

УДК 69.057:69.057.45

Осипов Олександр Федорович

Кандидат технічних наук, професор, професор кафедри технології будівельного виробництва

Черненко Костянтин Віталійович

Кандидат технічних наук, асистент кафедри технології будівельного виробництва

*Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ***ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ УКРУПНЕННЯ І ПІДНІМАННЯ
ВЕЛИКОРОЗМІРНИХ ПОКРИТТІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ
ВАНТАЖОПІДЙОМНИХ КРОКУЮЧИХ МОДУЛІВ**

Анотація. Удосконалено технологічні процеси для великоблокового монтажу одноповерхових будинків і споруд шляхом впровадження нової технології піднімання великорозмірних покриттів на високі проектні відмітки з одночасним зведенням постійних опорних конструкцій новими вантажопідійомними крокуючими модулями. Технологія надає науково-теоретичні основи формування методів і засобів механізації піднімання укрупнених великорозмірних покриттів у робочій зоні.

Ключові слова: управління технологічними процесами, великоблоковий монтаж покриттів, процеси піднімання вантажопідійомними крокуючими модулями

Аннотация. Усовершенствованы технологические процессы при крупноблочном монтаже одноэтажных зданий и сооружений путем внедрения новой технологии подъема крупноразмерных покрытий на высокие проектные отметки с одновременным устройством постоянных опорных конструкций новыми грузоподъемными шагающими модулями. Технология предоставляет научно-теоретические основы формирования методов и средств механизации подъема укрупненных крупноразмерных покрытий в рабочей зоне.

Ключевые слова: управление технологическими процессами, крупноблочный монтаж покрытий, процессы подъема грузоподъемными шагающими модулями

Annotation. The thesis is devoted to the improvement of technological processes large-mounted assembling of single-stored buildings and structures by introducing new technology of large-scale coatings lifting for high design marks while arranging permanent supports structures with new lifting walking modules. The dissertation examines and provides scientific and theoretical developments of forming techniques and mechanization methods of the integrated large-scale lifting coating in the work area. The improvement of detected large-scale coatings installation technology is due to the mechanization of operations and finding new, more efficient organizational and technological solutions of rearing method with a help of mandatory concentration of process installation in the node "headroom columns are increasing – coating construction are rearing" lifting walking modules have several advantages over other systems of mechanization of large lifting coatings. They provide an opportunity for the entire period for many workers perform similar operations and techniques: installation, concreting, inspections, fixing, welding, bolts installing, etc. And the most labor-intensive operations can be automated, such as lifting and moving lifting systems.

Keywords: technological processes control, assembling of large-assembling coatings, processes of lifting by walking modules

Постановка проблеми

У спорудженні великопрольотних будівель зацікавлені не тільки в Україні, але і на світовому ринку. Зведення таких будівель ускладнене специфікою монтажу покриттів через складність

виконання робіт на висоті, підвищеною трудомісткістю, вимогами високої точності, надійності та безпечних методів роботи [1]. У світовій практиці такий монтаж покриттів, переважно повної заводської готовності зазвичай здійснюється безкрановими методами – шляхом

накочування чи підрошування, іноді за допустимих для піднімання технологічних параметрів покриття можуть використовуватися кранові методи. У цьому випадку знижується точність монтажу внаслідок гнучкого зв'язку монтажного засобу з покриттям, а також підвищується небезпека його розкитування від дії природних чинників.

Досвід виконання монтажних робіт для влаштування великорозмірних покриттів показує, що їх трудомісткість в загальному обсязі спорудження цих об'єктів складає 30–40% від загальної трудомісткості, а в стиснених і складних виробничих інженерно-геологічних умовах цей відсоток може сягати понад 50% [2].

Таким чином, особливого значення набуває питання обґрунтування, удосконалення і розробки ефективної технології великоблокового монтажу, до яких можливо віднести великорозмірні покриття із застосуванням системи циклічного (крокуючого) їх підйому з одночасним зведенням опорних елементів.

При цьому особливого значення набуває питання обґрунтування, удосконалення і розробки ефективних методів та технологій піднімання таких покриттів із застосуванням різних гідродомкратних систем, які спроможні піднімати ці конструкції на значну висоту. Організаційно-технологічні рішення останніх умов маловідомі і процес піднімання на висоту понад 25–30 м не розглядався.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Значний вклад в розвиток цього напрямку було внесено вітчизняними вченими д.т.н., професорами: В.С. Баліцьким, Д.Ф. Гончаренком, О.М. Лівінським, В.І. Торкатюком, П.П. Федоренком, В.К. Черненком, Г.М. Тонкачєвим; к.т.н., професорами: Г.С. Ніжніковським, Е.Д. Косенковим, С.В. Кожемякою; к.т.н., доцентами: Н.І. Котлярюм, виробничниками В.І. Вакуленком, Л.А. Колесніком, Н.П. Ситніком. Серед іноземних вчених слід відзначити: Р.А. Гребеніка, А.О. Саакяна, В.Д. Топчія, Fidler K., Fliger K., L. Rowinski та багато інших.

Напрямок досліджень відповідає планам пріоритетних науково-дослідних розробок, які виконуються на кафедрі технології будівельного виробництва Київського національного університету будівництва і архітектури – *розробка та удосконалення прогресивних технологій будівельного виробництва*, що входять до паспорту спеціальності 05.23.08 «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва».

Мета статті

Метою роботи є підвищення ефективності зведення одноповерхових будинків і споруд за

рахунок удосконалення технології піднімання великорозмірних покриттів масою 300 – 1000 т на проектні відмітки з одночасним влаштуванням постійних опорних конструкцій.

Постановка завдань

Завдання дослідження:

- *визначення* сучасного стану та *аналіз* накопичених науково-дослідних розробок і практичного досвіду з укрупнення і піднімання великорозмірних покриттів в технологічній зоні різними методами та способами монтажу із застосуванням гідродомкратних систем, які розташовані на оголовках колон;

- *дослідження та обґрунтування* методів монтажу великорозмірних покриттів і *визначення основних факторів*, що впливають на специфіку цих робіт при їх укрупненні і підніманні;

- *визначення теоретичних положень* формування технології, методів і засобів механізації монтажу укрупнених у робочій зоні великорозмірних покриттів і вибір найбільш ефективних організаційно-технологічних рішень;

- *створення нових способів і засобів*, на базі яких необхідно розробити конкурентоспроможні і ефективніші організаційно-технологічні рішення, з піднімання покриттів на проектні відмітки в сучасних умовах будівельного виробництва;

- *розробка основних положень інженерної методики* з формування і вибору технології укрупнення і методів піднімання великорозмірних покриттів з одночасним влаштуванням опорних конструкцій на проектні відмітки вантажопідйомними крокуючими модулями;

- *перевірка* розроблених положень інженерної методики з формування і вибору технології піднімання на високі проектні відмітки укрупнених у робочій зоні покриттів шляхом моделювання і *намітити* перспективи розвитку і області застосування найбільш ефективних рішень.

Основний зміст роботи

Серед головних вимог роботи був пошук характерних об'ємно-планувальних та конструктивних рішень і визначення таких ознак одноповерхових будинків і споруд, для яких можливо було б під час проектування застосовувати великорозмірні покриття повної заводської готовності. Великорозмірними будівлями і спорудами вважалися об'єкти, в яких відстань між опорами несучих конструкцій перевищувала 40 м. Зараз цей розмір значно збільшений і може досягати 200 м. У промисловому будівництві це складальні цехи машинобудівних, суднобудівних, літакобудівних заводів, ангари, елінги тощо. Системи, що перекривають такі прольоти, проектуються найчастіше однопрогоновими [3].

Ці покриття, відповідно до традиційних кранових методів монтажу, що виконуються на проектних відмітках, необхідно спочатку збирати на низьких риштуваннях безпосередньо в зоні монтажу або на площадках укрупнювального складання конструкцій і транспортуватися в зону монтажу, якщо це дозволяють розміри блоку і є відповідні транспортні засоби, а потім, одним із примусових методів (підрощуванням або пересуванням по напрямним) шляхом підтягування чи виштовхування, доставляти на проектні відмітки.

З урахуванням визначених характерних ознак, яким повинні відповідати об'ємно-планувальні та конструктивні рішення, що впливають на організацію і технологію виконання монтажних робіт, було здійснено пошук, розроблена класифікація та вибрані схеми об'єктів-представників з формалізованими рішеннями структури несучих конструкцій, на які можуть опиратися великорозмірні покриття. Така класифікація об'єктів-представників, для яких вже були застосовані різні організаційно-технологічні рішення монтажу великорозмірних покриттів і для яких вони ще не були розроблені в практиці будівництва розглядаються в роботі [4]. Використання телескопічних і тросових гідродомкратів іноземними фірмами FAGIOLI, Riggers, DLT, BHELPSWR, VSL HEAVY LITING, Enerpac, Sarens та інших значно розширили діапазон технологічних рішень з використанням засобів механізації на основі різноманітних гідродомкратних пристроїв.

Для визначення характерних рішень виконувалось дослідження 16 методів піднімання великорозмірних покриттів для різних будівель і споруд. Подальша систематизація їх і виявлення типових ознак, що дозволили підійти до пошуку нових, більш ефективних засобів механізації і методів монтажу покриттів.

Для цього спочатку були згруповані відібрані методи з їх характерними ознаками і показниками монтажної технологічності, які дали змогу отримати об'єктивну інформацію про кожний метод і зупинитися на більш раціональних.

За основні показники **монтажної технологічності**, які визначають особливості функціонування методів монтажу (після експертного опитування, що здійснювалося на підставі залучення провідних фахівців) було взято:

- маса блоку покриття G , т;
- найбільша висота підйому H м;
- розміри блоку покриття (довжина – l , ширина – b , висота – h), м;
- об'єм блоку: $V=l \times b \times h$, м³;
- середня тривалість монтажу – t , змін;
- середня продуктивність монтажу покриття: $V=G/(n \times t)$, т/люд.-зм., де: n – середній склад виконавців, люд;

- об'ємна вага: $K1=G/V$, т/м³;
- затрати енергії: $K2=g \times G \times H/1000$, КН·м³, де $g=9,8$ м²/с;
- коефіцієнт енерговитрат на одну годину: $K3=g \times G \times H/1000 \times t \times 8$, КН·м /1000 год., де 8 – тривалість однієї зміни, год.

Визначені показники для кожного варіанта наведені в табл. 1. Співвідношення величин B та G для досліджуваних 16 варіантів різних рішень методів підйому МП₁–МП₁₆ шести різних класифікаційних груп методів монтажу **ММ1–ММ6** відображено напівжирним шрифтом для найкращого варіанту в табл. 1, а графічно – на рис. 1.

Для підтвердження науково-технічної інформації, яка відображена в табл. 1, і вплив її чинників на показники методів піднімання великорозмірних покриттів, були також проведені дослідження для визначення ступеня впливу визначених технологічних чинників у процесі підйому великорозмірних покриттів з використанням методу експертних оцінок. Результати експертного опитування та межі змін кожного параметра наведені в табл. 2.

З урахуванням переваг і недоліків розглянутих рішень визначились основні вимоги до розроблювальної “безкранової технології” монтажу:

- попереднє укрупнення покриттів у повнозбірний конструктивно-технологічний блок виконується на фундаментах в місці наступного піднімання;
- операції з піднімання покриття виконуються на оголовках в рівні колон і переміщуються до проектних відміток;

• напрямними стають колони, які в подальшому залишаються на весь термін експлуатації

Подальше вдосконалювання визначеної технології монтажу великорозмірних покриттів пов'язане з механізацією операцій і пошуком нових, – більш ефективних організаційно-технологічних рішень монтажного процесу у вузлі “оголовок колони, що нарощують – конструкція покриття, що підрощують”.

Беручи варіанти рішень, які відповідають методам МП₁₄ та МП₁₆ за вихідні для розробки нової технології монтажу, які передбачають піднімання покриттів масою понад 1000 т на висоту понад 27,4 м, дає змогу скоротити для подальшого дослідження кількість варіантів від 1-го, максимум, до 2-х (табл. 3).

Методи піднімання телескопічними домкратами, які розміщені на фундаментах або на напрямних, мають специфіку після піднімання використовувати додатковий монтаж опорних конструкцій, або використовувати напрямні в подальшому їх застосуванню в якості опорних конструкцій.

Показники монтажної технологічності методів піднімання покриттів

МП	G	H	l	b	h	t	B	K_1	K_2	K_3	n	
MM1	МП ₁	750	18,0	150	9,0	3,0	260	0,24	0,19	132,3	0,06	12
	МП ₂	2450	25,5	156	12,0	6,0	360	0,27	0,22	612,3	0,21	24
	МП ₃	4200	26,5	180	24,0	12,0	600	0,32	0,08	1090	0,23	20
MM2	МП ₄	1550	18,4	96,0	48,0	15,0	220	0,47	0,01	279	0,16	15
	МП ₅	60,0	15,4	18,0	12,0	4,2	40	0,25	0,05	9,1	0,03	6,0
	МП ₆	300	16	30,0	30,0	10,0	150	0,33	0,03	47,0	0,04	8,0
MM3	МП ₇	1200	34	96,0	24,0	12,0	160	0,38	0,04	399,8	0,31	20,0
	МП ₈	2200	15,4	96,0	12,0	12,0	265	0,52	0,08	332,0	0,09	16,0
MM4	МП ₉	509	8,4	30,0	12,0	4,2	120	0,21	0,34	41,5	0,04	20,0
	МП ₁₀	1009	19,2	36,0	12,0	6,0	112	0,45	0,15	189,9	0,21	20,0
	МП ₁₁	650	15,4	98,0	48,0	15,0	160	0,34	0,01	98,1	0,16	12,0
MM5	МП ₁₂	1400	14	144,0	48,0	15,0	140	0,37	0,02	192	0,16	25,0
	МП ₁₃	1100	24	144,0	48,0	15,0	150	0,33	0,02	988	0,22	20,0
	МП ₁₄	4200	27,4	144,0	48,0	20,0	250	0,67	0,04	1128	0,56	25,0
MM6	МП ₁₅	2200	40	144,0	96,0	15,0	140	0,44	0,02	862	0,77	36,0
	МП ₁₆	5000	18	144,0	48,0	15,0	250	0,56	0,05	882	0,98	36,0

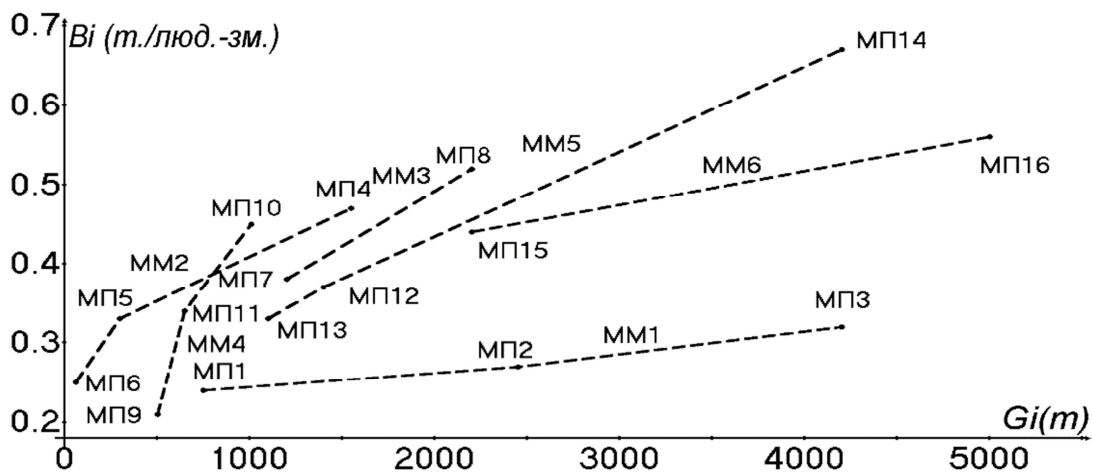


Рис. 1. Співвідношення величин загальної продуктивності монтажу B та маси покриттів G , яку монтують: МП₁–МП₁₆ – досліджувані варіанти різних шести груп монтажу; **MM1**–(МП₁–МП₃) – методи вільного піднімання одним, двома і більше кранами; **MM2**–(МП₄–МП₆) – методи примусового підіймання (переміщення) виштовхуванням; **MM3**–(МП₇–МП₈) – методи примусового піднімання (переміщення) – підтягуванням; **MM4**–(МП₉–МП₁₁) – методи насунання конструкцій; **MM5** – (МП₁₂–МП₁₄) – методи підрощування; **MM6** – (МП₁₅–МП₁₆) – сучасні методи примусового монтажу

Далі особливого значення набуває науково-теоретичні положення розробки і формування методів і засобів механізації піднімання укрупнених великорозмірних покриттів у робочій зоні, які розкривають та встановлюють технологічні параметри і схеми способу піднімання та засобів механізації.

При цьому вважатимемо, що технологія укрупнення будівельних конструкцій виконується в технологічній зоні монтажу, що складається із зон монтажу (рис. 2), і розглядається як множина складових, що записують так:

$$MM = \{O, M, P, K\},$$

де O – множина можливих рішень з організації процесу; M – множина можливих рішень з механізації; P – множина можливих рішень (приймів) з виконання монтажних операцій; K – множина можливих рішень з керування.

Кожна складова множин має свій склад, який виявляється при визначенні можливих організаційно-технологічних рішень, що виникають при розгляді, укрупненні і підніманні великорозмірних покриттів. Для того, щоб привести цю систему до вирішального вигляду, спочатку були визначені головні ознаки групування методів піднімання великорозмірних покриттів у робочій зоні.

**Межі виявлених змін параметрів технологічних чинників
та їх ранжування згідно результатів експертного опитування**

№ пор.	Назва технологічного чинника	Одиниця виміру	Сума рангів	Межі змін параметра
1	$X_1 - G$ маса блоку;	т	28	від 60 до 5000
2	$X_2 - H$ найбільша висота піднімання;	м	41	від 14 до 27,4
3	X_3 – розміри блоку покриття;	м	99	від 5 до 27,40
4	$X_4 - t$ середня тривалість монтажу;	змін	116	від 5 до 75
5	$X_5 - B$ середня продуктивність монтажу блоку покриття, $B=G/(n*t)$;	т/люд.-зм	63	від 0,21 до 0,67
6	$X_6 - K_3$ коефіцієнт енергозатрат на одну годину;	кН·м/1000 год	80	від 0,03 до 0,98
7	$X_7 - n$ середній склад виконавців.	чол.	106	від 6 до 36

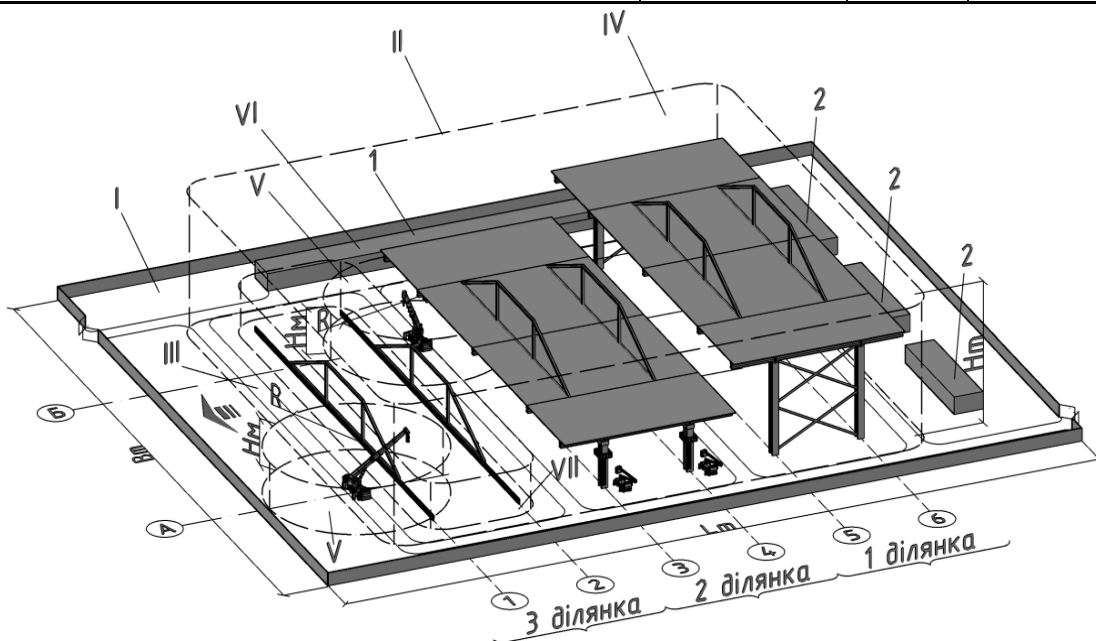


Рис. 2. Схема зведення одноповерхової будівлі із застосуванням технології піднімання покриттів з розміщенням засобів механізації на оголовках колон: I – технологічна зона; II – монтажна зона; III – зона транспортування; IV – робоча зона; V – зона суміжної роботи; VI – зона попереднього складування; VII – зона попереднього укрупнення; 1 – склад; 2 – побутові приміщення; Ht, Lm, Bm – висота, довжина, ширина технологічної зони; Hm – висота піднімання конструкції; Rm – радіус дії крану; стрілками показано напрям розвитку фронту робіт.
На колонах встановлені засоби механізації в процесі піднімання покриття

З урахуванням одержаних результатів до числа головних ознак належать:

- вид піднімання (примусове переміщення) – вертикальне (підтягування, виштовхування, вижимання тощо);
- напрямок переміщення, форма й проектне положення покриття в обсязі будівлі і споруди (просторова);
- розташування монтажних засобів по відношенню до конструкцій, що монтуються (розташування на оголовках колон).

Відповідно до цих ознак всі методи піднімання великорозмірних покриттів у робочій зоні мають свої специфічні властивості. Спочатку виконують укрупнення конструкцій великорозмірного покриття з використанням низьких риштувань до відповідних розмірів блоку чи частин будівлі, а потім виконують

їх піднімання або переміщення за допомогою спеціального обладнання із застосуванням запропонованих домкратних систем – вантажопідійомних крокуючих модулів (ВПКМ).

До методів монтажу з такими ознаками можна віднести методи підрощування покриттів, якщо їх укрупнення виконують у робочій зоні на низьких риштуваннях, а піднімання – за допомогою крокуючих чи інших гідродомкратних систем, які працюють за принципом підрощування великорозмірного покриття з одночасним влаштуванням постійних опорних конструкцій. Ці методи бажано застосовувати при підніманні великорозмірних покриттів виробничих будинків, ангарів тощо площею понад тисячі квадратних метрів і монтажною масою тисячу і більше тон.

**Конструктивно-технічні і організаційно-технологічні особливості
найбільш конкурентоздатних варіантів для подальшого дослідження [5]**

Група методів монтажу	Метод монтажу	Розташування засобів механізації	Розміри, м	Рейтингова оцінка
Підрошування покриття з нарошуванням колон ММ 5 (МП ₁₄)	Виштовхування покриттів штовхачами підйомників	На оголовках колон	Довжина – 144 Ширина – 48 Висота – 20	$G = 4200$ $H = 27,4$ $B = 0,67$
Піднімання телескопічними домкратами ММ 6 (МП ₁₆)		На фундаментах	Довжина – 144 Ширина – 48 Висота – 15	$G = 5000$ $H = 18$ $B = 0,56$

Кількість модулів залежить від загальної маси покриття і визначається розрахунком. Встановлення пристроїв на колони виконують на низьких проектних відмітках безпосередньо перед підніманням покриття після остаточного завершення укрупненого збирання.

До переліку основних операцій при укрупненні покриття на низьких риштуваннях належать:

- монтаж конструкцій великорозмірного покриття за визначеною в технологічній карті технологією укрупнення;
- вивіряння положення елементів і конструкцій, що монтувались;
- тимчасове і остаточне їх закріплення;
- встановлення системи вантажопідйомних крокуючих модулів (підйомників) на всіх колонах, які будуть виконувати функції експлуатаційних;
- вивіряння вантажопідйомних крокуючих модулів і закріплення їх для наступного включення в роботу.

Таким чином, в результаті дослідження було визначено, що найбільш ефективним для піднімання великорозмірних покриттів з одночасним влаштуванням постійних опор може бути взятий в якості основного вантажопідйомного засобу спеціально розроблений вантажопідйомний крокуючий модуль – ВПКМ (рис. 3), а також різні його модифікації [6].

Технологія піднімання покриття виконується вантажопідйомними крокуючими модулями циклічно з одночасним влаштуванням збірних колон (рис. 4).



Рис. 3. Загальний вигляд розробленого нового гідродомкратного пристрою – вантажопідйомного крокуючого модулю ВПКМ [6]

Така технологія виконання робіт дозволяє за спеціально розробленою програмою послідовно виконувати наступні цикли піднімання покриття, а саме [8]:

- піднімання покриття на висоту ходу штоку поршня домкрата шляхом втягнення напрямних разом з витягненням домкратів;
- встановлення та тимчасове закріплення на оголовку несучої колони наступного її елемента (висота піднімання розрахована, яка залежить від схеми встановлення домкратів і повинна бути достатньою для заведення елемента колони в проектне положення);
- вивіряння – визначає положення блоку в плані, по висоті, горизонталі, фіксує, контролює і забезпечує дотримання вимог проекту виконання робіт (ПВР), а при відхиленнях – контролює і відповідні виправлення;
- закріплення і передачу навантаження від покриття на новий оголовок колони;
- висування напрямних у початкове положення механізмом переміщення, розташованим на опорній плиті;
- послідовне повторювання всіх операцій циклу монтажу покриття до досягнення запланованої проектної відмітки. Кількість циклів визначається відношенням висоти проектної відмітки до висоти силового елемента колони.

Суть піднімання покриття шляхом виштовхування полягає у такому. В місцях його спирання на оголовок опорного силового елемента (колони) встановлюються вантажопідйомні крокуючі модулі (останні можуть встановлюватись і безпосередньо перед підніманням покриття), виконується укрупнене складання покриття на низьких підмостях, після закінчення якого поступово підіймають його до проектної відмітки.

Закінчується робота розробкою основних положень методики вибору технології укрупнення і піднімання великорозмірних покриттів з одночасним влаштуванням постійних опор із застосуванням вантажопідйомних крокуючих модулів. Одночасно виконана процедура підтвердження цієї технології на діючих моделях, а також впровадження і перспективі її розвитку [9].

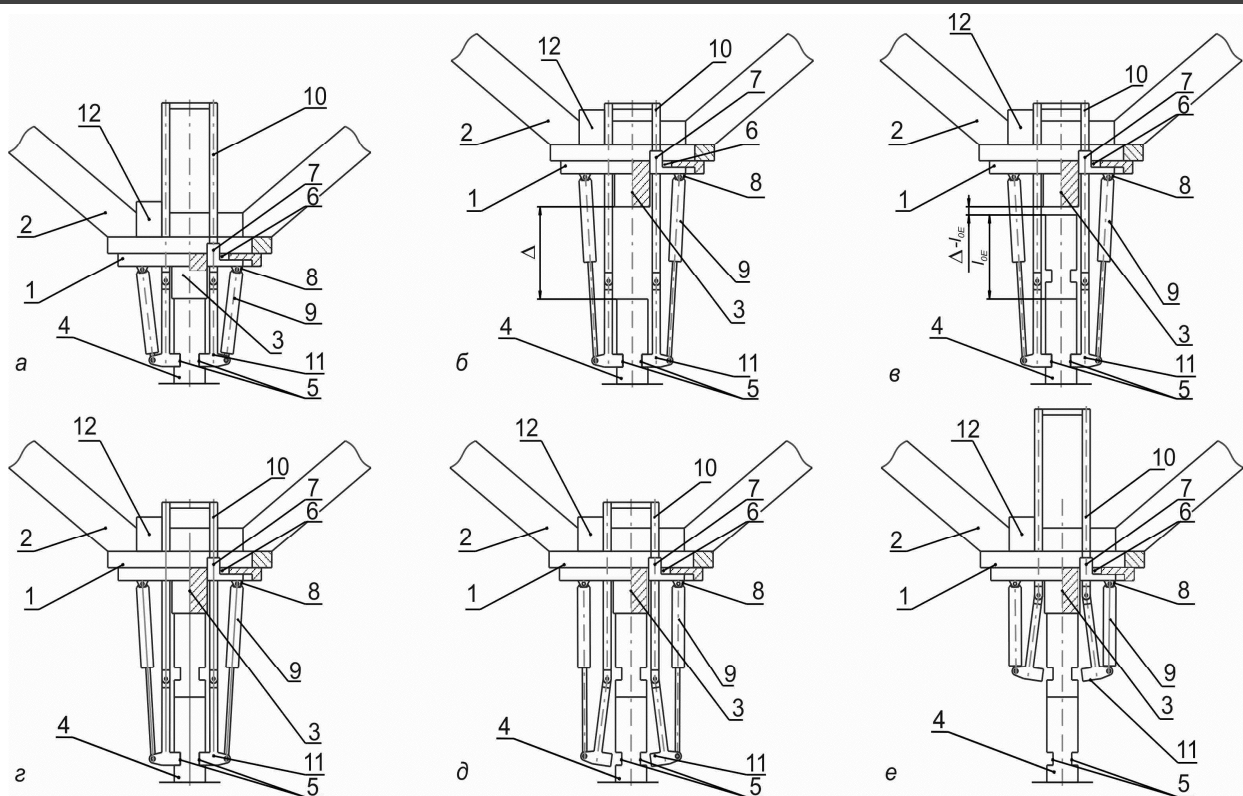


Рис. 4. Технологія виконання монтажних робіт по етапам способом підрозшування великорозмірного покриття вантажопідіймними крокуючими модулями (ВПМ) з одночасним влаштуванням постійних опорних конструкцій одноповерхової будівлі або споруди на проектні відмітки; а–е – циклічна послідовність виконання операцій піднімання [7]; 1 – опорна рама пристрою; 2 – опорний вузол покриття (складається з розкосів і опорної частини); 3 – центральний опорний виступ; 4 – опорний елемент (частина колони); 5 – симетричні уступи в опорному елементі колони; 6 – наскрізні отвори, в які вставляються шарнірні лінійні напрямні 7; 8 – отвори для кріплення верхньої частини домкрату 9; 10 – штанги (напрявні); 11 – домкратні захоплювачі Т-подібної форми; 12 – механізм переміщення штанг

Технологічне проектування включає розробку оптимальних технологічних рішень і організаційних умов для виконання будівельно-монтажних процесів, які забезпечують укрупнювальне складання конструкцій покриття до повної заводської готовності в робочій зоні монтажу з наступним підніманням його в намічені терміни при мінімальних витратах всіх видів ресурсів.

Основним документом будівельного процесу, який регламентує його технологічні і організаційні положення, є технологічна карта. До загальних вимог, які можуть належати і до проектування технології піднімання покриттів, належать практично всі основні вимоги, що застосовують до технології монтажу більшості конструкцій, а саме:

- низькі витрати праці та мінімальна зайнятість монтажних засобів на основі застосування комплексної механізації і найбільш раціональних рішень, що відповідають вимогам сучасного розвитку будівельного виробництва;

- можливість застосування потокового виробництва з максимальним охопленням усього фронту, рівномірну зайнятість робочих і монтажних засобів;

- забезпечення необхідної міцності, надійності і стійкості будівлі або окремих його

частин під час виконання підйому великорозмірного покриття з урахуванням впливу монтажних навантажень і реакцій від вантажопідіймного крокуючого модуля; безаварійність і створення безпечних і зручних умов праці;

- виконання монтажних, загальнобудівельних і робіт з монтажу технологічного обладнання за графіком, що дозволяє швидко організувати передачу об'єктів або їх частин, що монтуються, для виконання наступних робіт і т.п.

При цьому повинні бути враховані всі особливості не тільки конкретного монтажного майданчика – технологічної зони монтажу, включаючи всі її складові (див. рис. 2), а і можливості організації, що буде здійснювати виконання робіт: наявність машин, механізмів, обладнання, кваліфікації робітників, які застосовуються для укрупнення, так і до наступного піднімання укрупнювального покриття або частини споруди тощо.

При використанні ВПМ в технологічному процесі монтажу покриття послідовність виконання робіт набуває такого вигляду (рис. 5).

Моделювання монтажних процесів піднімання з одночасним влаштуванням постійних опор виконувалось на діючих моделях, розроблених в КНУБА (рис. 6).

На використаних моделях виконувалися:

- опрацювання об'ємно-конструктивних схем великорозмірних покриттів, опорних елементів з різних матеріалів, розміщення пристрою, варіанти встановлення останніх по висоті піднімання опорних елементів, схеми передачі на них **навантаження**;

- перевірка працездатності системи в різних режимах (при звичайному і автоматизованому) по встановленню опорних елементів колон; перевірка розрахункових значень тягово-динамічних характеристик з піднімання великорозмірного покриття з урахуванням масштабного фактору.

У процесі випробувань підтвердилась спроможність застосування розроблених модулів у крокуючому режимі.

Вибір параметрів вантажопідйомного крокуючого модуля виконується таким чином [7]:

1. На етапі проектування аналізується конструктивна схема монтованого покриття, при якому основними технологічними параметрами будуть маса конструкції G_K , кількість опор n , швидкість піднімання конструкції V_K ;

2. Визначаються величини навантажень на опорні елементи $G_{\Pi} = G_K / n$;

3. Виходячи з конструкції ВПКМ навантаження на кожен опорний елемент при підйомі сприймається групою з чотирьох домкратів, тоді отримаємо $F_{\Pi} = G_{\Pi} / 4$. На цьому етапі можна визначити, які геометричні розміри силових

циліндрів ВПКМ реалізують значення F_{Π} для різних значень номінального тиску в системі приводу. При цьому слід пам'ятати, що збільшення тиску дозволяє зменшити габарити циліндра, проте при цьому збільшується його вартість та вартість насосної станції;

4. За величиною значення швидкості підйому конструкції V_K визначаємо величину подачі робочої рідини Q в напірній магістралі приводу (рис. 7). Для кожного конкретного значення необхідної швидкості підйому V_{Π} будується крива подачі робочої рідини. За вибраним значенням діаметра циліндра визначаємо в перетині з кривою $Q = f(D)$ значення подачі робочої рідини Q .

Перетин горизонталі Q з графіком $N = f(p_H)$ дозволяє отримати теоретичне значення необхідної потужності одного циліндра для підйому надважкого чи великорозмірного покриття.

З урахуванням кількості підйомників, спочатку визначається теоретична потужність насосу, а потім і насосний визначається за формулою:

$$N_H = \frac{N \cdot n}{\eta_H},$$

де η_H – гідромеханічний ККД насоса.

$$\text{Потужність насосної станції } N_C = \frac{N_H}{\eta_{\text{ПР}}},$$

де $\eta_{\text{ПР}}$ – ККД приводу станції.

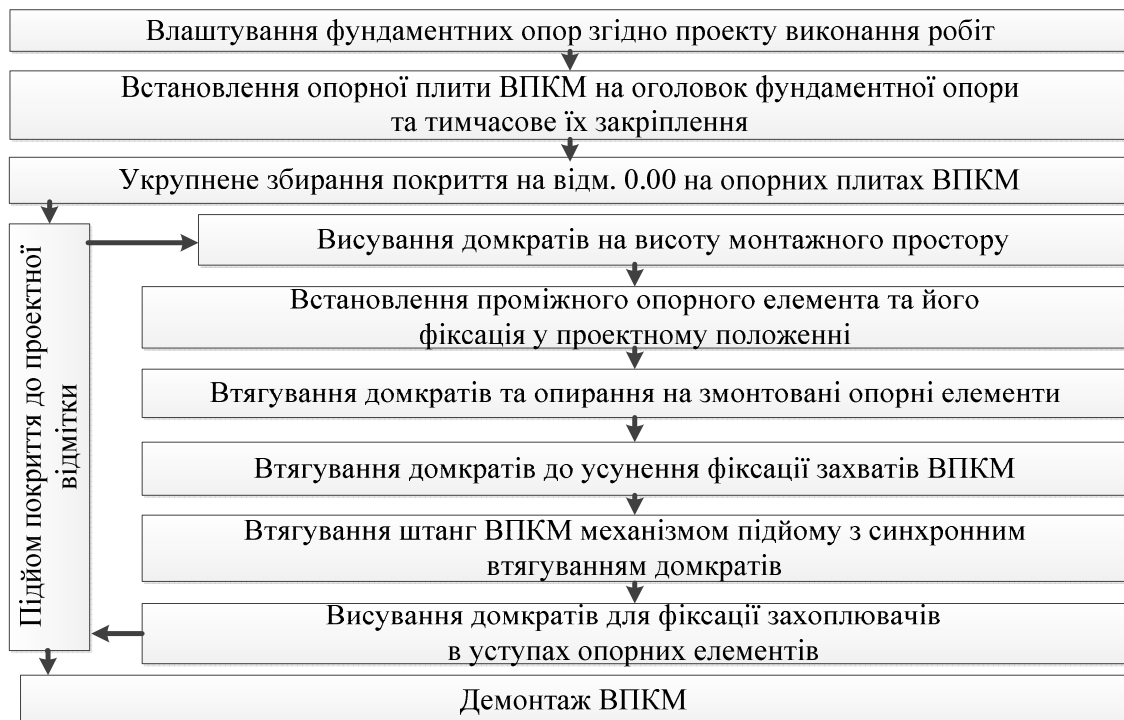


Рис. 5. Схема послідовності виконання робіт при застосуванні вантажопідйомними крокуючими модулями – ВПКМ для піднімання надважких і великорозмірних (структурних) покриттів



Рис. 6. Моделі, які стали аналогами для підтвердження способу монтажу великорозмірних покриттів

З урахуванням запропонованої методики процес монтажу великоблокового покриття зображено у вигляді циклограми (рис. 8).

Тривалість циклу піднімання визначимо з виразу:

$$t_{Ц} = \sum_{i=1}^6 t_i + t_{II}, \text{ де } t_{II} - \text{ час технологічної паузи.}$$

Тривалість монтажу великорозмірного покриття знаходимо з виразу:

$$t_{\Sigma} = t_M + t_{DM} \sum_{j=1}^k j \cdot t_{Ц},$$

де t_M – тривалість операцій монтажу фундаментних опор, крупноблочного збирання покриття, монтажу ВПКМ;

t_{DM} – тривалість операцій демонтажу ВПКМ.

З циклограми видно, що процес монтажу покриття з використанням ВПКМ має **рівномірний послідовний характер з кожним зі своїм t (прогнозованість)**, що циклічно повторюється, а кількість кроків до досягнення проектної позначки визначається кроком опорного елемента, величина якого виходить з конструктивних особливостей як монтованої будівлі, так і ВПКМ.

Впровадження і перспективи розвитку технології піднімання великорозмірних покриттів вантажопідіймними крокуючими модулями повинно враховувати специфіку монтованої конструкції, її опорних елементів та розміщення домкратних пристроїв ВПКМ – ззовні або зверху опорного елемента.

Основними перевагами ззовні розміщеного опорного елемента є зменшені габарити по висоті, простота монтажу та можливість проведення супутніх монтажних робіт у нижній зоні модуля. До недоліків можна віднести потребу в механізмі захвату та відповідно до цього модифікації опорного елемента для фіксації захватів. До переваг можна віднести і постійне осьове навантаження на опорний елемент. Застосування конструкції ВПКМ з 4-ма зовнішніми домкратами доцільне у випадках підвищених вимог до точності монтажу та стійкості конструкції.

Застосування ВПКМ доцільне, коли немає особливих вимог до висоти опорного вузла, а конструкція опорних елементів дозволяє сприймати в процесі монтажу нецентрові повздовжні зусилля.

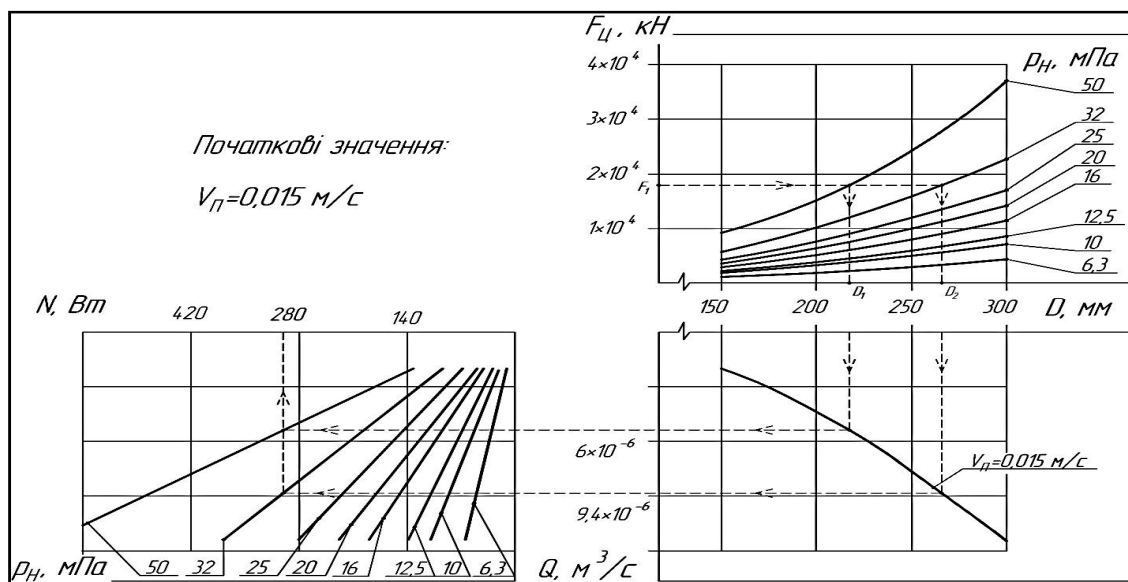


Рис. 7. Номограма вибору параметрів ВПКМ

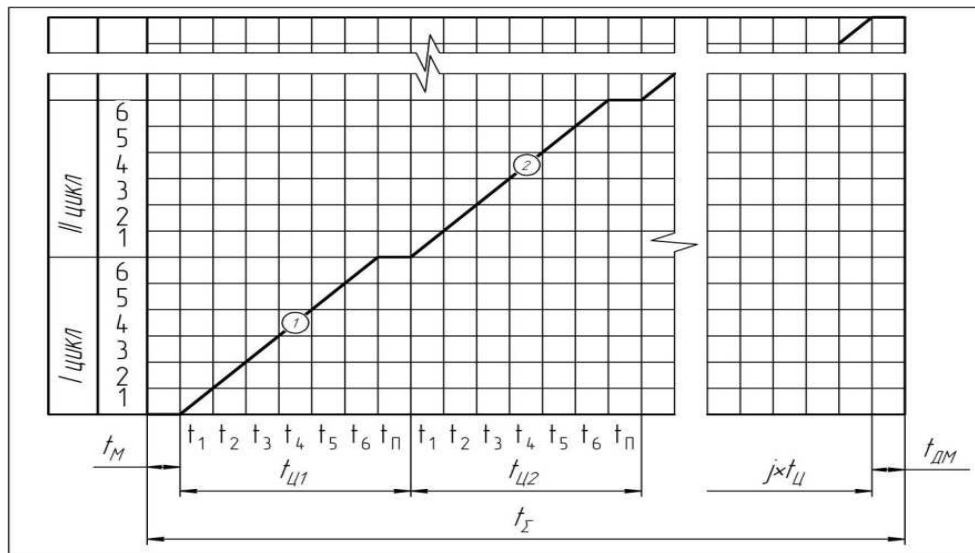


Рис. 8. Циклограма виконання циклічного піднімання надважкого великоблокового покриття виштовхуванням ВПКМ при одночасному зведенні постійних опорних конструкцій

Висновки

У роботі *вперше* наведені науково-теоретичні та технологічні узагальнення та вирішення актуальних задач великоблокового монтажу, а саме – технологія піднімання великорозмірних покриттів з одночасним влаштуванням постійних опор, на які вони мають тимчасово спиратися при виконанні циклу піднімання під час зупинки, а на останній стадії, при досягненні проектних відміток – остаточно, за допомогою спеціально розроблених вантажопідіймних крокуючих модулів (ВПКМ).

У роботі отримані такі основні результати і зроблені висновки:

1. *Підтверджена* наукова гіпотеза щодо підвищення ефективності технологічного процесу піднімання великорозмірних покриттів з повною заводською готовністю при спорудженні одноповерхових будівель за рахунок створення і розробки нових технологій на базі удосконалення існуючих гідродомкратних систем, а саме, вантажопідіймних крокуючих модулів різних модифікацій залежно від маси блоку – 300–1000 т і більше при підвищенні висоти піднімання, що може значно скоротити до 20–30% вартість, термін і трудомісткість виконання монтажних робіт, включаючи в розрахунок і перенесення верхолазних робіт на стенди і риштування, які встановлюють на низьких відмітках в робочій зоні монтажу.

2. *Доведено*, що спосіб монтажу покриття методом виштовхування домкратними системами з одночасним влаштуванням постійних опор має основну перевагу над існуючими методами зведення – монтаж виконується з одночасним влаштуванням постійних опорних елементів. За такою технологією піднімання великорозмірних покриттів стійкість

і надійність будівлі збільшується, що покращує безпеку виконання робіт на будівельному майданчику.

3. *Визначено*, що виключення з сучасної технології монтажу покриттів методом підрушування: процесу утримання змонтованих частин споруди із усіма монтажними пристосуваннями у висячому положенні; неповного завантаження обладнання на проміжних етапах і повного на останній фазі монтажу (коли потрібно втримувати масу всієї споруди); часткової складності забезпечення при монтажі статичної стійкості і надійності всієї споруди, що значно пов'язані з утриманням всього покриття – дало змогу по новому підійти до технології великоблокового монтажу і направити дослідження на пошук, формування і розробку нових конструктивно-технічних і організаційно-технологічних рішень, а саме, *нарошування верхньої частини колони з одночасним підрушуванням опорної плити покриття*, які дозволяють застосовувати на одній колоні один або кілька домкратів. Це дало можливість надалі розвивати цей напрямок у його модернізації.

4. *Створено і розроблено* більш досконалі спосіб і вантажопідіймний крокуючий модуль, які мають переваги над іншими технологіями і системами механізації піднімання великорозмірних покриттів, а саме, дають змогу впродовж всього терміну піднімання виконувати робітниками багато однотипних (типових) операцій і прийомів: монтаж, бетонування, вивіряння, закріплення, зварювання, установлення болтів тощо.

5. *Визначено перевагу* в тому, що спосіб монтажу покриття методом виштовхування домкратними системами виконується з одночасним

нарощуванням постійних опорних елементів. Цей спосіб і вантажопідійомний крокуючий модуль доцільно застосовувати для монтажу покриттів виробничих будівель на значну висоту, коли традиційні методи є економічно не вигідними. Він

дозволяє підвищити надійність робіт за рахунок збільшення стійкості нарощуванням колон у процесі монтажу і значно знизити трудові витрати, особливо, з традиційним поелементним збиранням конструкцій на проектних відмітках.

Список літератури

1. Технологія монтажу будівельних конструкцій: навч. посіб. [для студ. вузів] / Черненко В. К, Осипов О.Ф., Тонкачев Г. М. та ін.; за ред В. К. Черненка. [2-ге вид.] – К.: Горобець Г.С., 2011. – 372 с.
2. Черненко В. К. Методы монтажа строительных конструкций: [монография] / В. К. Черненко. – К.: Будивельник, 1982. – 208 с.
3. Heino Engel TRGSYSTEME Velag Gerd Hatje, 1997 / перевод с немецкого Л. А. Андреевой – М.: Астель, 2007. – 344 с.
4. Черненко К. В. Історія, стан і перспективи будівництва будинків і споруд з великорозмірними покриттями. / К. В. Черненко // Техніка будівництва. – Вип. 27. – К.: АБУ, КНУБА, 2011. – С.36-41.
5. Черненко К. В. Визначення організаційно-технологічних рішень методів монтажу великорозмірних покриттів / К. В. Черненко // Строительство и техногенная безопасность. Сборник научных трудов. – Вып.44. – Симферополь: НАПКС, 2012. – С.69-76.
6. Патент № 76242 Україна, МПК Е 04G 21/14, В66F 7/00 Пристрій для монтажу покриття споруди. Черненко К.В., Рашківський В.П.; заявник Рашківський В.П. – № U 2012 07684; заявл. 22.06.2012, опубл. 25.12.12, Бюл. № 24.
7. Патент № 76241 Україна, МПК Е 04G 21/14, В66F 7/00 Спосіб для монтажу покриття споруди. Черненко К. В., Рашківський В. П.; заявник Рашківський В.П. – № U 2012 07684; заявл. 22.06.2012, опубл. 25.12.12, Бюл. № 24. До особистого внеску відноситься формулювання способу монтажу великорозмірних покриттів.
8. Черненко К. В. Технологічні особливості вантажопідійомного крокуючого модуля (ВПКМ) та його встановлення при монтажі покриттів. / К. В. Черненко. // “Шляхи підвищення ефективності будівництва в умовах формування ринкових відносин” Збірник наукових праць. - Вип. 27. К.: – КНУБА, 2012. – С. 211 – 218.
9. Черненко К. В. Технологія монтажу великоблочних покриттів вантажопідійомними крокуючими модулями (ВПКМ). /К. В. Черненко. // Містобудування та територіальне планування: Науково-технічний збірник. – Вип. 45. Друга міжнародна науково-практична конференція «Теорія і практика містобудування, перспективи і пріоритети розвитку. м. Луцьк 17-18 жовтня 2012. – С. 310-314.
10. Черненко К. В. Основні положення методики вибору технології підняття укрупнених надважких і великорозмірних покриттів з одночасним влаштуванням постійних опор. / К. В. Черненко. // Техніка будівництва, вип. 28, КНУБА, 2012. – С. 46-51.

References

1. Chernenko, V. K., Osipov, A. F., Tonkacheyev, G. N., and other. (2011). *Technology of assembling structures: teaching aid [for university students] / [2-nd ed.]*. Kiev: Gorobets, 372 p.
2. Chernenko, V. K. (1982). *Installation methods of construction structures [monograph]*. Kiev: Budyvelnik, 208 p.
3. (1997). Heino Engel TRGSYSTEME Velag Gerd Hatje. German translation Andreeva, L. Moscow: Astel, 2007, 344 p.
4. Chernenko, K. V. (2011). *History and prospects of buildings and structures of large surfaces*. Kiev: ABU, KNUBA, *Construction Engineering*, 27, 36-41.
5. Chernenko, K. V. (2012). *Defining organizational and technological solutions methods for assembling large-scale coatings*. Simferopol: NAPCS, *Construction and technological safety. Collection of scientific papers*, 44, 69-76.
6. Chernenko, K. V., Rashkivskyy, V. P. (2012). *Patent number 76242 Ukraine, IPC-E 04G 21/14, V66F 7/00 Device to cover the installation of the building*. Applicant Rashkivskyy, V. P. – № U 2012 07684, appl. 22.06.2012, publ. 12.25.12, Bull. Number 24.
7. Chernenko, K. V., Rashkivskyy, V. P. (2012). *Patent number 76241 Ukraine, IPC-E 04G 21/14, V66F 7/00 Method for mounting coating facilities*. Applicant Rashkivskyy, V. P. – № U 2012 07684; appl. 22.06.2012, publ. 12.25.12, Bull. Number 24. *By personal contribution applies formulation method of installation of large surfaces*.
8. Chernenko, K. V. (2012). *Technological features of lifting-walking module (VPKM) and its mounting when mounting surfaces*. Kiev: KNUBA, "Ways to improve the building in terms of formation of market relations" *Collected Works*, 27, 211 – 218.
9. Chernenko, K. V. (2012). *Mounting large-Tech Coatings hoisting stepping modules (VPKM). Urban Development and Territorial Planning: Scientific and technical collection. – Vol. 45. Second International Scientific Conference "Theory and Practice of Urban Planning, perspectives and priorities of development. Lutsk, October 17-18, 310-314.*
10. Chernenko, K. V. (2012). *Main provisions technique of choice consolidated super heavy lifting technology and large-sized coatings while arranging permanent supports*. Kiev: KNUBA, *Technology Building*, 28, 46-51.

Стаття надійшла до редакції 17.06.2014

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.А. Тугай, Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ.