

## ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

УДК 624.131

**ФАКТИЧНА ЗМІННА ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ПРОДУКТИВНІСТЬ І  
ВАРТІСТЬ МОНТАЖУ БАШТОВОГО КРАНА ТА ПОРІВНЯННЯ ЇХ  
З НОРМАТИВНИМИ**

**ФАКТИЧЕСКАЯ СМЕННАЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННАЯ  
ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ И СТОИМОСТЬ МОНТАЖА  
БАШЕННОГО КРАНА И СРАВНЕНИЕ ИХ С НОРМАТИВНЫМИ**

**ACTUAL VARIABLE OPERATING PRODUCTIVITY AND COST OF  
TOWING CRANE INSTALLATION AND COMPARING THEM WITH  
REGULATORY**

**Бабіч Є. Є., к.т.н., доцент, Гомон П. С., к.т.н., доцент, Лашівський В. В., к.т.н., доцент, Поляновська О. Є., к. т. н., Павловець І. Р., студентка, Кондратюк О. Р., студентка, (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)**

**Бабич Е. Е., к.т.н., доцент, Гомон П. С., к.т.н., доцент, Лашивский В. В., к.т.н., доцент, Поляновская Е. Е., к. т. н., Павловец И. Р., Кондратюк О. Р. (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)**

**Babich Ye.Ye., Candidate of technical sciences, associate professor, Homon P.S., candidate of technical sciences, associate professor, Lashchivskiy V.V., candidate of technical sciences, associate professor, Polianovska O. Ye., candidate of technical sciences, Pavlovets I.R. student, Kondratiuk O.R. student, (National University of Water and Environmental Engineering, Rivne)**

Проводиться порівняння фактичної змінної експлуатаційної продуктивності та вартості монтажу баштового крана з нормативною. При визначенні фактичної змінної експлуатаційної продуктивності баштового крана визначались: необхідна висота підйому крюка; підбирався кран; тривалість робочого циклу без суміщення і при суміщенні операцій; змінна продуктивність крана при суміщеному і несуміщеному циклах; ефективність суміщення операцій при роботі баштового крана.

При визначенні фактичної змінної експлуатаційної вартості монтажу крану визначались: кошторисну собівартість монтажу конструкцій;

питомі капітальні вкладення на придбання монтажних кранів; приведені витрати монтажу конструкцій. Отримані результати порівнювались з нормативними показниками.

Проводится сравнение фактической переменной эксплуатационной производительности и стоимости монтажа башенного крана с нормативной. При определении фактической переменной эксплуатационной производительности башенного крана определялись: необходимая высота подъема крюка; подбирался кран продолжительность рабочего цикла без совмещения и при совмещении операций; сменная производительность крана при совмещенном и несовмещенные циклах; эффективность совмещения операций при работе башенного крана.

При определении фактической переменной эксплуатационной стоимости монтажа крана определялись: сметную себестоимость монтажа конструкций; удельные капитальные вложения на приобретение монтажных кранов; приведенные затраты монтажа конструкций. Полученные результаты сравнивались с нормативными показателями.

**Tower crane - a rotary jib crane with an arrow attached to the top of a vertically located tower.**

**The main purpose of the tower crane is to service the territory of construction sites of buildings and structures, warehouses, landfills, loading and unloading of transport materials - during construction and installation and loading and unloading operations.**

**Prefabricated structural elements of the building are mounted by a crane and one structure is lifted and installed in one cycle.**

**The process of installation of floor slabs during the construction of a 9-storey building is investigated in the work.**

**It is conducted a comparison of the actual variable operational productivity and the cost of a tower crane installing with the normative indicators. While determining the actual variable operating capacity of the tower crane it was determined: the required lifting height of the hook; the crane was selected; the length of a working cycle without combination and at combination of operations; variable productivity of the crane at the combined and incompatible cycles; efficiency of combination of operations at work of the tower crane. While determining the actual variable operating cost of the crane installation was determined: estimated cost of installation of structures; specific capital investments for the purchase of assembly cranes; the reduced costs of installation of structures. The obtained results were compared with normative indicators.**

The actual variable operating capacity and the cost of installing a tower crane were lower than the normative values. That is, regulatory indicators are adopted with a significant margin.

The combination of operations and the height of installation during the operation of the tower crane significantly affect the cost of installation of structures.

### Ключові слова.

Фактична змінна експлуатаційна продуктивність крана, вартість монтажу, тривалість монтажу, кошторисна собівартість, приведені витрати.

Фактическая сменная эксплуатационная производительность крана, стоимость монтажа, продолжительность монтажа, сметная стоимость, приведенные затраты.

Actual variable operating productivity of the crane, installation cost, installation time, estimated cost and reduced costs.

## 1. Визначення фактичної змінної експлуатаційної продуктивності баштового крана

1. При визначенні фактичної змінної експлуатаційної продуктивності баштового крана потрібно: визначити необхідну висоту підйому крюка; вибрати кран; визначити тривалість робочого циклу без суміщення і при суміщенні операцій; визначити змінну продуктивність крана при суміщеному і несуміщеному циклах; визначити ефективність суміщення операцій при роботі баштового крана [1].

1.1. Знаходимо висоту підйому крюка (рис.1, табл.1), м, при влаштуванні плити перекриття:

$$H = h_1 + h_2 + h_3 + h_4, [1]$$

де  $h_1$  – задана висота рівня монтажу;

$h_2$  – висота підйому вантажу над рівнем монтажу (з вимог техніки безпеки  $h_2 = 2,5 \dots 3,0$  м), приймаємо  $h_2 = 2,5$  м;

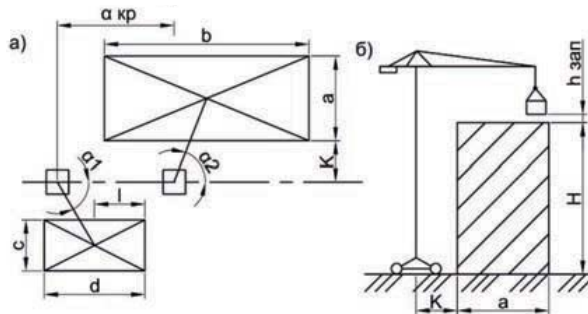


Рис. 1. Розрахункова схема баштового крана. а – план, б - фасад

Таблиця 1

## Експлуатаційні показники

Маса вантажу, Q, т	Висоти, м				Тривалість ручних операцій, хв			Кут повороту крана, град	Довжина переміщення крана, м
	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$t_1$	$t_6$	$t_7$		
2,72	25	2,5	0,22	1,53	0,6	8,	0,55	35	15

$h_3$  – висота виробу, для плит перекриття висота складає  $h_3=0,22$  м;

$h_4$  – висота вантажозахватних пристроїв (строп або траверс), м;  $h_4=0,8 \dots 2,2$  м. Прийнятий чотирьохвітковий строп 4СК,  $h_4=1,53$  м.

2. За визначеною висотою підйому крюка ( $H, м$ ) і масою вантажу ( $Q, т$ ), користуючись технічними характеристиками баштових пересувних кранів (див. табл. 2) вибираємо баштовий кран КБ-160.2.

3. Визначаємо тривалість робочого циклу крана без суміщення і при суміщенні операцій.

Таблиця 2

## Технічні характеристики баштових пересувних кранів

Параметри	КБ-160.2	КБ-308	КБ-103	КБ-503А	КБ-405
Вантажопідйомність, т	5...8	3,2...8	4,5...8	7,5...10	4,8...8
Виліт, м	13...25	4,5...25	5,5...30	1,5...35	16...30
Виліт при максимальній вантажопідйомності, м	13	4,5	5,5	1,5	11
Максимальний вантажний момент, кНм	1600	1000	1125	2800	1350
Висота підйому, м	41...55	32,5...42	41...57,5	53...67,5	54...70
Швидкість, $10^{-2} м/с$ підйому та опускання	33; 66	30; 60	37	50	37
Посадки	6,7	8; 4	8	5	8
пересування крана	32,8	30	33	20	33
пересування вантажної		27; 13,3	25	11,5; 6	
Частота обертання, $хв^{-1}$	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Маса крана, т:	79,5	84	80,5	145	107,2
загальна конструктивна	49,5	38	50,5	90	51,2

3.1. При роботі без суміщення операцій робочий цикл крана дорівнює сумі часу всіх операцій:

$$t_u = \sum t_i, \quad t_u = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11} \quad (1)$$

3.2. Для збільшення продуктивності крана деякі операції можна суміщати (наприклад, підйом і переміщення вантажу, переміщення крана і опускання гака). В такому випадку, обчислюючи тривалість робочого циклу, враховують час більш тривалої операції з тих, які суміщаються:

$$t_u^c = t_1 + t_2(t_3) + t_4 + t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10}(t_{11}). \quad (2)$$

Тривалість робочого циклу складається з часу на:  $t_1$  – стропування виробу;  $t_2$  – підйом даного виробу до потрібного рівня;  $t_3$  – поворот стріли крана;  $t_4$  – переміщення крана по рейках;  $t_5$  – опускання вантажів до рівня монтування;  $t_6$  – утримання елемента, який монтується, під час установлення і його закріплення;  $t_7$  – розстропування встановлених елементів;  $t_8$  – підйом крюка вантажопідйомним пристосуванням над рівнем монтування;  $t_9$  – повернення стріли у вихідне положення;  $t_{10}$  – зворотне переміщення крана;  $t_{11}$  – опускання крюка.

Тривалість ручних операцій  $t_1, t_6, t_7$  треба приймати за типовими даними, а тривалість інших операцій вираховують приблизно, при постійності швидкостей робочих рухів крана, не враховуючи періодів розгону і гальмування.

Тривалість підйому вантажу складає:

$$t_2 = 60 \frac{h_1 + h_2}{V_n}, \quad (3)$$

де  $V_n$  – швидкість підйому (табл.2).

Час повороту стріли крана:

$$t_3 = \frac{\alpha}{6n}, \quad (4)$$

де  $\alpha$  – робочий кут повороту крана (див. табл. 1);

$n$  – частота обертання крана (див. табл. 2).

Середній робочий кут повороту знаходимо за схемою робочої зони крана (рис.1 графічним способом або аналітичним способом за формулою)

$$\alpha_{cp} = \alpha_1 + \alpha_2 = \arcsin((K + c\sqrt{2})/R) + \arcsin((K + a\sqrt{2})/R) \quad (5)$$

де  $R$  – розрахунковий виліт стріли.

Тривалість пересування крана по рейках:

$$t_4 = 60 \frac{L}{V}, \quad (6)$$

де  $L$  – довжина шляху пересування крана (табл. 2);

$V$  – швидкість пересування крана (табл. 2).

Середня відстань пересування крана,  $m$ , (рис.1) дорівнює відстані між центрами робочих зон складу і визначаємо її графічним способом або аналітично за формулою

$$L_{кр} = (b + d)/2 - l + R (\cos\alpha_1 - \cos\alpha_2) \quad (7)$$

Час, який витрачений на опускання вантажу до рівня монтажу:

$$t_5 = 60 \frac{h_2}{V_{on}}, \quad (8)$$

де  $V_{on}$  – швидкість опускання вантажу (табл. 2).

Тривалість підйому крюка зі стропами над рівнем монтажу:

$$t_8 = 60 \frac{h_2}{V_n}. \quad (9)$$

де  $V_n$  – швидкість підйому вантажу (табл. 2).

Тривалість опускання вантажу:

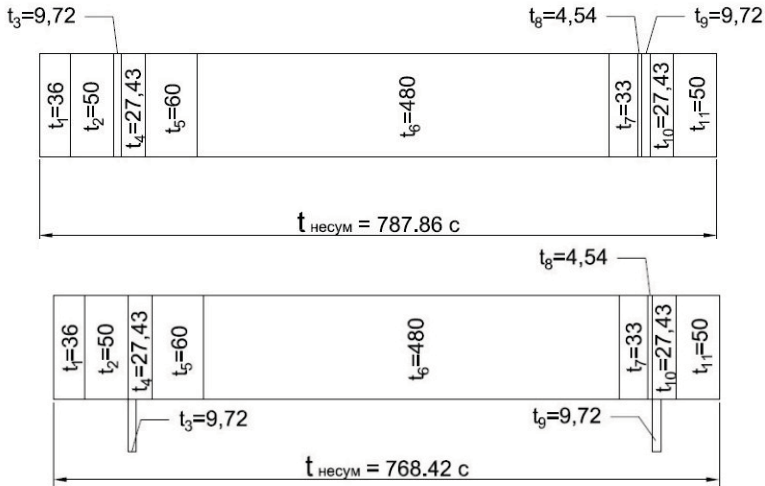
$$t_{11} = 60 \frac{h_1 + h_2}{V_n}, \quad (10)$$

де  $V_n$  – швидкість опускання (табл. 2).

Тривалість інших операцій складає:

$$t_9 = t_3; t_{10} = t_4. \quad (11)$$

3.3. Обчислені схеми тривалості несуміщеного та суміщеного робочих циклів крана ілюструються схемами (рис.2).



а – без суміщення операцій; б – при суміщенні операцій. Масштаб 1 см – 1 хв.

Рис. 2.Схеми побудови робочого циклу крана

4. Визначаємо фактичну змінну продуктивність крана при суміщеному і несуміщеному циклах.

4.1. Визначаємо фактичну змінну експлуатаційну продуктивність крана при проведенні робіт без суміщення операцій,  $t/зміну$ :

$$П_{змін} = \frac{3600}{t_{ц}} \cdot K_B \cdot K_{ван} \cdot Q \cdot T_{зм} \quad (12)$$

де  $Q$ - маса вантажу, т;

$K_B$  – коефіцієнт використання крана за часом протягом зміни, пов'язаний з технічним обслуговуванням та плановими ремонтами крана, рівний ( $K_B = 0,82 \dots 0,88$ );

$K_{ван}$  – коефіцієнт використання крана по вантажопідйомності,  $K_{ван} = 0,8$ ;

$T_{зм}$  – нормативна тривалість робочої зміни (8 год).

4.2. Визначаємо фактичну змінну експлуатаційну продуктивність крана при проведенні робіт з суміщенням операцій,  $t/зміну$ :

$$П_{змін}^c = \frac{3600}{t_{ц}^c} \cdot K_B \cdot K_{ван} \cdot Q \cdot T_{зм} \quad (13)$$

Коефіцієнт використання крана за вантажопідйомністю визначаємо за формулою

$$K_{ван} = G / Q \quad (14)$$

де  $G$  – маса елемента, що монтується, т;

$Q$  – вантажопідйомність крана при вибраному вильоті стріли, т.

Коефіцієнт  $K_{ван}$  характеризує ступінь завантаження крана при підніманні заданого вантажу у конкретних умовах його роботи.

5. Визначаємо ефективність суміщення операцій при роботі крана, яка характеризується підвищенням його продуктивності при виконанні робіт

$$E = \frac{П_{змін}^c - П_{змін}}{П_{змін}} \cdot 100\% \quad (15)$$

За аналогічною методикою проводимо розрахунки при монтажі плит перекриття на різних поверхах, а саме: над підвалом – відмітка - 1,00 м, на другому поверсі – відмітка - 4,00 м, на третьому поверсі – відмітка - 7,00 м, на четвертому поверсі – відмітка - 10,00 м, на п'ятому поверсі – відмітка - 13,00 м, на шостому поверсі – відмітка - 16,00 м, на сьомому поверсі – відмітка - 19,00 м, на восьмому поверсі – відмітка - 22,00 м, на дев'ятому поверсі – відмітка - 25,00 м.

Отримані значення результатів розрахунків заносимо у таблицю 3.

**Порівняння змінної експлуатаційної вартості монтажу крану з нормативною**

Економічна ефективність монтажних кранів проводиться по величині і питомих приведених витрат на 1,0 т змонтованих конструкцій. Приведені витрати монтажу конструкцій враховують:

Таблиця 3

## Результати розрахунків

Відмітка монтажу, м	1,0	4,0	7,0	10,0	13,0	16,0	19,0	22,0	25,0
Розрахункова висота підйому крюка крана, м	5,25	8,25	11,2	14,2	17,2	20,2	23,2	26,2	29,2
Тривалість операцій, с	t1	36	36	36	36	36	36	36	36
	t2	6,36	11,8	17,2	22,7	28,1	33,6	39,0	44,5
	t3	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72
	t4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4
	t5	60	60	60	60	60	60	60	60
	t6	480	480	480	480	480	480	480	480
	t7	33	33	33	33	33	33	33	33
	t8	4,54	4,54	4,54	4,54	4,54	4,54	4,54	4,54
	t9	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72	9,72
	t10	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4	27,4
	t11	6,36	11,8	17,2	22,7	28,1	33,6	39,0	44,5
Тривалість циклу при роботі без суміщення операцій, с	700	711	722	733	744	755	766	776	787
з суміщення операцій, с	681	692	702	713	724	735	746	757	768
Експлуатаційна продуктивність без суміщення операцій, т/зміну	70,6	69,5	68,5	67,5	66,5	65,5	64,6	63,7	62,8
з суміщення операцій, т/зміну	72,6	71,5	70,4	69,3	68,3	67,2	66,3	65,3	64,4
Ефективність суміщення операцій, %	2,85	2,80	2,76	2,72	2,68	2,64	2,60	2,56	2,53
Нормативний час роботи крана при монтажі плит перекриття, [3], с	1263	1263	1263	1263	1263	1263	1263	1263	1263

- кошторисна собівартість монтажу конструкцій;
- питомі капітальні вкладення на придбання кранів;
- вартість переобладнання баштових кранів.

Приведені витрати монтажу конструкцій визначаємо за формулою:

$$B_{\text{пр}} = B_{\text{монт}} + E_{\text{н}} \times K_{\text{мех}} + B_{\text{перебаз}}, \quad (16)$$



де  $B_{\text{монт}}$  - кошторисна собівартість монтажу конструкцій;

$K_{\text{мех}}$  - капітальні вкладення на придбання кранів;

$B_{\text{перебаз}}$  - вартість перебазування баштових кранів (вартість перебазування інших видів кранів відразу врахована у вартості експлуатації 1 маш.-год. кранів згідно додатку [4], стр. 94-151.)

Основні показники техніко-економічного порівняння кранів:

- тривалість монтажних робіт;
- трудомісткість монтажу конструкцій;
- кошторисна собівартість монтажу конструкцій;
- питомі капітальні вкладення на придбання кранів;
- приведені витрати монтажу конструкцій.

Отримані дані можна наглядно представити на рисунку 3.

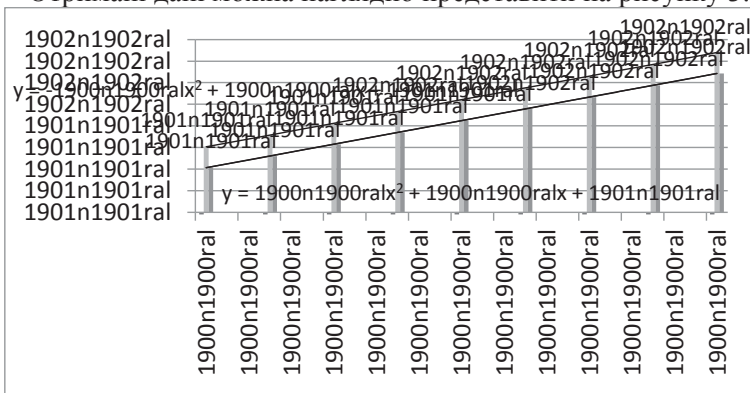


Рис. 3. Тривалість циклу при роботі крана без суміщення та з суміщенням операцій, с

**Описання прийнятих до розгляду варіантів механізмів.** В нашому випадку ми розглядаємо варіант монтажу залізобетонних плит. Вага однієї плити 2,72 т, витрата бетону – 1,088 м<sup>3</sup>.

Для монтажу конструкцій підбираємо за технічними параметрами кран, вантажопідйомністю до 8,0 т шифр СН202-128 вартість експлуатації такого крану складає 572,50 грн.

**Кошторисна собівартість монтажу конструкцій:**(без вартості матеріалів та конструкцій )визначаємо за формулою:

$$B_{\text{монт.}} = B_{\text{ек.кр.}} = B_{\text{маш.год.}} \cdot t_{\text{необх}} \quad (17)$$

**Капітальні вкладення на придбання механізмів.** Капітальні вкладення на придбання монтажних засобів (кранів) або механізмів для виконання монтажних робіт визначають за виразом:

$$K_{\text{мех}} = C_{\text{б}} \cdot t_{\text{необ}} / t_{\text{з}}^n, \quad (18)$$

де  $C_{\text{б}}$  – балансова вартість монтажних засобів (кранів), грн.; додаток 22[4].

$t_{необ}$  – необхідний час роботи крану на будівельному майданчику, маш-год.;

$t_p^н$  – нормативний час роботи крану на протязі року(середньорічнийнаробіток), маш-год., додаток 1 стр.305 [4]

Балансова вартість крану для монтажу конструкцій складає

$$Ц = B_B \times K_{Т.М.}, \quad (19)$$

де  $B_B$  - відпускна вартість крану згідно прайс-листів;додаток 22 [4].

$K_{Т.М.} = 1,07$  - коефіцієнт, що враховує витрати на перевезення та монтаж крану від заводу- постачальника до будівельного майданчика.

Таблиця 4

Вартість монтажу конструкцій краном

Поточна вартість монтажу конструкцій краном вантожопідемністю 8 т, при:									
Відмітка монтажу, м	1,0	4,0	7,0	10,0	13,0	16,0	19,0	22,0	25,0
Вартість цикла роботи крана без суміщення операцій, грн	111,41	113,15	114,88	116,62	118,35	120,09	121,82	123,56	125,29
Вартість цикла роботи крана з суміщенняоперацій,грн	108,32	110,06	111,79	113,53	115,26	117,00	118,73	120,47	122,20
Експлуатаційна продуктивність крана без суміщення операцій, грн/т	11,24	11,07	10,90	10,74	10,58	10,43	10,28	10,13	99,9
Експлуатаційна продуктивність крана з суміщенняоперацій, грн/т	11,56	11,38	11,20	11,03	10,86	10,70	10,55	10,39	10,24
Нормативному часу роботи для монтажу плит перекриття визначеного за [3], грн	200,85	200,85	200,85	200,85	200,85	200,85	200,85	200,85	200,85

Балансова вартість баштового крану вантажопідйомністю до 5 т:

$$Ц = 3100000 \times 1,07 = 3317000 \text{грн.}$$

Тоді капітальні вкладення на придбання баштового крану вантажопідйомністю до 5 т для монтажу залізобетонних плит перекриття складатиме:

$$K_{башт} = 3317000 \cdot t_{необ} / 3000, \quad (20)$$

$t_{необ}$  - тривалість роботи гусеничного крану при монтажі однієї плити

Техніко-економічна оцінка обраних для монтажу конструкцій механізмів – кранів проводиться за приведеними витратами.

Таблиця 5

## Капітальні вкладення на придбання монтажних кранів

Капітальні вкладення на придбання монтажних кранів вантажопідемністю до 5 т									
Відмітка монтажу, м	1,0	4,0	7,0	10,0	13,0	16,0	19,0	22,0	25,0
при роботі крана без суміщення операцій, грн	215,2	218,5	221,9	225,2	228,6	231,9	235,3	238,6	242,0
при роботі крана з суміщенням операцій, грн	209,2	212,5	215,9	219,3	222,6	226,0	229,3	232,7	236,0
в залежності від нормативного часу роботи визначеного за [3], грн	387,9	387,9	387,9	387,9	387,9	387,9	387,9	387,9	387,9

Приведені витрати (див.табл.6, рис.4) визначають:

$$B_{\text{пр}} = B_{\text{монт}} + E_n \times K_{\text{мех}} + B_{\text{перебаз}}, \quad (21)$$

де  $B_{\text{пр}}$  – приведені витрати монтажу конструкцій по будівлі, споруді, грн.;

$B_{\text{монт}}$  - кошторисна собівартість монтажу конструкцій;

$E_n = 0,15$  - нормативний коефіцієнт економічної ефективності капітальних вкладень;

$K_{\text{мех}}$  – капітальні вкладення на придбання монтажних засобів (кранів), грн.;

$B_{\text{перебаз}}$  - вартість перебазування баштових кранів, грн. (вартість перебазування інших видів кранів не потрібно враховувати, бо вона відразу врахована у вартості експлуатації 1 маш.-год. кранів згідно додатку[4]стр. 94-151.)

**Висновки.** 1. Визначили фактичну змінну експлуатаційну продуктивність баштового крана при роботі крана без суміщення та з суміщенням операцій (табл. 3) відповідно по відмітках монтажу.

2. Визначили змінну експлуатаційну та нормативну вартість монтажу крана при роботі крана без суміщення та з суміщенням операцій (табл. 4) відповідно по відмітках монтажу.

3. Визначили приведені витрати на монтаж 1 плити перекриття при роботі крана без суміщення та з суміщенням операцій (табл. 6) відповідно по відмітках монтажу.

4. Менші приведені витрати складають 139,7 грн при монтажі однієї плити перекриття з суміщенням операцій при монтажі на висоту 1,00 м, а найбільше значення приведених витрат складає 161,6 грн при монтажі на висоту 25,0 м та без суміщенням операцій. Тому можна зробити висновок, що суміщення операцій та висота монтажу суттєво впливає на вартість монтажу конструкцій.

5. Фактичні витрати на монтаж плити перекриття на висоту до 25,0 м значно менші, ніж передбачені в нормативних документах.

Таблиця 6

Приведені витрати на монтаж 1 плити перекриття

Приведені витрати на монтаж 1 плити перекриття з різною висотою монтажу									
Відмітка монтажу, м	1,0	4,0	7,0	10,0	13,0	16,0	19,0	22,0	25,0
при роботі без суміщення операцій, грн	143,7	145,9	148,2	150,4	152,6	154,9	157,1	159,4	161,6
при роботі з суміщення операцій, грн	139,7	141,9	144,2	146,4	148,7	150,9	153,1	155,4	157,6
в залежності від нормативного часу роботи визначеного за [3], грн	259,0	259,0	259,0	259,0	259,0	259,0	259,0	259,0	259,0

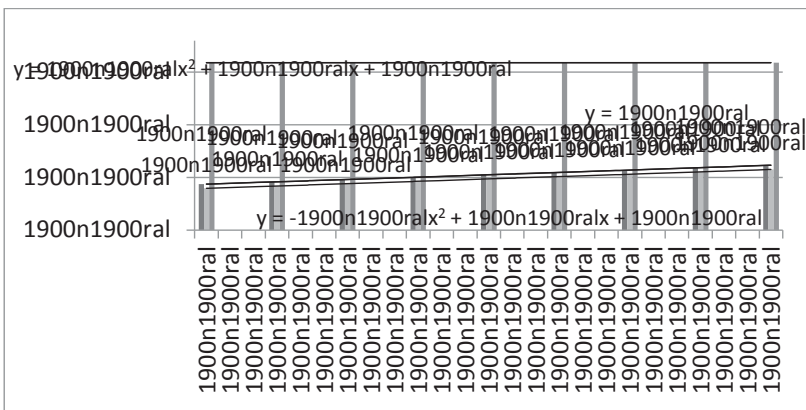


Рис. 4. Приведені витрати на монтаж 1 плити перекриття

1. Будівельна техніка: практикум / Н. М. Слободян, О. Б. Волошин. – Вінниця : ВНТУ, 2013. – 104 с.

Budivel'na tekhnika: praktykum / N. M. Slobodian, O. B. Voloshyn. – Vinnytsia : VNTU, 2013. – 104 s.

2. Строительные краны. /Справочник. В. Станевский, В. Моисеенко, Н. Колесник и др. Киев. Будивельник. 1989г. 296 с.

Stroytelnye krany. /Spravochnyk. V. Stanevskiy, V. Moiseenko, N. Kolesnyk y dr. Kiev. Budyvelnyk. 1989h. 296 s.

3. ДБН Д.2.2-7-99. Збірник 7. Бетонные и железобетонные конструкции сборные. DBN D.2.2-7-99. Zbirnyk 7. Betonnyye y zhelezobetonnyye konstruksyyi sbornyye.

4. ДБН Д. 2. 7 – 1 – 2000 “Ціноутворення у будівництві”, №2 2006.

DBN D. 2. 7 – 1 – 2000 “Tsinoutvorennia u budivnytstvi”, №2 2006.