середній вартості послуг профільних організацій та спеціалістів. Для певності нашого дослідження, питання ціноутворення було обговорено з фахівцями компанії «Liebherr» та «НКЗ», які залюбки поділилися деякою інформацією щодо ринку будівельної техніки. Параметри баштового крану, такі як їх висота, «ступінь новизни» та ін., прийматимемо однаковими для обох моделей. Варто позначити, що базова висота кранів на ринку складає 52 м, а крани Liebherr не потребують спеціального проекту при своїй висоті до 189 м, а КБ-674 та 676 – потребують після відмітки 83 м [6]. Вартість, станом на лютий 2020, приблизно наступна:

1) Вартість купівлі:

КБ-674 – 100000 \$ (до 83 м); 150000 \$ (83 м та вище); Liebherr 280EC-H 12 – 250000\$;

2) Вартість оренди:

КБ-674 – 2000 \$/міс. (до 83 м); Liebherr 280ЕС-Н 12 – 8000\$/міс.;

3) Вартість роботи кранівника та монтажників: 4000 \$/міс.;

4) Вартість обслуговування крану: приблизно однакова – 1000 \$/міс.;

5) Підвищення вартості крану при нарощенні (в середньому):

КБ-674 – 16000\$/10 м.(до 83 м); 19000 \$/10 м.:( 83 м та вище); Liebherr 280ЕС-Н 12 – 22000 \$/10 м.;

6) Підвищення вартості оренди нарощеного крану:

КБ-674 – 400\$/(10м.\*міс) (до 83 м); Liebherr 280ЕС-Н 12 – 600\$/(10м.\*міс)

Для складання спрощеної формули розрахунку вартості експлуатації кранів, передбачимо в ній порівняння вартості оренди та покупки крану та вибір найвигіднішого варіанту.

При перепродажу вартості кранів та їх секцій будуть нижчі за початкові, а сам процес принесе нам додаткові витрати. Тож, визначимо наші витрати при такому варіанті:

1. Вартість купівлі :

КБ-674 – 40000 \$ (до 83 м); 60000 \$ (83 м та вище); Liebherr 280ЕС-Н 12 – 100000\$;

2. Підвищення вартості крану при нарощенні (в середньому):

КБ-674 – 5000\$/10 м.(до 83 м); 8000 \$/10 м.:( 83 м та вище); Liebherr 280ЕС-Н 12 – 6000 \$/10 м.;

Базуючись на отриманих даних, складемо спрощені формули розрахунку вартості КБ-674 та Liebherr 280ЕС-Н 12:

$$P_{KB} = \begin{cases} \min ((2+4+1+(H-52)/10*0.4)*T_1; 40+(H-52)*5/10+ (4+1)*T_1), \text{ при } H < 83 \text{ м} \\ 60+(H-52)*8/10+ (4+1)*T_1, \text{ при } H \geq 83 \text{ м} \end{cases}$$

$$P_{LB} = \min ((8+4+1+(H-52)/10*0.6)*T_2; 100+(H-52)*6/10+ (4+1)*T_2) , \text{ при цьому}$$

$P_{KB}$  – вартість експлуатації КБ-674 (676), тис. дол.;

$P_{LB}$  – вартість експлуатації Liebherr 280ЕС-Н 12, тис. дол.;

$H$  – необхідна для роботи висота крану;

$T_1$  – тривалість роботи КБ-674(676) на об'єкті;

$T_2$  – тривалість роботи Liebherr 280ЕС-Н 12 на об'єкті.

При монолітно-каркасному буд.,  $T_2 = T_1/1,672$ , а крупнопанельн. -  $T_2=T_1/1,418$ .

За допомогою програмного комплексу Microsoft Excel, отримуємо результати розрахунку в табличній і графічній формах. Відмітимо в таблиці поля тих випадків, коли імпортований баштовий кран має перевагу.

Таблиця 3

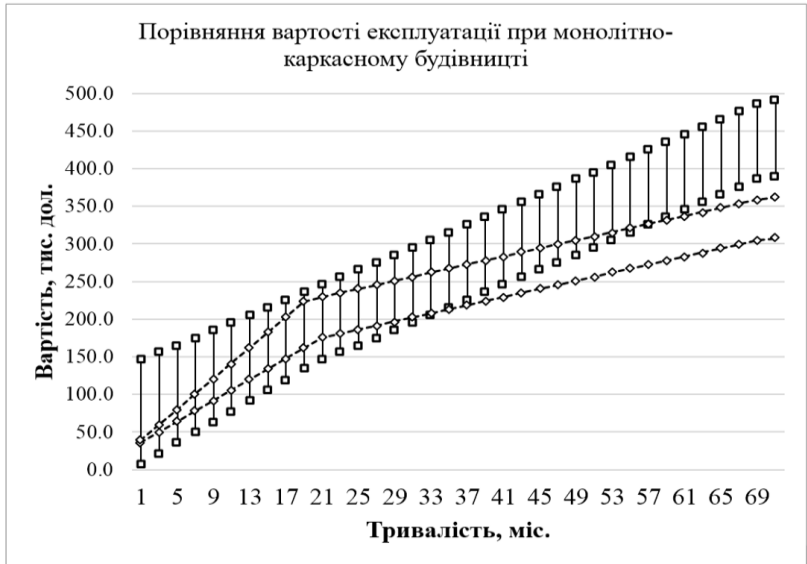
**Вартість експлуатації кранів в залежності від часу та висоти**

КБ-674(676) $T_1 \rightarrow$											
H↓	6	12	18	24	30	36	42	48	54	60	66
50	42	84	126	160	190	220	250	280	310	340	370
70	46.8	93.6	140	170	200	230	260	290	320	350	380
90	122	152	182	212	242	272	302	332	362	392	422
110	138	168	198	228	258	288	318	348	378	408	438
130	154	184	214	244	274	304	334	364	394	424	454
150	170	200	230	260	290	320	350	380	410	440	470
Liebherr, при моноліт.-карк. буд. $T_2 \rightarrow$											
H↓	3.6	7.2	10.8	14.4	17.9	21.5	25.1	28.7	32.3	35.9	39.5
50	46.7	93.3	140	171.8	<b>189.7</b>	<b>207.7</b>	<b>225.6</b>	<b>243.5</b>	<b>261.5</b>	<b>279.4</b>	<b>297.4</b>
70	51	101.9	152.9	183.8	201.7	<b>219.7</b>	<b>237.6</b>	<b>255.5</b>	<b>273.5</b>	<b>291.4</b>	<b>309.4</b>
90	<b>55.3</b>	<b>110.5</b>	<b>165.8</b>	<b>195.8</b>	<b>213.7</b>	<b>231.7</b>	<b>249.6</b>	<b>267.5</b>	<b>285.5</b>	<b>303.4</b>	<b>321.4</b>
110	<b>59.6</b>	<b>119.1</b>	<b>178.7</b>	<b>207.8</b>	<b>225.7</b>	<b>243.7</b>	<b>261.6</b>	<b>279.5</b>	<b>297.5</b>	<b>315.4</b>	<b>333.4</b>
130	<b>63.9</b>	<b>127.8</b>	<b>191.6</b>	<b>219.8</b>	<b>237.7</b>	<b>255.7</b>	<b>273.6</b>	<b>291.5</b>	<b>309.5</b>	<b>327.4</b>	<b>345.4</b>
150	<b>68.2</b>	<b>136.4</b>	<b>204.5</b>	<b>231.8</b>	<b>249.7</b>	<b>267.7</b>	<b>285.6</b>	<b>303.5</b>	<b>321.5</b>	<b>339.4</b>	<b>357.4</b>
Liebherr, при крупнопан. буд. $T_2 \rightarrow$											
H↓	4.2	8.5	12.7	16.9	21.2	25.4	29.6	33.9	38.1	42.3	46.5
50	55	110	163.5	184.6	205.8	226.9	<b>248.1</b>	<b>269.3</b>	<b>290.4</b>	<b>311.6</b>	<b>332.7</b>
70	60.1	120.2	175.5	196.6	217.8	238.9	260.1	<b>281.3</b>	<b>302.4</b>	<b>323.6</b>	<b>344.7</b>
90	<b>65.2</b>	<b>130.3</b>	187.5	<b>208.6</b>	<b>229.8</b>	<b>250.9</b>	<b>272.1</b>	<b>293.3</b>	<b>314.4</b>	<b>335.6</b>	<b>356.7</b>
110	<b>70.2</b>	<b>140.5</b>	199.5	<b>220.6</b>	<b>241.8</b>	<b>262.9</b>	<b>284.1</b>	<b>305.3</b>	<b>326.4</b>	<b>347.6</b>	<b>368.7</b>
130	<b>75.3</b>	<b>150.6</b>	<b>211.5</b>	<b>232.6</b>	<b>253.8</b>	<b>274.9</b>	<b>296.1</b>	<b>317.3</b>	<b>338.4</b>	<b>359.6</b>	<b>380.7</b>
150	<b>80.4</b>	<b>160.8</b>	<b>223.5</b>	<b>244.6</b>	<b>265.8</b>	<b>286.9</b>	<b>308.1</b>	<b>329.3</b>	<b>350.4</b>	<b>371.6</b>	<b>392.7</b>

Джерело: авторська розробка.

**Висновки.** В результаті нашого дослідження було виявлено, що використання баштових кранів КБ-674(676) доцільно переважно при крупнопанельному будівництві будинків висотою не більше 80 м та на час робіт не більше 2,5 років. В інших випадках, ту саму роботу зробить швидше і дешевше Liebherr 280EC-H 12.

Аналізуючи результати розрахунку, можна дійти висновку, що модель крану КБ-674 потребує подальшої модернізації експлуатаційних характеристик. Баштовий кран, який розроблений 60 років тому, сьогодні з труднощами витримує конкуренцію з «іноземцями», адже відрив складності між задачами, для яких він був створений, і потребами сучасного будівництва все збільшується.



KB-674 –  - Н = 150 м  
 - Н = 50 м ; Liebherr 280EC-H12 –  - Н = 150 м  
 - Н = 50 м

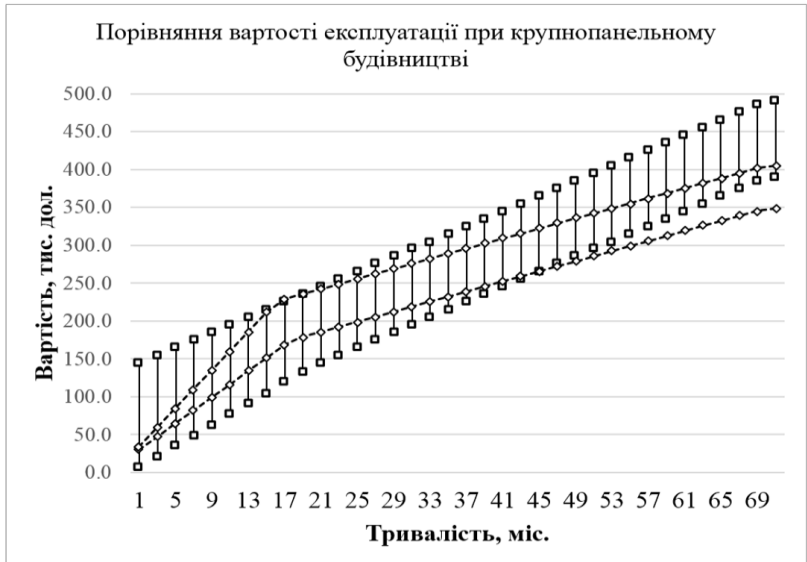


Рис. 4, 5. Вартість експлуатації кранів в залежності від часу та висоти при монолітно-каркасному та крупнопанельному буд. (Джерело: авторська розробка)



В подальших дослідженнях необхідно звернути увагу на достовірність вихідних даних для обґрунтування ефективності обраних варіантів механізації робіт. Збираючи все більше інформації, стане можливим створення системи подібних аналітично-розрахункових модулів, що будуть поєднані між собою та включатимуть у свій розрахунок значно більше факторів. Отримана система зможе миттєво аналізувати прийняті рішення, порівнювати їх між собою і навіть пропонувати свої, користуючись такими інструментами, як «Пошук рішень» в Microsoft Excel, наприклад.

#### **Список літератури:**

1. Висотні будівлі. Основні положення: ДБН В.2.2-41:2019. – [Чинний від 2020-01-01]. – Київ: Мінрегіон України, 2019. – С. 1-37.
2. Правила визначення вартості будівництва: ДСТУ Б Д.1.1-1:2013 – [Чинний від 2014-01-01]. – Київ: Мінрегіон України, 2013. – с. 9-50 (Національний стандарт України).
3. Ловейкін В.С. Оптимізація режиму зміни вильоту і підйому вантажу баштового крана: монографія. / Ловейкін В.С., Ромасевич Ю.О., Шумілов Г.В.– Київ: ЦП «КОМПРИНТ», 2013. – С. 5-21.
4. Характеристики вироблюваної будівельної техніки [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Біберах-ан-дер-Ріс: Liebherr-International Deutschland GmbH, 1998-2020. – Режим доступу: [www.liebherr.com/](http://www.liebherr.com/) (дата звернення 20.02.2020) – Назва з екрана.
5. Баштовий кран КБ-674 [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Київ: БООКП, 2001-2013. – Режим доступу: <http://kranplus.com.ua/> (дата звернення 20.02.2020) – Назва з екрана.
6. Сервіс оцінки будівельних машин LECTURA Analytics [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. – Електронні дані. – Нюрнберг : LECTURA GmbH Verlag, 1984-2019. – Режим доступу: <https://lectura-analytics.com> (дата звернення 20.02.2020). – Назва з екрана.
7. Паркер М. Tower Cranes and Organization Studies / Паркер М.// Organization Studies – 2017. – Вид. 7. – С. 989-1004.
8. From the Point of a Tower Crane Operator's View: Use of an Eye-Tracker in Construction Sites: праці конф. екон. та проект. [“Proceedings of The 2nd Asian Conference on Ergonomics and Design”]/ Улутас Б. Х., Озкен. Н. Ф. – Сеул: ЕОУ, 2017. – С. 616-617.
9. Ловейкін В. Аналіз динаміки зміни вильоту вантажа баштового крана. / Ловейкін В. С., Ромасевич Ю. О., Стехно О. В. – Київ: НУПІБУ, 2018 – С.76-82.
10. Амір Т. A Real-time Crane Service Scheduling Decision Support System (css-dss) For Construction Tower Cranes : дис. доктора філ./ Амір Торк. – Орландо, 2013 – С. 105-108.

#### **References:**

1. *Visotni budivli. Osnovni polojenia.* [High-rise buildings. Main provisions]. (2019). DBN V.2.2-41:2019. Minregion Ukraine. Kyiv. Ukraine.
2. *Pravila viznachenia vartosti budivnictva.* [Rules for determining the cost of construction]. (2013). DSTU B D.1.1-1:2013. Minregion Ukraine. Kyiv. Ukraine.
3. Loveikin, V.S., Romasevych, Yu.O., Shumilov, H.V. (2013). *Optyimizatsiya rezhymu zminy vyl'otu i pidyomu vantazhu bashtovoho kрана.* [Tower crane regimes of lifting and derricking optimization]. NULES of Ukraine. TsP «KOMPRINT».

4. Liebherr-International Deutschland GmbH (1998-2020) “Characteristics of construction machinery”, [www.liebherr.com](http://www.liebherr.com) (from 20.02.2020)

5. BOOOKP (2001-2013). “Tower crane KB-674”, <http://kranplus.com.ua/> (from 20.02.2020)

6. LECTURA GmbH Verlag (1984-2019), “LECTURA Analytics”, <https://lectura-analytics.com> (from 20.02.2020)

7. Parker, M. (2017). “Tower Cranes and Organization Studies”, *Organization Studies*, 38(7), 989-1004

8. Berna H. Ulutas, N.Firat Ozkan (2017). “From the Point of a Tower Crane Operator's View: Use of an Eye-Tracker in Construction Sites”, *Proceedings of The 2nd Asian Conference on Ergonomics and Design 2017*, 16, 616-617.

9. Loveikin, V.S., Romasevych, Yu.O., Stekhno, O.V. (2018). “Analysis of dynamics of luffing cargo crane tower”, *NULES of Ukraine, TsP «KOMPRINT»*. 76-82.

10. Tork, Amir (2013). “A Real-time Crane Service Scheduling Decision Support System (css-dss) For Construction Tower Cranes”, *Electronic Theses and Dissertations*. 2799, 105-108.

***В.С. Добровольский, С.В. Матвиевский***

***Эффективность использования башенных кранов в строительстве многоэтажных домов***

*Среди публикаций и исследований, посвященных эксплуатации башенных кранов и средств механизации, проблема их рационального выбора и технико-экономического анализа эксплуатации раскрыта недостаточно. На основании проведенного комплексного исследования башенных кранов украинского и иностранного производства, сравнения технических характеристик, рыночной стоимости эксплуатации и установленных связей между этими параметрами, были разработаны рекомендации по рациональному применению кранов в зависимости от условий строительства. В работе используются методы эмпирического и теоретического исследования. Материалы исследования получены путем наблюдения, измерения и свободного интервью. Полученная информация и гипотезы авторов проанализированы и сформированы в виде графической модели. Для исследования были выбраны модели KB-674 (676) и Liebherr 280 EC-H12 Litronic. По данным технического паспорта крана KB-674 (676) в характеристиках оказалось недостаточно информации для прямого сравнения с аналогичными в Liebherr 280 EC-H12. В связи с этим проведено наблюдение за работой крана KB-674, что находится на строительной площадке ЖК «Одесский бульвар», с. Новоселки. По результатам наблюдения установлено зависимость скорости работы крана от массы груза.*

*Стоимость эксплуатации башенных кранов напрямую зависит от времени их использования и условий их эксплуатации. Параметры башенных кранов, такие как их высота, «степень новизны» и др., приняты одинаковыми для обеих моделей. Основываясь на полученных данных, составлены упрощенные формулы расчета стоимости эксплуатации KB-674 и Liebherr 280EC-H 12. С помощью программного комплекса Microsoft Excel, получены результаты расчета в табличной и графической формах. В результате нашего исследования было установлено, что использование башенных кранов KB-674 (676) целесообразно преимущественно при крупнопанельном строительстве зданий высотой не более 80 м и на время работ не более 2,5 лет. Модель крана KB-674 нуждается в дальнейшей модернизации эксплуатационных характеристик, так как разница в*

сложности задач, для которых он был создан, и потребностями современного строительства постепенно увеличивается.

**Ключевые слова:** башенный кран, высотное строительство, выбор средств механизации, технико-экономический анализ, эффективность эксплуатации.

**V.S. Dobrovolskyi, S.V. Matvyevskyi**

***Efficiency of using tower cranes in the construction of multi-storey buildings***

Among publications and studies on the exploitation of tower cranes and mechanization, the problem of their rational choice and a techno-economic analysis of the exploitation is not disclosed sufficiently. Based on a comprehensive study of tower cranes of Ukrainian and foreign production, a comparison of technical characteristics, market value of exploitation and established relationships between these parameters, recommendations were developed on the rational use of tower cranes depending on the construction conditions. The work uses empirical and theoretical research methods. The research materials were obtained by observation, measurement and unstructured interview (knowledge transfer interview). The obtained information and hypotheses of the authors were analyzed and formed in the graphic model. For the study, the KB-674 (676) and Liebherr 280 EC-H12 Litronic models were selected. According to the technical passport of the KB-674 (676) tower crane, the specifications did not have enough information for comparison with similar ones in the Liebherr 280 EC-H12. In this regard, the operations of the KB-674 crane located at the construction site of the residential complex "Odessa Boulevard", v. Novoselki were explored and studied. According to the results of the observation, the dependence of the hoist speed on the mass of the load was revealed.

The cost of exploiting tower cranes directly depends on the time of their use and the conditions of their exploitation. The parameters of the tower crane, such as their height, "degree of novelty", etc., are accepted the same for both models. Based on the data obtained, simplified formulas for calculating the cost of exploitation of KB-674 and Liebherr 280 EC-H 12 were compiled. Using the Microsoft Excel software package, we obtain the calculation results in tabular and graphical forms. As a result of our research, it was found that the use of tower cranes KB-674 (676) is advisable mainly for building large-panel type construction with a height of not more than 80 m and for the duration of work no more than 2.5 years. The KB-674 crane model needs further modernization of operational characteristics, because of the gradually growing in complexity of the purposes it was created for and demands of modern construction is growing.

**Keywords:** tower crane, high-rise construction, choice of mechanization, technical and economic analysis, operational efficiency.

**Посилання на статтю**

**APA:** Dobrovolskyi, V.S. & Matvyevskyi, S.V. (2020). Efficiency of using tower cranes in the construction of multi-storey buildings. *Shliakhy pidvyshchennia efektyvnosti budivnytstva v umovakh formuvannia rynkovykh vidnosyn*, 45, 91-101.

**ДСТУ:** Добровольський В.С. Ефективність використання баштових кранів у будівництві багатоповерхових будинків [Текст] / В.С. Добровольський, С.В. Матвієвський // Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин. – 2020. – № 45. – С. 91-101.