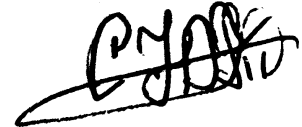


МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

СОБКО ЮРІЙ ТАРАСОВИЧ



УДК 69.057.2:69.057.45

**ТЕХНОЛОГІЯ МОНТАЖУ СТРУКТУРНИХ БЛОКІВ ПОКРИТТЯ
З ВИКОРИСТАННЯМ ПІДЙОМНО-ЗБИРАЛЬНИХ МОДУЛІВ**

05.23.08 – технологія та організація промислового
та цивільного будівництва

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Київ – 2021

Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Київському національному університеті будівництва і архітектури Міністерства освіти і науки України.

Науковий керівник – доктор технічних наук, професор
ТОНКАЧЕСВ Геннадій Миколайович,
Київський національний університет будівництва і
архітектури, проректор з навчально-методичної
роботи.

Офіційні опоненти: доктор технічних наук, старший науковий співробітник
ГРИГОРОВСЬКИЙ Петро Євгенович,
ДП «Науково-дослідний інститут будівельного
виробництва» МРГ і Т України (м. Київ),
заступник директора;

доктор технічних наук, доцент
ГАЛУШКО Валентина Олександрівна,
Одеська державна академія будівництва та
архітектури (м. Одеса),
професор кафедри технології будівельного
виробництва.

Захист відбудеться «29» вересня 2021 р. о 13⁰⁰ годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 26.056.03 у Київському національному університеті будівництва і архітектури за адресою: 03037, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31, КНУБА, Вчена рада університету, ауд. 466.

З дисертацією можна ознайомитися у бібліотеці Київського національного університету будівництва і архітектури за адресою: 03037, м. Київ, Повітрофлотський проспект, 31.

Автореферат розіслано «27» серпня 2021 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради

О. А. Бондар

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми. Напрямок розвитку легких металевих конструкцій залишається актуальним. У світовій практиці легкі металеві конструкції складають до 50 % загального обсягу будівництва одноповерхових будівель промислового і громадського призначення. Серед легких металевих конструкцій одноповерхових будівель знайшли широке застосування структурні конструкції.

Структурним елементом плит покриття одноповерхових будівель є просторовий блок тетраедра, відомий своєю легкістю та жорсткістю. Він утворює геометричний візерунок, з'єднаний жорсткими стрижнями. Вітчизняна практика використання структурних плит покриттів (СПП) базується на розробках типових серій, зокрема таких, як «ЦНИИСК», «МАрХИ», «Кисловодськ», «Молодечно», «Житомир» для широкого діапазону застосування від покриттів футбольних стадіонів, спортивних комплексів, плавальних басейнів, виставкових павільйонів до навісів вокзалів, аеропортів та ін.

Найбільшою ефективністю вирізняються проекти, що передбачають максимально можливе застосування уніфікованих габаритних схем, раціональне використання типових конструкцій, велику їх серійність при найменшому числі типорозмірів. При цьому переваги надаються конструктивно-технологічним рішенням (КТР) з найбільш досконалою технологією виготовлення конструкцій і сучасними методами їхнього зведення на підставі використання сучасних засобів комплексної механізації виробництва.

За останні роки нагальною постала проблема проектування і будівництва споруд для розміщення інфікованих хворих, що передбачає зовсім інші вимоги на терміни експлуатації таких споруд (1–2 роки). Для цього необхідно переглянути підходи до технології їхнього зведення і розбірки споруд. Основними вимогами для технологій стають швидкість зведення при дотриманні високого рівня надійності та точності. Найбільш актуальними для цього вважаються технології з примусовими методами підйому і встановлення конструкцій і СПП. Однак реалізація таких КТР не можлива без проведення дослідження і удосконалення технології зведення та розбірки споруд.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Тематика дисертаційного дослідження відповідає напряму пріоритетних науково-дослідних розробок, які виконуються на кафедрі будівельних технологій Київського національного університету будівництва і архітектури: «Розробка ефективних технологій зведення будівель і споруд та створення системи пристроїв і способів для їх здійснення» (ДР № 0116U008691, 2014–2020 рр.).

Мета і завдання дослідження. Мета дисертаційної роботи полягає у підвищенні ефективності монтажу та демонтажу структурних блоків покриття, шляхом удосконалення конструктивно-технологічних рішень на підставі обґрунтування та використанням підйомно-збиральних модулів.

Для реалізації зазначеної мети, необхідно виконати такі *завдання*:

- *визначити* рівень розвитку організації, механізації і технології укрупнення, піднімання та закріплення блоків структурних покриттів, демонтажу споруд, проаналізувати накопичений науково-практичний досвід, визначити критерії ефективності методів, способів і засобів механізації процесів;
- *установити* структуру процесів монтажу блоків покриття, з використанням різних засобів механізації та послідовності виконання робіт, визначити та дослідити чинники впливу на технологічні показники процесу монтажу та демонтажу структурних блоків покриття;
- *дослідити* конструктивно-технологічні рішення для монтажу та демонтажу структурних блоків покриття, проаналізувати компоновки підйомно-збиральних модулів та закономірності їхнього формування;
- *розробити* методику формування конструктивно-технологічних рішень монтажу та демонтажу структурних блоків покриття на підставі виявлених закономірностей.

Об’єкт дослідження – технології монтажу та демонтажу структурних блоків покриття одноповерхових споруд за методом підйому та опускання гідродомкратними системами.

Предмет дослідження – технологічні параметри процесів укрупнення, піднімання, закріплення, відкріплення та опускання і розбірки структурних блоків покриття при використанні підйомно-збиральних модулів.

Методи дослідження: метод системно-структурного аналізу складових конструктивних і технологічних рішень будівель і монтажної оснастки; метод розстановки пріоритетів при обґрунтуванні ефективності комплектів монтажної оснастки; метод хронометражних спостережень та метод цілочислового нормування при визначенні тривалості та трудомісткості; метод організаційно-технологічного моделювання при формуванні варіантів; методи теорії множини та метод статистичного аналізу. Перевірка технічних рішень підйомно-збиральних модулів шляхом експериментальних випробувань піднімання виконувалася на робочих моделях у Київському національному університеті будівництва і архітектури на кафедрі будівельних технологій.

Методи дослідження – метод системно-структурного аналізу планувальних, конструктивних та інших основних складових реалізації технологічних особливостей в будівництві; метод спостережень; методи організаційно-технологічного моделювання параметрів процесів; метод експертної оцінки; метод статистичного аналізу в процесі збору та обробки даних.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у тому, що: **удосконалено:**

- конструктивно-технологічні рішення монтажу та демонтажу блоків покриття з одночасним збиранням та розбиранням колон на підставі виявлених залежностей трудомісткості та тривалості процесів укрупнення, піднімання, закріплення, відкріплення, опускання та розбирання структурних блоків

покриттів і колон із використанням рухомих підйомно-збиральних модулів оснастки з примусовим орієнтуванням конструкцій;

– конструктивні рішення низки підйомно-збиральних модулів, надано пропозиції для їхнього ефективного використання на прикладі декількох компоновок, що включені до рекомендацій з проектування та експлуатації комплектів монтажної оснастки при реалізації примусових методів монтажу структурних блоків покриття. Розроблено новий спосіб піднімання структурних покриттів та створено новий засіб механізації процесів (патенти України – UA № 107341, UA № 107342);

– *дістали подальшого розвитку* теоретичні положення з формування раціональних конструктивно-технологічних рішень монтажу та демонтажу структурних блоків покриття з одночасним збиранням та розбиранням колон, які полягають у правилах компонування модулів монтажної оснастки. Розширена нормативна база методу цілочислового нормування процесів для монтажу та демонтажу споруд спеціального призначення з використанням структурних конструкцій.

Практичне значення одержаних результатів полягає у тому, що:

– удосконалені конструктивно-технологічні рішення монтажу та демонтажу блоків покриття з одночасним збиранням та розбиранням колон з використанням рухомих підйомно-збиральних модулів оснастки з примусовим орієнтуванням конструкцій, дають змогу прискорити процеси зведення та розбирання одноповерхових споруд спеціального призначення (тимчасових лікарень, виставкових павільйонів, ангарів, споруд тепличного господарства, споруд військового призначення та ін.);

– удосконалені конструктивні рішення підйомно-збиральних модулів та надані пропозиції щодо їхнього ефективного використання у вигляді рекомендацій з проектування та експлуатації комплектів монтажної оснастки при реалізації примусових методів монтажу та демонтажу структурних блоків покриття, дають змогу зменшити трудомісткість, скоротити терміни і знизити вартість виконання робіт зі зведення та розбирання одноповерхових споруд;

– теоретичні положення з формування раціональних конструктивно-технологічних рішень монтажу та демонтажу структурних блоків покриття з одночасним збиранням та розбиранням колон та удосконалена нормативна база методу цілочислового нормування процесів для монтажу та демонтажу споруд спеціального призначення, з використанням структурних конструкцій, дозволяють підвищити якість освітнього процесу, шляхом упровадження в навчальний процес.

Дисертаційна робота за змістом та спрямуванням досліджень і результатів відповідає діючому паспорту спеціальності 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва, а саме за такими пунктами в порядку пріоритетності:

– за пунктом 1 – наукові основи удосконалення технології, організації будівельно-монтажних процесів, що відповідає змісту розділів 2, 3 та 4;

– за пунктом 4 – наукові та методичні основи проектування технологічних процесів, з використанням сучасного інформаційного забезпечення, що відповідає змісту розділів 2 і 3;

– за пунктами 5 і 6, які відповідають змісту розділів 3 і 4 та розкривають питання комплексної механізації процесів та питанням енергозбереження.

Особистий внесок здобувача. Виявлено та систематизовано фактори, що впливають на трудомісткість процесів укрупнення, підйому та закріплення блоків СПП з одночасним улаштуванням колон. Удосконалено методику цілочислового нормування процесів укрупнення, підйому та закріплення блоків СПП, на підставі якої виконані дослідження. Удосконалено конструктивно-технологічні рішення монтажу та демонтажу блоків покриття з одночасним збиранням та розбиранням колон, з використанням розроблених рухомих підйомно-збиральних модулів оснастки.

Наукові результати, теоретичні положення, практичні розробки, висновки та рекомендації, що виносяться на захист, належать автору особисто, є його самостійним теоретичним та практичним внеском у розвиток науки «Технологія та організація промислового та цивільного будівництва».

Апробація результатів дослідження. Основні результати досліджень, що розроблені в дисертації, доповідалися і отримали позитивну оцінку на міжнародних та вітчизняних наукових конференціях, семінарах, засіданнях кафедри, нарадах в період з 2013 по 2020 рр., зокрема в Київському університеті будівництва і архітектури (2013–2018 рр.), на конференціях молодих учених та аспірантів, що проходили на базі Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича (2014–2020 рр.) і Луцького національного технічного університету (2015 р.).

Публікації. Основні результати дисертації, висновки та пропозиції висвітлено у 14 наукових працях, з яких 5 – у фахових журналах, рекомендованих ДАК України, 1 – у наукометричному періодичному виданні країни Євросоюзу та 8 праць апробативного характеру.

Структура та обсяг дисертації. Робота складається з анотації, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел і додатків. Загальний обсяг дисертації становить 156 сторінок, з них основного тексту – 110 сторінок. Робота містить 46 рисунків та 24 таблиці. Список використаних джерел налічує 108 найменувань та займає 10 сторінок. Додатки (3) розміщено на 12 сторінках.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дослідження; вказано на зв'язок роботи з науковою тематикою; визначено мету, завдання, об'єкт, предмет, сформульовано методологічну основу дослідження; висвітлено наукову новизну, науково-теоретичне та практичне значення одержаних результатів; наведено відомості про апробацію результатів дослідження, структуру та обсяг дисертації.

У Розділі 1 «Аналіз технології монтажу блоків покриття одноповерхових будівель та проблеми формування конструктивно-технологічних рішень» виконано оцінку сучасного рівня розвитку технології зведення одноповерхових споруд з використанням легких металевих конструкцій, проаналізовано попередні науково-дослідницькі роботи, які присвячені конструюванню та монтажу СПП, з використанням гідродомкратних засобів підйому.

Значний внесок у розвиток цього напрямку й вирішення вищезазначеної проблеми зробили вчені: Г. М. Тонкачєєв, В. К. Черненко, О. Ф. Осипов, Д. Ф. Гончаренко, В. В. Савйовський, В. І. Торкатюк, П. П. Федоренко, С. В. Кожемяка, К. В. Черненко, А. В. Сисоєв, В. І. Вакуленко, Л. А. Колесник, Н. П. Ситник, Р. А. Гребенник, А. О. Саакян, В. Д. Топчій, К. Fidler, Rowinski та ін. Незважаючи на широке коло науково-практичних досліджень, питання обґрунтування, удосконалення та розробки ефективних методів і технологій укрупнення, піднімання та закріплення структурних блоків покриттів із застосуванням різних домкратних систем залишилося недостатньо вивченим.

Аналіз сучасного рівня розвитку будівельної галузі та тенденцій розвитку технології зведення одноповерхових каркасних будівель промислового і цивільного призначення показав масовість застосування СПП. У світовій практиці легкі металеві конструкції складають до 50 % загального обсягу будівництва будівель, що свідчить про масове явище використання такої продукції. Серед легких металевих конструкцій найбільшого поширення при застосуванні набули СПП, які характеризуються уніфікованими розмірами стрижнів і вузлів (коннекторів), з яких конструкції укрупнюються у блоки (плити) до розмірів у плані в межах 12...36 м з висотою 2...2,5 м.

Вага блоків СПП (питома вага одного метра квадратного покриття) залежить від розмірів блоків та навантаження, становить 4 000...15 000 кг, а питома вага покриття становить 20...40 кг/м². Суттєвим недоліком є велика кількість дрібних елементів та вузлів СПП, що робить процес укрупнення дуже трудомістким, з використання великого обсягу ручної праці.

Установлено проблеми підвищення ефективності, надійності та точності складання будівель, які безпосередньо пов'язані з конструктивними рішеннями стикових з'єднань СПП та технологічними можливостями забезпечення високого рівня складальності конструкцій, а також переходом на процеси підйому блоків СПП примусовими методами, з використанням різних гідропідйомників типу штовхачів та підтягувачів, що натомість підтвердило необхідність у більш глибокому вивченні процесу формування ефективних КТР монтажу СПП.

Оскільки тематика дослідження пов'язана з конструктивними рішеннями СПП, засобами механізації процесів та способами їхнього виконання, було проведено комплексний патентний пошук з проблем вибору ефективних КТР, який показав, що максимальна кількість винаходів за напрямом дослідження стосується більш конструктивних рішень будівель і споруд, а способам складання і підйому СПП та засобам механізації процесів приділялося недостатньо уваги, що підтвердило обраний напрям дослідження, спрямований

саме на пошук та розробку більш ефективних методів монтажу та демонтажу споруд (рис. 1).

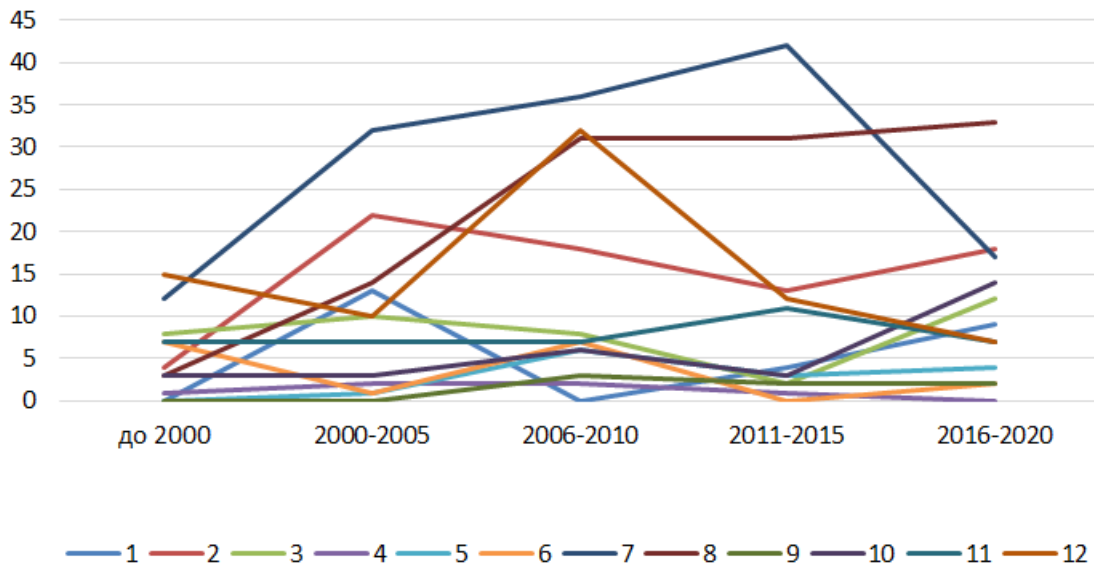


Рис. 1 Графіки динаміки патентування за класами 1–12 (E04B, E04G та ін.)

За результатами аналізу систематизовано методи примусового підйому просторових блоків покриття, які технічно можуть бути застосовані при монтажі СПП одноповерхових будівель, що дало змогу сформувати спроможні варіанти КТР до подальшого розгляду. Також було встановлено проблему відсутності нормативної бази даних щодо витрат праці та часу на виконання процесів, що потребує проведення додаткових досліджень з удосконалення найбільш прийнятної для поставлених цілей методики цілочислового нормування.

У Розділі 2 «Відбір конструктивно-технологічних рішень монтажу СПП та виявлення факторів, що впливають на процес їх формування» на підставі виконаного аналізу сформульовано робочу гіпотезу та розроблено методику проведення дослідження КТР монтажу СПП (рис. 2).

За робочу гіпотезу прийнято припущення про те, що повинно існувати КТР монтажу СПП, яке відповідатиме таким критеріям: прискореній швидкості зведення одноповерхових споруд, мінімальній трудомісткості, підвищеній надійності і точності, технічній і технологічній можливості як монтажу СПП, так і демонтажу споруд без пошкодження конструкцій зі збереженням можливості подальшого використання.

Відповідно до результатів аналізу проблемного питання до основних чинників, що впливають на вартість, трудомісткість та тривалість монтажу СПП, віднесено планувальні параметри будівлі та конструктивні параметри плит покриття і колон, засоби механізації монтажних процесів.

Для з'ясування чинників встановлено обмеження, з огляду на міркування, що зони оптимальних КТР знаходяться в межах цих обмежень. Розмір польоту будівель було прийнято в межах $F_{1.1} = \{18, 24, 30\}$ м, розмір кроку колон – $F_{1.3} = \{12, 15, 18\}$ м. За сучасними функціональними потребами кількість польотів обмежено значенням чинника $F_{1.2} = \{1, 2, 3, 4\}$. Кількість кроків

колон обмежено значенням чинника $F_{1.4} = \{3, 4, 5, 6\}$. До розгляду прийняті покриття одноповерхових будівель з площиною від 648 до 12960 м². Висота будівель прийнята в межах – $F_{1.5} = \{7.2, 9.6, 12, 14, 18\}$ м.



Рис. 2 Блок-схема алгоритму методики досліджень

За основні конструктивні параметри СПП системи типу «МАрХІ», «Кисловодськ» та «ЦНИИСК» прийняті: висота СПП $F_{2.1} = 2,12$ м при розмірах ребр тетраедра 3,0 м, кількість відправних марок на один квадратний метр площини становить $F_{2.2} = 0,9...1,2$ шт./м². До відправних марок відносяться стрижні з труб або з кутиків, завдовжки 2,5...3 м, а також вузлові коннектори

$F_{2.3} = 0,4 \dots 0,55$ шт./м². Загальна вага блоків СПП прийнята в межах – $F_{2.4} = 25 \dots 30$ кг/м².

До третьої групи чинників «засоби механізації» віднесені: $F_{3.1}$ – вантажопідйомний мобільний кран; $F_{3.2}$ – риштування збиральні; $F_{3.3}$ – стенд збиральний; $F_{3.4}$ – лінія конвеєрна; $F_{3.5}$ – гідропідйомник штовхач стаціонарний; $F_{3.6}$ – гідропідйомник штовхач рухомий; $F_{3.7}$ – підтягувач стаціонарний. Характеристики чинників цієї групи прийняті до розгляду для врахування вартості оренди машин, механізмів та оснастки. Вплив чинників на трудомісткість і тривалість монтажу залежить від додаткових пристосувань у вигляді лісів, конвеєрних ліній та стендів.

Виконано ранжування варіантів КТР монтажу СПП за критеріями ефективності, з урахуванням впливу чинників за методикою експертного оцінювання за критеріями трудомісткості, тривалості та вартості процесу при оцінюванні надійності та якості виконання процесів. При цьому технологічний процес розглядався в повному циклі, починаючи від заводського виготовлення, транспортних операцій, і закінчуючи зведенням усіх конструкцій в обсязі, визначеному завданням. Розглядалося сім варіантів КТР монтажу СПП:

МП₁ (X₁) – збірка СПП відбувається на риштуваннях на відмітці проектних опор. Висота, на яку складаються риштування до 14...18 м, розраховується вручну. Колони монтується кранами до початку встановлення лісів. Подача елементів структури здійснюється кранами вантажопідйомністю до 25 т;

МП₂ (X₂) – укрупнення СПП в блоки виконується на пересувних стендах. Стенди збираються і переставляються основними кранами. Формування структури виконується вручну. Підйом і встановлення блоків СПП, зазвичай, виконується двома кранами. Можна монтувати одним краном більшої вантажопідйомності (90 т). Колони монтується до встановлення блоків СПП;

МП₃ (X₃) – укрупнення СПП в блоки виконується на конвеєрних лініях з монтажем кранами. Для організації процесу потрібно декілька стендів, які на колесах мають змогу переміщуватися удовж лінії по мірі збирання різних елементів в блоки. Це високомеханізований процес з високими темпами укрупнення і монтажу, але за капітальними витратами, дорогий варіант, який набуває ефективності при площах покриття понад 15...20 тис. м²;

МП₄ (X₄) – укрупнення СПП в блоки виконується на стендах безпосередньо в проектному положенні в плані (в осях колон) на рівні землі. Для підйому застосовуються гідропідйомники стаціонарного типу, які монтується кранами на спеціальних додаткових фундаментах навколо фундаментів під колони. Переваги технології в тому, що підйом блоків СПП здійснюється з одночасним підрошуванням колон. Дуже велика кількість з'єднувальних стиків при влаштуванні колон;

МП₅ (X₅) – укрупнення СПП в блоки виконується на стендах безпосередньо в проектному положенні в плані (в осях колон) на рівні землі. Для підйому застосовуються гідропідйомники, які рухаються по колонам одночасно з підйомом блоку СПП та нарощуванням колон. Недолік методу полягає в

ускладненні конструкції часток колон, які повинні мати спеціальні опорні елементи для руху підйомників;

МП₆ (X₆) – укрупнення СПП в блоки виконується на стендах безпосередньо в проектному положенні в плані (в осях колон) на рівні землі. До підйому монтують колони, на колонах кранами встановлюють гідропідйомники з принципом роботи підтягуванням. Для підйому застосовуються гідропідйомники, які обладнані гідродомкратами та сталевими стрічками, за допомогою яких підвішуються блоки;

МП₇ (X₇) – укрупнення СПП в блоки виконується на стендах безпосередньо в проектному положенні в плані (в осях колон) на рівні землі. Для підйому застосовуються гідропідйомники, які рухаються по колонам одночасно з підйомом блоку СПП та нарощуванням колон. Стійкість системи під час підйому пропонується забезпечити шляхом зміни конструкції колони на просторову схему з чотирма гілками, а нарощування колон здійснювати більш високими елементами (1,2...1,5 м), що зменшує витрати праці при влаштуванні колон.

За результатами дослідження комплексних пріоритетів варіантів КТР монтажу СПП за критеріями трудомісткості і тривалості процесу, вартості процесу, надійності та якості за важливістю побудована діаграма рангів (рис. 3), за якою встановлено, що для подальшого дослідження та визначення ефективних КТР слід розглядати варіанти **МП₂ (X₂)** та **МП₇ (X₇)**. При цьому варіант **МП₂** розглядається як базовий, щодо якого встановлюється ефективність варіанта **МП₇**, який розглядається як новий. Обидва варіанти придатні для демонтажу каркасів споруд.

Після виявлення найкращих варіантів КТР монтажу СПП, була переглянута структура чинників, з метою їхнього відбору для подальшого дослідження.

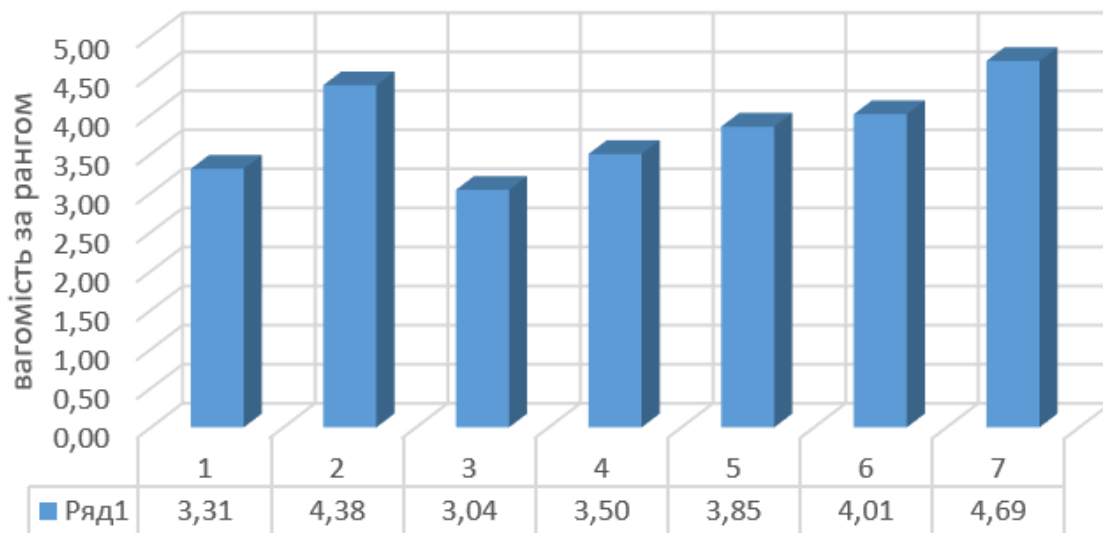


Рис. 3 Діаграма рангів варіантів КТР монтажу СПП

Відповідно до наведеної методики числового нормування трудомісткості і тривалості процесів як основні, розглядалися такі чинників, що впливають на кількість дій, з урахуванням переміщень монтажників на певні відстані, та

впливають на відповідальність за точністю і надійністю позиціонування елементів (табл. 1).

Таблиця 1

Структура чинників, які безпосередньо впливають на трудомісткість процесу

| Чинник | Характер впливу |
|--------------------|---|
| $F_{1.5}$ | Висота будівлі впливає на час підйому СПП |
| $F_{2.1}$ | Висота блоку впливає на потребу в організації робочих місць монтажників |
| $F_{2.2}, F_{2.4}$ | Впливають на кількість дій при складанні СПП |
| $F_{2.3}$ | Впливає на відповідальність за точністю і надійністю позиціонування елементів |
| $F_{2.6}$ | Впливає на кількість дій при складанні колон |
| $F_{3.1} F_{3.3}$ | Впливають на трудомісткість підготовчих операцій |
| $F_{3.6}$ | Впливає на швидкість руху системи підйому та на підготовчі операції |

У Розділі 3 «Розробка та дослідження КТР монтажу структурних блоків покриття з використанням підйомно-збиральних модулів» виконано проектно-конструкторські дослідження, результатом яких стала принципова схема підйомно-збирального модуля оснастки.

Підйомно-збиральний модуль (ПЗМ) призначений для підйому блоку СПП з одночасним нарощуванням колон. Модуль складається з рами, всередині якої утворюється зона монтажу. Основними параметрами для проектування ПЗМ є розміри колони, вага блоку СПП та розміри прольотів та кроків між колонами. Відповідно до визначених параметрів конструкцій і споруд, а також характеристик гідроциліндрів призначена розрізка колони на складальні частини (рис. 4).

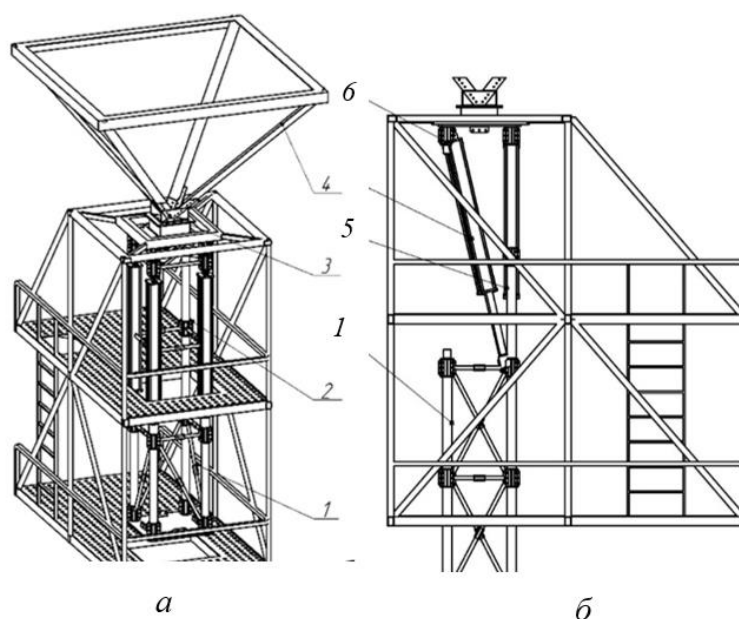


Рис. 4 Вантажопідйомний модуль ПЗМ: *а* – на стадії монтажу ПЗМ; *б* – на стадії демонтажу ПЗМ; 1 – ярус колони; 2 – вантажопідйомний модуль; 3 – оголовок

колони; 4 – опорний вузол СПП; 5 – гідроциліндр робочий; 6 – гідроциліндр демонтажний

Вантажопідйомний модуль встановлюється в зоні монтажу колон у такий спосіб, що центр його монтажної зони співпадає з центром колони. Спочатку встановлюють нижній опорний елемент колони і закріплюють його на опорній пластині фундаменту на анкерних болтах. На опорний оголовок встановлюється перший ярус колони, заввишки 1,0 м. Складові колони представлені у вигляді прокатних труб, що дозволяють при з'єднанні їх з муфтами, використовувати швидкознімні монтажні пристрої. Між собою секції колони з'єднуються поперечними та діагональними в'язями, вивіряються та закріплюються.

За результатом дослідження процесу укрупнення і підйому СПП розроблено принцип дії ПЗМ та його конструкцію (рис. 5). Спершу здійснюється висування гідроциліндрів (рис. 5, а), на висоту: $H = l_c + l_m + \Delta$, де l_c – висота секції колони; $l_c = 1\ 000$ мм; l_m – висота муфти; $l_m = 200$ мм; Δ – гарантований зазор для виконання монтажу ($\Delta = 20$ мм).

Потім монтується секція колони з муфтою під постійною опорою ПЗМ (рис. 5, б). Далі відбувається втягування штоку першого гідроциліндру (рис. 5, в). ПЗМ утримується в 3-х опорних точках. Наступним циклом монтується секція колони з муфтою. Відбувається спирання гідроциліндру на встановлену секцію колони (рис. 5, г). Аналогічно монтуються інші стійки секції колони.

Останніми монтуються 2 яруси колон. При цьому постійна опора розкріплюється від ПЗМ та фіксується на колоні. Силкові гідроциліндри встановлюються згідно зі схемою, зображеною на рис. 6, з діагональним спиранням на одну секцію колони. Після цього одразу монтуються останні стійки секції колони й демонтуються обладнання та ПЗМ.

Розроблено автоматизований гідравлічний комплекс, який встановлюється на підмащеннях ПЗМ та складається з центрального блока керування, насосної установки, гідравлічних магістралей, силових гідроциліндрів. Центральний блок керування (рис. 6) складається з колекторів, синхронізаторів, системи зі спеціальним програмним забезпеченням, комплекту комунікаційних кабелів, повторювача сигналу.

Для наочного контролю монтажних операцій запропоновано використання комплексу високоточного вимірювання ГМ3000. До складу комплексу ГМ3000 входять приймальні пристрої; високоточні електронні роботизовані тахеометри; призми та марки, що змонтовані на конструкціях арки, балки жорсткості, та навколо них для визначення проектного положення балки жорсткості та його зміни; комунікаційна і комп'ютерна апаратура, а також програмне забезпечення для управління комплексом.

Наступним етапом підвищення технологічності конструкцій стало удосконалення конструкції колони. Підйомно-збиральний модуль працює з почерговим підйомом груп циліндрів, тому для забезпечення працездатності модуля змінено колону за структурною схемою з чотирма стійками. Колона представляє собою збірну конструкцію, що складається з чотирьох трубних елементів довжиною в 6 м з відстанню між ними. Між собою трубні елементи

з'єднуються стрижнями з муфтами, через які за допомогою тяг, колона вирівнюється, а складові фіксуються.

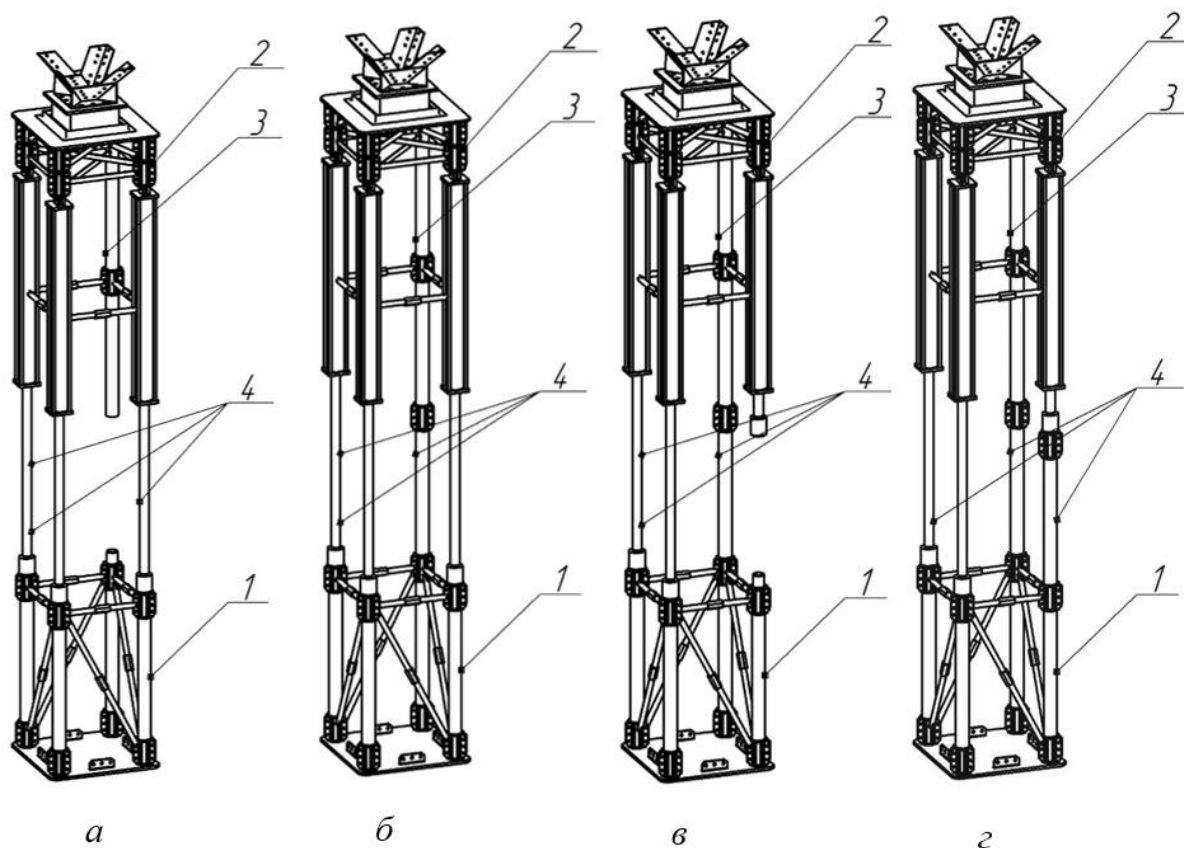


Рис. 5 Послідовність підйому ПЗМ (рама з підмащеннями умовно не показана): 1 – змонтований ярус колони; 2 – ПЗМ; 3 – постійна опора ПЗМ; 4 – спирання на колону

Виконано дослідження трудомісткості і тривалості процесів монтажу блоків СПП за варіантами кранового та безкранового методів монтажу.

Для забезпечення принципу порівнянності варіантів, до розгляду включені процеси монтажу колон (наросування), монтажу стендів, укрупнення блоків, монтажу (підйому) блоків та встановлення і переміщення крану або монтажних підйомно-збиральних модулів. Усі розрахунки виконувалися у табличній формі відповідно до формули методики цілочислового нормування. За результатами дослідження визначені всі складові трудомісткості та тривалості процесів, на підставі яких побудовано графіки виконання процесів укрупнення і монтажу блоків СПП. Визначено ефективність нового варіанту монтажу СПП.

Для методу з використанням ПЗМ, процес укрупнення блоку виконується на позначці +5,500 м (рис. 6), і виконується на опорних елементах блоку СПП на оголовках колон, які є складовими елементами ПЗМ, а після монтажу СПП переходять у конструктив колон.

Досліджувалася така загальна структура процесів:

ТР1 – встановлення опорних секцій колон на фундаменти;

ТР2 – монтаж ПЗМ;

ТР3 – влаштування гідравлічної системи;

- ТР4 – укрупнення СПП;
 ТР5 – підйом блоків СПП;
 ТР6 – демонтаж ПЗМ;
 ТР7 – інші не враховані процеси (5 %).

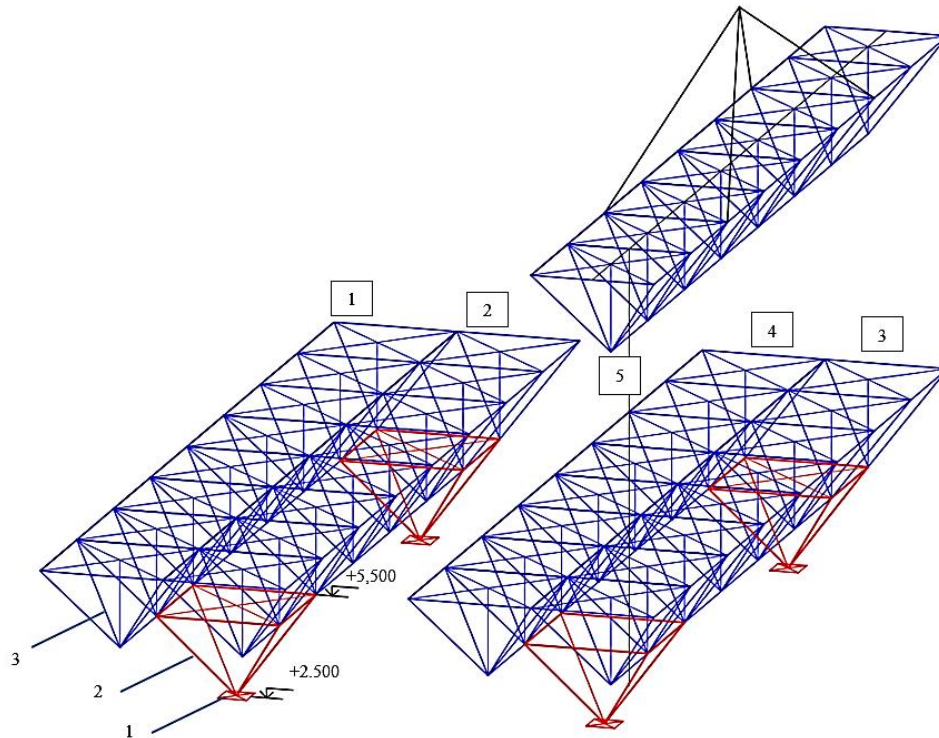


Рис. 6 Схема укрупнення блоку СПП 24 x 15 м на базі ПЗМ: 1 – оголовок колони; 2 – опорний елемент блоку СПП; 3 – відправна марка СПП 24 x 3 м; 1–5 – послідовність складання відправних марок СПП

Таблиця 2

Технологічні розрахунки процесу влаштування каркасу з СПП

| Шифр процесу | Обсяг продукту | | Норма витрат праці, люд-год | Норма витрат часу, год | Трудомісткість процесу, люд-год | Тривалість процесу, год |
|--------------|----------------|---------|-----------------------------|------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| | Одиниця виміру | Кіл-сть | | | | |
| ТР1 | 1 блок | 8 | 4,534 | 2,17 | 36,272 | 17,36 |
| ТР2 | 1 блок | 8 | 1,867 | 0,9 | 14,936 | 7,2 |
| ТР3 | 1 блок | 8 | 32,000 | 8 | 256 | 64 |
| ТР4 | 1 блок | 8 | 15,003 | 4,78 | 120,024 | 38,24 |
| ТР5 | 1 блок | 8 | 59,400 | 9,8 | 475,20 | 78,41 |
| ТР6 | 1 блок | 8 | 32,000 | 8 | 256 | 64 |
| ТР7 | % | 5 | | | 57,022 | 13,46 |

Загальні витрати за базовим варіантом становлять: трудомісткість – 1197,454 люд-год; тривалість – 282,67 год.

За результатами розрахунків (табл.2) при влаштуванні восьми блоків СПП окремими циклами, базовий варіант має меншу трудомісткість процесу на $1197,454 - 707,114 = 490,34$ люд-год (на 41 %). Тривалість процесу за базовим

варіантом менше на $282,67 - 268,07 = 14,6$ год (на 6 %). Основним чинником є кількість циклів підйому. Для 8 блоків СПП за базовим варіантом кількість циклів підйому не змінюється, а за новим варіантом є можливість піднімати покриття у 8, 4, 2 і в один цикл. За результатами дослідження отримано залежності параметрів процесів від розмірів монтажних блоків (рис. 7).

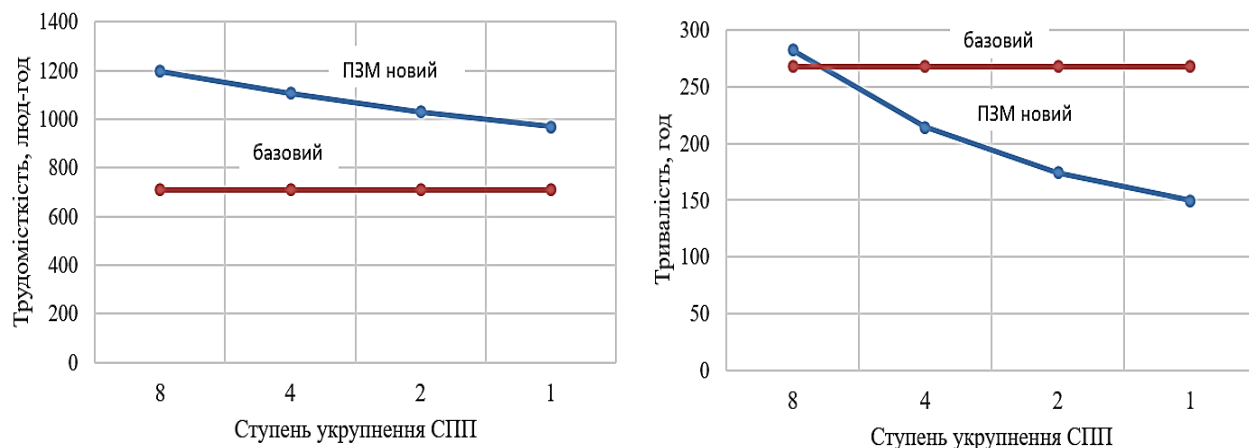


Рис. 7 Графіки залежності трудомісткості і тривалості влаштування каркасу з варіантом базовим і новим від ступеня укрупнення СПП

За графіком тривалість процесів за новим варіантом суттєво зменшується по відношенню до базового варіанту. Скорочення тривалості відбувається на 33–50 %, а по відношенню до базового варіанту скорочення термінів зведення починається при переході на ступінь укрупнення 4 блоки по 2 СПП – на 20–40 %.

Якщо порахувати вартість оренди для найбільшого ступеня укрупнення, то для базового варіанту вона становитиме $34 \times 24\,000 = 816\,000$ грн ($268,07/8 = 33,5$ змін). Для нового – $16\,000 \times 19 = 304\,000$ грн ($149,48/8 = 18,69$ змін), що вдвічі дешевше. Зрозуміло, що такий підрахунок є приблизним, але ж переваги нового варіанту становляться дуже суттєвими, коли йдеться про швидкісне зведення лікарень під час пандемії, яка з 2019 р. і понині не перестає впливати на наше життя.

У Розділі 4 «Науково-методологічні принципи формування раціональних конструктивно-технологічних рішень монтажу структурних блоків покриття» розглянуто особливості методики формування раціональних КТР монтажу СПП.

За результатами проведених досліджень виокремлено основні особливості формування раціональних КТР монтажу СПП, які є рекомендованими при проектуванні технології і розробці технологічних карт на процес монтажу перших секцій колон, встановлення ПЗМ і монтаж опорної частини СПП, процес укрупнення блоків СПП та на підйом блоку СПП з одночасним нарощуванням колон.

Проведено експериментальні дослідження на натурному зразку ПЗМ, з метою перевірки працездатності системи підйому та визначення конструктивних параметрів ПЗМ (рис. 8).

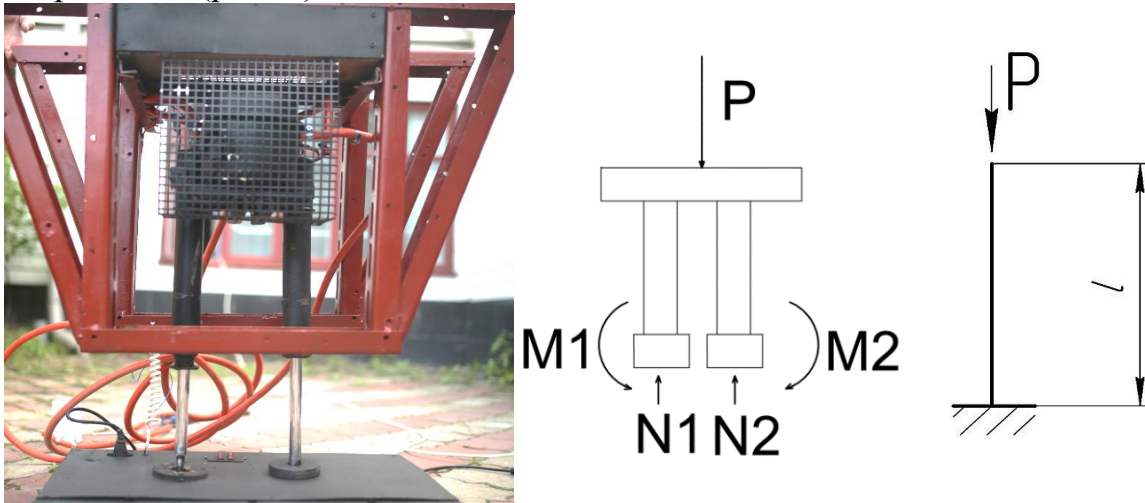


Рис. 8 Діюча модель-аналог (прототип) для підтвердження роботи нового гідродомкратного пристрою для піднімання великорозмірних покриттів методом підрощування з одночасним нарощуванням постійних опор

Наведені рекомендації щодо проектування силового обладнання ПЗМ, які дають змогу в конкретних умовах виконати розрахунки режимів системи підйому.

Проаналізовано особливості визначення вартості монтажного процесу, які виникають у разі застосування ПЗМ, серед яких визначальними вважаються витрати на механізацію процесів, які свого часу прямо залежать від термінів зведення споруд. Основним результатом дослідження визначено суттєве прискорення процесів при використанні ПЗМ монтажу СПП, на відміну від традиційних кранових методів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У дисертаційному дослідженні здійснено теоретичне узагальнення й нове вирішення науково-прикладного завдання, яке полягало в підвищенні ефективності монтажу структурних блоків покриття, шляхом удосконалення конструктивно-технологічних рішень на підставі обґрунтування та використання підйомно-збиральних модулів будівельної оснастки.

Значення одержаних результатів для науки визначається: обґрунтуванням та удосконаленням конструктивно-технологічного рішення монтажу структурних блоків покриття з примусовим орієнтуванням та з одночасним збиранням колон на підставі використання розробленого рухомого підйомно-збирального модуля оснастки; подальшим розвитком теоретичних положень з формування раціональних конструктивно-технологічних рішень монтажу структурних блоків покриття за правилами компоновання модулів монтажної оснастки; розширенням нормативної бази методу цілочислового нормування процесів

монтажу та демонтажу споруд спеціального призначення, з використанням структурних конструкцій.

Значення результатів дисертації для практики визначається розвитком технології монтажу структурних плит покриття одноповерхових будівель, удосконаленням конструктивно-технологічного рішення підйомно-збиральних модулів та наданням пропозиції щодо їхнього ефективного використання, у вигляді рекомендацій з проектування та експлуатації комплектів монтажної оснастки при реалізації примусових методів монтажу та демонтажу структурних блоків покриття. Результати дисертації підтвердили свою достовірність та практичну цінність упровадженням розробок у практику будівництва зі зменшення трудомісткості, скорочення термінів і зниження вартості виконання робіт.

За результатами дослідження сформульовано такі висновки:

1. Проведено аналіз сучасного рівня розвитку будівельної галузі та тенденцій розвитку технології зведення одноповерхових каркасних будівель промислового і цивільного призначення, результати якого підтвердили актуальність застосування легких металевих конструкцій тину структурних плит покриттів (СПП), для яких значними проблемними питаннями з організації, механізації та технології визначені недоліки процесів укрупнення та монтажу СПП, які за установленими критеріями ефективності – трудомісткості, тривалості і вартості методів, не відповідають вимогам будівництва. З'ясовано, що для вирішення проблеми монтажу СПП, необхідно застосувати примусові методи з використанням гідропідйомників типу підйомно-збиральних модулів, що дало змогу сформулювати завдання дослідження.

2. Розроблено методику дослідження, яка передбачає визначення та аналіз чинників, що впливають на прийняття конструктивно-технологічних рішень стосовно укрупнення та монтажу блоків СПП та використання підйомно-збиральних модулів оснастки. За результатами дослідження комплексних пріоритетів варіантів монтажу СПП за критеріями ефективності відповідно до діаграми рангів, для подальшого дослідження процесу формування ефективних КТР монтажу СПП обрані варіанти *укрупнення структур на пересувних стендах з підйомом і монтажем кранами (базовий варіант)* та *укрупнення, підйом і монтаж структур рухомими підйомно-збиральними модулями (новий варіант)*. Відповідно до методики цілочислового нормування визначення трудомісткості і тривалості процесів для дослідження обраних варіантів, з урахуванням відповідальності процесу за точністю і надійністю позиціонування елементів, окреслено основні чинники, що впливають на ефективність КТР монтажу СПП.

3. Виконано дослідження конструктивно-технологічних рішень монтажу та демонтажу структурних блоків покриття, компоновки підйомно-збиральних модулів та закономірностей їхнього формування. За результатами проведеного дослідження розроблено принципово нове конструктивне рішення підйомно-збирального модуля (ПЗМ), згідно яким здійснено підвищення технологічності СПП, шляхом удосконалення конструктивних рішень опорного вузла колони,

опорного вузла СПП, який за технологією встановлюється і закріплюється на ПЗМ до укрупнення блоку СПП, що принципово змінило технологію укрупнення СПП та нарощування колон.

4. Виконано дослідження трудомісткості і тривалості процесів монтажу блоків СПП за варіантами кранового та безкранового методів монтажу. Для забезпечення принципу порівнянності варіантів, до розгляду включені процеси монтажу колон (нарощування), монтажу стендів, укрупнення блоків, монтажу (підйому) блоків та встановлення і переміщення крану або монтажних підйомно-збиральних модулів. Дослідження технологічних параметрів за методикою цілочислового нормування довели, що трудомісткість процесів за новим варіантом перевищувало базовий варіант на 25–41 %. При переході на збільшення ступеня укрупнення до 2, 4, 6 та 8 блоків за графіком тривалості процесів, новий варіант на відміну від базового, дає змогу суттєво зменшити терміни зведення споруд на 20–40 %. Оцінка за вартістю оренди засобів механізації для найбільшого ступеня укрупнення блоку СПП показала, що вартість за новим варіантом удвічі менша. Переваги нового варіанту становляться дуже суттєвими, коли йдеться про швидкісне зведення лікарень під час пандемії, яка з 2019 р. і понині не перестає впливати на наше життя.

5. Результати експериментального дослідження на натурному зразку ПЗМ підтвердила працездатність системи підйому. Теоретичні і експериментальні дослідження підтвердили науково-методологічні принципи формування КТР, що на підставі встановлених основних особливостей КТР монтажу СПП підйомно-збиральними модулями оснастки, дало змогу розробити методіку формування ефективних КТР монтажу та демонтажу СПП, надати рекомендації щодо проектування силового обладнання ПЗМ, які дозволяють у конкретних умовах виконати формування режимів системи підйому, які є рекомендованими при проектуванні технологічних карт на процес монтажу перших секцій колон, установа ПЗМ і монтаж опорної частини СПП, на процес укрупнення блоків СПП та на підйом блоку СПП з одночасним нарощуванням колон.

6. Доведена практична цінність роботи, яка полягає в тому, що удосконалені КТР ПЗМ та надані пропозиції щодо їхнього ефективного використання у вигляді рекомендацій з проектування та експлуатації комплектів монтажної оснастки при реалізації примусових методів монтажу та демонтажу структурних блоків покриття, дають змогу суттєво скоротити терміни зведення споруд і знизити вартість виконання робіт зі зведення та розбиранням одноповерхових споруд.

СПИСОК ОПУБЛІКОВАНИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Статті у виданнях іноземних держав:

1. *Sobko Yu.T., Chernenko V.K. Complex mechanization of structural coverage lifting using setting module (VPVM). MOTROL Motoryzacja i Energetyka Rolnictwa.*

20_080/2016. *(Особистий внесок: Експериментальна перевірка працездатності системи підйому та рекомендації щодо проектування ПЗМ).*

Статті в міжнародних наукометричних базах та фахових виданнях:

2. Собко Ю.Т. Аналіз структурних покриттів та методів монтажу. *Науковий вісник Чернівецького університету*. 2014. Том 3. Вип. 2. С. 100–103. *(Особистий внесок: обґрунтовано аналіз структурних покриттів та їх монтаж).*

3. Собко Ю.Т., Новак Є.В. Дослідження методів піднімання структурних великорозмірних покриттів одноповерхових промислових споруд. *Сучасні технології та методи розрахунків в будівництві*: зб. наук. праць. Луцький НТУ. 2015. Вип. 3. С. 157–162. *(Особистий внесок: проведений аналіз та оцінка методів піднімання структурних покриттів).*

4. Собко Ю.Т., Черненко В.К. Безкранова технологія монтажу структурного покриття одноповерхових промислових споруд. *Ефективні технології в будівництві*: зб. наук. праць. КНУБА, 2016. С. 130–131. *(Особистий внесок: запропоновано безкранова технологія монтажу структурного покриття).*

5. Собко Ю.Т., Новак Є.В. Організаційні та технологічні рішення для способу підняття великорозмірних покриттів вантажопідйомними встановлюючими модулями на трьох домкратах. *Підводні технології*. КНУБА. 2018. № 8. С. 80–83. *(Особистий внесок: запропонував безкранову технологія монтажу структурного покриття на трьох домкратах).*

6. Собко Ю.Т., Тонкачєєв Г.М. Удосконалення конструктивно технологічних рішень монтажу блоків покриття вантажопідйомними встановлюючими модулями. *Будівельне виробництво*. НДІБВ. 2021. № 71. С. 10–14. *(Особистий внесок: дослідження трудомісткості і тривалості процесів монтажу блоків СПП за варіантами кранового методу).*

Статті за темою дисертаційного дослідження у інших виданнях та патенти:

7. Собко Ю.Т., Сумарюк О.В. Аналіз роботи домкратних пристроїв, які використовуються для монтажу структурних покриттів великих розмірів. *Сучасні технології та методи розрахунків в будівництві*. 2015. Вип. 3. С. 163–170.

8. Собко Ю. Т., Черненко К.В. Вантажопідйомний встановлюючий модуль. Патент на корисну модель № 107342 України 25.05.2016.

9. Собко Ю. Т., Черненко К.В. Спосіб підйому покриття на проектну відмітку за допомогою вантажопідйомного встановлювального модуля. Патент на корисну модель № 107341 України 25.05.2016.

Матеріали конференцій, де здійснено апробацію роботи:

10. Собко Ю.Т., Лека Д.Р. Технологія монтажу крупноблочних покрівель. *Матеріали студентської наукової конференції Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича*. Чернівці, 2015. С. 31–32.

11. Собко Ю.Т. Бескрановых технология монтажа структурного покрытия одноэтажных промышленных. *Эффективные объекты, технологии, конструкции и материалы*. Одесса: ОГАСА, 2016. С. 49.

12. Собко Ю.Т., Черненко В.К. Технологія монтажу із використанням вантажопідйомного встановлюючого модуля. *Ефективні технології в будівництві*: зб. наук. пр. Київ: КНУБА, 2018. С. 68–69.

13. Собко Ю.Т., Маршавка С.В. Монтаж великопрольотних покриттів методами виштовхування. *Матеріали студентської наукової конференції Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича*. Чернівці, 2018. С. 39–40.

14. Собко Ю.Т., Полін А.Т., Новіков С.М. Спосіб монтажу колони із використанням ВПКМ на домкратах. *Матеріали студентської наукової конференції Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича*. Чернівці, 2021. С. 53–54.

АНОТАЦІЯ

Собко Ю. Т. Технологія монтажу структурних блоків покриття з використанням підйомно-збиральних модулів. – *Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису*.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.23.08 – технологія та організація промислового та цивільного будівництва. – Київський національний університет будівництва та архітектури. – Київ 2021.

Дисертацію присвячено вирішенню науково-прикладного завдання, яке полягає в підвищенні ефективності монтажу структурних блоків покриття, шляхом удосконалення конструктивно-технологічних рішень на підставі обґрунтування та використання підйомно-збиральних модулів будівельної оснастки.

Установлено структуру процесів монтажу блоків покриття, з використанням різних засобів механізації та послідовності виконання робіт. З'ясовано та досліджено чинники впливу на технологічні показники процесу монтажу та демонтажу СПП. Проаналізовано КТР для монтажу та демонтажу СПП. Розглянуто компоновки підйомно-збиральних модулів та виявлені закономірності їхнього формування. Розроблено методику формування КТР монтажу та демонтажу СПП на підставі установлених закономірностей.

Розглянуто та досліджено теоретичні положення з формування раціональних КТР монтажу та демонтажу СПП з одночасним збиранням та розбиранням колон. Розширена нормативна база методу цілочислового нормування процесів для монтажу та демонтажу споруд спеціального призначення, з використанням структурних конструкцій.

Удосконалене КТР монтажу та демонтажу СПП з одночасним збиранням та розбиранням колон з використанням рухомих підйомно-збиральних модулів оснастки з примусовим орієнтуванням конструкцій, дає змогу прискорити процеси зведення та розбирання одноповерхових споруд спеціального призначення (тимчасових лікарень, виставкових павільйонів, ангарів, споруд тепличного господарства, споруд військового призначення та ін.).

Науково-методичні результати роботи буди втілені у комплекс практичних і методичних продуктів на базі Чернівецького національного університету імені Ю. Федьковича для здобування вищої освіти за галуззю 192 «Будівництво та цивільна інженерія», а також використано в компаніях та організаціях будівельної галузі різних структур і форм власності, які функціонують на нашому ринку.

Ключові слова: монтаж, каркас, структура, підйомний модуль, механізація, ефективність.

ANNOTATION

Sobko Yu. T. Technology of installation of structural blocks of a covering with use of lifting and collecting modules. – *Qualifying scientific work on the rights of manuscript.*

The dissertation on competition of a scientific degree of the candidate of technical sciences on a specialty 05.23.08 – technology and the organization of industrial and civil construction. – Kyiv National University of Construction and Architecture. – Kyiv 2021.

The dissertation is devoted to the decision of a scientific and applied problem, which influences increase of efficiency of installation of structural blocks of a covering, thanks to perfection of constructive and technological decisions based on a substantiation and use of the prepared modules of building technics.

The accumulated scientific and practical experience is analyzed. Criteria of efficiency of methods, ways and means of mechanization of processes are defined. The main requirements for technology are the speed of construction while maintaining a high level of reliability and accuracy. The most relevant for this are technologies with forced methods of lifting and installation of structures and NGN. But the implementation of such CTE is not possible without research and improvement of technology for construction and dismantling of buildings.

The structure of processes of installation of covering blocks with use of various means of mechanization and sequence of performance of works is revealed. Factors influencing the technological indicators of the NGN installation and dismantling process are determined and investigated. KTR for installation and dismantling of NGN is investigated.

The layouts of lifting and collecting modules are considered and the regularities of their formation are revealed. The method of formation of KTR of installation and dismantling of NGN on the basis of the revealed regularities is developed.

Theoretical provisions for the formation of rational CTE assembly and disassembly of NGN with simultaneous assembly and disassembly of columns were further developed. The normative base of the method of integer rationing of processes for installation and dismantling of special purpose buildings with the use of structural structures has been expanded.

The following research methods known in science are used for carrying out research: a method of the system-structural analysis of components of constructive and technological decisions of buildings and assembly equipment; the method of prioritization in substantiating the effectiveness of sets of mounting equipment; the method of timing observations and the method of integer rationing in determining the duration and complexity; method of organizational and technological modeling in the formation of options; methods of set theory and the method of statistical analysis.

Verification of technical solutions of lifting and assembly modules was carried out by experimental tests on working models at the Kyiv National University of Construction and Architecture at the Department of Construction Technologies.

The scientific novelty of the obtained results of the research lies in the improved CTE of assembly and disassembly of NGN with simultaneous assembly and disassembly of columns on the basis of revealed dependences of labor intensity and duration of processes when using mobile lifting and assembly modules of equipment with forced orientation of structures. The constructive decisions of the lifting and collecting module are improved. Recommendations for its effective use in the implementation of forced methods of NGN installation are provided.

The improved CTE of installation and dismantling of NGN with simultaneous assembly and disassembly of columns with use of mobile hoisting-and-assemble modules of equipment with compulsory orientation of designs allows to accelerate processes of erection and dismantling of one-storeyed constructions of special purpose (temporary hospitals, exhibition pavilions, hangars, constructions) (etc.).

The next step in improving the manufacturability of structures was to improve the design of the column. The lifting and assembling module works with alternate lifting of groups of cylinders, therefore to provide working capacity of the module the column according to the structural scheme with four racks is changed. The column is a prefabricated structure consisting of four pipe elements with a length of 1.0 m and a distance of 0.7 m between the centers of adjacent pipes. The pipe elements are connected to each other by rods with couplings, through which the column is aligned with the help of rods and the components are fixed.

To ensure the principle of comparison of options, the processes of installation of columns (building), installation of stands, enlargement of blocks, installation (lifting) of blocks and installation and relocation of the crane or assembly lifting and assembly modules are included in the consideration. All calculations were performed in tabular form in accordance with the formula of integer rationing.

According to the results of the study, all components of the complexity and duration of the processes are determined, on the basis of which the schedules of the processes of consolidation and installation of NGN units are built. The efficiency of the new

NGN installation variant is determined, which consists in reduced labor intensity and reduction of process execution time.

Based on the results of research and the identified dependences of labor intensity and duration of processes on the identified factors, scientific and methodological principles of formation of rational CTE installation of NGN are proposed.

Scientific and methodological results of the work will be embodied in a set of practical and methodological products on the basis of Chernivtsi National University named after Yu. Fedkovych for higher education in industry 192 «Construction and Civil Engineering» and also used in companies and organizations of various industries operate in our market.

Key words: installation, frame, structure, lifting module, mechanization, efficiency.

Наклад 100. Папір офсетний. Ум.-др. арк. 0,9.
Підписано до друку 20.08.2021. Замовлення 234.

Надруковано в «МП Леся».
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру
суб'єктів видавничої справи серія ДК № 892 від 08.04.2002.

«МП Леся»
03148, Київ, а/с 115.
Тел./факс: (066) 60-50-199, (098) 455-41-17
E-mail: lesya3000@ukr.net