

НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

НОВІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ



№ 31 ' 16

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ ЖУРНАЛ

“ЕФЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ В БУДІВНИЦТВІ”



Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації
Серія КВ № 21943-11843ПР від 31.03.2016 р.

Постанова Міністерства освіти і науки України про реєстрацію фахового видання в галузі
технічних наук № 515 від 16.05.16 р.

Науково-технічний журнал заснований у січні 2001 року.

Співзасновниками є: Академія будівництва України (АБУ), ДП “Науково-
дослідний інститут будівельного виробництва” (ДП “НДІБВ”) та Київський
національний університет будівництва і архітектури (КНУБА)

Видається НДІБВ 2 рази на рік

Для співробітників науково-дослідних та проектних інститутів, спеціалістів
будівельних організацій, викладачів і студентів вищих навчальних закладів

Редакційна колегія:

Галінський О.М. — головний редактор, к.т.н.;

Григоровський П.Є. — заступник головного редактора, к.т.н.;

Назаренко І.І., д.т.н., проф., президент АБУ;

Адріанов В.П., віце-президент АБУ;

Гончаренко Д.Ф., д.т.н., проф.;

Дмитренко Г.А., д.е.н., проф.;

Дорофєєв В.С., д.т.н., проф.;

Менейлюк О.І., д.т.н., проф.;

Міхайленко В.М., д.т.н., проф.;

Тугай О.А., д.т.н., проф.;

Шимановський О.В., д.т.н., проф.

www.ndibv.kiev.ua; e-mail: vistavca@ukr.net; тел. (044) 248-48-68

Літературний редактор Н.В. Колесник

Технічний редактор О.М. Смірнова

Художнє оформлення реклами О.М. Галицький

Комп'ютерна верстка та графіка О.В. Сирота

Мови видання: українська і російська.

Затвержено до друку Вченою радою інституту
протокол № 2 від 18.05.2016 р.

Адреса редколегії журналу:

03110, Київ, МСП, пр. Лобановського (Червонозоряний), 51

УДК 69(057)

*Савйовский В.В. д.т.н., профессор,**Соловей Д.А., к.т.н., доцент**КНУСА, г. Киев**Овчинников О.Э., ООО "Європейські Технології**в Будівництві", г. Киев**Левченко Р.В. ООО "Укрпромбуд", г. Киев*

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ЗАМЕНЫ КОНСТРУКЦИЙ В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ РЕКОНСТРУКЦИИ

АННОТАЦИЯ

В статье освещен практический опыт выполнения работ по замене участка наружной стены реконструируемого здания. Рассмотрены вопросы, касающиеся специфики и сложности работ по разборке и замене строительных конструкций. Акцентировано внимание на особенностях принятия организационно-технологических решений в связи с обеспечением пространственной жесткости и устойчивости примыкающих, существующих строительных конструкций здания. В процессе технологического проектирования проведен статистический анализ, который позволил выявить структуру строительных процессов.

Ключевые слова: реконструкция, замена несущих конструкций, усиление конструкций, стесненные условия реконструкции, разборка конструкций.

Актуальность темы. Формирование организационно-технологических решений реконструкции зданий диктуется многими факторами, к числу которых относятся:

- архитектурно-планировочные решения (фактические и при изменении функционального назначения);
- принимаемые конструктивные требования;
- техническое состояние конструкций (физический износ);
- условия выполнения строительных работ;
- архитектурно-историческая значимость объекта.

В процессе реконструкции зданий проводится широкий комплекс работ по усилению, замене различных строительных конструкций. Особое внимание следует уделить условиям выполнения работ и особенно стесненности. Эффективность ор-

ганизационно-технологических решений оценивается на основе сопоставительного анализа основных технико-экономических показателей (трудоемкость, продолжительность, стоимость, расход материальных и трудовых ресурсов, времени эксплуатации машин и механизмов и др.).

К наиболее часто встречаемым конструктивам, подлежащим замене, можно отнести междуэтажные перекрытия, участки наружных и внутренних несущих стен, другие конструкции.

Замена несущих конструкций реконструируемых зданий является специфическим строительным процессом, включающим разборку "старых" конструкций и после устройство "новых". Специфика заключается в том, что "выключение" из совместной работы несущей конструкции, в процессе ее замены, может привести к потере устойчивости примыкающих к ней конструкций. В некоторых случаях, замене подлежат сразу несколько конструктивных элементов, что в свою очередь усложняет процесс разработки организационно-технологических решений. Например, замена горизонтальных конструкций (плит перекрытий), в период разборки, может поставить под вопрос устойчивость и геометрическую неизменяемость вертикальных конструкций реконструируемого здания, а замена несущих вертикальных конструкций (несущих стен, колонн) может привести горизонтальные конструкции к существенным деформациям и, возможно, к их полному обрушению.

Цель. Процессу строительных работ по замене несущих конструкций стен необходим комплекс проектных работ, включающий в себя:

- проведение тщательной организационно-технической подготовки на основе обследования фактического состояния конструкций здания и условий производства работ;
- разработку конструктивных решений, позволяющих сохранить несущую способность горизонтальных несущих конструкций и устойчивость, геометрическую неизменяемость вертикальных;
- разработку эффективных организационно-технологических решений демонтажа (разборки) существующих несущих конструкций и возведению новых конструкций;
- разработку решений по обеспечению безопасности строительных работ.

Учет указанных составляющих отображается в ППР, и направлен на безопасное выполнение работ и последующую нормальную эксплуатацию здания.

Обзор последних источников исследований и публикаций. Выполнение строительных работ в условиях реконструкции связано с именами известных ученых: Д.Ф. Гончаренко, В.В. Савйовского, А.Л. Шагина и др. В настоящее время, в Украине, совершенствование организационно-технологических решений при реконструкции проводятся под руководством Осипова А.Ф., Соловья Д.А. и др. Эти решения находят свое отображение в научно-технической [1,2,3,4,5] и нормативной литературе [6,7,8]. Однако вопросы замены конструкций освещены недостаточно.

Основной материал и результаты. Исходя из вышеизложенного, целесообразно рассмотреть процесс замены участка наружной стены на примере реконструкции одного из зданий в г. Киеве.

Рассматриваемый объект имеет в плане сложную форму трапеции с размерами в плане 29.3 x 22.5 м. Время постройки ориентировочно начало 19-го века. Здание реконструировалось в течении всего 19-го и 20-го веков. На сегодняшний день это 3-х этажное здание, высотой около 21.0 м. На момент выполнения работ здание не эксплуатируется.

Конструктивная схема здания — неполный каркас. Несущие конструкции каркаса выполнены из монолитных железобетонных колонн и плит перекрытия. Колонны монолитные круглого и прямоугольного сечения, опираются на свайные фундаменты и подпорные стены. Конструктивная жесткость здания и геометрическая неизменяемость конструкций достигается путем совместной работы наружных несущих кирпичных стен толщиной 640 мм из красного полнотелого керамического кирпича, монолитных железобетонных колонн диаметром 600 мм и горизонтальных дисков жесткости — монолитных железобетонных перекрытия толщиной 200 мм.

Согласно проекту реконструкции основные архитектурно-планировочные и конструктивные изменения включают в себя:

- разборку участка несущей кирпичной стены фасада с последующим возведением монолитной железобетонной рамы входной группы и восстановлением кладки стены;
- разборку участка междуэтажного перекрытия и устройство нового.

Для выполнения указанных работ проектировщиками было предложено обеспечить пространственную жесткость здания путем установки металлических конструкций временного крепления

(МКВК) междуэтажного перекрытия. Это дало возможность удерживать плиту перекрытия на период разборки и последующего восстановления наружной кирпичной стены фасада. Кроме того после разборки части стены устраивалась монолитная железобетонная рама входной группы. Проектом предусматривалось опирание плиты перекрытия на данную раму. После ее устройства выполнялось восстановление участка кирпичной стены вокруг и сверху рамы на всю высоту здания. Разработанные организационно-технологические решения были отображены в технологических картах в составе ППР (рис.1).

Вначале были выполнены подготовительные работы:

- созданы безопасные условия выполнения работ (ограждение территории, установка указателей опасной зоны, ограждение проемов, выявление и отключение инженерных сетей);
- строительная площадка обеспечена средствами пожаротушения;
- установлен грузоподъемный механизм для транспортировки продуктов разборки и строительного мусора;
- оборудован участок транспортировки продуктов разборки и подачи строительных материалов;
- выполнена разметка разбираемого участка стены.

После выполнения работ подготовительного этапа, приступили к выполнению работ по устройству конструкций МКВК. Организационно-технологические решения включали в себя следующие работы:

- разметку опорных узлов для установки МКВК в местах расположения нижних (отм.-7,000) и верхних (отм.+0.630) опорных узлов, разметку мест установки (отм.-3.200) раскрепляющих распорок;
- обустройство нижнего опорного узла (с разборкой плиты участка перекрытия) опирания МКВК;
- обустройство верхнего опорного узла опирания МКВК;
- укрупнительную сборку (сваривание) металлических стоек, распорок, крестовых связей входящих в состав МКВК (траекторию поворота стоек конструкции регулировать оттяжками с целью беспрепятственной установки);
- установку стоек МКВК в проектное положение (методом "поворота") и закрепление их в ниж-

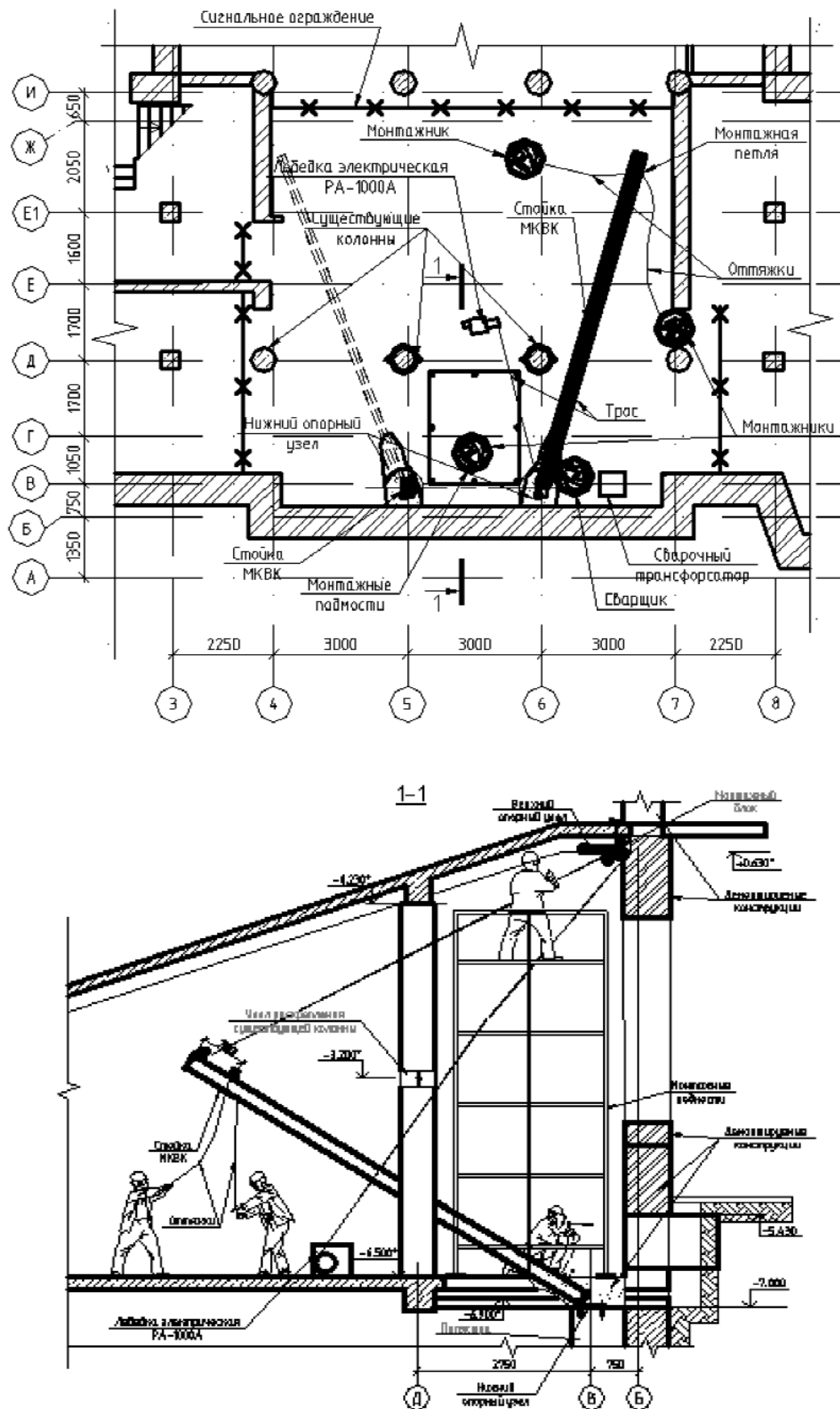


Рис.1 Схема выполнения работ по устройству металлической конструкции временного крепления (МКВК) междуэтажного монолитного перекрытия на период замены участка кирпичной стены

нем опорном узле путем обваривания, а в верхнем опорном узле монтажным болтом;

- установка вертикальных крестовых связей;
- установка горизонтальных крестовых связей (отм.-3.200);

- в верхнем опорном узле путем подклинивания выполнить включение в работу установленных элементов МКВК;

- разборка монолитного перекрытия (отм.-6.540);

- разборка участка кирпичной стены фасада (сверху вниз с отм. +0.630 до отм. -5.430);

- устройство монолитной железобетонной рамы входной группы на отметке верха +0.630 (с обустройством узла переопирания перекрытия со стены на раму);

- установка подмостей для разборки наружной кирпичной стены (с установкой защитно-улавливающих и фасадных сеток, мусоросброса и контейнера для продуктов разборки);

- разборка участка кирпичной стены выше отметки +0.630;

- восстановление участка кирпичной стены;

- разборка МКВК.

Процесс выполнения работ представлен на рис.2.

Особое внимание уделялось технологической последовательности выполнения работ, чтобы избежать повреждений других конструкций при разборке междуэтажного перекрытия, а также повреждений существующих конструкций от падения продуктов разборки. Продукты разборки и строительного мусора удалялись с помощью строительного мусоропровода с одновременной загрузкой его в мусорные контейнеры с дальнейшим выводом автотранспортом.

Таким образом, представленная технологическая последовательность выполнения работ на конкретном объекте наглядно демонстрирует обозначенные выше особенности реконструкции. При этом акцентировано внимание на специфике и сложности работ по разборке и замене строительных конструкций.

Проведенный, в процессе технологического проектирования, статистический анализ, позволил выявить структуру указанных выше строительных процессов. Для этого был выполнен анализ трудоемкости, времени выполнения строительных процессов на различных объектах реконструкции [9]. Установлено, что доля различных составляющих этапов работ включает:

- подготовительные работы — 15-26%;

- временное усиление примыкающих конструкций — 12-17%;

- основные работы по замене конструкций — 43-73%.

Эти показатели свидетельствуют о необходимости учета вспомогательных работ на стадии разработки инвестиционных проектов реконструкции.

Следует также разработать и внести предложения в корректировку нормативной базы ценообразования при разработке проектно-сметной документации для работ по реконструкции.

Выводы и рекомендации: Анализ приведенного практического опыта выполнения работ по замене участка стены реконструируемого здания показывает:

1. Замена несущих конструкций стен является сложным организационно-технологическим процессом, требующим тщательной подготовки и расчетной проверки принимаемых решений.

2. Строительные процессы должны быть запрограммированы с учетом не только безопасной технологии ведения работ, но и должны обеспечивать прочность и устойчивость разбираемых и существующих строительных конструкций здания.

3. Технологическое проектирование производства строительных работ при реконструкции зданий требует совместной работы специалистов в процессе разработки, как архитектурно-конструктивных, так и организационно-технологических решений;

4. Организационно-технологические решения должны учитывать не только производственный потенциал строительной организации, а и особенности и реальные условия реконструкции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Особливості зведення будівлі в умовах ущільненої забудови. / Савйовський В.В., Соловей Д.А., Савйовський А.В., Броневицький А.П. // Будівельне виробництво. Науково-технічний журнал.- К.:НДІБВ. — 2014.- № 57. — С.13-16.

2. Савйовський В.В. Возведение и реконструкция сооружений. / Савйовський В.В. — К.: Лира-К, 2015. — 267 с.

3. Соловей Д.А. Особенности монтажа металлических конструкций каркаса здания в стесненных условиях. / Соловей Д.А., Броневицький А.П. // Містобудування та територіальне планування.

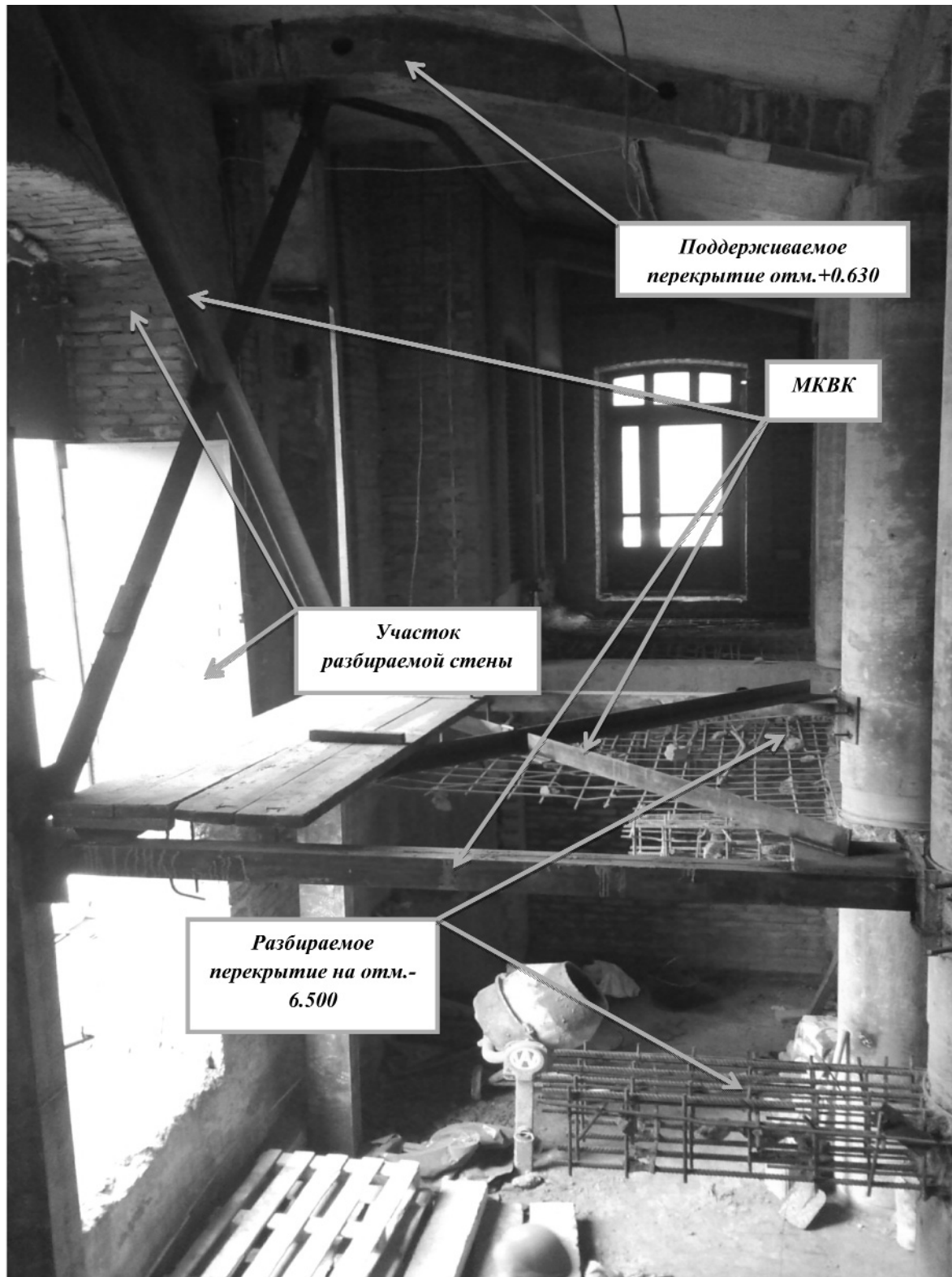


Рис.2 Устройство металлической конструкции временного крепления (МКВК) плиты перекрытия

Науково-технічний збірник. — К.: Міністерства України, КНУБА — 2015 — № 55. — С. 386-392.

4. Соловей Д.А. Расчетное обоснование вариантного проектирования технологии строительства в условиях плотной городской застройки. / Соловей

Д.А., Броневицкий А.П. // Збірник наукових праць. Серія: галузеве машинобудування, будівництво. — ПолтНТУ — 2015. — № 3.- С. 117-125

5. V.Savyovsky. Special features of buildings construction in restrained urban conditions. / V.Savyovsky,

D.Solovey // 15th International scientific conference VSU. -Sofia. Bulgaria. — 2015. -- P. 348-353.

6. ДБН А.3.1-5-2009. Організація будівельного виробництва. — К.: Мінрегіонбуд України, 2011. — 61 с.

7. ДБН В.1.2-14-2009. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. — К.: Мінрегіонбуд України, 2009. — 37 с.

8. ДБН В.1.2-12-2008. СНББ. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки. -К.: Мінрегіонбуд України, 2008. — 36 с.

9. Проект производства работ (ППР) "Реконструкція будівель Київського драматичного театру на Подолі в місті Києві". / ООО "Европейские технологии в строительстве", 2015 г.

АНОТАЦІЯ

У статті висвітлений практичний досвід виконання робіт щодо заміни несучих конструкцій. Розглянуті питання, що стосуються специфіки і складності робіт з розбирання і заміни будівельних конструкцій. Акцентовано увагу на особливостях прийняття організаційно-технологічних рішень в зв'язку з забезпеченням просторової жорсткості та стійкості прилеглих існуючих будівельних конструкцій будівлі. У статті наведено приклад практичного вирішення заміни несучих конструкцій будівлі в стислих умовах. В процесі технологічного проектування проведено статистичний аналіз, який дозволив виявити структуру будівельних процесів.

Ключові слова: реконструкція, заміна несучих конструкцій, підсилення конструкцій, стислі умови реконструкції, розбирання конструкцій.

ANNOTATION

The article describes practical experience of work on the replacement section of the outer wall of the reconstructed building. The questions relating to the nature and complexity of disassembly and replacement of building structures. The attention is focused on the features of the adoption of organizational and technological solutions in connection with providing spatial rigidity and stability of the adjacent existing structures of the building. In the process of technological design, the statistical analysis, which allowed to identify the structure of the construction process.

Keywords: reconstruction, replacement of load-bearing structures, strengthening of structures, constrained conditions of reconstruction, disassembly of the structures.

УДК 69.057.5;

Тонкачев Г.М., д. т. н.; Шарапа С.П.; Кушнар'ов М.В., КНУБА, м. Київ

КОМБІНОВАНІ ОПАЛУБНІ СИСТЕМИ ДЛЯ РЕГУЛЯРНИХ МОНОЛІТНИХ КОНСТРУКЦІЙ БАГАТОПОВЕРХОВИХ БУДІВЕЛЬ

АНОТАЦІЯ

Розглянуто методику формування комбінованих комплектів опалубки для влаштування регулярних монолітних конструкцій каркасних багатоповерхових будівель. Методика включає алгоритми та залежності для виконання процесу вибору комплектів опалубки при проектуванні та підготовки до будівництва. Використання методики передбачає оцінювання ефективності процесів монтажу, демонтажу та переміщення комплектів опалубних систем з урахуванням компенсації вартості робіт завдяки використанню незнімної опалубки. При цьому незнімна опалубка виконує додаткові функції, які повинні впливати на отримання додаткового економічного ефекту.

Ключові слова: опалубна система, комбінований комплект, регулярні конструкції, класифікація, модуль-форма.

Постановка проблеми та її зв'язок із важливими науковими завданнями. Для підвищення ефективності будівництва виникла необхідність у такому теоретичному апараті, який дозволив би представити всю сукупність конструктивно-технологічних рішень комбінованих опалубних систем для влаштування стін регулярної структури каркасів і проводити для конкретних виробничих умов пошук кращих з них. Вирішення проблеми пов'язано з тематикою досліджень кафедри ТБВ КНУБА "Розробка ефективних технологій зведення каркасних збірних і збірно-монолітних будівель та споруд, створення системи пристроїв і способів для їх здійснення".

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пріоритетними напрямками в будівництві залишаються: зниження важких трудомістких операцій, комплексна механізація і автоматизація будівельного виробництва, контроль якості будівельних робіт, сучасні опалубні системи та інші [1].

На склад витрат праці та загальну вартість робіт найбільший вплив чинять опалубні системи.

З усієї структури процесу зведення каркасу найбільші витрати пов'язані з опалубними роботами при влаштуванні вертикальних конструкцій регулярної структури каркасу. За даними провідних німецьких фірм на опалубні роботи припадає близько 50...60% усіх витрат [2].

Проблеми точності влаштування вертикальних конструкцій багатоповерхових каркасних будівель розглядаються в роботі [3]. Рішення проблеми якості та зменшення трудомісткості пов'язано з використанням власно-підйомних переставних або ковзних блокових опалубних систем, що значно підвищує вартість будівництва і набуває ефективність при зведенні будівель з висотою більш 60 м.

В роботі [4] розглянуто питання вибору опалубок для влаштування вертикальних конструкцій стін та пілонів каркасних будівель. Найбільш продуктивна ковзна опалубка, що без розбирання піднімається в процесі бетонування до верху будівлі може бути використана для влаштування монолітних стін регулярної структури каркасних будівель [5].

Існуючі методи та методики, програмні комплекси формування комплектів опалубних систем [6] не дають можливості проектувальнику і підряднику охопити всю гаму рішень зі знімних та незнімних опалубних систем. Це призводить до того, що вибір комплектів опалубки є нераціональним, що знижує ефективність зведення монолітних конструкцій будівель.

У комплексі дослідження за даним напрямком практично не проводилось, що і дозволило визначити завдання дослідження.

Постановка завдання. Слід розглянути можливість комбінування комплектів опалубних систем зі знімних та незнімних модулів-форм, виявити закономірності такого формування комплектів.

Виклад основного матеріалу дослідження.

Комплект комбінованої опалубки можна уявити як кінцеву множину з певного набору елементів опалубки з одної або з декількох систем. При виборі комплекту опалубки повинно розглядатися дві і більше опалубних систем разом у порівнянні як між собою, так і з односистемними комплектами. На підставі цього умовно комплект комбінованої опалубки PFS може бути представлений як множина:

$$P_{FS} = \{FS_t, UFS_p\}, \quad (1)$$

де: P_{FS} — множина — комплект комбінованої опалубної системи; FS_t — множина елементів знімної (Temporary Form work) опалубної системи, яка включає до складу опалубні модулі-форми (F_t), об-

слуговуючі модулі (M_t) в умовах реального оточення (E_t); FS_p — множина елементів незнімної (Permanent Form work) опалубної системи, яка включає до складу опалубні модулі-форми (F_p), обслуговуючі модулі (M_p) в умовах реального оточення (E_p).

Процес формування комплектів комбінованої опалубки включає три операційних блоки (рис. 1): блок-№1 — підготовка вхідних даних по конструкціям та по будівлі, корегування конструктивних рішень під модулі щитів опалубки; блок-№2 — розрахунок параметрів комплектів комбінованих опалубних систем; блок-№3 — проектування технології зведення каркасу.

На першому етапі методики вирішується задача з вибору структури комплекту комбінованої опалубної системи. Визначальними факторами для вирішення цієї задачі є об'єм бетону стін та кількість поверхів у будівлі. Межові значення прийняті для об'єму бетону стін — 30 м³ на поверх, а для кількості поверхів у будівлі — 7 поверхів. При об'ємі бетону стін на поверх менше 30 м³ та при кількості поверхів у будівлі менш 7 поверхів доцільним стає комплект зі знімної щитової та незнімної опалубної системи. Якщо умови інші, то доцільним стає комплект з ковзної та незнімної опалубки типу тріско-цементних панелей (ТЦП) або подібних.

Частка стін для розкладання щитів знімної опалубки (75...80%) визначається виходячи з наступних принципів:

- довжина та товщина стін повинна відповідати модулю щитів опалубної системи (за модулі щитів переважно розглядаються 300 та 150 мм);
- слід відбирати ділянки стіни, які не контактують з прорізами плит перекриттів;
- ускладнену за конфігурацією частку стін слід залишати для незнімних опалубних систем.

За блоком №2 методики оцінюються функціонально-потрібні затрати на експлуатацію комплектів комбінованих опалубних систем для можливості обирати найбільш раціональний комплект опалубки. Виходячи з цього принципу, бажано одночасно розглядати декілька варіантів комплектів опалубки. При цьому не обов'язково змінювати принципово опалубні системи та типи опалубок. Краще змінювати співвідношення між знімними та незнімними опалубними системами в межах 5...10%.

Послідовність дій проектувальників за блоком №2 представлена наступним алгоритмом (рис. 2).

Перший етап блоку №2 передбачає побудову декількох схем розкладання елементів комплекту

комбінованих опалубних систем.

Після цього розраховується специфікація елементів комплексу з визначенням кількості однотипових елементів та ваги одиниць елементів кожного типу.

На другому етапі визначається загальна та питома кількість елементів у комплекті опалубки. Питома кількість визначається по відношенню до

квадратних метрів поверхні стін, що контактує з поверхнею щитів опалубки.

Для знімних опалубних систем питома кількість елементів у комплекті опалубки визначається за наступною формулою:

$$N_s = (N_{ef} * 2 + N_{em} * (R_2 - 2)) / (S_{qf} * R_2), \quad (2)$$

де: N_s – питома кількість збірних елементів у комплекті опалубки з урахуванням кількості по-

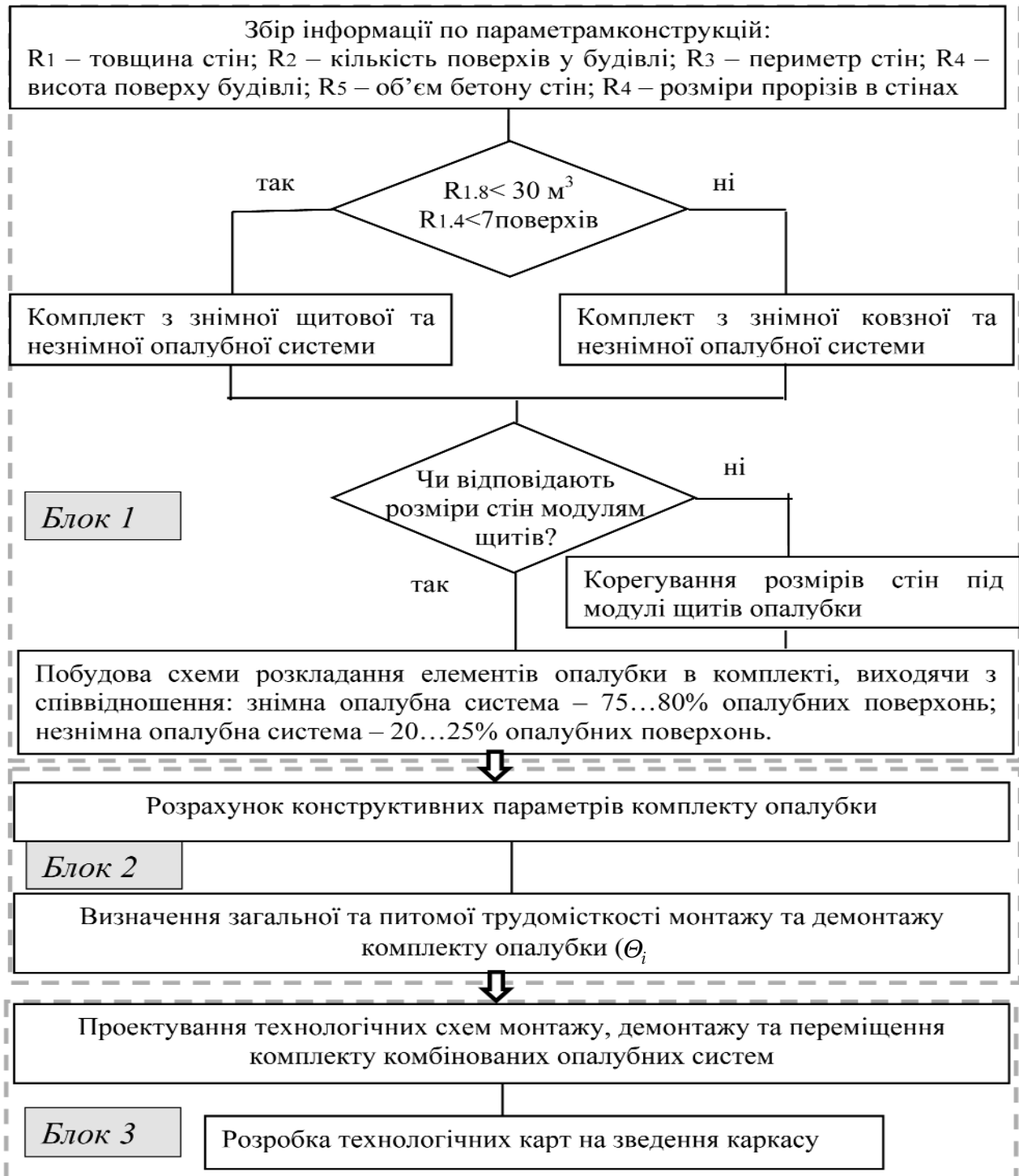


Рис. 1. Блок-схема методики формування комплектів комбінованих опалубних систем для зведення конструкцій каркасів будівель

верхів та різної кількості збірних елементів по поверхах, шт/м²; N_{ef} – кількість елементів у комплекті опалубки для першого та останнього поверхів будівлі, шт.; N_{em} – кількість елементів у комплекті опалубки для середнього поверху будівлі, шт.; S_{gf} – площа опалубної поверхні стін типового поверху, м².

Для незнімних опалубних систем питома кількість елементів у комплекті опалубки визначається за наступною формулою:

$$N_i = N_{em}/S_{gf}, \quad (3)$$

Слід звертати увагу на те, що висота щитів ковзної опалубки не відповідає висоті стін і може бути

некратною висоті стін, тому питома кількість елементів для ковзної опалубної системи приблизно в тричі менша ($N_i = 0,5...0,75$ шт/м²) за значенням ніж для щитової збірно-розбірної опалубної системи ($N_i = 1,2...2$ шт/м²). Питома кількість збірних елементів у комплекті для знімної опалубки змінюється від кількості поверхів будівлі і чим більше поверхів, тим менше значення питомої кількості збірних елементів у комплекті при врахуванні всього обсягу робіт в цілому на всю будівлю.

Третій етап передбачає визначення загальної трудомісткості монтажу, демонтажу та переміщення комплектів опалубних систем на підставі прин-

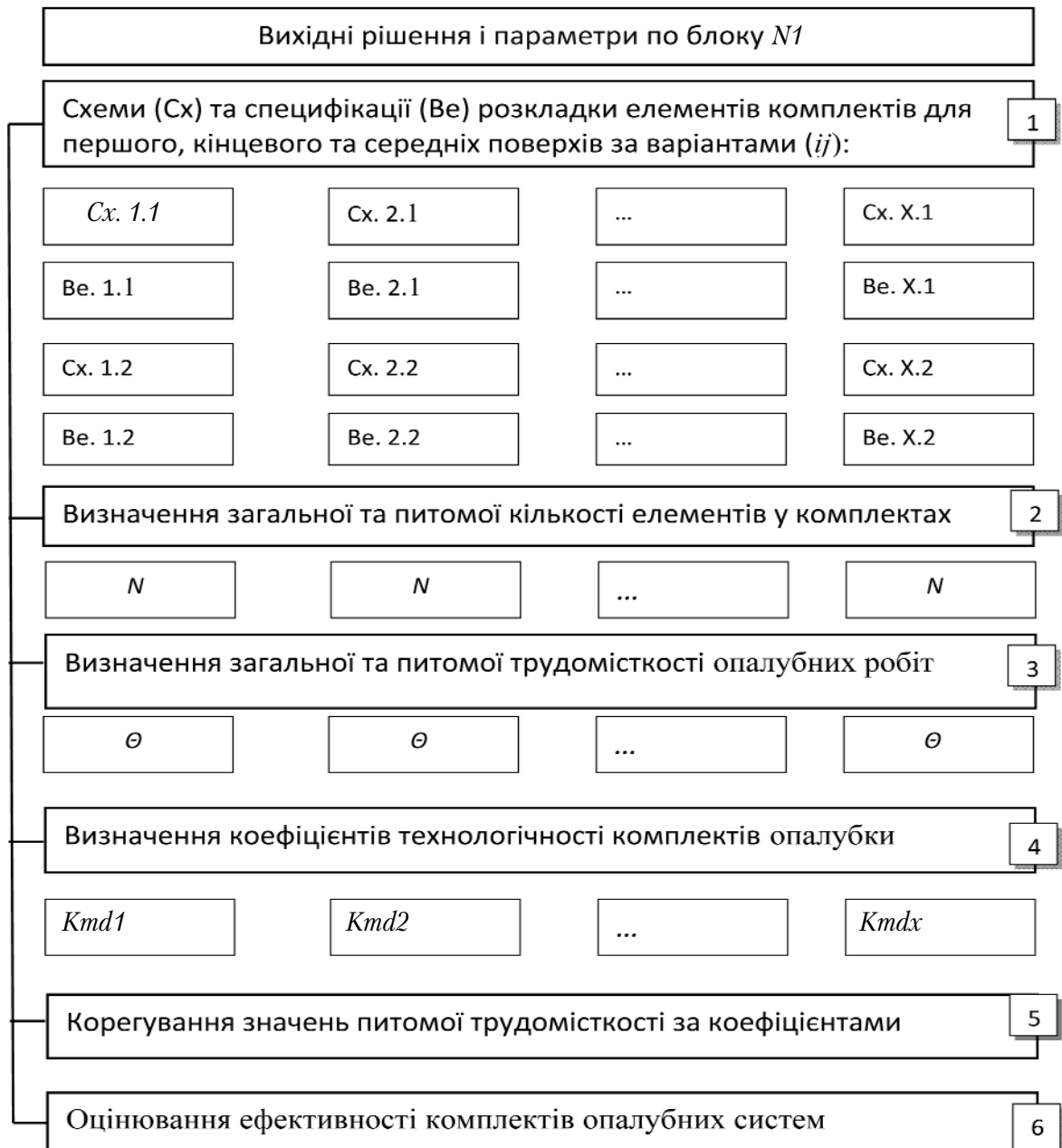


Рис. 2. Блок-схема алгоритму визначення функціонально-потрібних затрат на сформований комплект опалубних систем

ципу цілочисельного нормування (якщо розкласти операції процесу монтажу або демонтажу елементів комплексу опалубки на дії монтажників і витрати часу з дій вимірювати цілими числами в залежності від складності цих дій, то можна визначити сумарний час виконання операцій)[7].

У результаті вивчення всіх операцій процесу з монтажу елементів опалубки стін запропоновано оцінювати складність і відповідальність дій по групах, де тривалість виконання і-х монтажних операцій визначається як:

$$t_i = N_i * (e * 1 + m * 2 + d * 3), \quad (4)$$

де: e, m, d — кількість дій з монтажу та демонтажу одного і-го елементу комплексу опалубки, відповідно: легких, середньої важкості та важких;

1, 2, 3 — відповідно тривалість виконання дій, хв.

Переходи робітників від однієї робочої зони до іншої виконуються при змінах місця виконання процесу. Вони також нормуються цілими числами окремо з урахуванням довжини переходів і швидкості переміщення.

За ситуаціями розташування конструкцій переміщення виконавців обмежені у просторі горизонтальними рухами в межах 6...12 м та вертикальними — 1...3 м., тому прийнято, що будь які переміщення по горизонталі та вертикалі за часом не перевищують 1 хв (прийнято 1 хв).

При послідовній технології виконання операцій тривалість процесу монтажу комплексу опалубки або демонтажу визначається за формулою:

$$T = \sum t_i, \quad (5)$$

Фактично дії можуть виконуватися з суміщенням у часі, тому необхідно враховувати коефіцієнт суміщення операцій, який характеризує ефективність використання робочого часу і за значенням має бути більше одиниці. Для монтажу конструкцій опалубки є характерним три паралельних шляхи руху виконавців, тому, що коефіцієнт суміщення операцій може змінюватися в межах $K_{co} = 1,4...1,7$. Для переходу до реального часу T_f виконання всіх дій монтажу слід для першого та кінцевого циклу експлуатації комплексу опалубки приймати найбільше значення коефіцієнту, а для середніх циклів — найменше.

$$T_f = T / K_{co}, \quad (6)$$

На підставі цього, трудомісткість процесу монтажу або демонтажу комплексу опалубки визначається за наступною формулою:

$$\Theta_i = N_p * T_f, \quad (7)$$

де N_p — середня чисельність виконавців проце-

су монтажу або демонтажу опалубки.

З урахуванням поверховості будівлі питома трудомісткість процесу монтажу та демонтажу комплексу опалубки визначається за формулою:

$$\Theta_s = (\Theta_{mf} * 2 + \Theta_{mm} * (R_2 - 2)) / (R_5 * R_2), \quad (8)$$

де: Θ_s — питома трудомісткість монтажу та демонтажу комплексу опалубки з урахуванням кількості поверхів та різної кількості збірних елементів по поверхах, л*год/м³; Θ_{mf} — трудомісткість монтажу та демонтажу комплексу знімної опалубки для першого та останнього поверхів будівлі, л*год.; Θ_{mm} — трудомісткість монтажу та демонтажу комплексу знімної опалубки для середнього поверху будівлі, л*год.;

Питома трудомісткість монтажу та демонтажу комплексу опалубки визначається на 1 м³ бетону стін і змінюється в залежності від поверховості будівлі. Чим більше поверхів, тим менше питома трудомісткість робіт.

На четвертому етапі визначається коефіцієнт технологічності комплексу опалубки, який характеризує конструктивну вагу опалубної системи в комплекті по відношенню до ваги модулів-форм (F), тобто, скільки неконструктивної ваги елементів змінних модулів, що обслуговують модулі форми (M) приходить на корисну функцію "формувати конструкцію".

$$K_{md} = qf * S_{qf} / W_{se} < 1, \quad (9)$$

де: S_{qf} — загальна площа щитів, що контактує з поверхнею бетону стін, м²; W_{se} — загальна вага всіх елементів опалубної системи, що входить до збірки комплексу при влаштуванні певної конструкції, кг; qf — маса одного метру квадратного основного щита (модуля форми) опалубки, що входить до збірки комплексу для конструкції, кг/м².

Найкращим рішенням опалубної системи є рішення, для якого коефіцієнт технологічності комплексу опалубки дорівнює одиниці. Слід враховувати матеріал, з якого виконується палуба та рама щитів. Так для пластику та алюмінію коефіцієнт технологічності може бути менше ніж для фанери і сталі. Тому коефіцієнт технологічності слід розглядати при незмінності матеріалів по варіантах комплектів опалубки.

На п'ятому етапі відповідно до коефіцієнтів технологічності комплектів за варіантами виконується корегування значень питомої трудомісткості робіт шляхом застосування відповідного коефіцієнта, що визначається за табл. 1.

На шостому етапі виконується оцінювання

Таблиця 1. Коефіцієнт корегування питомої трудомісткості від об'єму робіт

Об'єм бетону стін, м ³	20	25	30	40	45	50	55
Коефіцієнт для комплекту знімної щитової та незнімної системи	0,875	0,9	0,925	0,95	0,975	1	1,1
Коефіцієнт для комплекту знімної ковзної та незнімної системи	0,85	0,875	0,9	0,925	0,95	0,975	1

ефективності процесів монтажу, демонтажу та переміщення комплектів опалубних систем з урахуванням компенсації вартості робіт завдяки використанню незнімної системи, яка виконує додаткові функції, які повинні впливати на отримання додаткового економічного ефекту.

Висновки: надано методику формування комбінованих комплектів опалубки зі знімних та незнімних модулів-форм для влаштування регулярних монолітних конструкцій каркасних багатопверхових будівель, що дозволяє підвищити ефективність будівництва.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бадьин Г.М. *Современные технологии строительства и реконструкции зданий*[Текст] / Г.М. Бадьин, С.А. Сычев — СПб.:БХВ — Петербург, 2013. — 288 с.
2. Анпилов С.М. *Опалубочные системы для монолитного строительства: учебное издание* [Текст] /С.М. Анпилов. — М.: ИздательствоАСВ, 2005. — 280с.
3. Гончаренко Д.Ф. *Возведение многоэтажных каркасно-монолитных зданий* [Текст] /Д.Ф. Гончаренко, Ю.В. Карпенко, Е.И. Меерсдорф. / Под. ред.. Д.Ф. Гончаренко. — К.: АиС, 2013. — 128 с.
4. Шмит О.М. *Опалубки для монолитного бетона*[Текст] / О.М. Шмит: пер. снем. Л.М. Айнгорна; под ред. Н. И. Евдокимова. — Москва: Стройиздат, 1987. — 160 с.
5. Косенков Е.Д. *Строительство высотных сооружений в скользящей опалубке*[Текст] / Е.Д. Косенков. — К.: Будівельник, 1971. — 144 с.
6. *Использование САПР AUTOCAD для автоматизации задач подготовки строительной оснастки в монолитном строительстве: [Электронный ресурс]* /И.Е. Лешихина, М.А. Пирогова, Е.Ю. Мальцева, О.И. Хохлова (ФГБОУ ВПО "Национальный исследовательский университет "МЭИ", Москва, Россия). — Режим доступа: http://conf-ist.mpei.ru/papers/21_004.pdf.

7. Тонкачев Г.М. *Новая система нормирования витрат часу для принятия технологических решений*[Текст] / Г.М. Тонкачев// *Містобудування та територіальне планування: Наук.-техн. збірник.* — К., КНУБА, 2013. — Вип. 50 — С. 700-704.

АННОТАЦИЯ

Рассмотрена методика формирования комбинированных комплектов опалубки для устройства регулярных монолитных конструкций каркасных многоэтажных зданий. Методика включает алгоритмы и зависимости для выполнения процесса выбора комплектов опалубки при проектировании и подготовки к строительству. Использование методики предусматривает оценку эффективности процессов монтажа, демонтажа и перемещения комплектов опалубочных систем с учетом компенсации стоимости работ благодаря использованию несъемной опалубки. При этом несъемная опалубка выполняет дополнительные функции, которые должны влиять на получение дополнительного экономического эффекта.

Ключевые слова: опалубочная система, комбинированный комплект, регулярные конструкции, классификация, модуль-форма.

ANNOTATION

The method of forming composite formwork for regular monolithic frame construction of multi-storey buildings. The method includes algorithms and dependency to perform the process of selecting sets of formwork for the design and the construction. Using the technique involves evaluating the effectiveness of the processes of installation, dismantling and moving sets of formwork systems based compensation cost of work through the use of permanent formwork. Permanent formwork performs additional functions that should influence the receipt of additional economic effect.

Keywords: formwork system, in multiform set, regular structure, classification, module-form.

УДК 624.13;626/627

Галинский А.М., к.т.н., с.н.с., НИИСП, г. Киев

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ПРОЦЕСС УСТРОЙСТВА ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ПРОТИВОФИЛЬТРАЦИОННОГО ЭКРАНА В ГРУНТЕ

АННОТАЦИЯ

Рассмотрена задача создания новой технологии устройства горизонтального противofильтрационного экрана под сооружением с целью защиты грунтов от загрязнения техногенными стоками. Проведены экспериментальные исследования по определению влияния технологических факторов на показатели процесса устройства горизонтального экрана под воздействием вертикального давления. Подобран состав твердеющего глино-цементно-песчаного раствора, позволяющий получить наименьшую водопроницаемость экрана. На основе полученных зависимостей обоснован выбор основного комплекта машин и оборудования для новой технологии устройства горизонтального экрана.

Ключевые слова: горизонтальный противofильтрационный экран; эксперимент; технологические факторы; раствор.

Среди множества проблем, связанных с защитой окружающей среды, следует выделить проблему защиты подземного пространства от загрязне-

ния техногенными стоками, а территорий от подтопления. Предотвращение распространения в грунте загрязненных стоков промышленных предприятий возможно путем устройства по периметру источника загрязнения вертикальных противofильтрационных диафрагм (экранов) и сопутствующих им дренажных систем.

Эффективность вертикального экрана зависит от наличия естественного водоупорного слоя грунта. В случае отсутствия водоупора на досягаемой глубине возможно устройство искусственного водоупора — горизонтального противofильтрационного экрана (ГПЭ) (рис.1), который может быть построен под существующим источником загрязнения (хранилищем токсичных отходов).

Такой горизонтальный экран вместе с вертикальным противofильтрационным экраном, возводимым, например, способом "стена в грунте", составляют замкнутую противofильтрационную конструкцию, которая препятствует распространению загрязненных стоков в грунте и подтоплению территорий.

В последнее время на вооружении строителей во всем мире, и в Украине в частности, широко применяются буровые комплексы, которые осуществляют проходку горизонтальных скважин с дневной поверхности методом горизонтально-направленного бурения (ГНБ).

Управляемый буровой инструмент забуривается под углом примерно 15° к горизонту, затем на определенной глубине принимает горизонтальное

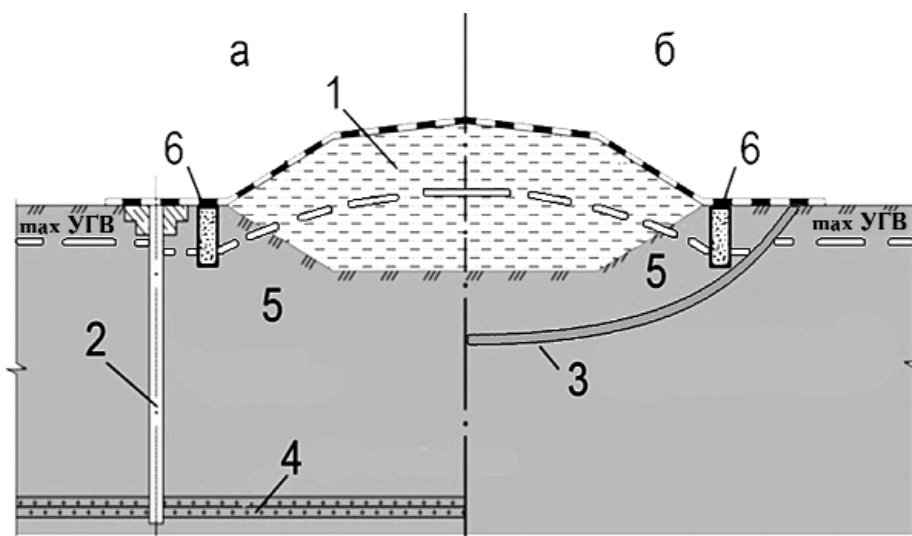


Рис. 1. Варианты локализации источника загрязнения

а — при наличии водоупора; б — при отсутствии водоупора

1 — хранилище; 2 — вертикальный экран; 3 — горизонтальный экран — искусственный водоупор; 4 — естественный водоупор; 5 — загрязненный грунт; 6 — дренаж

положение, и при дальнейшей проходке способен огибать различные препятствия, в том числе и подземную часть сооружения. Дистанционное управление такой проходкой может осуществляться на глубине до 15 м. При этом отклонение скважины составляет не более 5% от заданного направления. Длина таких скважин, выполняемых методом ГНБ, может достигать 1,5 км, а максимальный диаметр после уширения более 1м. Тяговое усилие установок ГНБ достигает 150т.

Для удержания стенок направляющих скважин от обрушения применяют глинистый раствор, аналогичный тому, который используется при строительстве сооружений способом "стена в грунте". Это технологически сближает оба способа и позволяет применять их в сложных инженерно-геологических и гидрогеологических условиях.

В НИИ строительного производства (НИИСП) уже много лет разрабатывается и внедряется технология устройства вертикальных стен и противофильтрационных экранов способом "стена в грунте" вокруг сооружений, в том числе и устройство вертикальных "стен в грунте" между предварительно пробуренными вертикальными скважинами. Возможность создания горизонтальных скважин методом ГНБ позволила обосновать новую технологию по созданию аналогичного противофильтрационного экрана (диафрагмы) под сооружением, в горизонтальной плоскости или плоскости аутентичной подошвы сооружения (рис.2).

Технология устройства экрана под сооружением включает в себя бурение направляющих гори-

зонтальных скважин методом ГНБ, разработку грунта между скважинами специальным рабочим органом и заполнение образовавшейся горизонтальной полости противофильтрационным материалом (ПФМ) [1].

В лабораториях института на протяжении нескольких лет проводятся исследования технологических параметров устройства горизонтальных противофильтрационных экранов (ГПЭ) под сооружениями. Эти исследования направлены на изучение влияния вертикального давления на усилие перемещения рабочего органа в песках; оценку влияния вертикального давления на формирование горизонтального экрана из твердеющего раствора или полимерной пленки; подбор составов твердеющих растворов для обеспечения противофильтрационной надежности горизонтального экрана; изучение и оценку способов подачи растворов в горизонтальную полость, образованную специальным рабочим органом и т.д.

Для изучения возможности образования экрана в условиях воздействия вертикальной нагрузки первоначально в институте была создана специализированная модель приставка к серийному прибору ПСГ-2М (рис. 3)

Прибор ПСГ-2М предназначен для испытания грунтов на сдвиг. Рычажная система этого прибора обеспечивала вертикальную нагрузку на грунт, уложенный в лоток приставки, до 0,17 МПа, и горизонтальное усилие, необходимое для перемещения ножей, образующих полость в грунте, до 3 кН.

Для проведения испытаний был изготовлен комплект ножей с углами заточки от 11 до 250 и

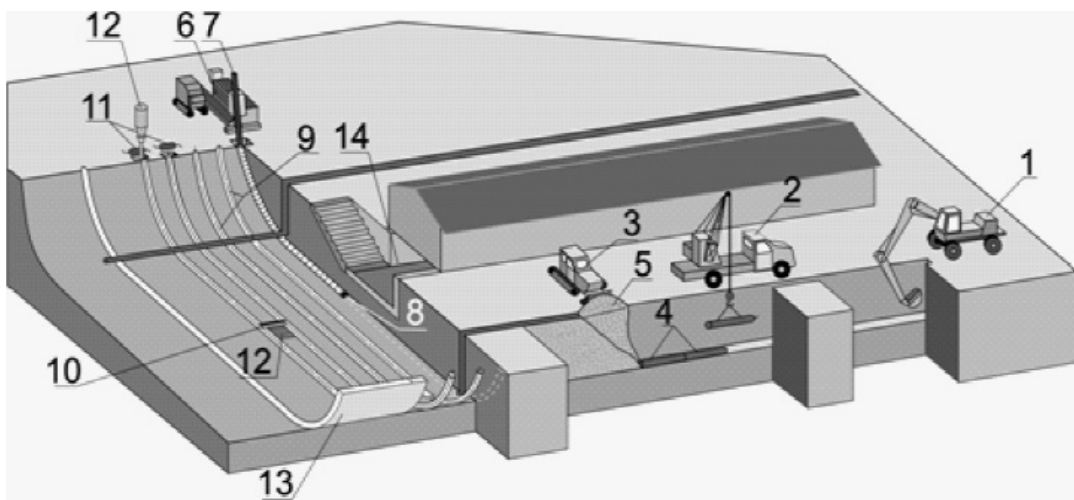


Рис.2. Устройство противофильтрационного экрана под сооружением

- 1 — экскаватор, 2 — автокран, 3 — бульдозер, 4 — дренажная труба, 5 — щебень для дренажа, 6 — установка ГНБ, 7 — буровая штанга, 8 — буровая головка, 9 — горизонтальная скважина, 10 — рабочий орган, 11 — лебедка, 12 — ПФМ, 13 — ГПЭ, 14 — хранилище

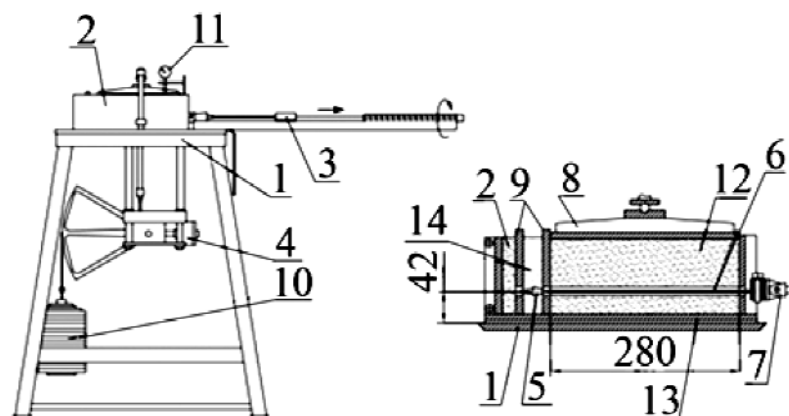


Рис. 3. Специализированная модель

1 — прибор ПСГ-2М; 2 — приставка; 3 — система перемещения ножа; 4 — система моделирования вертикальной нагрузки; 5 — нож (рабочий орган); 6 — тяговый трос; 7 — узел крепления троса; 8 — подвижная крышка лотка; 9 — перегородка; 10 — противовес; 11 — индикатор; 12 — грунт; 13 — лоток; 14 — раствор

нож с радиальной кромкой. В проведенных исследованиях грунт был представлен мелкозернистым песком влажностью от 0 до 18%.

Анализируя процесс устройства ГПЭ на специализированной модели, отмечено, что взаимодействие рабочего органа и грунтовой среды происходит в замкнутом пространстве, практически без отвала грунта с его уплотнением вокруг рабочего органа.

Исследованиями установлено, что удельное сопротивление перемещения рабочего органа с углом резания от 11 до 250 возрастало с повышением степени плотности песка от 0,24 до 0,6, а при большей плотности практически оставалось постоянным, а максимальная величина удельного сопротивления перемещению рабочего органа с радиальной заточкой в песках, при вертикальном давлении 0,1 МПа составляла 5,43 МПа.

При проведении исследований в качестве противофильтрационного материала (ПФМ) испытывались растворы плотностью 1,48 г/см³ на основе глины, цемента и песка, а также растворы плотностью 1,72-1,87 г/см³, на основе цемента и золы.

Установлено, что с технологической точки зрения применение растворов без песка только на основе цемента и золы оказалось более сложным и менее надежным в части образования сплошного экрана, чем применение растворов на основе глины, цемента и песка.

Если создание сплошного горизонтального экрана из растворов на основе глины, цемента и песка при вертикальном давлении на песок 0,09 МПа было возможно при скоростях перемещения рабочего

органа 6-9 см/мин, то создание экрана из растворов без песка, было возможно только при значительном увеличении скорости перемещения рабочего органа до 20 см/мин (рис.4). При этом особое влияние на возможность создания экрана из раствора на основе цемента и золы оказывала его водоотдача [2].

Также следует отметить, что непрерывная подача ПФМ вслед за ножом через устье образовавшейся за ним полости в случае технологических остановок оказывалась невозможной, вследствие схватывания раствора или обрушения полости.

Исследованиями на специализированной модели установлены технологические параметры процессов образования и заполнения полости раствором под воздействием вертикального давления (удельное сопротивление перемещению рабочего органа, скорость его перемещения, параметры раствора и т.д.), позволившие наметить задачи дальнейших исследований на крупномасштабном лабораторном стенде и определить его конструктивно-технологические параметры

Способ устройства ГПЭ под сооружением с использованием метода ГНБ для проходки горизонтальных скважин предусматривает после образования скважин затягивание в них специальных ограничителей, обеспечивающих устойчивость скважин, направление перемещения рабочего органа и объединение отдельных горизонтальных полос экрана между собой [1].

Поэтому основными элементами стенда для моделирования технологии устройства ГПЭ являются: бункер для грунта (песка); крышка с эластичным днищем с возможностью нагнетания в нее

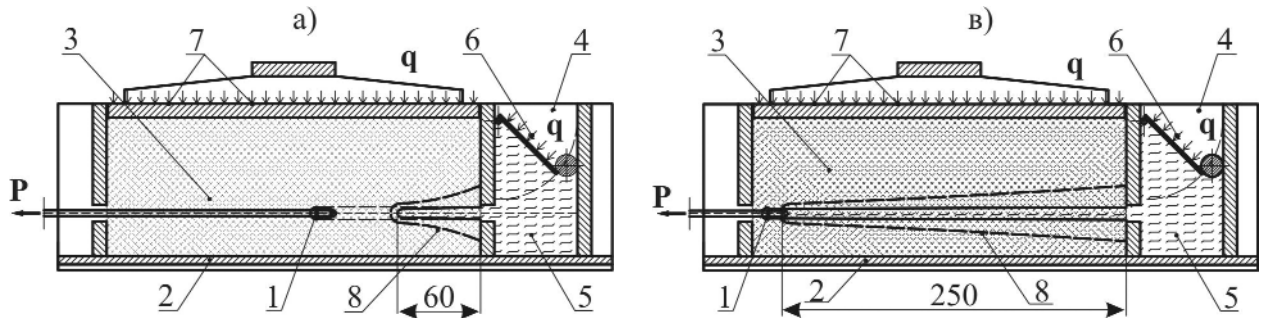


Рис. 4. Схемы заполнения пор песка ПФМ по мере образования полости

а) ПФМ плотностью $1,72 \text{ г/см}^3$, скорость 6 см/мин ; в) ПФМ плотностью $1,75 \text{ г/см}^3$, скорость 20 см/мин ;
1 – нож; 2 – грузовой отсек; 3 – сухой песок; 4 – малый отсек; 5 – ПФМ; 6 – дополнительное давление;
7 – вертикальная нагрузка; 8 – граница влажного песка

компрессором воздуха, для моделирования избыточного вертикального давления на грунт и экран; трубы с перегородкой и горизонтальными прорезами (ограничители), моделирующие горизонтальные скважины с ограничителями; гидравлическая система подачи ПФМ; привод перемещения рабочего органа; рабочий орган с радиальной формой режущего элемента; полые тяги для соединения рабочих органов с приводом (Рис.5)

С учетом того, что на специализированной модели была отмечена неэффективность подачи ПФМ в горизонтальную полость со стороны ее устья для стенда, были созданы рабочие органы с форсунками для подачи ПФМ непосредственно за рабочий орган по мере его перемещения.

При проведении исследований горизонтальный экран создавался внутри бункера стенда, ко-

торый был предварительно заполнен песком. Экран состоял из трех параллельных полос, образуемых между ограничителями рабочих органов с форсунками, через которые в полость за рабочим органом подавался раствор ПФМ [3,4].

Усилия, необходимые для перемещения рабочего органа и создания экрана, измерялись измерительной тензометрической системой.

Технологические исследования проводились с использованием метода планирования экспериментов по 15 – ти точечному симметричному плану [5,6].

Условия создания полос экрана на стенде при технологических исследованиях задавались тремя факторами, за которые были приняты: вертикальное давление на экран с пределами варьирования $0,004\text{--}0,08 \text{ МПа}$. (X_1), создаваемое весом песка, за-

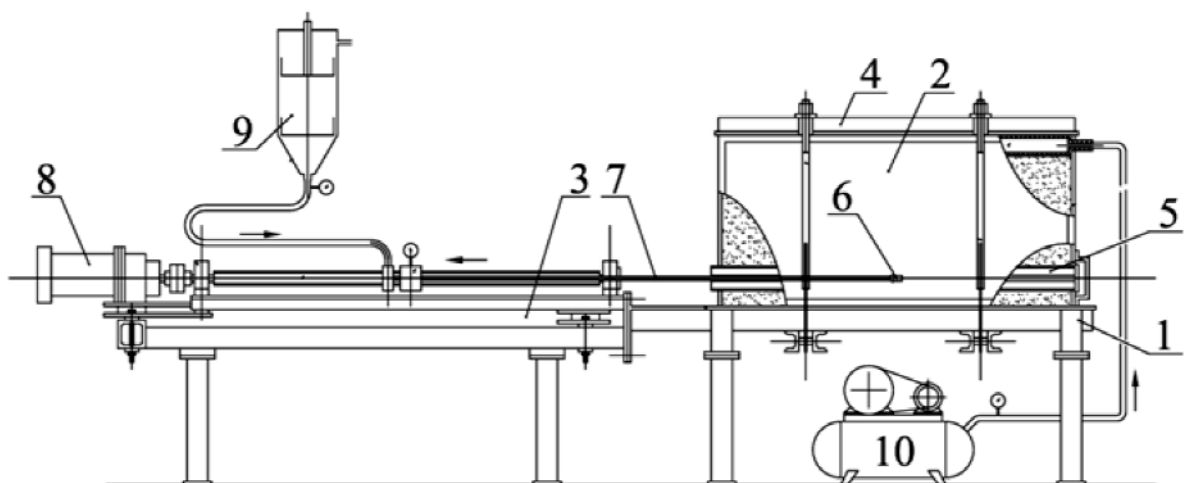


Рис. 5. Стенд моделирования технологии устройства горизонтального экрана

1 – опора бункера; 2 – бункер; 3 – опора привода; 4 – крышка с эластичным днищем; 5 –ограничитель;
6 – рабочий орган; 7 – тяговые трубки; 8 – привод перемещения рабочего органа;
9 – гидравлическая система подачи ПФМ; 10 – компрессор

полнявшего бункер, и дополнительным давлением от компрессора, давление подачи твердеющего ПФМ с пределами варьирования 0,07 — 0,1 МПа (X_2) и плотность твердеющего ПФМ с пределами варьирования 1,2–1,35 г/см³ (X_3), подаваемого через форсунки рабочего органа.

Функциональные зависимости влияния факторов оценивались пятью основными функциями отклика: удельным сопротивлением перемещению рабочего органа, $N_э$, Па; расходом раствора, подаваемого в полость, $Q_{p-ра}$, дм³, влажностью песка вокруг экрана, $\omega_{п}$ %, влажностью экрана, $\omega_э$ %, плотностью экрана после твердения, $\rho_э$, г/см³.

В результате проведенных экспериментов получены математические зависимости влияния факторов на функции откликов:

$$N_э = 41,624 + 22,686 X_1 - 2,056 X_2 - 2,162 X_3 + 0,694 X_{12} - 1,594 X_1 X_2 - 0,444 X_{32} - 1,136 X_2 X_3;$$

$$Q_{p-ра} = 5,214 + 0,664 X_{12} + 1,19 X_2 - 0,95 X_3 - 0,313 X_1 X_2 - 1,036 X_{22} + 0,762 X_2 X_3;$$

$$\omega_{п} = 6,9 + 1,36 X_1 - 0,84 X_2 - 0,59 X_3 - 0,613 X_1 X_2 + 4,24 X_{12};$$

$$\omega_э = 61,2 - 8,5 X_1 + 5,28 X_{32} - 5,98 X_3 - 6,263 X_1 X_2;$$

$$\rho_э = 1,64 + 0,05 X_1 + 0,02 X_2 + 0,044 X_3 - 0,024 X_{32} - 0,029 X_1 X_3 + 0,031 X_2 X_3 + 0,036 X_{12}$$

Анализ функций отклика методами экспериментально-статистического моделирования [7] показал, что вертикальное давление на экран (фактор X_1), наибольшее влияние оказывает на удельное сопротивление перемещению рабочего органа, на влажность песка и влажность экрана. На расход раствора — наибольшее влияние оказывает давление подачи раствора (фактор X_2), а на плотность экрана — практически в равной степени, давление подачи раствора (фактор X_2) и плотность раствора (фактор X_3).

Рассматривая один из основных показателей технологического процесса — удельное сопротивление перемещению рабочего органа при образовании экрана, следует отметить, что влияние вертикального давления (фактор X_1) имеет прямую зависимость и в наибольшей степени оказывает воздействие на этот показатель, изменяя его в пределах факторного пространства от 0,21 до 0,71 МПа.

Влияние давления подачи (фактор X_2) и плотности твердеющего раствора (фактор X_3) имеет обратно пропорциональную зависимость и выражено не так явно, и, при изменении X_2 и X_3 в пределах факторного пространства величина удельного сопротивления при изменении давления подачи раствора колеблется от 0,71 до 0,66 МПа, а при изменении плотности твердеющего раствора от 0,71 до 0,68 МПа. То есть, увеличение давления подачи и плотности раствора приводит к уменьшению удельного сопротивления перемещению рабочего органа (тягового усилия).

По результатам экспериментально-статистического моделирования, приняв в качестве критериев оптимальности удельное сопротивление перемещению рабочего органа, плотность экрана и расход раствора, для вертикальной нагрузки на экран $X_1 = +1$ (0,08 МПа), что соответствует глубине залегания экрана 5м, построена совмещённая диаграмма (рис.7), позволившая определить область (А, В, С, D) допустимых значений показателей технологии устройства экрана. Для заданных граничных условий, при технологических факторах (точка В): $X_1 = 0,08$ МПа; $X_2 = 0,078$ МПа и $X_3 = 1,35$ г/см³, результирующие показатели технологии составят: $N_э = 0,64$ МПа; $Q_{p-ра} = 3,93$ дм³; $\omega_{п} = 12,59$ %; $\omega_э = 54,94$ %; $\rho_э = 1,69$ г/см³.

Анализируя полученные результаты, следует отметить, что величина удельного сопротивления перемещению рабочего органа полученная на приставке к сдвиговому прибору значительно превышает этот показатель, полученный на стенде. Это объясняется тем, что в экспериментах на приставке зона уплотнения песка при перемещении рабочего органа была ограничена размерами лотка, что принципиально отличается от реальных условий, при которых среда представляется как бесконечный объем, в то время как эксперименты на крупномасштабном стенде значительно ближе к реальным условиям.

Анализ влияния технологических факторов на внешний вид полос экрана показал, что при вертикальных давлениях 0,004 МПа (нижний уровень факторного пространства) при всех значениях давления подачи и плотности раствора в пределах факторного пространства выполнить полосы экрана не удалось. (Рис.8а).

При вертикальных давлениях 0,042 МПа (нулевой уровень факторного пространства) практически при всех значениях давления подачи и плот-

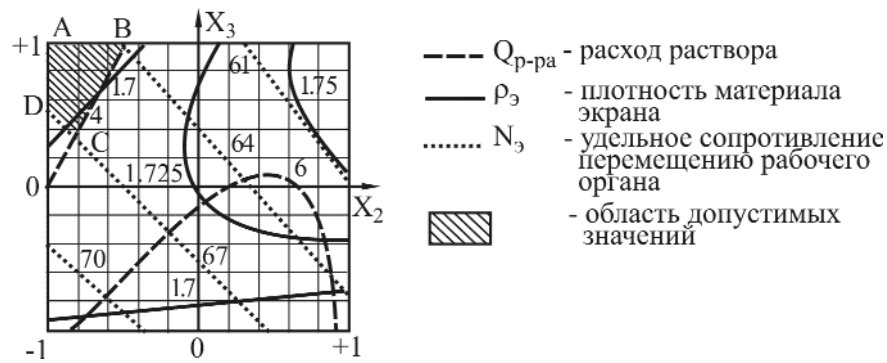


Рис. 7. Совмещённая диаграмма зависимости показателей N_3 , ρ_3 и $Q_{p-ра}$ от технологических факторов X_2 и X_3 при $X_1 = +1$ (0,08 МПа)

ности раствора в пределах факторного пространства поверхность полос экрана получалась волнистой с ребрами высотой около 0,5–0,7 см и длиной волны от 2 до 3 см (Рис. 8 б).

В то же время, при вертикальном давлении на экран 0,08 МПа (верхний уровень факторного пространства) и давлении подачи 0,1 и 0,085 МПа полосы экрана получались плотными и однородными по сечению, ширина полос соответствовала длине "режущей" части рабочего органа (рис.8в). При давлении подачи 0,1 МПа и плотности раствора 1,35 г/см³ толщина экрана (19–20 мм) практически равнялась высоте рабочего органа, а обводнение песка вокруг экрана составляло 2–6 см при зоне уплотнения 1,5–2 см.

Из этого следует, что на качество экрана в значительной степени влияет давление нагнетания (подачи) раствора в грунтовую полость, которое практически не должно превышать вертикальное давление, создаваемое на экран.

Количество раствора, необходимого для создания экрана, увеличивается с повышением давления его подачи, а увеличение плотности раствора уменьшает его количество, необходимое для создания равномерной, сплошной полосы ГПЭ, то есть плотность экрана определяется содержанием твердой фазы в твердеющем растворе.

Метод планирования эксперимента был применен и при подборе состава твердеющего ПФМ. В этом эксперименте был применен более простой план в виде полуреплики от полного факторного эксперимента 2^{3-1} .

Перед проведением этой серии экспериментов были определены требования, предъявляемые к твердеющему раствору: раствор в жидком состоянии должен обладать тиксотропными свойствами и свойствами инъекционного раствора — быть подвижным, не расслаиваться и свободно проходить по системе подачи раствора, а в затвердевшем состоянии — обладать требуемой водонепроницаемостью и иметь возможность воспринимать вертикальное давление от вышерасположенных грунта и фундаментов сооружения.

Подбор состава твердеющего раствора определялся соотношениями входящих в него компонентов: бентонитового порошка, цемента, песка и воды [8].

Выбранные для планирования эксперимента факторы — расходы бентонитовой глины, цемента и воды, отвечали основным требованиям, предъявляемым к переменным величинам. Факторы являются управляемыми, количественными, совместимыми и некоррелированными между собой.

За функции отклика при подборе состава раствора приняты: прочность при сжатии, прочность

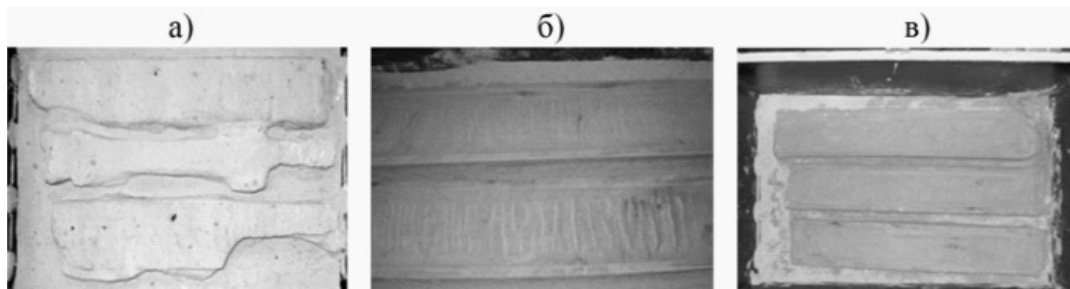


Рис. 8. Образцы полос экрана.

на растяжение при изгибе, влажность по массе и коэффициент фильтрации.

Экспериментами по подбору состава твердеющего раствора установлено, что наименьшая водопроницаемость экрана достигалась при таких соотношениях компонентов: бентонитовой глины — 106 г/л, цемента — 141 г/л, воды — 792 г/л и песка — 307 г/л.

На основании проведенных исследований получены технологические параметры, позволившие разработать инновационную технологию устройства искусственного горизонтального противofiltrационного экрана на базе метода горизонтально-направленного бурения.

Для инновационной технологии разработана типовая технологическая карта для экрана размером 100 * 50 м, толщиной 15 см под существующими сооружениями на глубине до 5 м от уровня дневной поверхности в песчаных и супесчаных грунтах, в том числе водонасыщенных [9].

Проведен выбор основного комплекта машин и оборудования, в том числе, ведущей машиной для технологии устройства горизонтального противofiltrационного экрана принята буровая установка горизонтально-направленного бурения скважин со следующими параметрами: диаметр пилонного бурения скважины — не менее 100 мм; максимальное расширение скважины — не менее 700 мм; тяговое усилие — не менее 27 т; длина скважины — не менее 100 м.

В технологической карте, кроме основных технологических процессов, предусмотрены: схема организации строительной площадки, порядок, методы и оборудование для контроля качества выполняемых работ и применяемых материалов, а также новая ресурсная элементная сметная норма на устройство 100 м² горизонтального экрана.

Выводы:

1. Экспериментальными исследованиями на специализированной модели и крупномасштабном стенде обоснована возможность создания горизонтального противofiltrационного экрана под воздействием вертикального давления.

2. Экспериментально-статистическими методами установлены закономерности изменения показателей, в наибольшей степени характеризующих технологию устройства экрана: удельного сопротивления перемещению рабочего органа, расхода раствора, подаваемого в полость, влажности песка вокруг экрана, влажности экрана и плотности экрана после твердения и влияние на них технологи-

ческих факторов: вертикального давления, давления подачи и плотности твердеющего раствора.

3. Разработаны основные требования к свойствам глино-цементно-песчаного раствора, определены закономерности изменения его физико-механических характеристик и оптимизирован состав твердеющего раствора для создания горизонтального противofiltrационного экрана.

4. Разработана инновационная технология устройства горизонтального противofiltrационного экрана, для которой методически обоснован выбор основного комплекта машин и оборудования, а также определена новая ресурсная элементная норма в расчете на 100 м² экрана.

ЛИТЕРАТУРА

1. Пат. 35065 А Украина, МПК Е 02 D 29/00. Способ устройства экрана под сооружением / А.М. Чернухин, А.М. Галинский ; заявл. 05.08.1999; опубл. 15.03.2001 г. Бюл. № 2.
2. О.М.Чернухін, О.М.Галінський, та ін. Дослідження процесу укладки тампонажних матеріалів у порожнину для створення горизонтального екрана під спорудою. Нові технології в будівництві, Київ, 2002, №1(3), с.44-49.
3. Galinskiy A. Research of technology of construction of horizontal impervious screen under the existing structures Conference proceedings. XV Danube — European Conference on Geotechnical Engineering (DECGE 2014) 9-11 September 2014, Vienna, Austria. — Volume 2. — Paper No. 1213-1219.
4. Галінський О.М. Дослідження технологічних параметрів влаштування горизонтальних протифільтраційних екранів під спорудою на основі методу горизонтально-направленого буріння / О.М. Галінський // Світ геотехніки. — Київ : НДІБК, 2015. — №1(45). — С. 17-21.
5. Адлер Ю.П. и др. Планирование экспериментов при поиске оптимальных условий. — М.: Наука, 1971.-284с.
6. Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях / В.А. Вознесенский. — Изд. 2. — М. : Финансы и статистика, 1981. — 263 с.
7. Методические рекомендации по применению экспериментально-статистических моделей для анализа и оптимизации состава, технологии и свойств композиционных материалов на основе щелочных вяжущих систем / [В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко, С.В. Савченко и др.] — ОГАСА, НИИВМ — Киев, 1996. — 105 с.

8. Галинский А.М. Подбор состава твердеющего раствора для устройства горизонтального противифльтрационного экрана / А.М. Галинский // *Строительные материалы и изделия*. — Киев : НИИ-ИСМИ, 2015. — № 3-4. — С. 24-29.

9. Технологічна карта улаштування горизонтального протифільтраційного екрану під існуючими спорудами з використанням технології горизонтально направлено буріння / О.М. Галінський, С.А. Марчук, О.М. Чернухін // *Технологічна карта*. — К. : ДП "НДІБВ", "ЦП "КОМПРИНТ", 2015. — 60 с.

АНОТАЦІЯ. Розглянуто завдання створення нової технології влаштування горизонтального протифільтраційного екрану під спорудою з метою захисту ґрунтів від забруднення техногенними стоками. Проведено експериментальні дослідження з визначення впливу технологічних факторів на показники процесу влаштування горизонтального екрану під дією вертикального тиску. Підібраний склад глино-цементно-піщаного розчину, що твердіє, який дозволяє отримати найменшу водопроникність екрану. На основі отриманих залежностей обґрунтований вибір основного комплексу машин і устаткування для нової технології влаштування горизонтального екрану.

Ключові слова: горизонтальний протифільтраційний екран; експеримент; технологічні фактори; розчин.

ABSTRACT. The problem of creation of new technology for the device horizontal impervious screen under construction to protect the soil from contamination by man-made drains. Experimental studies to determine the impact of technological factors on the process performance of the device's horizontal screen. Picked up the hardening composition of the clay-cement-sand mortar, allowing you to get the lowest permeability screen. On the basis of the dependencies justification of the choice of the basic set of machinery and equipment for the new technology devices horizontal screen.

Key words: horizontal impervious screen; experiment; technological factors; solution.

УДК 69.059.4 Б 43

*Гайдайчук В.В., д.т.н.; Белов І.Д., к.т.н.;
Вабіщевіч М.О. к.т.н.; Дєдов О.П., к.т.н.,
КНУБА, м. Київ*

ДІАГНОСТИКА І МОНІТОРИНГ УНІКАЛЬНИХ БУДІВЕЛЬНИХ ОБ'ЄКТІВ

АНОТАЦІЯ

В статті розглянутий стан нормативної документації по забезпеченню конструктивної безпеки будівельних об'єктів в Україні. Розроблена методологія діагностики, основний порядок і етапи проведення моніторингу. Наведені принципи математичного моделювання об'єктів будівництва. Надані практичні приклади компонування систем раннього виявлення дефектів, приведена комплексна структура вимірювань та приклади технічного оснащення.

Ключові слова: вібрація, діагностика, конструктивна безпека, математичне моделювання, моніторинг, надійність.

Вступ. При збільшенні масштабів будівництва складних об'єктів з унікальними архітектурно-інженерними рішеннями, задача збереження безпеки та експлуатаційної надійності, як основних конструкцій, так і об'єкта в цілому все більше стає актуальною. Основним інформаційним джерелом для розв'язання цієї задачі є постійне або періодичне діагностування будівель і споруд, особливо тих, які належать до четвертої або п'ятої категорій складності і за можливими наслідками відмов до класів СС2-3[3]. В системі забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів діє основний нормативний документ ДБН В.1.2-14-2009 "Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ", який регламентує комплекс вимог, пов'язаний із забезпеченням конструктивної безпеки будівельних об'єктів впродовж їх життєвого циклу, у тому числі діагностування і моніторинг будівель та споруд (розділ 9)[1].

Мета — створення методології діагностики і моніторингу та забезпечення єдиного підходу реалізації діагностично-моніторингових систем для унікальних будівельних об'єктів.

Технічне діагностування і прийняття на його підставі управлінських рішень дозволяє оперативно

визначати і ліквідовувати деструктивні явища викликані в силу якихось обставин в періоди зведення і експлуатації. В закордонній практиці цей процес має термін "Structural health Monitoring" (SHM), що найбільш точно підходить до визначення стану будівельних об'єктів, сенсом якого є збереження "технічного здоров'я" конструкцій, завдяки своєчасному втручання і можливості забезпечити нормальну експлуатацію з мінімальними витратами. Для складних і унікальних об'єктів, діагностування базується на інформації отриманий від вимірювальних незалежних комплексів з різними контрольованими параметрами. Це дозволяє отримувати надійні дані про технічний стан на будь-якому етапі життєвого циклу об'єкта, можливі відмови та фізичні процеси, що призводять до відмов.

Основою організаційної структури технічного діагностування є спостереження за змінами показників параметрів стану будівельного об'єкта, оцінювання змін і прийняття оперативних рішень щодо забезпечення проектної надійності і безпеки. Кількість і види контрольованих параметрів визначаються результатами попереднього обстеження, вимогами нормативної і проектної документації, даними скінчено-елементного розрахунку об'єкта з урахуванням реальних даних, розробленням Програми контролю за технічним станом на визначений період і т.п.[4,9].

Основним інструментом діагностування являється постійний або періодичний моніторинг будівель і споруд[7,8]. Загальна мета моніторингу — виконання системного контролю на відповідність критеріям визначених параметрів. Для отримання достовірної інформації про об'єкт використовуються системи моніторингу, оснащені датчиками з різними властивостями і способами дії, що створює систему глобального контролю конструктивних елементів і дозволяє отримувати дані реакцій об'єкта на зовнішні і внутрішні впливи, а саме:

- переміщення об'єкта та окремих елементів в просторі у вигляді нахилів, прогинів, осідань, кренів тощо;
- деформації в будівельних конструкціях;
- зміни динамічних параметрів будівельних конструкцій і будівлі в цілому;
- зміни в середовищі, що оточує об'єкт моніторингу.

Влаштування моніторингових систем доцільно під час зведення об'єкту в зв'язку з обмеженням або з відсутністю доступу до основних несучих еле-

ментів після завершення будівництва. У разі відсутності доступу до конструкцій і початку моніторингу на стадії експлуатації, потребуються інші методи діагностування, що дозволяють і в процесі експлуатації своєчасно, на початкових стадіях розвитку, виявляти небезпечні процеси в будівельних об'єктах. І в першому і в другому випадках розроблення систем моніторингу для оперативного діагностування складних, нестандартних об'єктів є актуальною задачею. Слід відмітити, що процеси розроблення і розвитку систем діагностування і моніторингу в Україні розвиваються дуже повільно, простіше сказати практично стоять на місці. Як правило, системи контролю конструктивної безпеки і надійності залишаються на папері або зроблені формально. Яскравим прикладом цьому є Національний спортивний комплекс "Олімпійський" на 70 тисяч глядачів, на якому, не дивлячись на рекомендації науково-технічного супроводу, виконаного ДП НДІБК під час реконструкції комплексу, система моніторингу і діагностування не була встановлена[10]. Аналогічна ситуація і в багатоповерховому будівництві. На сьогоднішній день доволі важко знайти новозбудовані або експлуатовані об'єкти, що за класом наслідків належать до ССЗ, на яких встановлені системи конструктивної безпеки несучих елементів. Тому є ряд причин:

1. відсутність ефективної державної політики, направленої на конструктивну безпеку потенційно небезпечних будівельних об'єктів;
2. відсутність нормативної, методичної і кошторисної документації для створення систем діагностики і моніторингу (на теперішній час в Україні актуальні 4-5 нормативних документів, а методичні і кошторисні нормативи відсутні або застаріли, що не дає можливості скласти проектно-кошторисну документацію і визначити вартість робіт при необхідності проектування і встановлення систем діагностування);
3. відсутність вітчизняної промислової бази для виготовлення вимірювальних параметричних приладів і обладнання для оброблення інформації;
4. відсутність фінансування на створення моніторингових діагностичних систем;
5. не бажання будівельних кампаній нести витрати на конструктивну безпеку об'єктів.

Тому не викликає подиву той факт, що одна із найбільших спортивних арен Європи не має діючої системи діагностування і безпеки будівельних конструкцій.

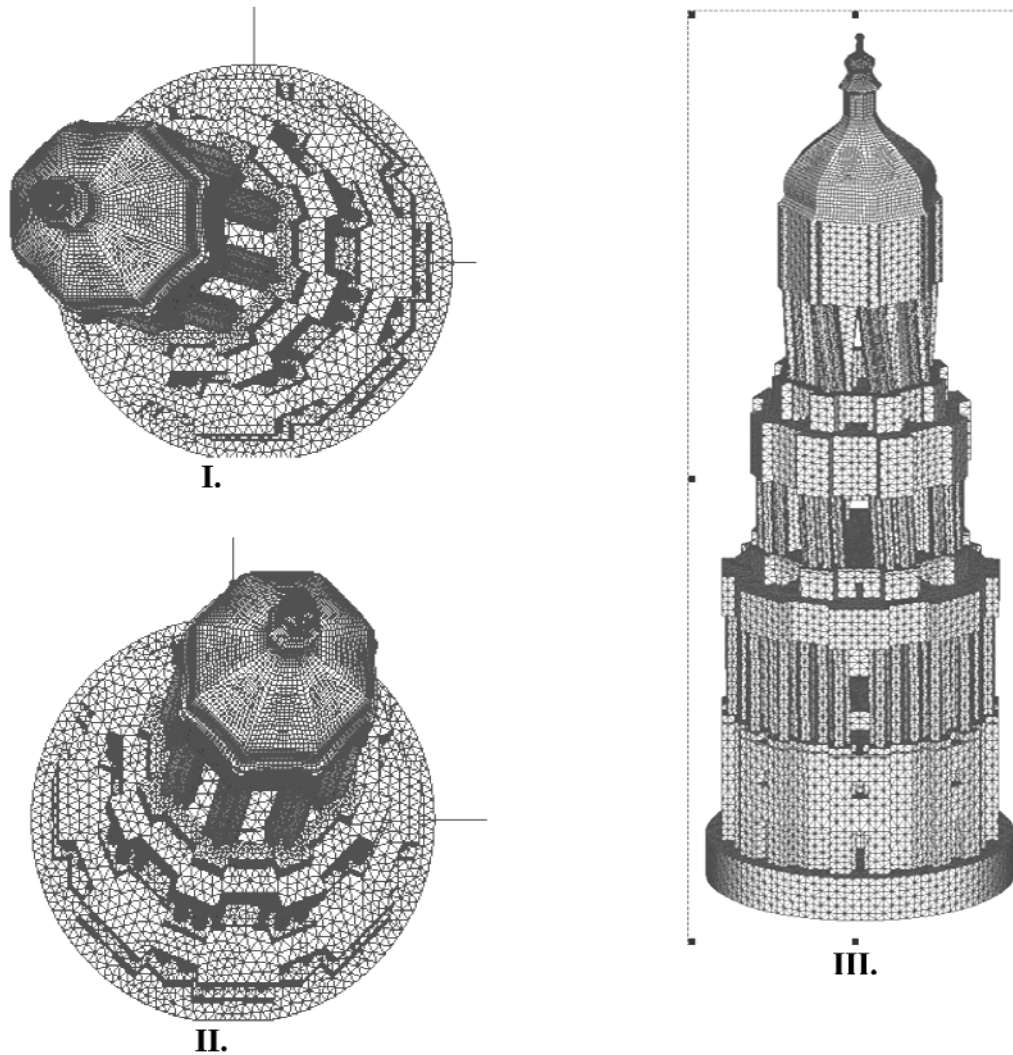


Рис.1. Розрахункова модель: перші три форми власних коливань дзвіниці, розраховані шляхом математичного моделювання. I. перша форма коливань (2,2342 Гц), II. друга форма коливань (2,2366 Гц), III. третя форма коливань (3,8958 Гц)

Створення систем діагностування і контролю будівельних об'єктів потребує вирішення достатньо складних але реальних задач, а саме:

1. обов'язковість нормування розроблення діагностично-моніторингових систем для категорій будівельних об'єктів, які визначені в [1,2](на сьогодні в Мінрегіоні України розміщена перша редакція ДСТУ-Н ... "Науково-технічний моніторинг об'єктів будівництва", сумісної розробки НДІБК і КНУБА);
2. розроблення методології єдиного підходу створення діагностично-моніторингових систем для об'єктів різного технологічного призначення;
3. створення вітчизняної виробничої бази для виготовлення первинних приладів для безпосереднього вимірювання параметрів технічного стану;
4. розроблення систем апаратно-програмних

комплексів збирання і накопичення інформації, організації первинної та послідууючої її обробки і накопичення в базі даних; рішення задач прогнозування надійності і безпеки подальшої експлуатації об'єкта;

5. обов'язкова ідентифікація і загальна паспортизація об'єктів будівництва.

Приклади виконання моніторингу на відповідальних об'єктах

Об'ємні складні об'єкти достатньо важко контролювати стандартними статичними інструментальними обстеженнями внаслідок їх значної трудомісткості і тривалості. Тому на сьогоднішній день актуальними є технології, що дозволяють отримати необхідну інформацію з мінімальними затратами трудових та економічних ресурсів. Серед таких технологій можна виділити вібраційну діагностику

Таблиця 1. Порівняння теоретичних та експериментальних (за прискоренням) власних частот коливань дзвіниці.

Рівні вимірювань	Перша форма власних коливань, теоретичне значення частоти 2,2342 Гц	Друга форма власних коливань, теоретичне значення частоти 2,2366 Гц	Третя форма власних коливань, теоретичне значення частоти 3,8958 Гц
	Експериментальна частота (Гц)	Експериментальна частота (Гц)	Експериментальна частота (Гц)
1- відм.0.00	2.1997	2.5516	-----
2- відм.11,5	2.2432	2.5864	3.6236
3- відм.30,8	2.2299	2,569997	3,659996
4- відм.33,6	2.2086	2.557	3.6791
5- відм.50.9	2,229998	2.5675	3.6992

будівель і споруд, яка базується на визначенні та аналізі динамічних характеристик будівельного об'єкта, зміна яких, внаслідок змін властивостей оточуючого середовища і зовнішніх вібраційних впливів (мікросейсмічний фон), відповідно відображається у його відгуках і реакціях.

Для використання вібраційної діагностики, як і інших видів моніторингу, застосовується системний підхід, який включає: проведення первинного візуально-інструментального обстеження об'єкта і визначення відповідності прийнятих конструктивних рішень — проектним; побудову за отриманими результатами математичної моделі та перевірку її адекватності на основі тестових розрахунків, проведення натурних вимірювань параметрів стану існуючого об'єкта, уточнення моделі; встановлення критеріїв оцінювання контрольованих параметрів, виконання експериментальних досліджень та їх аналіз.

За загальноприйнятою практикою перевірка власних динамічних параметрів об'єкта відбувається з періодичністю в 2 роки. При відхиленні критеріїв поточних вимірювань більше ніж на 10% від попередніх, об'єкт підлягає інструментальному обстеженню для визначення причин змін. Якщо значення параметрів коливань не змінились, експлуатація продовжується. Розглянута методика є особливо актуальною для висотних, велико-прогінних і архітектурно-складних споруд, в яких відсутній доступ до окремих вузлів і конструкцій. Практичні застосування комплексного підходу для діагностування відповідальних об'єктів наведені нижче.

Велика дзвіниця Успенського собору — історичний пам'ятник архітектури, пам'ятка національного значення і визначна споруда Києво-Печерської Лаври. Дзвіниця збудована в 1731-1744 рр. за проектом архітектора Й.Г. Шеделе і являє цег-

ляну восьмигранну в плані (діаметром в основі 28,8 м), чотириярусну башту висотою 96,87 м. Кожен вищий ярус має менший діаметр в порівнянні з попереднім.

Експериментальна перевірка розробленої моделі і методики динамічного діагностування здійснювалась методом вимірювання відгуків дзвіниці на вплив мікросейсмічного фону, що дозволило отримати ряд діагностичних ознак, а саме: змін власних частот і форм коливань об'єкта, спектрального розподілу величин вібропереміщень, віброшвидкостей і віброприскорень. На основі аналізу значень вимірних параметрів сейсмічних коливань підтверджена можливість ефективного і достатньо швидкого діагностування глобального технічного стану об'єкта та основних його елементів[5,6,7].

Математична розрахункова модель побудована в програмному комплексі Nastran за результатами геометричних обмірів дзвіниці з урахуванням властивостей матеріалів та результатів натурних обстежень і геологічних вишукувань. Скінчено-елементна модель утворена за допомогою пірамідальних елементів з заданими фізико-механічними характеристиками, які відповідають характеристикам цегляної кладки дзвіниці, одержаним із експериментальних досліджень.

Виконані статичні та динамічні розрахунки для всієї дзвіниці на зовнішні навантаження, зокрема власної ваги споруди з урахуванням початкового ексцентриситету (0,6м) від нахилу. В результаті скінчено-елементного розрахунку отримані дані напружено-деформованого стану моделі та визначені частоти трьох перших форм коливань (рис. 1).

Експериментальні дослідження проводились в умовах експлуатації об'єкта. Вимірювання динамічних параметрів досліджуваної конструкції виконувались одночасно двома сейсмометричними-

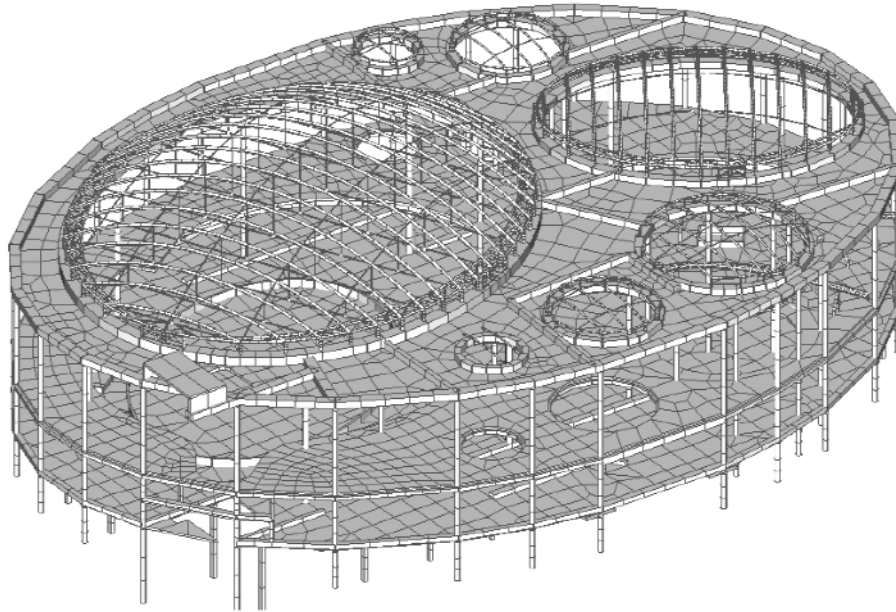


Рис. 2. Розрахункова модель блоку 7

ми пристроями: акселерометром ZET 048C і велосиметром GURALP CMG-40T

Перед початком роботи прилади синхронізувалися у часі та в просторі по трьом осям вимірювання X, Y та Z в ортогональній Декартовій системі координат.

Одночасна реєстрація динамічних параметрів різними приладами дозволила перевірити якість отриманих даних та підвищити їх достовірність.

Вимірювання виконувались на чотирьох рівнях, в тому числі на поверхні ґрунту поблизу дзвіниці, на відстані 10м, для визначення мікросейсмічного фону довкілля. Точки спостережень розташовувалися у прорізах зовнішніх несучих стін з метою виключення фонових впливів від другорядних елементів.

Для кожного рівня були отримані осцилограми мікроколивень дзвіниці, на основі яких визначені амплітуди коливень споруди. Спектральний аналіз покомпонентних записів прискорення на різних поверхнях дзвіниці, виконаний за допомогою дискретного перетворення Фур'є у програмному середовищі ZETLAB, дозволив отримати амплітудно-частотні характеристики та визначити основні гармоніки коливень споруди (таблиця 1). Відмічена близькість експериментальних і теоретичних власних частот коливень дзвіниці, що підтверджує адекватність математичної моделі та задовільний технічний стан об'єкта.

Слід зауважити, що комплексна оцінка технічного стану конструкцій досягається при вико-

ристанні кількох методів неруйнівного контролю і співставленні результатів технічного діагностування. В наступному прикладі вирішена задача впровадження науково-технічного моніторингу на стадії завершення будівництва торгово-розважального комплексу з розмірами в плані 266 на 497 метрів на Кільцевій дорозі в м. Києві.

На підставі результатів виконаних обстежень побудована математична модель об'єкта, виконані розрахунки статичних і динамічних характеристик, сформована архітектура системи автоматичного контролю змін технічного стану об'єкта на експлуатаційний період.

За наслідками (відповідальністю) комплекс належить до класу ССЗ, а за складністю — до V категорії.

Будівля розбита деформаційними швами на 54 просторові відсіки, які в свою чергу об'єднані у 7 планувально-технологічних блоків. Кожен відсік має прямокутну в плані форму з максимальними габаритними розмірами 58,8х58,8 м.

Конструктивна система будівлі — каркасна: пальові фундаменти об'єднані залізобетонним ростверком на який встановлений двоповерховий монолітний залізобетонний каркас з покриттям зі сталевих конструкцій. Просторова стійкість та геометрична незмінність конструкцій в межах кожного блоку забезпечуються жорсткими вузлами сполучення колон і міжповерхових перекриттів та системою горизонтальних в'язей по покриттю.

На першому етапі були розглянуті: відповід-



Рис 3. Структурна схема комплексного моніторингу

ність реалізованих конструктивних рішень проєктній документації, результати інженерно-геотехнічних вишукувань, навантаження та впливи на об'єкт і т.п.

На другому етапі виконано обстеження будівлі з оцінкою рівнів відповідальності та умов експлуатації несучих конструкцій. По кожному блоку визначені категорії напруженого стану елементів та відібрана група блоків і окремих елементів, які повинні підлягати моніторингу спеціалізованою організацією. Це частина блоків, що входять в планувально-технологічні блоки 6, 5, 7, як найбільш насичені різноманітними комбінаціями навантажень і впливів статичної і динамічної дії.

Таким чином визначився об'єм для побудови просторової математичної моделі і організації періодичних спостережень за змінами технічного стану обраної частини будівлі. Особливістю цієї частини, крім нестандартних конструктивних рішень, є концентрація розважальних зон в різних рівнях даних блоків, що створює різноманітні комбінації статичних і динамічних впливів на будівельні конструкції. Покриття блоку 7 виконане з монолітної залізобетонної плити товщиною 350 мм (позн. +18,155), в якій влаштовані еліпсоподібні та круглі прорізи. В прорізах влаштовані купола, що складаються з поперечних арок постійної кривизни трубчастого перерізу та системи затяжок і розпірок. Найбільші з них: купол еліпсоподібної форми в

осях Ф-Ах28-33 з розмірами в плані 36х27м та аналогічний купол в осях Л-Фх27-34 з розмірами в плані 61,3х49,3м. Великий купол складається з системи головних прольотних арок, виконаних з круглої труби 420х10, з затяжками, встановленими через одну арку. Кожна арка обпирається на шарнірні металеві стійки висотою 1280 мм встановленими на опорний залізобетонний контур. З площини арки розкріплені трубчастими розпірками з жорсткими вузлами. Зовнішні впливи сприймаються жорсткістю конструкції куполу та трубчастими вертикальними в'язевими елементами довжиною 5,3 м, встановленими по кінцях найбільших діаметрів еліпсоподібного контуру.

Для визначення місць, що потребують найбільшої уваги, побудована скінченно-елементна модель контрольованих ділянок в програмному комплексі "Nastran" для розрахунків несучих конструкцій системи в її найбільш критичних станах. Скінченно-елементна модель споруди складена шляхом апроксимації всіх несучих підконструкцій (колон, плит, балок, арок та технологічних конструкцій, які можуть впливати на технічний стан об'єкта) балочними скінченними елементами, пружно деформованими під дією поздовжньої сили, згинальних моментів в двох площинах і крутного моменту, та пластинчастими скінченними елементами (рис. 2).

В результаті кінцево-елементного розрахунку

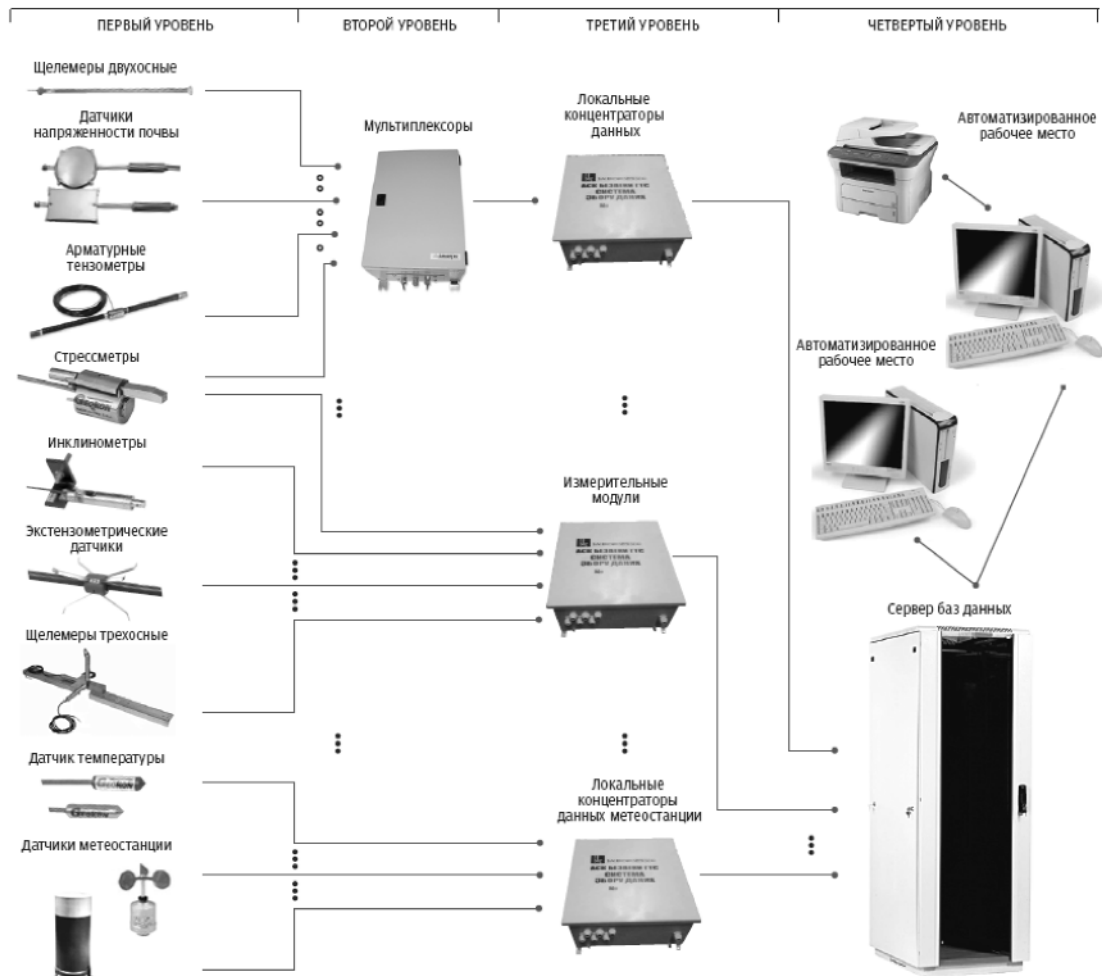


Рис.4 Структурна схема деформаційного моніторингу

математичної моделі визначені:

- НДС конструкцій від дій комбінацій навантажень та впливів;

- власні частоти вільних коливань різних блоків, що дозволило встановити відсутність взаємовпливів між блоками та за результатами обрати блок 7, як такий, що потребує технічного контролю.

В ході розрахунку розглянуті задачі технічного стану конструкцій після моделювання втрати несучої здатності одним або кількома елементами категорії А, а саме:

- великого еліпсоподібного купола в осях Л-Фх27-34 при таких комбінаціях:

- виключення із розрахункової схеми: 1) опор найбільшої арки і розпірок цієї арки; 2) виключення із розрахункової схеми опор найбільшої арки та четвертої від неї арки;

- виключення із розрахункової схеми блоку 7: колон паркінгу в осях Т-35 і Ф-35 та друга комбінація – виключення трьох колон паркінгу в осях Т-33, Ф-33, Т-34.

За результатами розрахунку моделі обрані типи інструментальних вимірювань, сформульовані основні принципи проведення геотехнічного, статичного та динамічного моніторингів елементів несучих конструкцій, розроблена структурна схема оцінювання інформації, визначені основні вимоги до автоматизованих систем моніторингу параметрів несучих конструкцій та їх складових елементів, обране конкретне обладнання, що має бути застосовано при проведенні різних типів моніторингів.

Структурна схема комплексного моніторингу [7,9] наведена на рис. 3 і складається з наступних основних елементів:

- системи вимірювань і спостережень за станом будівельних конструкцій і об'єкта в цілому, яка забезпечує систематизацію відомостей про фактичні геометричні параметри, фізичні властивості, несучу здатність конструктивних елементів і т.п.;

- методики оцінювання технічного стану конструкцій з побудовою моделей прогнозування змін контрольованих параметрів та терміну служ-

би об'єкта на основі нормативних та проектних критеріїв граничних станів;

– інформаційної системи, яка забезпечує зберігання, доступ, відображення і розповсюдження зацікавленим службам даних про стан будівельних конструкцій у різні періоди будівництва та експлуатації, а також зняття з експлуатації.

Приклад системи деформаційного моніторингу

На даному об'єкті в якості вимірювальної системи в реальному часі використовується чотирьохрівнева автоматизована система контролю стану споруд з спеціальним програмним забезпеченням "Титан", розробник компанія "Банкомзв'язок". Перший рівень складають первинні датчики, які безпосередньо контактують з контрольованими об'єктами, отримують від них інформацію у вигляді дії сили — тензометри або переміщень — датчики відстані та перетворюють цю інформацію в електричні сигнали. Деформаційний моніторинг технічного стану об'єкта проводиться у місцях, які за обґрунтованими характеристиками належать найбільш відповідальним вузлам і елементам конструкції.

Отримана інформація передається по кабельній мережі на другий рівень на якому створена система мультіплексорів, призначених для комутації одно або двох парних аналогових виходів 16 однотипових датчиків на один вимірювальний вхід локального концентратора даних (комутатора), що знаходиться на третьому рівні. Третій рівень забезпечує перетворення електричних сигналів в числовий вигляд та збереження даних контрольно-вимірювальної системи в пам'яті локальних концентраторів з послідуною їх передачею на центральний вузол оброблення даних (четвертий рівень).

Аналогічні трьох, чотирьох-рівневі системи будуються і в інших видах локальних моніторингів: геотехнічному, динамічному, екологічному і т.д.

Висновки

1. Визначення адекватної моделі та реального технічного стану будівель і споруд шляхом натурних обстежень і постійного контролю в процесі експлуатації є окремим технологічним напрямком в будівництві, який надає можливість розв'язання складних інженерних задач, направлених на забезпечення безвідмовної роботи будівель і споруд для своєчасного реагування на можливі в майбутньому проблеми.

2. При створенні системи контролю об'єкта будівництва обрані види локальних моніторингів повинні доповнювати один одного і виконувати функції взаємного контролю отриманих даних із забезпеченням достовірності і надійності результатів.

3. Система контролю конструктивної безпеки повинна входити як складова частина в загальний комплекс експлуатації будівельних об'єктів.

4. В напрямку моніторингу та безпеки будівельних об'єктів Україна значно відстає від інших країн. Європа та Росія знаходяться на якісно вищому рівні. Головна причина такого відставання — відсутність основних документів на законодавчому рівні і, як наслідок, відсутність нижчого рівня нормативних документів пов'язаних з безпекою будівель і споруд, а звідси неможливість регламентування методів проведення моніторингу будівельних об'єктів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ: ДБН В.1.2-14:2009. — [Чинні від 2009-12-01]. — К. Мінрегіонбуд України 2009. (Державні будівельні норми України).

2. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів Науково-технічний супровід будівельних об'єктів: ДБН В.1.2-5:2007. [Чинні від 2008-01-01] — К. Мінрегіонбуд України 2007. (Державні будівельні норми України).

3. Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва: ДСТУ-Н Б В.1.2-16:2013. — [Чинний з 2013-09-01]. — К. Мінрегіон України 2013. — 40 с. — (Національний стандарт України).

4. Науково-технічний моніторинг будівель і споруд/І.Д. Бєлов, В.В. Гайдайчук, О.П. Дєдов, Н.С. Матіаш//Наука та будівництво. 2015. — №3. — С.17-20.

5. Бугаевский Г.Н. Настенные трехкомпонентные сейсмометрические комплексы для динамической паспортизации зданий/Г.Н. Бугаевский, А.В. Багмут // Строительство, материаловедение, машиностроение: сборник научных трудов. — Днепропетровск, 2012. — Вып.65. С. 98-103.

6. Звіт про обстеження технічного стану несучих конструкцій III ярусу пам'ятки архітектури "Дзвіниця Успенського Собору", ох. №2 Києво-Пе-

черської Лавр. ВЦБК. 2011 р.

7. Савин С.Н. Мониторинг уникальных объектов с использованием динамических параметров по ГОСТ Р 53778-2010/С.Н. Савин, С.В. Демишин, И.В. Ситников/ Инженерно-строительный журнал. 2011. — №7. С. 33-39.

8. Вібраційна діагностика просторових конструкцій великого розміру, проблеми та перспективи/Редченко В.П./Український науково-дослідний та проектний інститут сталевих конструкцій В.М. Шимановського. Збірник наукових прац. — Вип.5, 2010 р.

9. Адаптивные КЭ-модели в основе систем мониторинга несущих конструкций уникальных зданий/А.М. Белостоцкий, Д.К. Каличава, К.И. Островский, П.И. Новиков//Опір матеріалів і теорія споруд. 2015 №94.

10. Слюсаренко Ю.С., Шимановский О.В., Галінський О.М. Науково-технічний супровід реконструкції Національного спортивного комплексу "Олімпійський" в Києві/ За загальною редакцією Шимановського О.В. - К.: Вид-о "Сталь", 2013.

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрено состояние нормативной документации по обеспечению конструктивной безопасности объектов строительства в Украине. Разработана методология диагностики, основной порядок и этапы проведения мониторинга. Предложены принципы математического моделирования объектов строительства. Приведены практические примеры компоновки систем раннего обнаружения дефектов. Представлена комплексная структура измерений и примеры технического обеспечения.

Ключові слова: вібрація, діагностика, конструктивна безпека, математичне моделювання, моніторинг, надійність.

ANNOTATION

The article reviewed the status of regulatory documents to ensure the structural safety of construction projects in Ukraine. The methodology of the diagnosis, the main stages of the procedure and monitoring. The principles of mathematical modeling of construction projects. Practical examples of the layout of early defect detection systems. It presents a complex measurement structure and examples of technical support.

Ключові слова: вібрація, діагностика, конструктивна безпека, математичне моделювання, моніторинг, надійність.

УДК 69.022.32

Менейлюк О.І., д.т.н., проф.; Бабій І.М., к.т.н., доц.; Камінська-Пінаєва А.І.
ОДАБА, м. Одеса

ВИБІР СПОСОБУ ТА СКЛАДАННЯ СТРУКТУРИ ЕЛЕМЕНТІВ ПРОЦЕСУ УТЕПЛЕННЯ ФАСАДІВ БУДИНКІВ

АНОТАЦІЯ

Розглянуто питання взаємозв'язку і взаємодії всіх елементів процесу утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій. Виявлено необхідність попереднього моделювання та структурування процесу утеплення. Запропоновано три види моделі структури організаційно-технологічного процесу утеплення. Запропоновано алгоритм розробки ефективного рішення за обраним критерієм оптимальності.

Ключові слова: моделювання, алгоритм оптимізації, утеплення фасадів.

Актуальність. Необхідність енергозбереження в житлово-комунальній сфері не викликає сумніву та є важливою частиною у рішенні загальнодержавної проблеми — економії дефіцитного палива та збільшення контролю над енерговитратами. В першу чергу це відобразилось в підвищенні вимог до теплового захисту будинків, як при новому будівництві, так і існуючих будинків.

Огороджувальні конструкції будинків, зведених до прийняття сучасних норм, мають низький рівень теплового захисту. Такі об'єкти, в силу масових забудов минулого століття, становлять основну частину житлового та громадського фонду нашої країни та вимагають невідкладного і грамотного утеплення, у зв'язку з витратами на їх утримання, викликаними великими неконтрольованими втратами тепла. Стіни будинків, побудованих більше десяти років тому, мають значення опору теплопередачі приблизно в п'ять разів менше ніж потребують сучасні вимоги, тому необхідно поліпшити теплозахисні властивості зовнішніх огорожувальних конструкцій — привести опір теплопередачі до його нормативного рівня, що можливо здійснювати різними способами і технологічними рішеннями [1].

Необхідно відзначити, що у теперішніх умовах процес організації утеплення фасадів має хаотич-

ний характер, що, в кінцевому рахунку, позначається на збільшенні вартості і тривалості робіт. Організація процесу також залежить від багатьох факторів і може істотно відрізнятись в залежності від переслідуваних завдань. Багатоваріантність цього процесу породжує необхідність досліджень в цій сфері для виявлення можливих областей оптимізації, як в самій технології, так і в організації процесу будівельно-монтажних робіт, тому суттєвим є його моделювання [2, 3]. З урахуванням попереднього моделювання, на стадії складання проекту, можливо оптимізувати прийняті рішення, що у підсумку істотно заощадить матеріально-технічні ресурси [4].

Мета роботи. Виявлення загальних елементів організації та виробництва технологічних процесів з метою їх оптимізації при проведенні утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій.

Результати досліджень. Відомо, що будь-який процес можна представити у вигляді безлічі елементів: дій, умов і зв'язків. Методом системного аналізу загальнонаукових фактів по організації технологічного процесу були виявлені основні елементи технології утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій, а також встановлені їх структурні зв'язки.

Склад виробничих процесів, що здійснюються при підготовці і проведенні будівельно-монтажних робіт з утеплення фасадів будинків можна умовно розподілити на дві основні групи: матеріальні та інформаційні. До матеріальних процесів прийнято відносити сукупність усіх будівельно-монтажних дій, спрямованих на матеріальні елементи при провадженні утеплення фасадів.

У свою чергу інформаційні процеси спрямовані на трансформування та аналіз ідеальних предметів-моделей, поданих у вигляді інформації, чисел, вихідних даних, документів і т.п. Вони реалізуються за допомогою методів розрахунку, різних методик, спеціалізованих програм та засобів інформаційно-обчислювальної техніки для розрахунку і можливості подальшого вивчення, прогнозування поведінки створюваної моделі, її актуальності та практичного значення для реальних об'єктів, а також з метою вироблення та прийняття рішень по найбільш оптимальному і раціональному здійсненню будівельно-монтажних операцій при утепленні зовнішніх огорожувальних конструкцій. Також необхідно відзначити, що інформаційні технології

застосовуються до моделей, а не до реальних будівельно-монтажних процесів.

Модель виконання будівельно-монтажних робіт при утепленні фасадів формально відображає реальний процес виробництва цих же робіт на об'єкті, але за допомогою різних структурних схем, математичних виразів, термінології та словесних визначень, що характеризують зв'язок між параметрами процесу. Узагальнено це виглядає як спрощення реального процесу введенням та прийняттям коректних припущень, але з обов'язковою фактичною оцінкою достовірності отриманих результатів.

На підставі евристичних досліджень була визначена структура будівельно-монтажного процесу утеплення об'єкта, яка складається із наступних елементів: будівельно-монтажний процес, позначимо Π ; задіяні технічні засоби — T_3 ; трудові ресурси — P ; матеріальні елементи — $M_{ел}$; конструкції системи утеплення — K .

Для створення проектною конструкції утеплення повинен бути сформований відповідний технологічний процес, який має певну послідовність простих процесів та операцій. Сукупність параметрів, що характеризують технологічний процес, позначимо: $|\Pi| = \{\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_i\}$.

Процес утеплення фасадів може бути виконаний за допомогою різноманітних технічних засобів, що становлять комплект однотипних або різнотипних машин, механізмів, монтажного обладнання, які реалізують один або кілька простих процесів або операцій. Їх сукупність позначимо: $|T_3| = \{T_{31}, T_{32}, \dots, T_{3k}\}$.

Технологічний процес здійснюється людськими ресурсами, об'єднаними в ланки і бригади. Сукупність цих параметрів: $|P| = \{P_1, P_2, \dots, P_j\}$.

Матеріальні предмети, з яких формується проектна конструкція утеплення, сукупність їх фізико-механічних, технологічних, геометричних і інших характеристик і параметрів позначимо: $|M_{ел}| = \{M_{ел1}, M_{ел2}, \dots, M_{елp}\}$.

Конструктивно-технологічний процес утеплення включає в себе частини конструкції, які можна виділити за технологічною ознакою (кількість шарів, матеріали, елементи і деталі конструкції, специфіка влаштування) та за організаційною ознакою (захватки, ділянки, вузли і т.п.). Сукупність цих параметрів та характеристик позначимо: $|K| = \{K_1, K_2, \dots, K_n\}$.

Зв'язки між окремими елементами зумовлюють модель структури організаційно-техно-

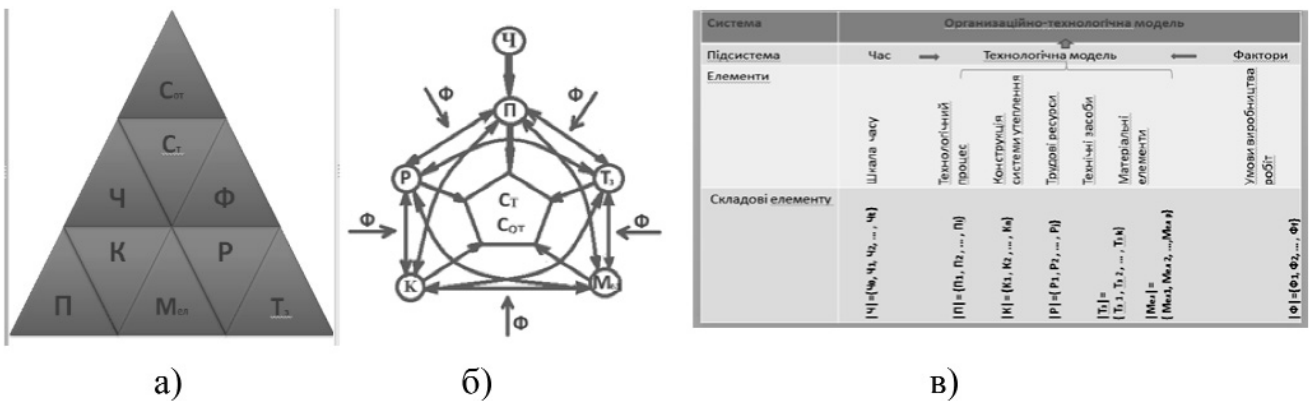


Рис. 1. Графічне відображення моделі організаційно-технологічної структури утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій: а) ієрархічна модель; б) модель структури елементів у вигляді орієнтованого графа; в) реляційна модель даних



Рис.2. Алгоритм розробки оптимального організаційно-технологічного процесу утеплення огорожувальних конструкцій

логічного процесу утеплення фасадів, яку представимо у вигляді: $\text{mod } C_T \rightarrow \Pi \times T_3 \times P \times M_{\text{ел}} \times K$, де C_T — структура технології.

Коректність визначених складових окремих елементів технології, відповідність їх один одному дають можливість покращити показники оптимальності процесу, які позначимо, як $|O| = \{O_1, O_2, \dots, O_s\}$ до числа яких відносяться: тривалість, витрати машинного часу і праці робочих, вартісні показники, параметри якості та ін.

Багатоваріантність організаційно-технологічних рішень по утепленню фасадів будинків породжується тим, що взаємозв'язки між елементами слабкі або зовсім не відстежуються.

Сукупність факторів, що впливають на виробництво робіт (кліматичні, технічні, економічні, технологічні, інженерно-геологічні, регіональні та ін.) позначимо $|\Phi| = \{\Phi_1, \Phi_2, \dots, \Phi_f\}$.

Фактор часу дозволяє врахувати динаміку системи, взаємозв'язок та взаємодії різних процесів. Сукупність параметрів, що характеризують час протікання, позначимо $|\chi| = \{\chi_0, \chi_1, \chi_2, \dots, \chi_t\}$.

При накладенні на конкретні фактори умов виробництва робіт (безпосередньо на об'єкті, що утеплюється) та прив'язці з часовою шкалою структури технологічного процесу, отримаємо організаційно-технологічну структуру (COT) робіт з утеплення фасадів. Моделью такої структури є вираз взаємозв'язку структури технологічного процесу (C_T) з факторами виробництва робіт (Φ) у часі (χ) і має вигляд: $\text{mod } C_{OT} \rightarrow C_T \times \Phi \times \chi$.

Для зручності сприйняття моделі структури розроблено та запропоновано декілька видів відображення моделі COT — це ієрархічна модель (Рис.1.а), модель структури елементів у вигляді орієнтованого графа (Рис.1.б), а також найбільш зручна для математичного обчислювання — реляційна модель даних організаційно-технологічного процесу (рис.1.в).

Представлені види моделі дозволяють відстежити взаємозв'язки між елементами структури процесу утеплення огорожувальних конструкцій, можливість їх оптимізації. Складання організаційно-технологічної структури необхідно на стадії створення проекту та підготовки будівельно-монтажного виробництва у рамках проекту по утепленню огорожувальних конструкцій, керуючись нормативно-технічними документами (ДБН, ДСТУ, РЕКН та ін.).

При складанні оптимального рішення не-

обхідно визначити достатні умови, що задовольняють вимогам замовника, які і будуть критеріями оптимальності. До них явно відносяться такі як: мінімальна вартість матеріалів та виконання робіт, мінімальні трудовитрати, максимальна якість та безпека. З урахуванням цих критеріїв оптимальності розроблено алгоритм вибору способу утеплення огорожувальних конструкцій, з подальшим формуванням оптимального варіанту організаційно-технологічних процесів (рис.2).

Призначення цього алгоритму — систематизувати дії по формуванню оптимального рішення організаційно-технологічного процесу при утепленні фасадів будинків. Виходячи із існуючих даних (теоретичних і фізичних параметрів) по об'єкту утеплення, здійснюється аналіз, на базі якого віддається перевага певному способу запропонованого утеплення ("мокрим" або "сухим" способом). Далі визначається область оптимізації та вибір необхідного критерію оптимальності при здійсненні технологічного процесу.

При задоволенні обраним способом утеплення фасадів, областю оптимізації та критерієм оптимальності замовника, проектувальника і підрядника, розробляється ефективний технологічний процес. Цього можна досягти шляхом оптимізації його основних складових частин — у нашому випадку розглядається оптимізація восьми частин за обраним критерієм оптимальності. У разі незадоволення хоча б однієї з умов повертаємося до аналізу вихідних даних і проводимо усі вище перераховані дії знову.

В результаті дій, здійснених відповідно до алгоритму, одержуємо найбільш ефективний спосіб утеплення зовнішніх огорожувальних конструкцій, при оптимальному організаційно-технологічному процесі.

Висновки. Були виявлені елементи, розглянуті їх структурні зв'язки і складені моделі організаційно-технологічного процесу утеплення огорожувальних конструкцій — ієрархічна, у вигляді орієнтованого графа та реляційна. Розроблений алгоритм вибору способу та оптимізації організаційних і технологічних рішень по утепленню фасадів будинків.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Современные фасадные системы* / [Менейлюк А.И., Дорофеев В.С., Лукашенко Л.Э., Соха В.Г. и др.]: под ред. Менейлюка А.И. - К.: Освіта України, 2008.-339 с.

2. Теличенко В.И. *Технология строительных процессов (ч.1)* / В.И. Теличенко, О.М. Терентьев, А.А. Липидус / М: Высш. шк., 2005-392 с.

3. Вознесенский В.А. *Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ* / В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко, Б.Л. Огарков // К.: Вища школа, 1989. — 328с.

4. Пискун А.Е. *Рациональные технологические параметры устройства навесных вентилируемых фасадов* /А.Е. Пискун, Ю.Н. Казаков// *Вестник гражданских инженеров* / — СПб.: СПбГАСУ, 2008. — № 4. — С.25-29.

АННОТАЦИЯ

Рассмотрены вопросы взаимосвязи и взаимодействия всех элементов процесса утепления внешних ограждающих конструкций. Выявлена необходимость моделирования и структурирования процесса утепления. Предлагаются три вида модели структуры организационно-технологического процесса утепления. Предлагается алгоритм разработки эффективного решения по выбранному критерию оптимальности.

Ключевые слова: моделирование, алгоритм оптимизации, утепление фасадов.

ANNOTATION

We were examined relationship and interaction of all elements of the process insulation the external walls. It established the need for modeling and structuring process of insulating walls. Propose three of the form model organizational and technological structure of the process of insulation. Propose an algorithm the development of effective solutions for the chosen optimality criterion.

Keywords: modeling, optimization algorithm, insulation of facades.

УДК624.012

**Журавський О.Д., к.т.н.; Постернак О.М.;
Постернак М.М., КНУБА, м. Київ**

ЕФЕКТИВНІСТЬ ТА НАДІЙНІСТЬ ПІДСИЛЕНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ БАЛОК

АННОТАЦІЯ

У статті запропонована методика ефективного вибору методів підсилення залізобетонних балок з врахуванням різних факторів, в тому числі надійності конструкції. Дослідження існуючих об'єктів реконструкції показало, що в практиці найчастіше застосовують наступні методи підсилення залізобетонних балок: підсилення в стиснутій зоні шаром нарощування фібробетону або залізобетону, підсилення в розтягнутій зоні додатковою арматурою та підсилення в розтягнутій зоні фіброармованими пластиками. При порівнянні методів підсилення було обґрунтовано необхідність визначення показників надійності конструкції. У статті наведений загальний алгоритм визначення раціонального методу підсилення залізобетонних балок.

Ключові слова: методи підсилення, залізобетонні балки, ефективність, надійність, фіброармований пластик.

Вступ. Вплив зовнішнього середовища, несприятливих інженерно-геологічних процесів, високо-температурного нагрівання, порушення умов нормальної експлуатації, збільшення навантажень у процесі експлуатації, а також помилки при проектуванні й будівництві призводять до втрати конструкцій будівель і споруд, їх показників надійності та довговічності. Дефекти можуть погіршити нормальні умови експлуатації, знизити несучу здатність конструкцій, скоротити терміни їх експлуатації, призвести до часткового чи повного руйнування будівлі або споруди. Кожен з дефектів характеризується не тільки факторами, що його викликали, але й розмірами пошкодження конструкції та можливими наслідками руйнування [8].

Постановка задачі. Підсилення — основний засіб збільшення тривалості експлуатації конструкцій, особливо при реконструкції. У деяких випадках витрати на підсилення можуть досягати значних розмірів і тому перед проектувальниками ставиться завдання довести його економічну

Табл. 1. Основні методи підсилення залізобетонних балок

Метод підсилення	Ескіз підсилення	Основні переваги і недоліки
Підсилення в стиснутій зоні шаром наросування фібробетоном або залізобетоном		Переваги: - технологічна простота - відносно значне збільшення несучої здатності - відносна дешевизна матеріалів Недоліки: - значне збільшення власної ваги підсиленого елемента - обмеження товщини наросування
Підсилення в розтягнутій зоні додатковою арматурою		Переваги: - висока надійність - незначне збільшення геометричних розмірів Недоліки: - висока трудомісткість - не значне підвищення несучої здатності
Підсилення в розтягнутій зоні фіброармованими пластиками		Переваги: - швидкість виконання робіт - мінімальне збільшення геометричних розмірів - хімічна стійкість Недоліки: - обмеження у використанні при значних дефектах - висока вартість матеріалів підсилення.



Рис. 1. Загальний алгоритм визначення раціонального методу підсилення залізобетонної балки

доцільність. Тільки після визначення вартості матеріалів і трудомісткості посилення, а також тривалості робіт по підсиленню і часу зупинок експлуатації будівлі чи споруди можна остаточно вирішити, чи треба будувати нову споруду або реконструювати стару. Вибір ефективних способів підсилення конструкцій дозволяє в найкоротший термін, без зупинки виробництва або з мінімальними перервами виконати роботи по реконструкції з урахуванням умов експлуатації. Порівняння варіантів підсилення проводиться за наступними показниками: маса елементів підсилення; вартість основних матеріалів, необхідних для посилення; трудомісткість і вартість виготовлення; трудомісткість і вартість виконання робіт з підсилення; втрати прибутку через зупинку виробництва на ділянці виконання робіт. [6]

Але треба зазначити, що як і при новому будівництві, так і при реконструкції основною задачею перед проектувальником залишається забезпечення безвідмовної роботи будівельних конструкцій та всієї будівлі цілому. Тому при виборі методу підсилення пропонується врахувати додатково імовірність відмови підсиленої конструкції та економічні і соціальні втрати при її руйнуванні. [7]

Предмет дослідження. Для дослідження прийняті найпоширеніші методи підсилення залізобетонних балок, які наведені в табл. 1 а саме:

- підсилення в стиснутій зоні шаром нарощування фібробетоном або залізобетоном;
- підсилення в розтягнутій зоні додатковою арматурою;

– підсилення в розтягнутій зоні фіброармованими пластиками.

Викладення основного матеріалу. На даний момент вітчизняні нормативні документи для підсилення залізобетонних конструкцій в повній мірі не регламентують розрахунок і проектування таких конструкцій. Тому при проектуванні підсилення виконують вимоги ДБН та ДСТУ [4, 5] як для звичайних залізобетонних конструкцій. Відповідно до цього, розрахунок необхідно виконувати за першою та другою групами граничних станів.

Нормативні документи передбачають використання двох підходів для визначення стискаючих напружень в перерізах згинальних елементів. Перший — метод граничних зусиль, котрий використовує спрощені діаграми стану бетону та арматури, другий — деформаційна методика, котра є більш сучаснішою і в більшій мірі відповідає дійсній роботі конструкцій.

В чинних нормах із проектування залізобетонних конструкцій [4, 5] є загальні положення та деякі розрахункові формули для нелінійної деформаційної моделі розрахунку. В роботах А.М. Бамбури [1] і А.Я. Барашикова [2] також наведені роз'яснення основних положень деформаційної теорії.

Використання такої деформаційної моделі для розрахунку підсилення залізобетонних конструкцій надає певні переваги над методом граничних зусиль. А саме дозволяє в повній мірі враховувати залишкові деформації і напруження в конструкції, що підсилюється. Ці деформації виникають за рахунок неповного розвантаження конструкції. Крім цього, за період експлуатації залізобетонного елементу напружено-деформований стан відрізняється від початкового.

Також при підсиленні обов'язково необхідно враховувати вплив дефектів та пошкоджень, тобто визначити категорію технічного стану конструкції. Після чого можна визначити несучу здатність елементу за рахунок зменшення міцнісних характеристик матеріалів існуючої конструкції або загального понижуючого коефіцієнта. Використовуючи останній випадок, несучу здатність підсиленої конструкції умовно можна записати наступним чином:

$$R_s = R_c - (k \cdot R_{ex}) \quad (1)$$

R_s - фактична несуча здатність;

R_c - несуча здатність підсиленої конструкції без врахування дефектів та пошкоджень;

k - понижуючий коефіцієнт впливу зношення;

R_{ex} - несуча здатність існуючої конструкції без врахування дефектів та пошкоджень.

Але маючи різні методи підсилення та різні підходи до детермінованого розрахунку, необхідно розуміти, що кожен випадок має різну надійність. Тому при ефективному виборі способу підсилення треба враховувати цей фактор.

Для кількісної оцінки впливу цього фактору на економічну ефективність пропонується додавати до вартості підсилення витрати на збитки від руйнування даної конструкції за формулою:

$$C = C_m + C_r \quad (2)$$

де

$$C_r = P_f \cdot C_f \quad (3)$$

C — загальна вартість підсилення;

C_m — вартість матеріалів підсилення;

C_r — додаткові витрати залежно від надійності конструкції;

P_f — імовірність відмови конструкції;

C_f — загальні витрати від можливих збитків, що можуть виникнути при відмові певної конструкції.

Значення P_f можливо визначити при ймовірнісному розрахунку. Ймовірнісний метод також використовує розрахункові дискретні формули, але особливість в тому, що він враховує можливу статистичну мінливість всіх аргументів. Це дозволяє дати більш об'єктивну оцінку конструкції про її придатність до нормальної експлуатації. Недоліком цього підходу можна вважати складність реалізації, а саме визначення статичних даних всіх міцнісних, геометричних та деформаційних характеристик конструкцій, а також значення навантажень [3].

Існуючі методики та нормативні документи не регламентують можливість вибору раціонального методу підсилення в конкретних умовах експлуатаційних впливів, характерних для кожного виду виробництва. Тому використовуючи вище наведені положення, пропонується саме така методика за схемою представленою на рис.1.

Висновки

У практиці виробництва робіт з підсилення залізобетонних згинальних елементів найбільшого розповсюдження отримали методи підсилення в стиснутій зоні шаром нарощування фібробетону або залізобетону, підсилення в розтягнутій зоні додатковою арматурою та підсилення в розтягнутій зоні фіброармованими пластиками.

Запропонована методика вибору раціонального методу підсилення залізобетонних балок дозволить знизити трудомісткість і вартість виконаних робіт зі збереження надійності та довговічності конструкції.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бамбура А.М. Несуча здатність залізобетонних елементів кільцевого перерізу за спрощеними діаграмами деформування бетону та арматури [Текст] / А.М. Бамбура, О.В. Дорогова // Будівельні конструкції: Міжвідомчий науково-технічний збірник наукових праць. — 2012. — Вип. 76. — С. 382-391.
2. Барашиков А.Я. Методика розрахунку залізобетонних конструкцій за деформаційною моделлю згідно з проектом нових норм України [Текст] / А.Я. Барашиков // Сучасне промислове та цивільне будівництво. — 2005. — Т. 1. № 1. — С. 13-18.
3. Валовой О.І., Валовой М.О., Єрмоменко О.Ю. Ймовірнісний підхід в оцінці надійності будівельних конструкцій. / Гірничий вісник: зб. наук. пр. / ДВНЗ "Криворізький національний університет" — Кривий ріг, 2013 с. 113-115.
4. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. / Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. — Київ, 2011.
5. ДСТУ В.2.6-98-2011. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. / Міністерство регіонального розвитку та будівництва України. — Київ, 2011.
6. Жуков А.Н. Сравнение способов усиления железобетонных консолей колонн по технико-экономическим показателям/А.Н. Жуков// Молодой ученый. — 2014. — №11. — С. 49-51.
7. Постернак О.М. Дослідження впливу коефіцієнта за призначенням на рівень надійності підсилених згинальних залізобетонних елементів. / О.М. Постернак // Містобудування та територіальне планування : наук.-техн. збірник / Відповід. ред. М.М. Осетрін. — К. : КНУБА, 2014. — Вип. 58. — С. 431 — 440.
8. Хохрякова Д.А. Методика вибору раціонального метода усиления железобетонных колонн /

Д.А. Хохрякова, С.В. Кожемяка, Д.А. Тахтай // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. — 2008. — Вип. 2008-3(71). — С. 48-52

АННОТАЦИЯ

В статье предложена методика эффективного выбора методов усиления железобетонных балок с учетом различных факторов, в том числе надежности конструкции. Исследование существующих объектов реконструкции показало, что в практике чаще всего применяют следующие методы усиления железобетонных балок: усиления в сжатой зоне слоем наращивания фибробетона или железобетона, усиления в растянутой зоне дополнительной арматурой и усиления в растянутой зоне фиброармированными пластиками. При сравнении методов усиления была обоснована необходимость определения показателей надежности конструкции. В статье приведен общий алгоритм определения рационального метода усиления железобетонных балок.

Ключевые слова: методы усиления, железобетонные балки, эффективность, надежность, фиброармированный пластик.

ANNOTATION

In the article there is represented the choice of effective methods strengthening of reinforced concrete beams based on various factors, including the design reliability. Research of reconstruction of existing objects has shown that in practice the following methods of strengthening concrete beams often used: strengthens in the compression zone layer of fiber-reinforced concrete or reinforced concrete building strengthens in the tension zone of the additional reinforcement and strengthening in the tension zone FRP. In comparing strengthen methods have been the necessity of determining the reliability parameters. The paper presents a general algorithm for determining a rational method of strengthens of reinforced concrete beams.

Keywords: methods of strengthening, reinforced concrete beam, efficiency, reliability, fibre-reinforced plastic.

УДК 624.21/.8

Шмуклер В.С., д.т.н.; Бабаев В.Н., д.н. по гос. упр.; Евель С.М., к.т.н.; Меленцов Н.А., к.т.н.; Хаинсон Ю.А.; Бугаевский С.А., к.т.н.; Бугаевский В.А., ХНУ им. О.М. Бекетова, г. Харьков

ПРИМЕНЕНИЕ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННОГО ПРОЛЕТНОГО СТРОЕНИЯ ПРИ КАПИТАЛЬНОМ РЕМОНТЕ МОСТА

АННОТАЦИЯ

Приведен обзор современных решений по объединению металлических балок пролетных строений с железобетонной плитой для сталежелезобетонных мостов. Рассмотрены особенности конструкции сталежелезобетонного пролетного строения, примененного для капитального ремонта моста через р. Сухой Торец в г. Барвенково. Разработана технология возведения сталежелезобетонного пролетного строения при капитальном ремонте моста.

Ключевые слова: упор, сталежелезобетонное пролетное строение, металлическая балка, железобетонная плита.

Введение. Одним из ответственных элементов конструкции при сооружении сталежелезобетонных мостов является объединение монолитной

железобетонной плиты проезжей части с металлическими главными балками пролетного строения с помощью упоров, привариваемых к верхним поясам главных балок.

Анализ публикаций. В соответствии с действующими нормативами Eurocode 4 [1] в странах Европейского содружества для сталежелезобетонных мостов рекомендуется применять несколько видов упоров: гибкие штыревые упоры с круглой цилиндрической головкой и петлевые упоры с жестким элементом (рис. 1).

В нормативных документах Великобритании [2] разрешено применение еще двух типов упоров: петлевые анкеры на брусочных упорах и швеллер-упор (рис. 2).

Однако, продолжают исследования возможности применения других типов упоров [3-5]. Новые конструкции упоров сравниваются с гибким штыревым упором с круглой цилиндрической головкой, как наиболее применяемым в практике мостостроения для сталежелезобетонных пролетных строений (рис. 3).

Приведем сравнительные характеристики для каждого типа упоров.

Упор в виде волнистой полосы с отверстиями (oscillating-perfobondstrip) имеет высоту 100 мм, толщину 8 мм, отверстия диаметром 50 мм, а изгиб в 1,5 волны с амплитудой 110 мм (рис. 3, а). Допустимая нагрузка на него больше, чем для гибкого

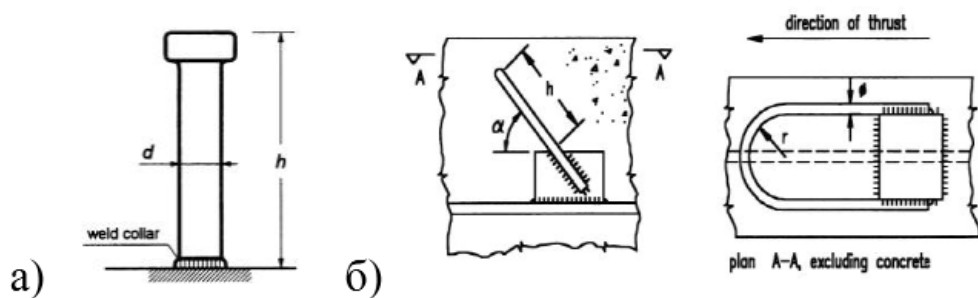


Рис. 1. Типы упоров для сталежелезобетонных мостов в соответствии с Eurocode 4 [1]:

а) гибкий штыревой упор с круглой цилиндрической головкой; б) петлевой упор с жестким элементом

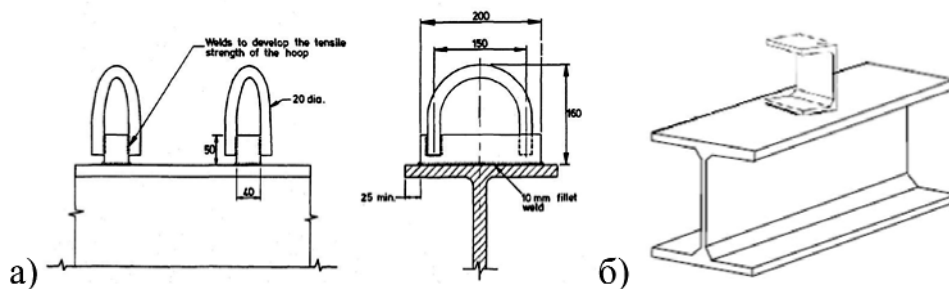


Рис. 2. Типы упоров для сталежелезобетонных мостов [2]: а) петлевой анкер на брусочных упорах; б) швеллер-упор

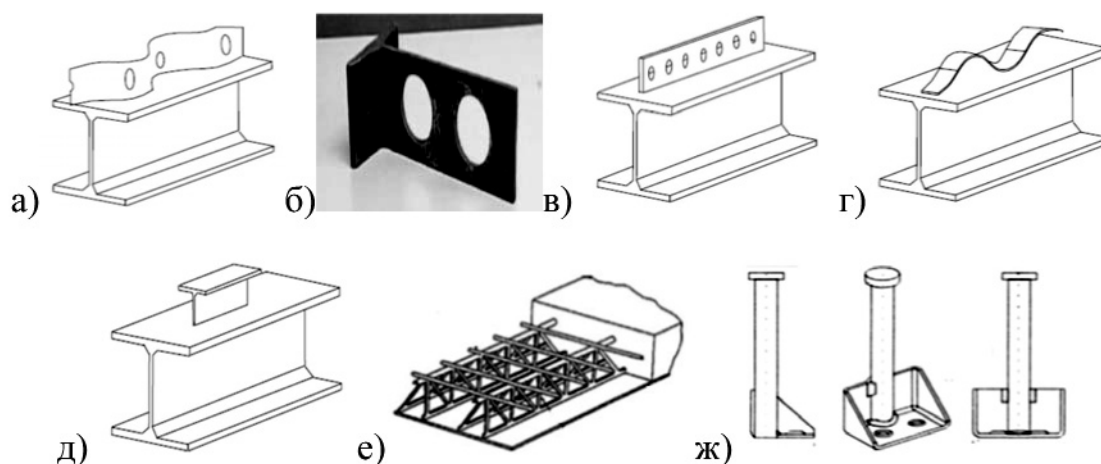


Рис. 3. Новые типы упоров для сталежелезобетонных мостов [4, 5]: а) волнистая полоса с отверстиями (*oscillating-perfobondstrip*); б) Т-ребро (*T-RIB*); в) полоса с отверстиями (*continuous-perfobondstrip*); г) волнообразная полоса (*waveform-strip*); д) Т-упор (*T shear connector*); е) пирамидальный упор (*pyramidal shear connector*); ж) несварной упор (*non-welded shear connector*)

штыревого упора и Т-ребро упора (таблица 1). Тем не менее, их рекомендуют применять при использовании только легкого бетона, фибробетона или высокопрочного бетона [4].

Для Т-ребро упора характерна более высокая жесткость, по сравнению с упорами типа Perfobond, однако, основным ограничением их широкого применения является трудоемкость как изготовления, так и приварки к верхнему поясу металлической балки (рис. 3, б).

Упор в виде полосы с отверстиями (высота 100 мм, толщина 12 мм и отверстия диаметром 50 мм) является одной из альтернатив гибким штыревым

упорам и на данный момент наиболее исследуемым типом упоров для сталежелезобетонных конструкций (рис. 3, в).

Упор в виде волнообразной полосы (ширина 50 мм, толщина 6 мм и изгиб в 2 волны с амплитудой 110 мм) показывает наиболее слабые результаты в тестах и не рекомендуется к применению (рис. 3, г).

Т-упоры (рис. 2, д) выдерживают допустимую нагрузку, такую же, как и для упоров в виде полос с отверстиями, но обладают гораздо большей податливостью (таблица 1). Этот тип упоров показывает увеличение показателей при использовании легкого бетона, фибробетона или высокопрочного бетона [4].

Таблица 1 Результаты испытания для различных видов упоров [4]

Наименование	Тяжелый бетон, марка бетона С30/35		Легкий бетон, марка бетона С30/35	
	сопротивление, кН	податливость, мм	сопротивление, кН	податливость, мм
гибкий штыревой упор	102	5,0	92	4,9
полоса с отверстиями	653	0,8	485	2,9
волнистая полоса с отверстиями	974	1,9	858	2,7
волнообразная полоса	200	1,8	н/д	н/д
Т-упор	633	16,1	657	38,8

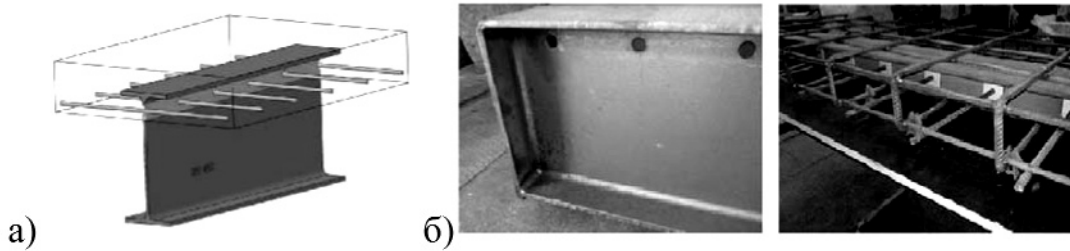


Рис. 4 Объединение бетона и стали [6]: а) конструкция балки; б) детали объединения

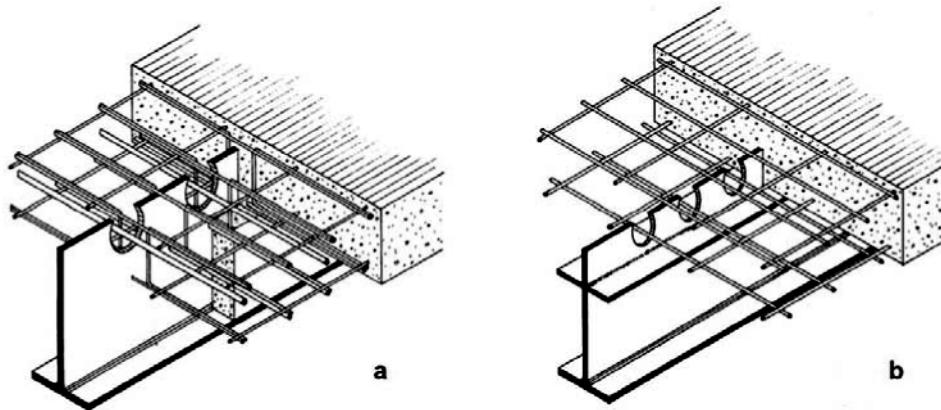


Рис. 5. Конструкция объединения бетона и стали [7]: а) в специальной полосе; б) в стенке балки

Кроме сложности конструкции пирамидального упора (рис. 3, е), возможно снижение усталостной прочности верхнего пояса металлической балки посредством приварки упора [5].

Новый несварной упор (рис. 3, ж), который фиксируется крепежом штыря с помощью строительно-монтажного пистолета, был разработан после трудностей сварки гибкого штыря упора через профилированный настил на месте строительства [5].

Вариантом развития конструкции Т-упоров яв-

ляется внедрение в железобетонную плиту верхнего пояса металлической балки (рис. 4).

В последнее десятилетие произошло существенное усовершенствование конструкции упора в виде полосы с отверстиями. Наряду с круглыми отверстиями предложено устраивать также полукруглые открытые вырезы в полосе или же только открытые вырезы в вертикальной стенке без устройства верхнего пояса в металлической балке (рис. 5). В Германии выполнены эксперименталь-

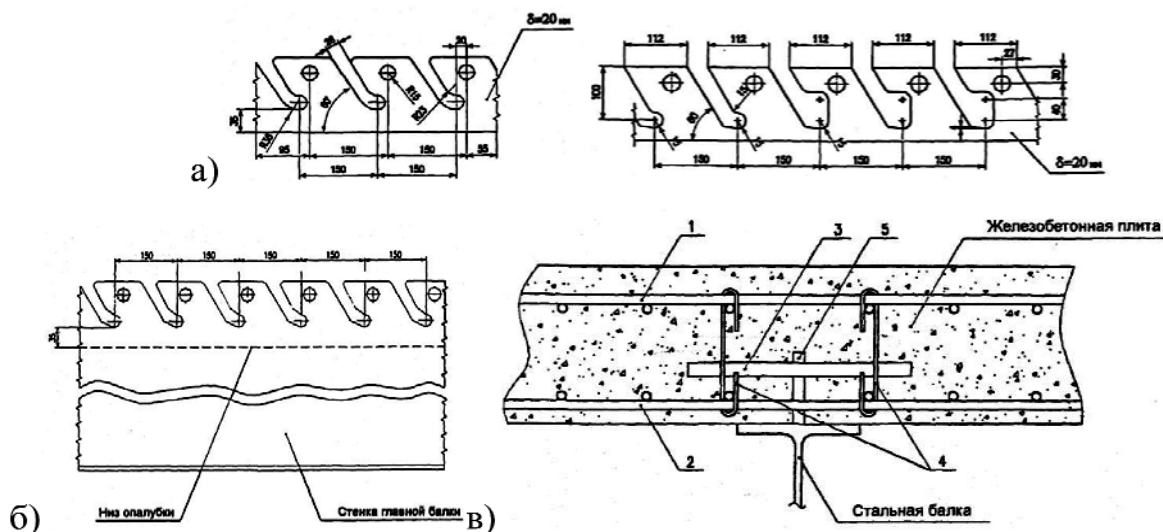


Рис. 6. Конструкция объединения бетона и стали [8]: а) гребенчатая полоса; б) гребенка в стенке балки; в) конструкция стыка: 1 — верхняя сетка арматуры; 2 — нижняя сетка арматуры; 3 — анкерный стержень; 4 — стяжки; 5 — гребенчатый упор

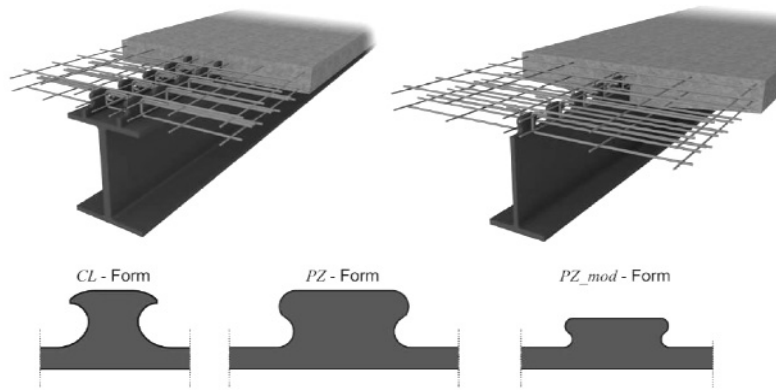


Рис. 7. Применение объединения бетона и стали с (сверху слева) или без (сверху справа) верхнего фланца и исследования в работе геометрии полосы (снизу) [10]

ные исследования указанных двух вариантов конструкции объединения бетона и стали в виде стальной полосы [7].

В России данное решение получило название гребенчатых упоров и свое конструктивное исполнение (рис. 6) [8, 9].

Современные исследования в Германии направлены на изучение формы открытых вырезов в полосе (рис. 7).

Таким образом, наметилась тенденция к применению комбинированных упоров совмещающих положительные стороны как жестких, так и гибких упоров. Перечислим основные преимущества современных конструкций упоров, по сравнению с гибкими штыревыми упорами:

- создают благоприятные условия для равномерного распределения напряжений в бетоне плиты;
- неподвержены деформациям сдвига (работают как жесткие упоры), одновременно обеспечивают упруго-пластический характер работы металла объединенной железобетонной плитой;
- анкерующие арматурные элементы (анкерный стержень, нижняя сетка арматуры) обеспечивают восприятие не только сдвигающих, но и отрывающих усилий равномерно по всей длине балки;

— более технологичны в заводском изготовлении.

Для обеспечения совместной работы металлической части пролетного строения с железобетонной плитой проезжей части нами была предложена новая система дискретно-континуальных связей сдвига [11], которая является продолжением ранее предложенных разработок [12, 13]. Система представлена в виде жестких упоров, выполненных из отрезков двутавровой балки. Для восприятия растягивающих напряжений и препятствию отрыва плиты от металлических балок, упоры в двух уровнях, в поперечном и продольном направлениях объединены между собой арматурными стержнями периодического профиля (рис. 8).

Главным отличием предлагаемой системы является то, что железобетонная проезжая часть не предполагает наличия металлического опорного элемента (рис. 9).

На верхние и нижние стержни, перед бетонированием, укладываются арматурные сетки, являющиеся конструктивной верхней и соответственно нижней арматурой железобетонной плиты.

Цель и постановка задачи. Целью данной работы является апробация технологии возведения сталежелезобетонного пролетного строения на

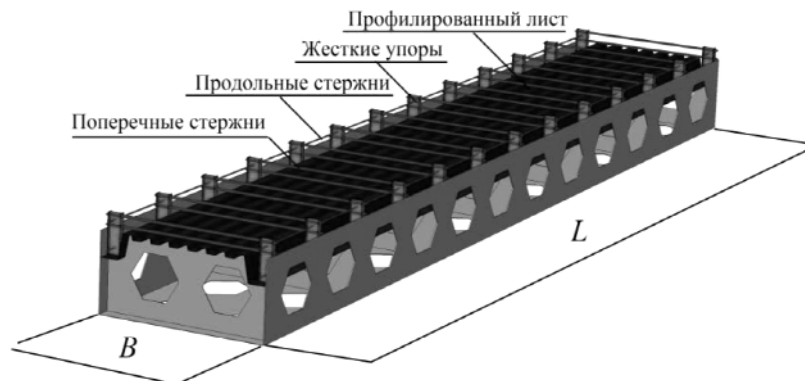


Рис. 8. Дискретно-континуальные связи сдвига [11]

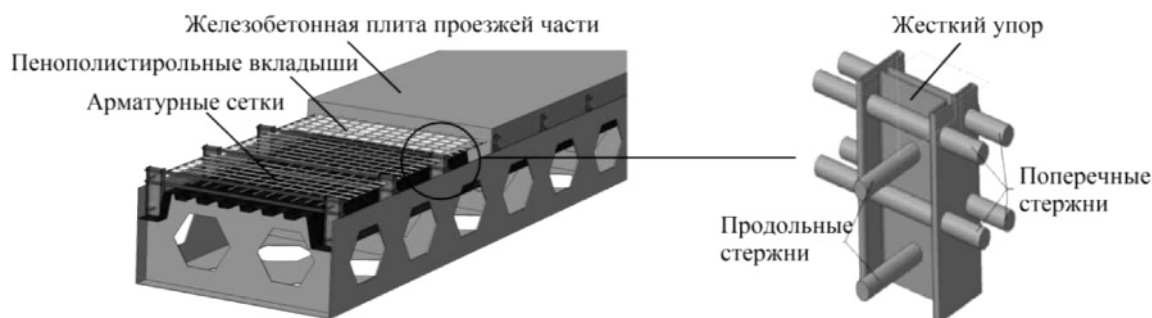


Рис. 9. Общий вид системы дискретно-континуальных связей сдвига [11]

примере капитального ремонта моста через реку Сухой Торец в г. Барвенково.

В основу разработки поставлена задача отработки технологии объединения металлических балок пролетного строения с монолитной железобетонной плитой проезжей части.

Капитальный ремонт сталежелезобетонного пролетного строения. По проекту капитального ремонта были изготовлены на заводе ООО "Стальконструкция ЛТД" (г. Харьков) индивидуальные стальные балки с расчётным пролётом 14 м для разрезного сталежелезобетонного балочного пролетного строения (рис. 10, а-г). Используемая для изготовления металлических балок сталь — марки 15ХСНД. Стенки главных балок, форма которых получена путем зигзагообразного разреза

листового проката и сварки встык по выступам разреза с образованием отверстий, выполнены сквозными. При изготовлении балок использована безотходная технология, получаемая путем разрезки двух одинаковых листов и дальнейшей сварки верхних и нижних частей от разных разрезанных листов (рис. 10, б). Главные балки, поперечные диафрагмы, а также нижний пояс, соединяющий попарно балки, сварены из листового проката с образованием шестиугольных отверстий (рис. 10, 11).

Все металлические части пролётного строения покрывались антикоррозионным покрытием, состоящим из промежуточного лакокрасочного материала Sika Cor 6630 Primer в один слой и покрывного лакокрасочного материала Sika Cor high-solid в два слоя (рис. 10, в).

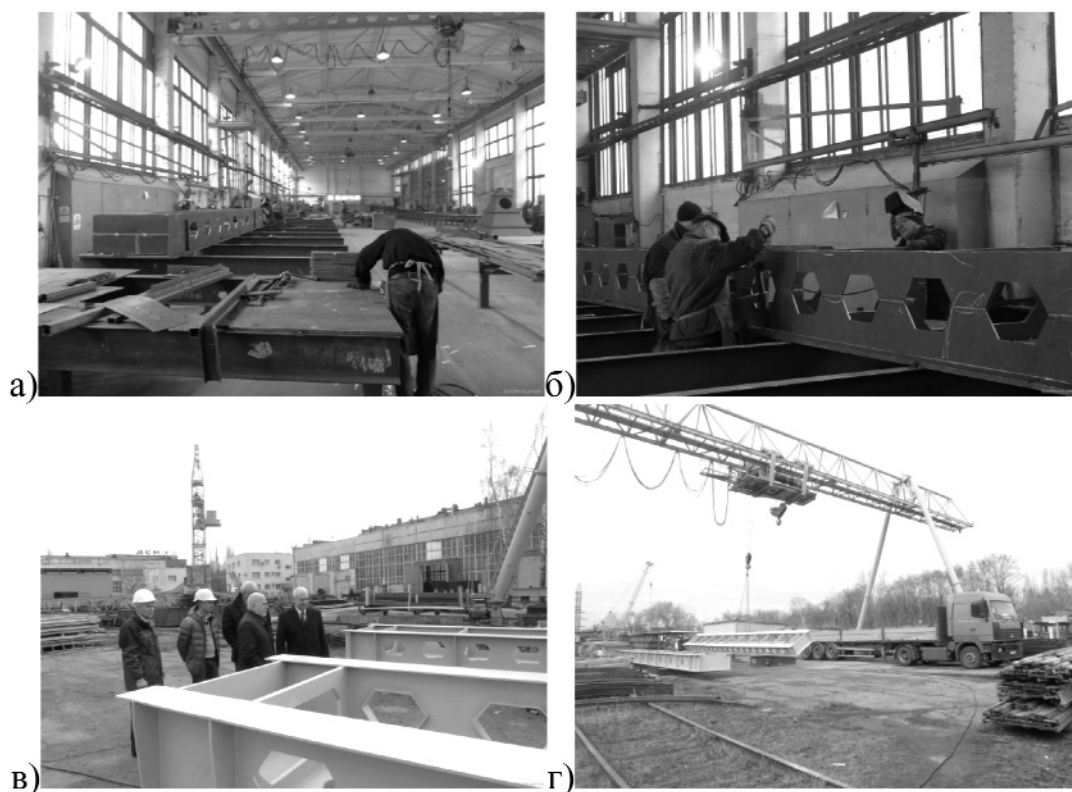


Рис. 10 Технологические этапы изготовления балок сталежелезобетонного пролетного строения моста:
а-в — изготовление на заводе; г — погрузка для транспортирования

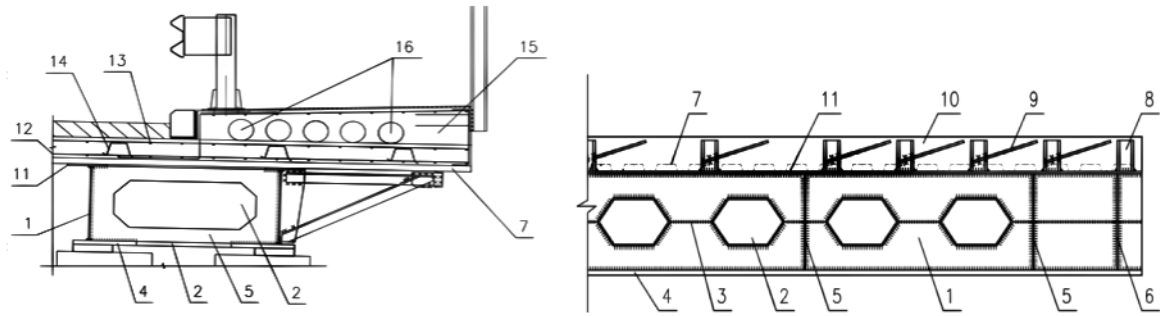


Рис. 11 Конструкция блока пролетного строения моста: 1 — главные балки; 2 — шестиугольные отверстия; 3 — сварной шов; 4 — нижний пояс; 5 — промежуточные диафрагмы; 6 — опорные диафрагмы; 7 — профилированный лист; 8 — жесткий элемент связи сдвига; 9 — гибкий элемент связи сдвига; 10 — железобетонная плита проезжей части; 11 — верхний пояс; 12, 13 — нижняя и верхняя арматурные сетки плиты проезжей части; 14 — хомуты; 15 — тротуарный блок; 16 — неизвлекаемые вкладыши пустообразователи

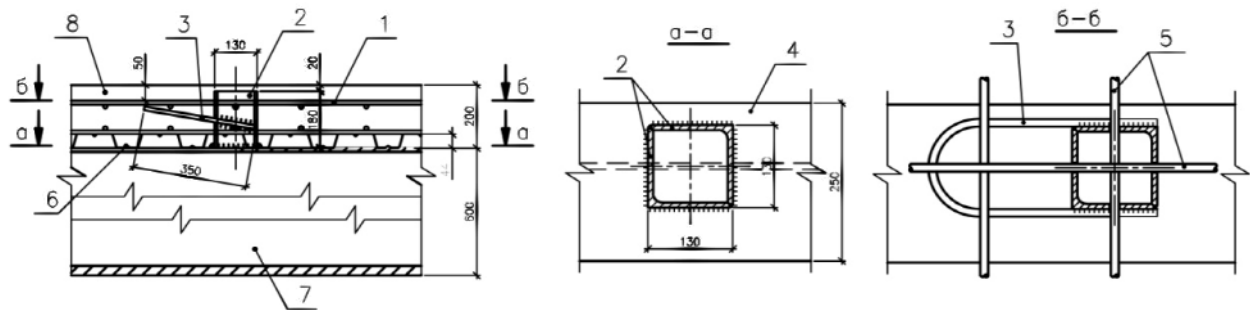


Рис. 12 Конструкция дискретно-континуальные связи сдвига: 1 — арматурный каркас плиты; 2 — жесткий упор из уголков; 3 — арматурный выпуск; 4 — верхний пояс балки; 5 — арматура объединения с упором; 6 — профилированный настил; 7 — главные балки; 8 — железобетонная плита проезжей части

К верхним поясам главных балок приварены вертикально дискретно-непрерывные связи сдвига в виде сваренных в коробку уголков, объединенных с металлическими арматурными стержнями продольного и поперечного направления плиты проезжей части (жесткий элемент) и арматурных петель (гибкий элемент) для обеспечения совместной работы железобетонной плиты и стальных балок (рис. 12).

При капитальном ремонте моста выбор организационно-технологических схем производили на основе применения поточного метода. Сущность поточного метода заключается в организации последовательного, непрерывного и ритмичного производства строительных работ, что дает возможность эффективно использовать материальные и трудовые ресурсы. При поточном методе организации строительства процесс строительного производства расчленяется на отдельные составные части и операции. Исходя из вышесказанного, выделены следующие части: подготовительные работы; демонтаж существующих пролетных строений; ре-

монт опор; установка опорных частей; монтаж пролетных строений; устройство мостового полотна.

Демонтаж существующего железобетонного моста (рис. 13, 14). В одном из центральных пролётов имеются по главным несущим балкам существенные повреждения в виде раскрытых вертикальных трещин, с развитием на полную высоту рёбер. После демонтажа всех элементов дорожной одежды (асфальтобетонного покрытия, тротуарных плит и т.д.) и обнажения верхней поверхности монолитных балок производились работы с применением режущих электроинструментов по отделению демонтируемых балок от общего монолитного участка пролёта с одновременной корректировкой балок по весу для дальнейшего их подъема монтажными кранами с берега.

Процесс отделения балок с их предварительной фиксацией соединительными элементами от несанкционированного смещения из вертикального положения заключается в следующем. В полностью освобождённом от всех элементов дорожной одежды пролёте, на участках устанавливают

временные соединительные элементы ВС-1, выполненные из швеллеров №16 с отверстиями под установку самораспорных болтов, предварительно производится продольная разметка под порезку балок согласно чертежам. В местах, где устанавливаются элементы, выполняется участок прорези длиной до 1000 мм. На этом участке с применением режущего и отбойного инструмента демонтируется участок полки балки и соединительной диафрагмы (в случае её наличия). После этого по привязке устанавливается соединительный элемент, рассверливаются отверстия под саморазжимные болты и элемент ВС-1 закрепляется болтами к балке. Данную операцию выполняли в пределах всего пролета, после чего осуществляли вырезку участков балок и диафрагм между соединительными элементами для полного отделения балок друг от друга. Временные соединительные элементы ВС-1 для демонтируемой балки снимали только после полного застропливания стропами "внатяг". Для демонтажа вырезанных участков использовали кран QY-70K. Общий вес полноразмерного удаляемого железобетонного фрагмента верхнего пояса шириной около 700 мм и длиной около 14 м с оставшимися частями диафрагм составлял не более 3,9 т. При осуществлении поворота крана с вышеуказанными фрагментами, во избежание ава-

рийной ситуации, работники соблюдали границу опасной зоны при работе крана, так как во время перемещения железобетонного фрагмента полки балки могли просто развалиться в воздухе. Общий размер прорези между балками (700 мм) указан, исходя из того, что вес отделённой части монолитной балки при этом может составлять порядка 10,1 т, что является весом, допустимым для демонтажа со стоянки с берега вырезанных балок краном. До привлечения к работе крана LIEBHERR LTM-1160 на 1-м и 2-м этапах было полностью выполнено разделение балок с фиксацией элементами ВС-1. Это дало возможность максимально сократить время возможного простоя указанного механизма.

Перед подъёмом балки краном рекомендуется с монтажной люльки $L=4,5$ м, подвешенной на полиспасте крана, производить визуальную ревизию доступных посадочных мест демонтируемой балки. Это дало возможность правильно оценить ситуацию по месту и избежать в будущем возникновения возможных неприятных моментов при подъёме железобетонной балки. Для удобства установки тангенциальных опорных частей нижняя подушка временно скреплялась с верхней подушкой через обрезок арматуры. После установки блока на место снималось данное крепление, а нижняя подушка приваривалась к закладной детали

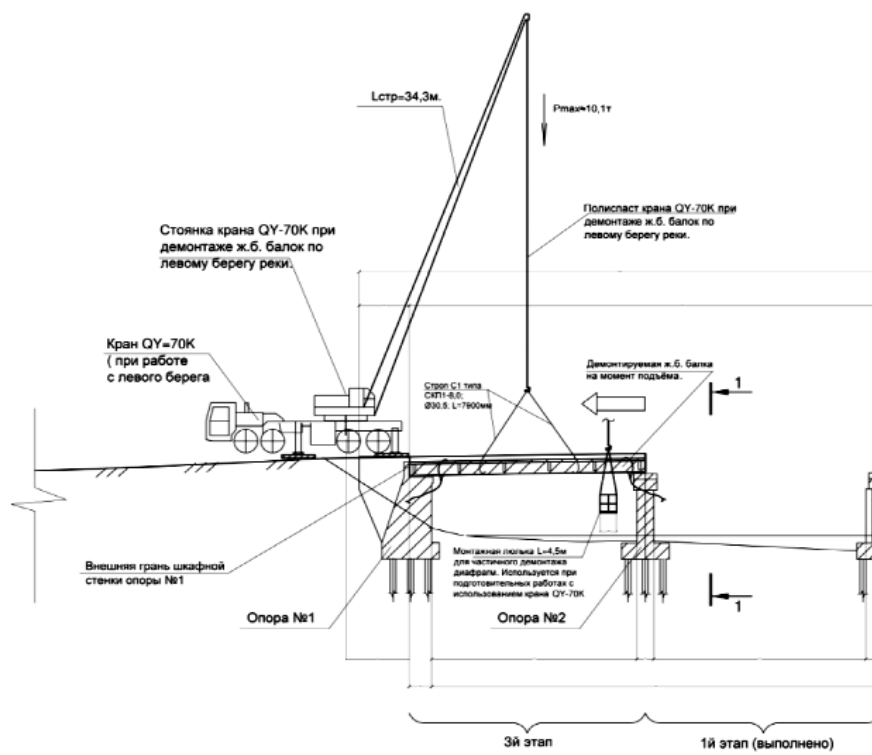


Рис. 13 Демонтаж старых конструкций на 3 этапе в осях 1-2

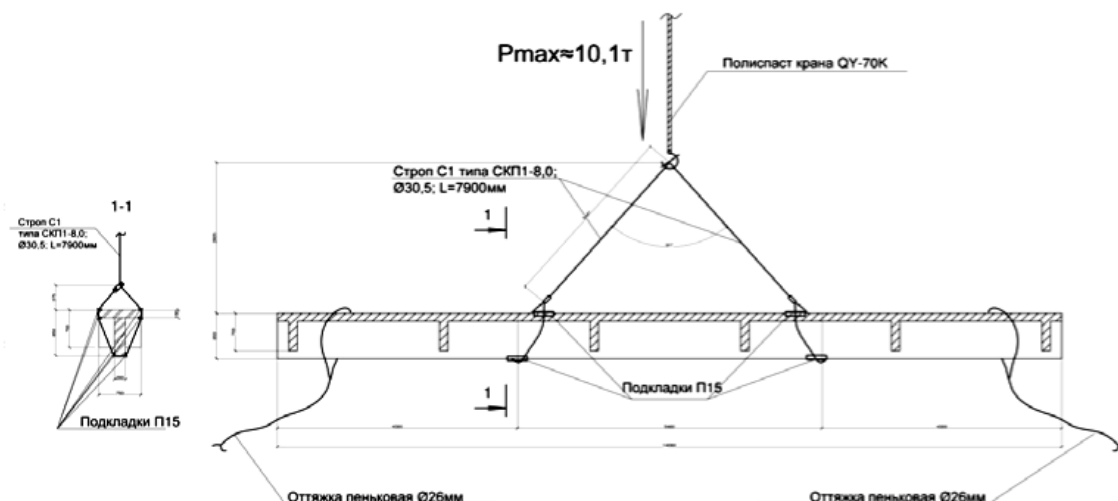


Рис. 14 Строповка демонтируемой балки

опоры. Кроме того, поскольку строповка железобетонной балки производилась стропами "в обкрутку", с монтажной люльки можно более правильно скорректировать положение стропов. Также с люльки, в случае необходимости и во избежание падения вырезанных элементов в реку, можно устанавливать скобы из арматуры в предварительно высверленные отверстия для строповки вырезанных участков в верхней полке балки.

Застропленная балка после подъема и разворота крана укладывалась на свободное место на берегу, где дополнительно разделялась на более мелкие части для транспортировки, либо же сразу погружалась на длинномерный транспорт для отправки на утилизацию.

При установке крана (QY-70K или LIEBHERR LTM-1160) на стоянку, с которой производились демонтажные работы с монолитными балками, учитывалось, что все работы кран производил с одной стоянки, находящейся напротив оси "1" по левому берегу или оси "6" по правому. Поэтому, поскольку в районе выдвижки аутригеров крана LIEBHERR LTM-1160 уже начинался небольшой уклон, в этих местах выполняли установку автодорожных плит с выравнивающей песчаной подсыпкой под плиты.

Монтаж временного моста и перехода (рис. 15). Река Сухой Торец разделяет г. Барвенково на две части, а так как другие пешеходные переходы через реку находятся достаточно далеко, то на период выполнения демонтажных работ на существующем мосту для обеспечения пешеходов с возможностью передвижения из одной части в другую

был устроен временный мост. С этой целью вблизи демонтируемого моста на узком участке реки построен временный мост через реку, представляющий собой металлическую конструкцию пролетом 20 м и шириной 4 м, выполненный из металлических сварных балок и балочной клетки из швеллеров для устройства покрытия по мосту из деревянных досок.

Опорные части временного моста устанавливаются на шпал-балки, которые, в свою очередь ставятся на специально подготовленное основание, выполненное по обе стороны реки. Для устройства временного перехода на участке использовалась дорога из выровненного земляного полотна с песчаной подсыпкой и покрытием из демонтированных с аварийного моста плит и плоских железобетонных фрагментов, пригодных для укладки на песчаный слой в виде покрытия. Кроме того, для перехода через существующие на пути временного перехода коммуникации в виде труб теплоснабжения, устанавливались лестницы с переходными площадками, а для спуска с существующей проезжей части на переход применялись металлические лестницы по типу маршевых. Временный мост, а также все лестницы и переходные площадки на момент эксплуатации имели защитное ограждение, предохраняющее движущихся пешеходов от возможного падения.

Металлическая конструкция временного моста имеет вес около 8 т и доставлялась к месту монтажа на длинномерном транспорте со специальным сопровождением, как негабаритный груз. Перевозка груза таких габаритов вызвана необходимостью

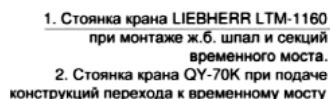


Рис. 15 Монтаж временного моста

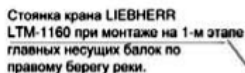


Рис. 16 Монтаж конструкций на 3 этапе в осях 2-3



Укрепление откосов конусов выполняется с применением монолитного бетона С16/20, F150, W2 толщиной 100 мм по слою щебня толщиной 100 мм.

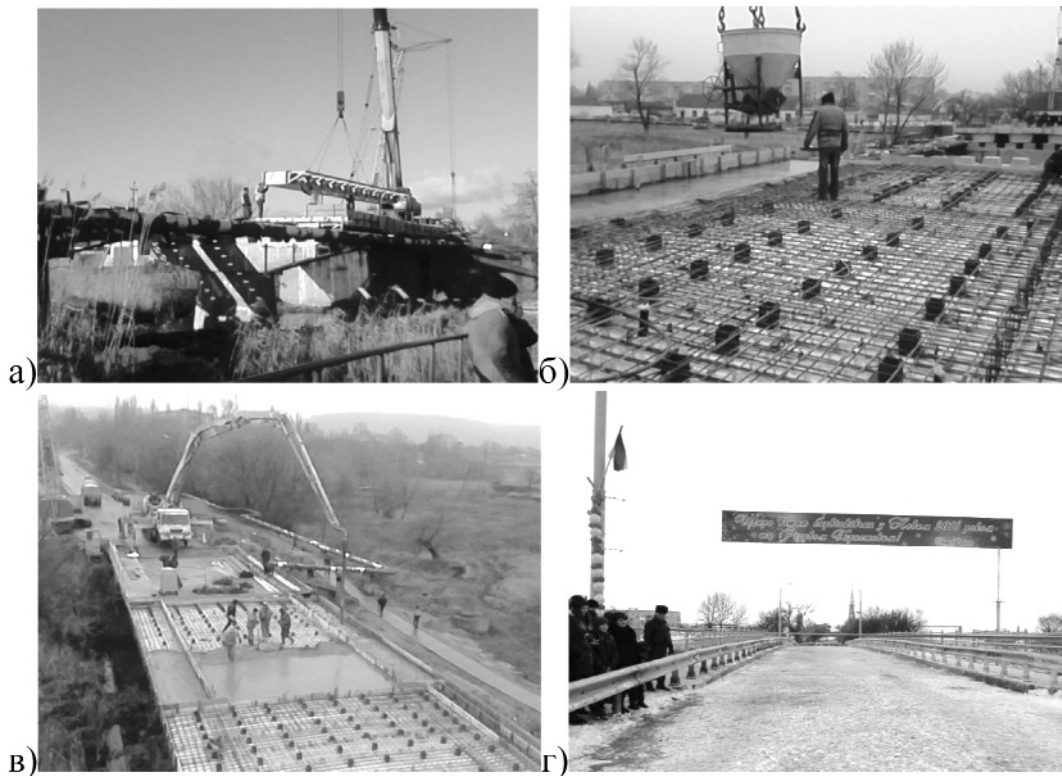


Рис. 18 Технологические этапы строительства сталежелезобетонного пролетного строения моста: а — монтаж пролетного строения; б-в — бетонирование плиты проезжей части; г — барьерное ограждение

Каждое пролётное строение устанавливалось на резинометаллические опорные части РОЧ 20х25х5,2.

Монтаж пролетного строения велся по очереди в первом, четвертом, втором и третьем пролетах (рис. 18, а).

По металлическим пролётным балкам устанавливался профилированный лист НС44-1000-0,7, закрепляющийся на саморезах к верхним полкам металлических балок, и выполнялась установка боковой опалубки под бетонирование. Профилированный лист служил несъемной опалубкой для бетонирования ребристой конструкции железобетонной плиты проезжей части моста. На верхние пояса главных балок через профилированный настил приваривались вертикально дискретно-непрерывные связи сдвига в виде комбинированного упора, имеющего жесткий элемент (швеллер или уголок, сваренный в коробку) и гибкий элемент (выпуски арматуры), объединенные с металлическими арматурными стержнями продольного и поперечного направления плиты проезжей части (рис. 18, б).

Бетон марок С16/20, F150 и W6 подавался бетононасосом для устройства монолитной железобетонной плиты (рис. 18, в). Железобетонная плита проезжей части в конструкции тротуара содержала несъемные вкладыши из пенополистирола. Объединение блоков в единую пространственную систему в виде оболочки выполнено с помощью железобетонной плиты проезжей части и связей по нижним поясам балок.

Выполнение гидроизоляции плиты проезжей части и асфальтобетонного покрытия было перенесено на период со средней положительной температурой не ниже $+10^{\circ}\text{C}$ (рис. 18, г).

Выводы. 1. В совокупности возведенная конструкция представляет собой современную эффективную систему объединения металлических балок с бетоном плиты проезжей части за счет устройства дискретно-непрерывных связей сдвига, применение которой минимизирует общие затраты и трудоемкость процесса строительства сталежелезобетонного пролетного строения. 2. Использование безотходной технологии для создания металлической перфорированной оболочки открывает новые возможности при формировании конструкций, испытывающих заданный вид напряженно-деформированного состояния при минимальном расходе материалов.

ЛИТЕРАТУРА

1. DD ENV 1994-2:2001. Eurocode 4: Design of composite steel and concrete structures — Part: 2 composite bridge.
2. BD 61/10. The Assessment of Composite Highway Bridges and Structures. 2010.
3. Galjaard, H.C., Walraven, J.C. Static tests on various types of shear connectors for composite structures / *Connections between Steel and Concrete*, edited by R. Eligehausen, Sept. 10-12.2001. Vol. Two. University of Stuttgart, Germany, pp. 1313-1322.
4. Aida Rodera García. Design of Composite Beams Using Light Steel Sections / *Proyecto de Vigas Mixtas Empleando Perfiles de Acero Ligero*. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/5594/02.pdf>.
5. Ali Shariati, N. H. RamliSulong, MeldiSuhatri and Mahdi Shariati. Various types of shear connectors in composite structures: A review / *International Journal of Physical Sciences*. Vol. 7(22), 9 June, 2012. pp. 2876-2890, [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.academicjournals.org/IJPS>.
6. Стоян Денков Иванов. Изследване на комбинирани стомано-стоманобетонни греди с вбетонирани горен пояс под действието на статично натоварване. Автореферат на дисертация за присъждане на образователна и научна степен доктор. София 2015. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://uacg.bg/filebank/att_9162.pdf.
7. Ingbert Mangerig, Cedrik Zapfe. Concrete dowels in composite construction. *Japanese-German Bridge Symposium, Osaka 2003*. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: http://www.ing-zapfe.com/pdf/publikationen/4_Publication%20concrete%20dowels.pdf.
8. Решетников В.Г. Новые эффективные конструкции сталежелезобетонных пролетных строений мостов: дис. ... кандидата техн. наук: 05.23.01 / Решетников Владимир Григорьевич. — Москва, 2002. — 139 с.
9. ОДМ 218.4.003-2009. Рекомендации по объединению металлических балок с монолитной плитой посредством непрерывных гребенчатых упоров в сталежелезобетонных пролетных строениях мостов. — М: Росавтодор, 2009. — 29 с.
10. Zur Ermüdung von Verbundkonstruktionen mit Verbunddbelleisten. Von der Fakultät für Bauingenieurwesen der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors der Ingenieurwissenschaften genehmigte Dissertation / vorgelegt von Joerg Gallwoszus / Tag der mündlichen Prüfung: 06.10.2014. [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://publications.rwth-aachen.de/record/465875/files/465875.pdf>.
11. Круль Ю. Н. Сталежелезобетонное пролетное строение нового типа: дис. ... кандидата техн. наук: 05.23.01 / Круль Юрий Николаевич. — Харьков, 2015. — 260 с.
12. Патент на корисну модель України № 51336, кл. E04D3/24. Металобетонне просторове перекриття / Шмуклер В.С., Бережна К.В., Герасименко В.В., Вассім Ісмаїл, Калмиков О.О. — Публ. 12.07.2010, Бюл. №13.
13. Патент на корисну модель України № 78056, кл. E04D3/24. Металобетонне просторове перекриття / Шмуклер В.С., Краснова К.С., Краснов С.М., Шуткін М.Б., Шуткін Б.М. — Публ. 11.03.2013, Бюл. №5.

АНОТАЦІЯ

Наведено огляд сучасних рішень щодо об'єднання металевих балок прогонових будов із залізобетонною плитою для сталезалізобетонних мостів. Розглянуто особливості конструкції сталезалізобетонної прогонової будови, застосованої для капітального ремонту мосту через р. Сухий Торець у м. Барвінкове. Розроблено технологію зведення сталезалізобетонної прогонової будови при капітальному ремонті мосту.

Ключові слова: упор, сталезалізобетонна прогонова будова, металева балка, залізобетонна плита.

ANNOTATION

The article gives a review of modern solutions in integrating metal beams span structures with concrete slab for composite bridges. The author describes design features of a composite superstructure applied for the overhaul at the bridge over the river Sukhiy Torets in the town of Barvinkove. The technology of the construction of a composite superstructure with the overhaul of the bridge has been made and evaluated.

Keywords: connector, the composite superstructure, steel beam, concrete slab.

УДК 69.057.16

Черненко В. К., професор, д.т.н.;
Собко Ю. Т., КНУБА, м. Київ

ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА БЕЗКРАНОВІ МЕТОДИ ПІДНІМАННЯ СТРУКТУРНИХ ПОКРИТТІВ

АНОТАЦІЯ

Враховуючи, що предметом дослідження є переміщення великорозмірних структурних покриттів, для подальшого дослідження вибрано найбільш привабливі у цьому випадку методи підрощування колон. Після виконання визначення організаційно-технологічних рішень досліджених варіантів методів монтажу великорозмірних покриттів виділяємо методи підйому, які можна надалі взяти за основу для розробки нових організаційно-технологічних рішень. Виконано дослідження основних технологічних показників, що впливають на безкранові методи піднімання структурних покриттів. Це надає можливість модернізації та розвитку методів піднімання структурних покриттів.

Ключеві слова: методи примусового переміщення, методів монтажу, укрупнення покриттів, гідродомкратні пристрої, безкранові методи, методи підрощування покриттів.

Вступ: Застосування методів монтажу, що передбачають укрупнення покриттів у повний збірно-конструктивний блок масою 500-1000 т і більше з вмонтованим на землі технологічним обладнанням і подальше його піднімання гідро-домкратними пристроями (системами) на проектну відмітку, дозволяє значно зменшити обсяг робіт. Це може бути досягнуто за рахунок додаткового встановлення високого риштування, тимчасових опор, драбин, а також виключити з технологічного процесу крани великої вантажопідйомності та інше.

Останні дослідження. Аналіз і узагальнення практичного досвіду і науково-дослідних робіт в області технології структурного монтажу покриттів, дозволяють зробити висновок, що незважаючи на широке коло виконаних досліджень, ще недостатньо вивчені питання, які вимагають подальшого розгляду, а саме дослідження умов і факторів, що впливають на вибір раціональної технології і методів монтажу великорозмірних покриттів повної заводської готов-

ності, особливо розробки наукових положень, на яких будується фундамент подальшого розвитку технології великоблочного монтажу. Це дозволить в подальшому виконувати формування і вибір організаційно-технологічних рішень, основні параметри яких будуть більше відповідати існуючим виробничим умовам конкретного будівництва.

Метою роботи є підвищення ефективності зведення високих одноповерхових споруд із структурними великорозмірними покриттями.

При загальному концептуальному підході до укрупнення покриттів у технологічній, монтажній чи робочій зоні, спочатку визначимо сучасну технологію великорозмірного монтажу і її особливості для різних варіантів застосування примусових методів і прийомів підйому великорозмірних покриттів. Для цього звернемося до бази інформації, яку отримано з різних наукових, технічних, патентних та інших джерел.

З усього обсягу інформації для дослідження виберемо методи монтажу, які виконуються примусовим підніманням (переміщенням) великорозмірних покриттів, а саме:

- методи примусового переміщення покриттів по вертикальним, горизонтальним та похилим напрямним;

- методи підрощування покриттів.

Кожна група цих методів має свій різновид залежно від того, як буде безпосередньо:

- виконуватись піднімання — виштовхуванням чи підтягуванням;

- застосовуватись засіб піднімання — штовхачами без переміщення чи з переміщенням монтажних засобів;

- розташовуватись засоби механізації — на рівні землі, на направляючих, на спеціальних пристроях, під колоною, на колоні, на фундаменті об'єкта тощо.

Виходячи з цих умов розроблена класифікація методів, які будуть далі досліджені (див. табл. 1).

Методи примусового переміщення по вертикальним напрямним великорозмірних покриттів. Переміщення великорозмірних покриттів по вертикальним напрямним, як правило, виконують без їх зміщення відносно вертикальної осі. Такі підймання здійснюють шляхом виштовхування, підтягування, опускання або комбінування цих прийомів. Для піднімання великорозмірних покриттів частіше застосовують прийоми виштовхування і підтягування.

Таблиця 1. Класифікація методів примусового піднімання великорозмірних структурних покриттів

Методи примусового переміщення покриттів по вертикальній, горизонтальній, похилій площині;				
Прийом переміщення	Напрямок переміщення	Методи монтажу (підйому)	Групи методів монтажу	Розташування засобів механізації
Виштовхування	Вертикальний	Виштовхування покриттів штовхачами без переміщення монтажних засобів	Нарощування у вертикальному напрямі Нарощування в горизонтальному напрямі	На рівні землі
		Виштовхування покриттів штовхачами з переміщення монтажних засобів 1-Підйомники що спираються на направляючі 2-Підйомники що спираються на спеціальні пристрої		На направляючих та спеціальних пристроях
Підтягування	Вертикальний	Підтягування покриття без переміщення монтажних засобів	Переміщення конструкції	На напрямних, на рівні землі.
			Переміщення блоків	
		Підтягування блоків на колонах і стовбурах	Переміщення блоків	На напрямних.
Методи підрощування покриттів				
Виштовхування	Вертикальний	Виштовхування покриттів штовхачами та підйомниками. 1- Встановлення під колону. 2- Встановлення на оголовки колони.	Нарощування колон	Під колоною, На колоні
Підтягування	Вертикальний	Підтягування покриттів підйомниками.	Нарощування колон	На тимчасові опори

Тимчасове закріплення покриття може передбачатися як в проміжному положенні, так і після виконання чергового циклу підйому, а остаточне — на проектних відмітках.

Необхідними умовами для застосування цих методів є:

- наявність або можливість включення в конструктивну схему об'єкта елементів, які могли б бути використані в якості тимчасових або постійних напрямних;
- попереднє укрупнення покриття, що монтується в зоні його подальшого піднімання або можливість забезпечення зручного подавання і введення в напрямні таких покриттів.

В якості напрямних можуть бути використані колони, стіни, комунікаційні шахти (стовбури) баштового типу, виконані зі збірних або монолітних конструкцій. Їх улаштування може передбачатися як до початку, так і під час виконання робіт, пов'язаних з безпосереднім переміщенням покриттів

(наприклад, бетонування стовбура шахти в ковзній опалубці з одночасним підніманням покриттів, підвішених до виступаючих консолей опалубки тощо).

Примусові методи виштовхування великорозмірних покриттів по вертикальним напрямним виконуються із застосуванням гідравлічних домкратів, які залежно від принципу дії можуть розташовуватися над або під покриттям, що монтується. В якості представників розглянемо відомі методи піднімання рис (1).

Особливістю цих методів монтажу є те, що покриття яке монтується найчастіше великого розміру (50 — 100 м і більше) заздалегідь складається на низьких рихтуваннях в зоні монтажу. Такими покриття можуть бути для цехів, аеродромів, спортивних будівель, виставочних павільйонів тощо.

Використання таких пристроїв дає значні переваги в порівнянні з іншими засобами:

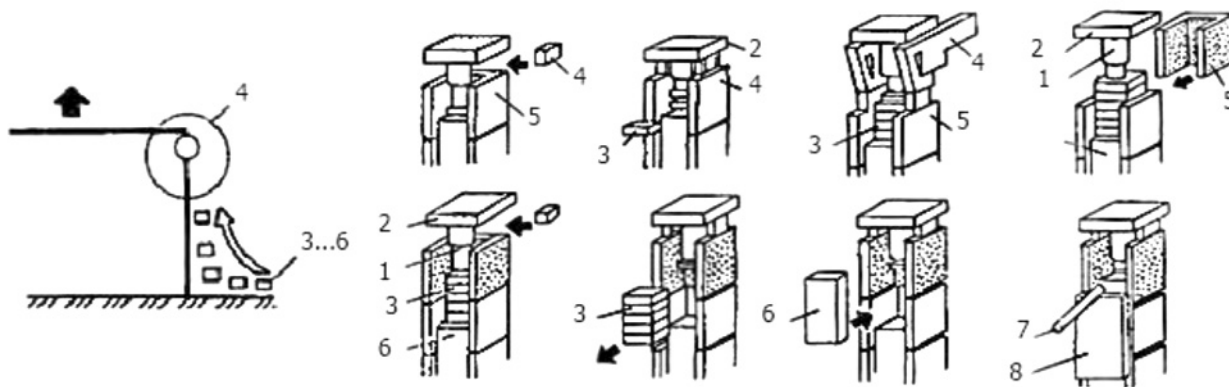


Рис. 1. Примусові методи виштовхування покриття по вертикальним напрямним: а — без переміщення монтажних засобів — ММ1; б, в — з переміщенням монтажних засобів, які опираються на напрямні — ММ2 і на додаткову опорну раму — ММ3; г — варіант рішення вузла А; 1 — фундамент; 2 — гідравлічний домкрат; 3 — крок домкрату; 4 — рухома стійка (штовхач); 5 — підпірка; 6 — колона; 7 — отвір для встановлення опори-чеки на проектній відмітці; 8 — нерухома стійка; 9 — покриття що монтується; 10 — блокувальна підпірка

— забезпечується можливість виконання повнозбірного монтажу покриттів будинків і споруд при значному зменшенні обсягів небезпечних і малопродуктивних верхолазних робіт з встановлення риштувань, сходів, тимчасових опор і іншого монтажного пристосування;

— виключається необхідність застосування кранів великої вантажопідйомності дозволяє розкрити більш широкий фронт для суміщеного виконання декількох видів робіт, що і сприяє підвищенню безпеки праці при підніманні покриттів.

Залежно від технологічних особливостей монтажних засобів, підйом покриття виштовхуванням виконують штовхачами без переміщення і з переміщенням монтажних засобів разом з покриттям — підйомниками, що спираються на напрямні, опорну раму і піднімаються із застосуванням гідравлічних домкратів.

Примусові методи піднімання виштовхуванням покриття без переміщення монтажних засобів — ММ1 через обмежені розміри штовхачів здійснюють на порівняно невелику висоту. В якості монтажних засобів частіше за все застосовують підйомники, обладнані гідравлічними домкратами. Виштовхування виконують за допомогою штовхачів (штанг, стійок), встановлених на поршнях домкрату. Підйомники розташовують на фундаментах по одному або декілька поруч з кожною напрямною так, щоб покриття що монтується, спиралося на штанги штовхачів.

Наприклад, на рис. 1,а та 1,г приведені схеми монтажу та принцип роботи пристрою гідропідйомника системи "Хебаг". Підйомник складається з

двох стійок, виготовлених з труб, на яких є спеціальні виступи. Одна зі стійок, що виконує функції штовхача, встановлюється рухомою, інша — нерухомою. Під кожною рухомою стійкою встановлюють домкрат. Покриття спирається на спеціальні упори з системою, що блокується на нерухомій стійці. Підіймання здійснюється циклами шляхом виштовхування рухомої стійки. За один цикл покриття підіймається на висоту, рівну одному кроку домкрату. У кінці ходу домкрату (на висоту приблизно 200 мм) упорний кулачок заскакує у виступаючу частину стійки і блокує упори на нерухомій опорній стійці. Це дозволяє передати навантаження від покриття через нерухому стійку на фундамент, а рухому (штовхач) — разом з поршнем домкрату опустити в початкове положення. Потім цикли повторюються до підняття покриття на проектну відмітку, де останню закріплюють.

Усереднені показники методу монтажу ММ1:

Примусові методи піднімання виштовхуванням покриття з переміщенням монтажних засобів, що спираються на нарізні чи гладкі напрямні — ММ2 (див. рис 1 б), виконують різними підйомниками. По різьбових напрямних переміщуються гвинтові підйомники, а по гладким — фрикційні. Останні являють собою різновид гідравлічних самопідйомних механізмів, які мають можливість пересуватися вгору по колонах несучи на собі монтажне навантаження.

Усереднені показники методу монтажу ММ2:

Примусові методи піднімання виштовхуванням покриття з переміщенням монтажних засобів, що спираються на опорну раму — ММ3 (див. рис 1,

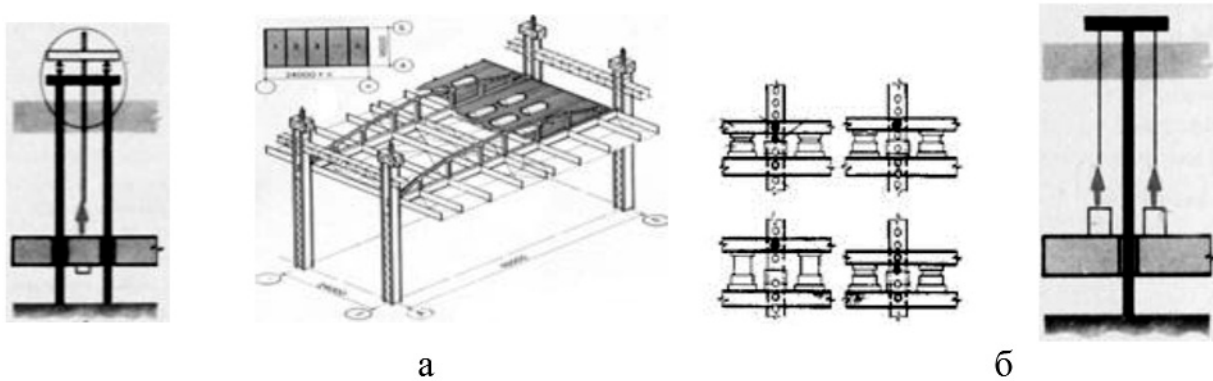


Рис.2.3. Примусові методи піднімання підтягуванням покриття по вертикальним напрямним:

а — ММ4 жорсткими і б — ММ5 гнучкими тягами

в), полягають в послідовному покроковому переміщенні покриття, що монтується, і рами за допомогою підйомників. Рама необхідна для того, щоб не неї встановлювалися гідравлічні домкрати, а також для сприйняття навантаження від покриття і передачі його через напрямні на фундамент.

Примусові методи піднімання великорозмірних покриттів по вертикальним напрямним підтягуванням можуть теж виконуватись із застосуванням гідравлічних домкратів [74], які встановлюються на оголовках колон і використовують жорсткі або гнучкі тяги ММ4 — ММ5 (рис.2 а,б).

Примусові методи підтягуванням покриття по вертикальним напрямним жорсткими тягами — ММ4 (див. рис 2, а), виконуються без переміщення домкратних механізмів, рідше з переміщенням. Цей метод передбачає встановлення гідродомкратів у верхній частині напрямних (на оголовках колон). Тяги роблять гвинтовими або з металевих стрічок.

Примусові методи підніманням підтягуванням покриття по вертикальним напрямним гнучкими тягами — ММ5 (див. рис 2, б), можуть виконуватись підйомниками, обладнаними лебідками або талями, які частіше встановлюють на оголовки ко-

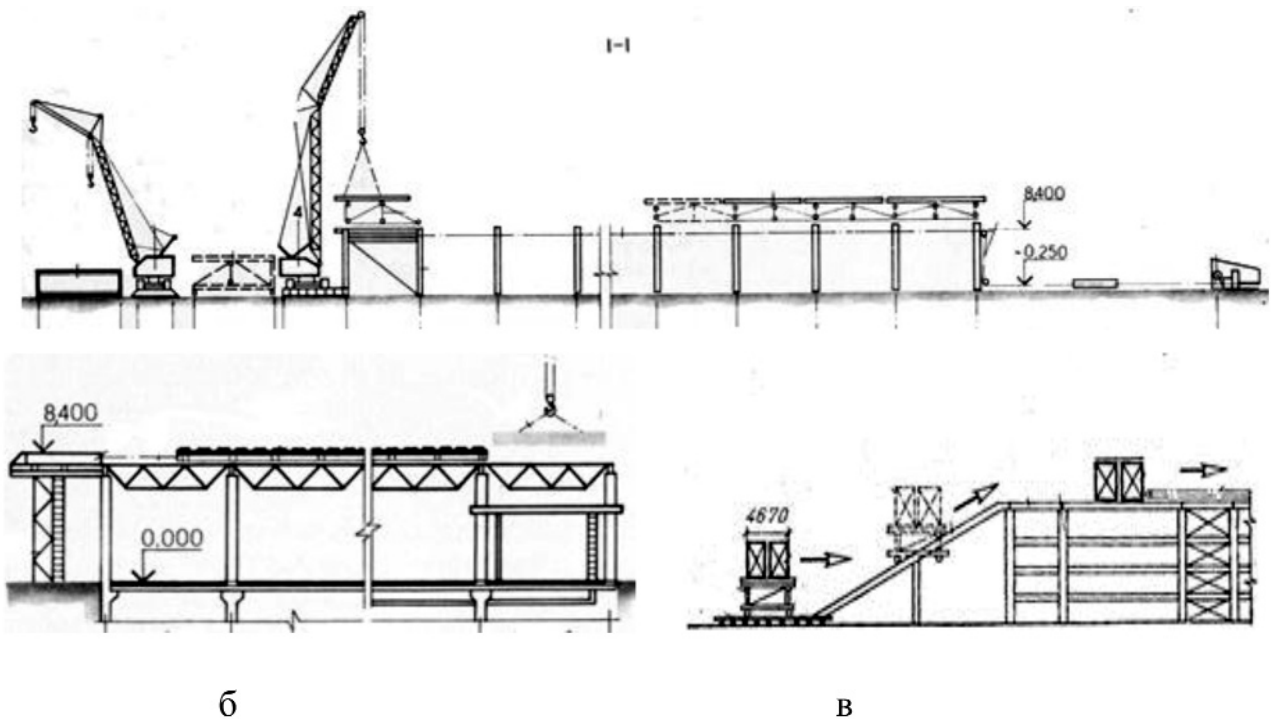


Рис. 3. Методи переміщення (насування) по горизонтальним і похилим напрямним великорозмірних частин покриття: а — ММ6 — поелементне (посекційне) насування частин покриття на рівні проектних відміток; б — ММ7 — покрокове складання і пересування частин покриття на рівні проектних відміток; в — ММ8 — складання і переміщення частин покриття по напрямним, розташованих в різних рівнях з проектними відмітками [1]

лон або поза ними. Тяги виконують тросовими. Цей метод може застосовуватися тоді, коли інші, через малі розміри майданчика або інші обмеження, малоефективні.

Методи насування (переміщення) по горизонтальному і похилу напрямку великорозмірних покриттів.

Насування (переміщення) передбачає складання на одному та різних з проектними відмітками рівнях і переміщення частково або повністю зібраних великорозмірних покриттів по горизонтальних або похилих напрямках. Його широко застосовують при будівництві як нових, так і при реконструкції різних об'єктів. Найбільш поширені три різновиди насування:

ММ6 — поелементне (посекційне) насування блоків покриття на рівні проектних відміток;

ММ7 — покрокове складання і пересування блоків покриття на рівні проектних відміток;

ММ8 — складання і переміщення блоків покриття по напрямних, розташованих в різних рівнях з проектними відмітками (рис.3).

Методи поелементного (посекційного) укрупнення і насування частин покриття на рівні проектних відміток — ММ6 вимагають спочатку зібрати будь-яким методом частину (блок) в робочій зоні, а потім здійснювати насування без подальшого піднімання, розвороту і опускання покриття або опорних поверхонь. При цьому влаштування напрямних передбачають так, щоб вони забезпечували точність без виконання додаткових робіт.

При насуванні використовують різні механізми, частіше лебідки, поліспасти та домкрати, які можуть встановлювати на рівні проектних відміток або на землі (рис. 3,а).

Гідравлічними домкратами, як правило, здійснюють підтягування покриття на себе тягами. Принцип дії таких пристроїв аналогічний принципу дії стрічкових підйомників, тільки розташовуються вони в горизонтальній площині.

Методи покрокового складання і насування блоків покриття на рівні проектних відміток — ММ7 вимагають спочатку зібрати будь-яким методом частину (блок) в робочій зоні, а потім послідовно переміщувати на розмір кроку, який дорівнює ширині прирошчуваної частини. Цей метод практично аналогічний по елементному складанню і пересуванню і рекомендується застосовувати для будівництва будинків і споруд з покриттям з легких металевих конструкцій комплексного постачання.

До його недоліків слід віднести досягнення максимальної маси покриття, що насуваються на останньому етапі його приєднання (див. рис.3,б).

Методи складання і переміщення блоків покриття по напрямних, розташованих в різних рівнях з проектними відмітками — ММ8 потребують додатково виконувати роботи з наступним підйомом (пересуванням) або опусканням на ці відмітки. Для цього використовують гідравлічні домкрати.

До різновидів цього методу можна віднести попереднє складання блоків покриття, наприклад на конвеєрній лінії або спеціальному складальному стенді, який може знаходитися за межами технологічної або монтажної зон. Подальше подавання в робочу зону буде виконуватися будь-якими монтажними засобами, а по об'єкту — шляхом насування, в тому числі і з використанням похилої естакади або кранів (див. рис. 3,в). Залежно від довжини блоку застосовують один візок на весь блок або декілька, під кожний опорний вузол. В останньому випадку ускладнюються роботи із забезпеченням синхронності насування, але з'являється можливість переміщення довгомірних блоків з великою масою. Після проектного закріплення покриття, виконують його розкружальвання для передачі навантаження на проектні відмітки.

Методи піднімання великорозмірних покриттів підрощування.

Підрощування передбачає послідовне приєднання нижче розташованих елементів до нижніх площин, раніше змонтованих вищерозташованих конструкцій. При цьому незмінною є умова піднімання (переважно примусова) і тимчасове утримання або закріплення змонтованої частини споруди. Для підрощування великорозмірних покриттів застосовують спеціальне монтажне обладнання з тросовими і гідравлічними домкратними тяговими системами. Для тимчасового закріплення, або утримання використовують раніше змонтовані частини споруди, стаціонарні монтажні опори-столики тощо.

До недоліків підрощування можна віднести: необхідність застосування пристроїв для утримання змонтованої частини споруди з усіма монтажними пристосуваннями у висячому положенні; неповне навантаження обладнання на проміжних етапах і повне — на останній фазі монтажу, коли потрібно втримувати масу всієї конструкції чи споруди; складність забезпечення при монтажі стійкості і міцності всієї споруди. Це обмежує сферу застосування підрощу-

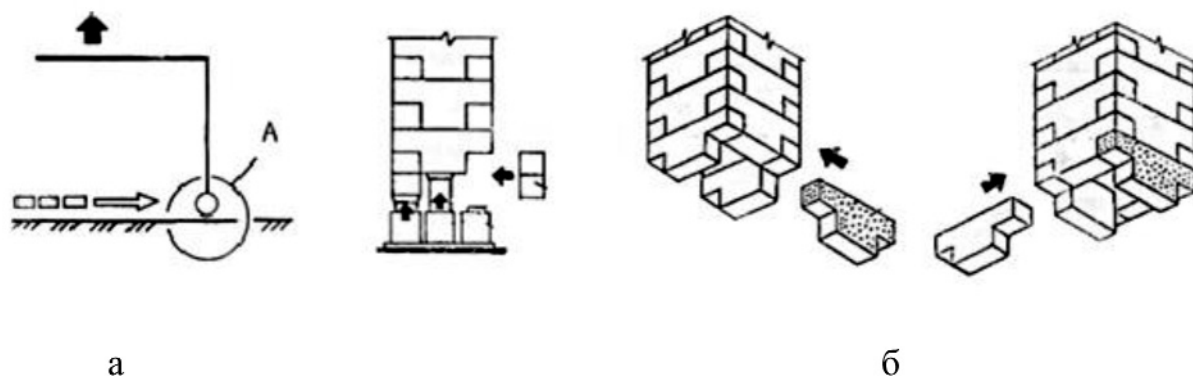


Рис.4. Метод ММ9 — підйому виштовхуванням великорозмірних покриттів домкратами, розташованими під кожною колоною (зростання верхньої частини колони — підйому колони): а — загальний вид; б — вузол А

вання і вимагає розробки спеціальних заходів ще на стадії виконання технічного проекту. [2]

Враховуючи, що предметом дослідження є переміщення великорозмірних структурних покриттів, для подальшого дослідження вибираємо найбільш привабливі у цьому випадку методи підйому колон зі всіма їх різновидами:

- методи підйому великорозмірних структурних покриттів прийомом виштовхування колон домкратними системами (чи домкратним пристроєм), розташованими під кожною колоною на землі (збільшення нижньої частини колони — підйом колони),

- методи підйому великорозмірних покриттів прийомом виштовхування покриттів домкратними системами (одним або кількома домкратами), розташованими на оголовках колон (збільшення верхньої частини колони — нарощування колони).

Методи підйому підйомом великорозмірних покриттів шляхом виштовхування домкратними системами, розташованими під кожною колоною на землі (зростання нижньої частини колони — підйом колони) полягає в тому, що під кожною колоною встановлюють декілька домкратів, які приводяться в дію з єдиного пульта керування (рис.4).

Метод ММ9 — був запропонований і втілений в практику будівництва при спорудженні покриття ангара (розмір 33,53х56,69 м, маса 1400 т) в аеропорті Абінгтон-Беркс. Дванадцять збірних колон, що складаються з 1000 Т-подібних просторових елементів масою 500 кг кожна, підйомувались 48 гідродомкратами вантажопідйомністю 200 т. Після підйому покриття двома цими механізмами в монтажний простір між нижньою поверхнею покриття й корпусами, незадіяних у підйомі гідродомкратів, подавали перші два Т-подібних елементів колон. Після установа першої пари елементів колон

процес підйому повторювали гідродомкратами, що не брали участь у першому підйомі. Процес підйому покриття на висоту 14 м тривав 5 днів бригадою монтажників з 30 чоловік.

Метод ММ10 — є різновидом методу ММ9 при якому, підйому колону заміняє інвентарний пристрій, який працює по тому ж принципу, що застосовується і при підйомі великорозмірних покриттів шляхом виштовхування колон домкратними системами, розташованими під кожною колоною на землі (зростання верхньої частини колони) - рис. 5 а. Наприклад, такий інвентарний пристрій ПГ-300, вантажопідйомністю у 300 т (у комплекті — 4 шт.) був застосований при монтажі корпусу ангара, який мав розмір у плані 144х216 м (7 тис. м²) і складався з великорозмірних блоків покриття розміром 144х48 м і масою до 1100 т на авіазаводі в м. Києві.

Виштовхування покриття здійснювалося з одночасним підйомом секцій стовбурів інвентарного підйомника блоками розміром до 1 м.(рис 5,б).

Перевага підйому виштовхуванням великорозмірних покриттів інвентарними пристроями: концентрація всього комплексу монтажних робіт на рівні фундаментів, виключення з монтажу робіт на висоті. При цьому загальна вартість робіт була на 28% нижче, ніж при традиційних кранових методах монтажу. Застосування такого методу дозволяє повністю виключити верхолазні роботи, забезпечує високу ефективність монтажу і його безпеку.

Недоліки підйому: необхідність застосування пристроїв для утримання змонтованих частин споруди з усім монтажним пристосуванням на вазі; неповне завантаження обладнання на проміжних етапах і повне на останній фазі монтажу, коли потрібно втримувати масу всієї споруди; складність забезпечення при монтажі стійкості і

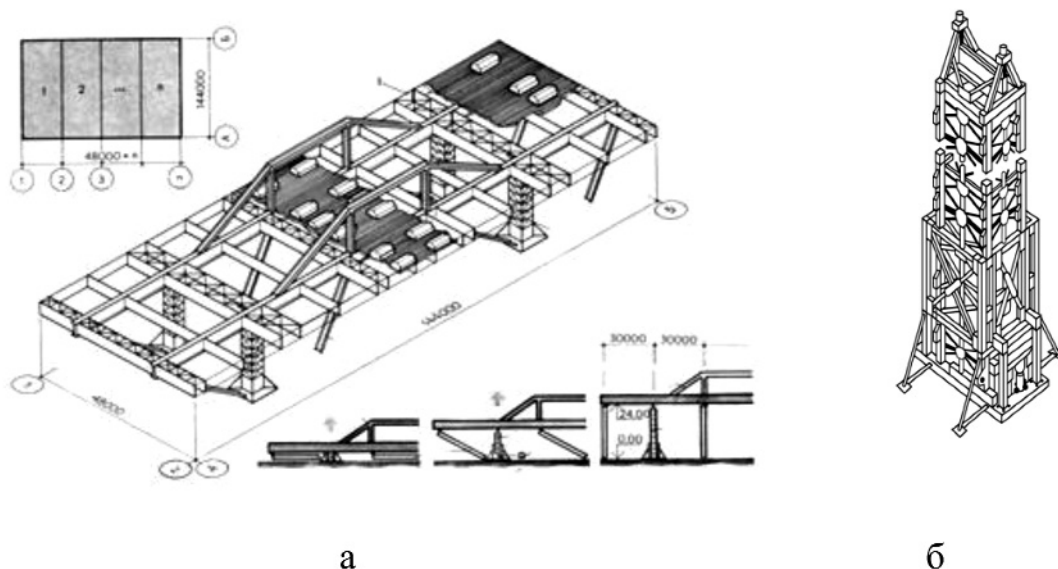


Рис.5. Метод ММ10 — підйомування виштовхуванням великорозмірних покриттів інвентарними пристроями (колони монтуються разом з покриттям методом повороту):

а — підйомування блоку покриття масою 1100 т на висоту 24 м інвентарним пристроєм ПГ-300; (б) — інвентарний пристрій вантажопідйомністю 300 т, і масою підйомника 360 т, ходом штоку домкрату на висоту 1 м

міцності всієї споруди. Додатково можна віднести і необхідність постійного контролю вертикальності колон, що підйомують; умови, що складають синхронізацію роботи гідродомкратів, зростання навантажень на ці механізми пропорційно підйому покриття, наявність для підйомання обладнання утримуючих і страхувальних пристроїв із спеціальною системою домкратів. Це обмежує сферу застосування підйомування для монтажу великорозмірних покриттів шляхом виштовхування колон домкратними системами, розташованими під кожною колоною на землі (зростання верхньої частини колони) і вимагає розробки спеціальних заходів ще на стадії виконання технічного проекту.

Метод підйомання підйомуванням великорозмірних покриттів виштовхуванням домкратними системами (з одним чи кількома домкратами), розташованими на оголовках колон (зростання верхньої частини колони) полягає у циклічному підйомування покриттів з одночасним нарощуванням колон, на які опирається покриття. Кількість домкратів, які встановлюють на оголовки колони диктуються загальною масою покриття, навантаженням на колону і вантажопідйомністю домкрату.

ММ11 — метод підйомання підйомуванням великорозмірних покриттів виштовхуванням одним домкратом, розташованим на оголовках колон, був застосований при зведенні покриття ангара розміром 58,8x101,5 м, і масою 4200 т в аеропорту Марині в Марселі: 14 збірних колон, що склали-

ся з 420 основних й 126 допоміжних елементів, підйомувались 14 гідродомкратами, закріпленими на нижній поверхні покриття, що піднімається і оголовках колон. На кожному оголовку колони встановлювався один домкрат вантажопідйомністю 310 т. (рис. 6).[3-4].

Цикл підйомування покриття виконувався за рахунок нарощування верхнього оголовка колони (зростання колони) і складався з підйому покриття на висоту 20 см (рис. 6,б), установа бічних колодок висотою 19 см, передачі навантаження від покриття на бічні колодки й звільненні штока гідродомкрата, установа центральної підкладки висотою 19 см., 4-кратного повторення операцій установа бічних і центральних підкладок, закріплення зовнішнього й внутрішнього елементів колони висотою 95 см, вертикального з'єднання змонтованих зовнішніх елементів металевими стержнями й заливання стиків між елементами бетоном.

Переваги технології підйомування колон: мінімальне навантаження на гідродомкрат, яке дорівнює масі монтуємого покриття; стійкість колон обумовлена жорстким з'єднанням "фундамент — нарощувана колона".

Метод підйомування може успішно застосовуватися нарівні з іншими методами, наприклад: переміщення по вертикальним напрямним — переміщення однієї конструкції (просторової) по вертикальних напрямних, шляхом виштовхування чи підтягування.

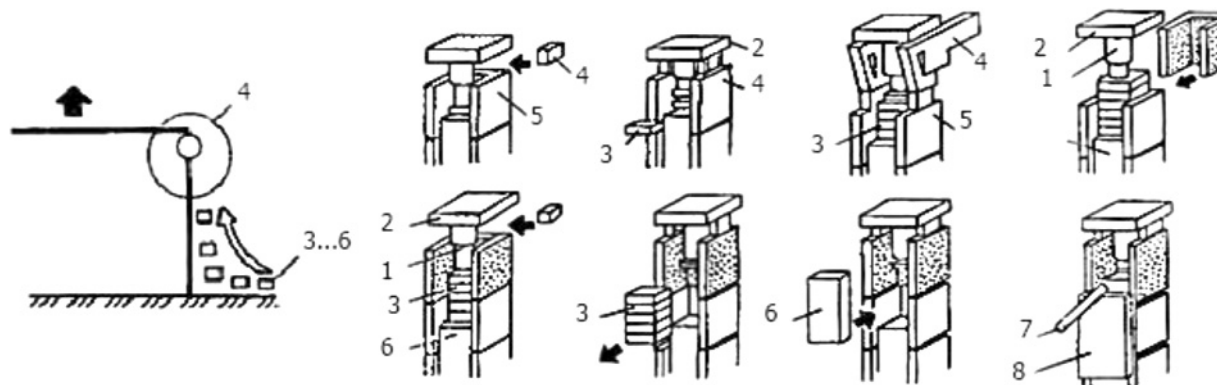


Рис.6 Метод ММ11 — підйому за допомогою одного домкрата, розташованого в опорних вузлах блоку покриття або на оголовках колони (зростання нижньої частини колони за рахунок нарощування верхньої); 1 — гідродомкрат; 2 — покриття, 3 — центральні прокладки; 4 — бокові прокладки; 5, 6 — відповідно, зовнішні і внутрішні елементи колони; 7 — шланг для нагнітання бетонної суміші; 8 — щит опалубки

Аналіз технології підйому великогабаритних конструкцій покриттів домкратними системами дозволяє обмежити їх кількість, відібрану на початку дослідження (див. табл. 1) після виконання визначення організаційно-технологічних рішень досліджених варіантів методів монтажу великорозмірних покриттів і виділити методи підйому, які можна надалі взяти за основу для розробки нових організаційно-технологічних рішень.

Сучасні зарубіжні методи піднімання покриттів одноповерхових споруд: із застосуванням тросових і телескопічних домкратів, які наведені в табл. 1: ММ12 — підтягуванням із застосування 8-ми тросових гідропідйомників. Висота підйомних башт може сягати 120 м. (Великобританія, м. Лондон, аеропорт Хітроу).

ММ13 — виштовхуванням із застосуванням гідравлічних підйомників фірми FAGIOLI. Поруч розміщений телескопічний домкрат фірми FAGIOLI, який може виштовхувати вантаж масою до 690 т на висоту до 5,49 м.

Аналіз переваг і недоліків наведених технологій визначив вимоги до вироблення альтернатив підйому блоків покриття за рахунок нарощування верхнього оголовка колон:

- зменшення кількості елементів колон і операцій;
- використання гідродомкратів зі збільшеним ходом штока і збереженням високої вантажопідйомності;
- зменшення навантажень на гідродомкрат, скорочення тимчасових витрат, пов'язаних з доставкою елементів колон у зону монтажу, пропорційно віддаленню покриття від землі.

Перерахованим вимогам може відповідати технологія підйому колон, що полягає в закріпленні на нижній поверхні укрупненої конструкції покриття напрямних і формуванні обойм з елементів колон — ММ 13.

При цьому підйому секцій підйомників виконується на фундаментах, а вертикальне переміщення стовбурів підйомників разом з консольними виступами покриття, що опираються на них, — у внутрішньому просторі спарених колон. В процесі підйому, навантаження від секції підйомників та покриття, передається на штоки домкратів і фіксатори, причому останні закріплюють в колонах на висоті, що дорівнює ходу штока домкрату.

Висновок. Дослідженнями виявлено, що на даному етапі особливу увагу привертають методи нарощування верхньої частини колони з одночасним підйомом покриттів, які дозволяють застосовувати один або декілька домкратів. Це надає можливість модернізації та розвитку методів піднімання структурних покриттів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Л. А. Колесник, А. И. Шнайдер, В. К. Черненко, Н. И. Нестеренко *Крупноблочный монтаж строительных конструкций*, — К 1990. — 320 с.
2. Черненко В.К., Осипов О.Ф., Тонкачев Г. М., Черненко К. В. та ін. за ред. В.К.Черненка *Технологія монтажу будівельних конструкцій : навч. посіб. [для студ. вузів]* / — К. : Горобець Г. С., 2010. — 372 с
3. Черненко К. В. І. В. Глуценко *Аналіз і класифікація технології підйому великогабаритних конструкцій перекриттів гідропідйомними пристроями* / *Збірник наук. праць "Шляхи підвищення*

ефективності Будівництва в умовах формування ринкових відносин" вип.24, Частина 1. К. : – КНУБА, 2011. – С. 69-80.

4. Швиденко В. И. Монтаж строительных конструкций : учебн. пособие [для студ. вузов] /. – Харьков. Вища школа, 1982. – 240 с.

АННОТАЦИЯ

Учитывая, что предметом исследования является перемещение крупноразмерных структурных покрытий, для дальнейшего исследования выбираем наиболее привлекательные в этом случае методы подрачивания колонн. После выполнения определения организационно-технологических решений исследованных вариантов методов монтажа крупноразмерных покрытий выделяем методы подъема, которые можно в дальнейшем взять за основу для разработки новых организационно-технологических решений. Выполнены исследования основных технологических показателей, влияющих на безкранови методы подъема структурных покрытий. Это дало возможность модернизации и развития методов подъема структурных покрытий.

Ключевые слова: методы принудительного перемещения, методы монтажа, укрупнение покрытий, гидродомкратные устройства, безкрановые методы, методы подрачивания покрытий.

ANNOTATION

Given that the subject of research is moving large-scale structural coatings for further research we choose the most attractive in this case pidroschuvannya methods columns. After the definition of organizational and technological solutions studied options for mounting large-scale coating methods and highlight recovery methods that you can continue to base the development of new organizational and technological solutions. The research of basic technological parameters affecting bezkranovi methods lifting structural coatings. This allows the modernization and development of methods lifting structural coatings.

Keywords: forced displacement methods, methods of construction, enlargement coatings, hydrodomkratni devices bezkranovi methods, techniques pidroschuvannya coatings.

УДК 691.542:666.972.162

Толмачов С.М. д.т.н., проф.;

Беліченко О.А., к.т.н, с.н.с., ХНА-ДУ, м. Харків

ВПЛИВ СУМІСНОСТІ СУПЕРПЛАСТИФІКАТОРІВ З ЦЕМЕНТАМИ НА ВЛАСТИВОСТІ БЕТОНІВ

АННОТАЦИЯ

У статті наведено результати дослідження властивостей бетонних сумішей і бетонів на різних цементах та з різними добавками. Досліджено збереження рухомості бетонних сумішей на різних цементах. Показано, що одна і та ж добавка по-різному працює з різними цементами. Розроблено оперативні способи оцінки сумісності цементів і суперпластифікаторів в умовах виробничих лабораторій з використанням стандартного устаткування.

Ключові слова: цемент, суперпластифікатор, бетонна суміш, бетон, рухомість, міцність, водопоглинання, морозостійкість.

Актуальність досліджень. На сьогоднішній день у технології сучасних цементних бетонів все більше набуває актуальності проблема сумісності цементів і суперпластифікаторів (СП). Поняття "сумісність" включає в себе здатність СП забезпечувати задані властивості бетонних сумішей та бетонів і підтримувати їх необхідний час [1]. Практика останніх десятиліть показала, що взаємодія одного і того ж СП з різними цементами або одного цементу з різними СП носить різний характер. В одному випадку СП забезпечує необхідне збереження властивостей бетонної суміші, в іншому ні. Це відбувається тому, що сучасні цементи мають різний хіміко-мінералогічний склад. Сучасні суперпластифікатори відрізняються від добавок попереднього покоління тим, що вони є багатокомпонентними системами і мають комплекс властивостей. Такі суперпластифікатори можуть містити в своєму складі прискорювачі або сповільнювачі твердіння (схоплювання), гідрофобізатори та інші складові. Тому важливого значення набуває дослідження, пов'язані з оцінкою сумісності цементів і СП, які особливо актуальні при наявності великої кількості різноманітних добавок.

Останні дослідження. У багатьох країнах світу дослідження проблеми сумісності цементів і супе-

рпластифікаторів приділяється велика увага. Аналіз поглядів і характер досліджень свідчить про різноманітність суджень в частині виділення конкретних чисельних показників сумісності і методів їх оцінки. Часто поняття "сумісність" замінюється поняттям "ефективність дії". Наприклад, набула поширення думка про те, що для підвищення ефективності дії СП необхідне підвищення або зниження їх витрати. У той же час, деякі вчені, які проводили дослідження причин зниження ефективності дії СП, використовували у роботах термін "сумісність". В Україні це, в першу чергу, роботи під керівництвом О.В. Ушєрова-Маршака [1–4]. Дослідження, які були проведені рядом вчених [1, 2, 5, 6] дозволяють оцінити сумісність цементу і добавок, але для цього потрібне спеціальне обладнання, якого не мають виробничі лабораторії. Крім того, запропоновані в цих та деяких інших роботах методи оцінки досить трудомісткі і вимагають кваліфікованого персоналу.

Для правильного вибору критеріїв сумісності цементів і добавок необхідно розглянути, що було запропоновано в цьому напрямку дослідниками. Наприклад, у роботі [2] пропонується використовувати три категорії факторів сумісності "цемент добавка": хімічний і мінеральний склад цементу; характеристики суперпластифікатора: молекулярна маса, будова і розгалуженість молекулярних ланцюгів, ступінь поліконденсації та ін.; технологічні параметри: концентрація добавок, температура, послідовність введення, режим перемішування та ін.

Незважаючи на очевидну правильність такого підходу, в умовах заводських лабораторій, особливо в польових умовах, облік цих факторів досить складний. Наприклад, визначення складу цементу вимагає великих витрат часу і коштів, дорогого устаткування. Склад суперпластифікаторів є інтелектуальною власністю фірм-виробників і захищений патентами. Зміна технологічних параметрів виготовлення сумішей і бетонів з урахуванням наведених факторів вимагає наявності штату досвідчених співробітників, а головне часу. Приймати рішення про сумісність потрібно протягом обмеженого часу, бажано протягом декількох годин або однієї доби, використовуючи стандартне обладнання заводських лабораторій.

Інший спосіб оцінки сумісності, що запропоновано в роботі [7, 8], в якій Р.Ф. Рунова, спираючись на виробничий досвід, пропонує оцінювати сумісність добавок суперпластифікаторів різної

природи і хімічного складу за їхньою здатністю зберігати властивості бетонної суміші протягом певного часу. Однак, основним завданням в цьому випадку була рання міцність бетонів, яку досягали застосуванням комбінації добавок. І тільки попутно розглядали питання сумісності двох різних добавок-пластифікаторів. Аналіз кінетики зміни міцності процес довготривалий і може бути допоміжним критерієм сумісності.

На сьогоднішній день поки відсутні єдині критерії кількісного аналізу сумісності цементів і добавок, які застосовуються в технології важких цементних бетонів. Одна зі спроб кількісної оцінки була дана в роботі [9]. Отримані результати засновані на даних досліджень в цій області, які були проведені на кафедрі технології дорожньо-будівельних матеріалів Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. Слід зазначити, що несумісність цементів і добавок послідовно відібується на зміні властивостей цементного тіста, розчинної і бетонної суміші і бетонів. Це повинно проявитися в тому, що СП не будуть в повній мірі виконувати свої функції (наприклад, буде слабка пластифікація, швидке схоплювання, водовідділення та т.ін.).

Мета досліджень. Метою даного дослідження є розробка оперативних і достовірних способів оцінки сумісності СП і цементів, яких можна виконати за допомогою стандартного устаткування в умовах виробничих лабораторій і оцінити кількісно.

Виклад основного матеріалу. Нами були проведені експериментальні дослідження впливу хімічних добавок на властивості бетонних сумішей та бетонів на різних цементах для виявлення критеріїв сумісності різних суперпластифікаторів і цементів.

У дослідженнях використовували цементи марки ПЦ І 500 Н Балаклеївського цементного заводу (Харківська обл.) та Івано-Франківського цементного заводу. Цементи двох різних заводів обрані, оскільки хімічний склад їх клінкерів відрізняється. В якості добавок використовували сучасні суперпластифікатори Sm 21 (фірма Альпі, Україна); FK 88 (Фірма MC-Bauchemie, Німеччина); Fm 21, BV 12 (фірма BASF, Німеччина). В основному це меламін- або нафталінсульфіровані олігомери (Sm 21, Fm 21). У паспорті виготовлювача добавка FK 88 вказана, як добавка на основі поліметіленнафталінсульфонатів і модифікованих лігносульфонатів. Добавка BV 12 являє собою

суміш очищених лігносульфонатів з добавкою нафталінсульфированих олігомерів. Використовували пісок Вознесенського кар'єру Миколаївської області, а щебінь кар'єру Кіровоградграніт. Склад бетонної суміші 1 : 1,53 : 3,36.

Сумісність чи несумісність добавок і цементів в першу чергу повинна проявитися у зміні властивостей цементного тіста. Дослідження термінів схоплювання, які були проведені раніше, показали, що одна і та ж добавка по-різному працює з різними цементами [10]. Встановлено, що в разі сумісності цементів і суперпластифікаторів відбувається зменшення нормальної густоти цементного тіста в межах не менше, ніж на 10...15 %. При цьому відбувається істотна (не менше, ніж на 1 годину) зміна термінів схоплювання в бік скорочення або збільшення.

Ряд авторів вважає, що показником сумісності може бути збереження розчинних і бетонних сумішей у часі. Наші дослідження показали [10], що для оцінки сумісності СП і цементів за допомогою зміни розпливу конуса розчинної суміші недостатньо вимірювань протягом однієї години, а потрібен аналіз зміни рухомості протягом 2...3 годин.

Дослідження збереження у часі осадки конуса бетонних сумішей показали, що існує різниця між впливом однакових по ефективності, але декілька різних за складом (судячи з описів фірм-виробників) добавок (рис. 1, 2). У бетонній суміші на Балаклєйському цементі з добавкою FK88 рухомість знижується плавно. Після 1 години витримання вона падає на 16 %, через 2 години на 32 %, і до 3 годин витримання суміш має осадку конуса 9 см (рис. 1).

У бетонної суміші на цьому ж цементі з добавкою Sm 21 спостерігається різке зниження рухомості вже в перші 30 хвилин витримання рухомість знижується з 18 см до 11,5 см, тобто на 36 %. Через годину рухомість знижується більш, ніж в 2 рази.

Рухомість бетонних сумішей на Івано-Франківському цементі (рис. 2) з добавкою FK88 і Sm 21 через 1 годину витримання знижується на 13...14 % і зменшується в 2 рази тільки через 2,5...3 години. Якщо в якості кількісного критерію встановити швидкість зниження осідання конуса: через 1 годину не більше, ніж на 15...16 %, а через 2,5...3 години не більше, ніж в 2 рази, то можна сказати, що добавка Sm 21 з Балаклєйським цементом несумісна, а добавка FK88 сумісна.

З Івано-Франківським цементом сумісні і добавка FK88 і добавка Sm 21. Будь-які відхилення від зазначених кількісних співвідношень дозволяють говорити про більшу чи меншу порівняльну сумісність (або несумісність) різних СП і цементів.

Дослідження міцності бетонів природного твердіння з добавками на Балаклєйському цементі показали, що при більшій швидкості набору міцності в бетонах з добавками FK 88 і Fm 21 у порівнянні з бетонами з добавками Sm 21 і BV 12, їх міцність до 28 діб вище, ніж у бетонів з добавками Sm 21 і BV 12 (на 35...40 %) і більше, ніж у бетону без добавок (на 48 %) (рис. 3). Низький приріст міцності у бетонів з добавками Sm 21 і BV 12 у порівнянні з бетоном без добавок (15...20 %) може свідчити про несумісність цих добавок з даним цементом. У найкращій мірі з Івано-Франківським цементом поєднуються СП FK 88 і

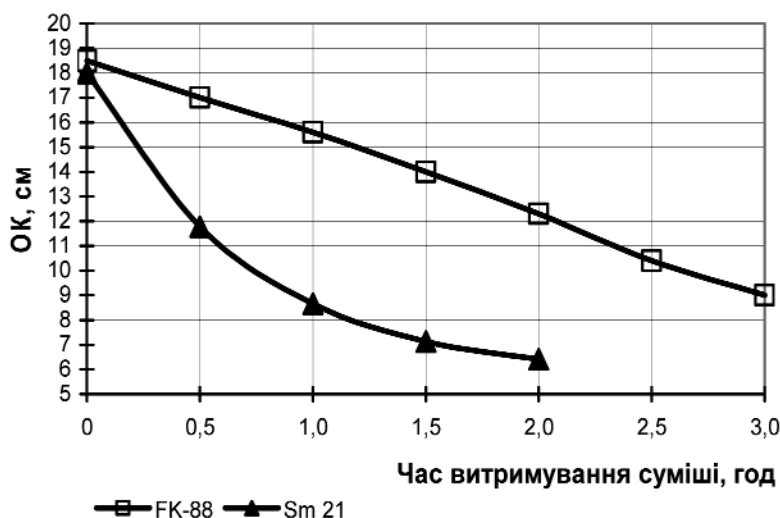


Рис. 1. Осідання конуса у часі бетонних сумішей на Балаклєйському цементі

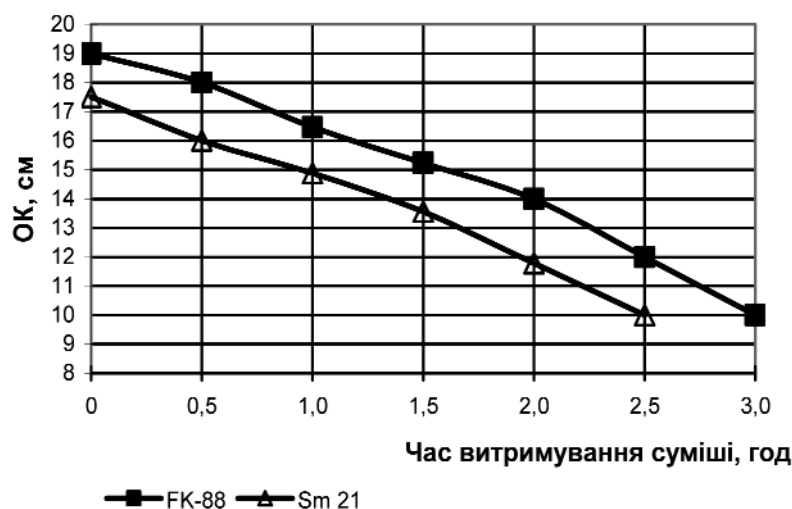


Рис. 2. Осідання конуса у часі бетонних сумішей на Івано-Франківському цементі

Fm 21. Міцність бетонів з ними на 28 добу природного твердіння вище міцності бетону без добавок на 37...40 % (рис. 4).

Приріст міцності бетону з добавкою Sm 21 трохи нижче і становить 30 %. Ще менше цей показник у бетонів з добавкою BV 12 (20 %). Це свідчить про те, що добавка Sm 21 гірше поєднується з Івано-Франківським цементом, ніж інші добавки. Можна також відзначити, що добавка BV12 погано поєднується з цим цементом. Говорячи про кількісну оцінку сумісності СП і цементів за показником міцності необхідно враховувати, що добавки класу меламін- або нафталінсульфированих олігомерів здатні збільшувати міцність бетонів на 40...50 % у порівнянні з бетонами без добавок. Добавки на основі полікарбоксилатів дозволяють за-

безпечити приріст міцності на рівні 50...70 %. Що стосується добавок на основі лігносульфонатів, то їх гранична ефективність становить близько 30 %. Тому можна відзначити, якщо максимальний ефект приросту міцності не забезпечується, то добавка недостатньо сумісна з цементом. Для точної кількісної оцінки ступеня сумісності термін "достатності" вимагає додаткових досліджень.

Були проведені дослідження експлуатаційних властивостей бетонів з добавками на різних цementsах (табл. 1). Водопоглинання бетону з добавкою FK 88 на Балаклеївському цементі дорівнює 3,7 %, а з добавкою Sm 21 4,8 % (табл. 1), що на 30 % вище. Це підтверджує гіршу сумісність добавки Sm 21 з Балаклеївським цементом. У зразків бетону з добавкою FK 88 на Івано-Франківському це-

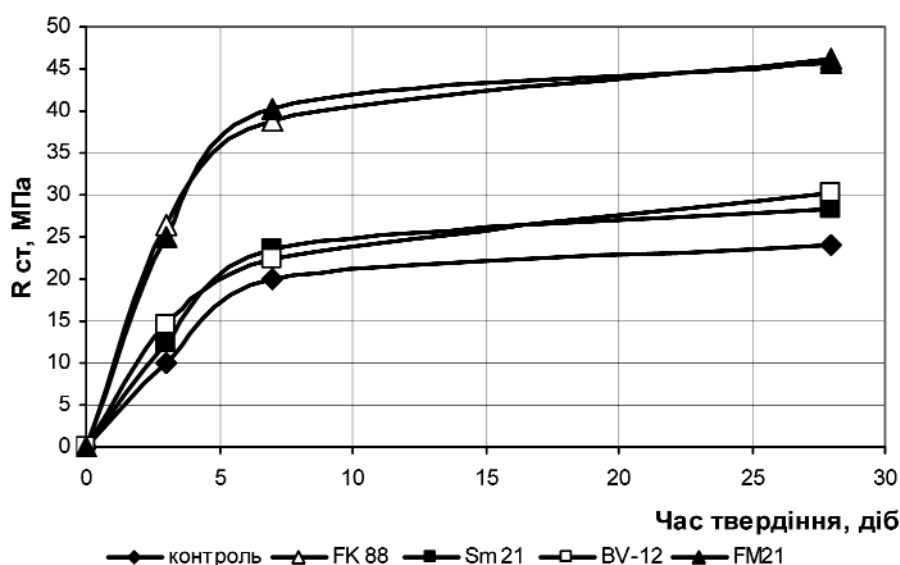


Рис. 3. Міцність бетонів з добавками на Балаклеївському цементі

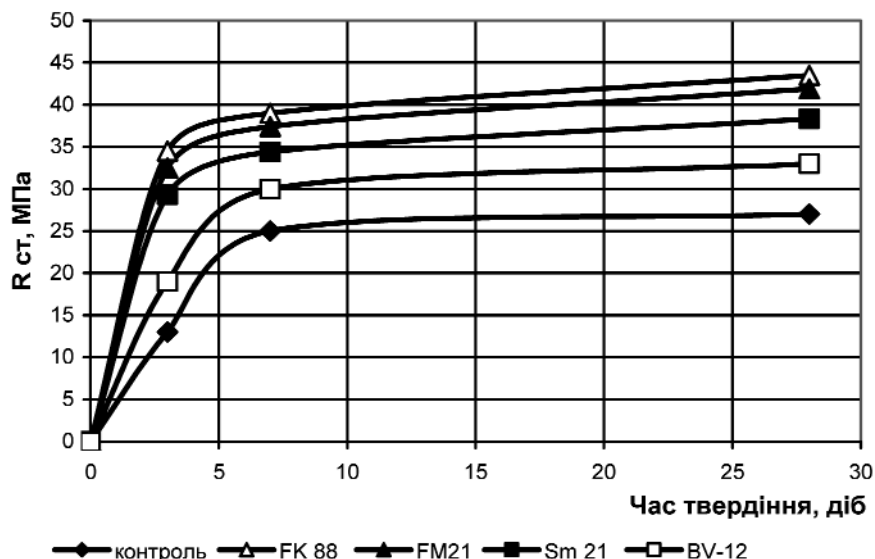


Рис. 4. Міцність бетонів з добавками на Івано-Франківському цементі

менті водопоглинання становить 3,2 %, а з добавкою Sm 21 3,6 %, що гірше на 12,5 %.

Дослідження морозостійкості за прискороною методикою показали, що бетон з добавкою FK 88 на Балаклеївському цементі має коефіцієнт морозостійкості 0,96 після 20 циклів заморожування та відтавання (табл. 1), і, відповідно, марку F200. У бетоні з добавкою Sm 21 після 20 циклів випробувань коефіцієнт морозостійкості дорівнює 0,89, що свідчить про те, що марка по морозостійкості цього бетону F150. На поверхні зразків спостерігалось лущення і відколи країв. Морозостійкість бетонів з добавкою FK 88 і Sm 21 на Івано-Франківському цементі після 30 циклів випробувань практично відповідає марці F300 (табл. 1). Ці дослідження можуть бути свідченням того, що добавка Sm 21 погано сумісна з Балаклеївським цементом, але добавка FK 88 сумісна з ним в недостатній мірі. З Івано-

Франківським цементом обидві добавки добре сумісні, що відображається на підвищенні морозостійкості бетонів.

Висновки. 1. Показано, що міцність бетонів на Балаклеївському цементі з добавками FK 88 і Fm 21 вище у 1,5...1,6 рази в порівнянні з бетоном, що містить добавки Sm 21 і BV 12 на тому ж цементі. Недостатній набір міцності бетону з добавками Sm 21 і BV 12 свідчить про їх несумісність з Балаклеївським цементом. Міцність бетонів з добавками FK 88, BV 12, Fm 21 на Івано-Франківському цементі знаходиться в межах 38...42 МПа, а з добавкою Sm 21 30 МПа. Це свідчить про те, що добавка Sm21 гірше поєднується з Івано-Франківським цементом, а добавки FK88, BV12, FM21 сумісні з Івано-Франківським цементом.

2. Встановлено, що водопоглинання бетону на Балаклеївському цементі з несумісною добавкою Sm 21 на 20 % вище у порівнянні з водопоглинан-

Таблиця 1. Дослідження експлуатаційних властивостей бетонів з добавками на різних цементах

№ 3/п	Добавка	Водопоглинання, %	Коефіцієнт морозостійкості після кількості циклів		
			10	20	37
Балаклеївський цемент					
1	Sm 21	4,8	0,95	0,89	-
2	FK 88	3,7	0,99	0,96	0,90
Івано-Франківський цемент					
1	Sm 21	3,6	0,99	1,04	0,93
2	FK 88	3,2	1,03	0,96	0,95

ням бетону з добавкою FK 88 на тому ж цементі. Марка бетону по морозостійкості в разі сумісності цементу і хімічної добавки досягає F300, в разі не-сумісності цементу і добавки, марка бетону за морозостійкістю знижується до F150...F200.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ушеров-Маршак А.В. Совместимость — тема бетоноведения и ресурс технологии бетона / А.В. Ушеров-Маршак, М. Циак // Строительные материалы. 2009. № 10. С. 12 — 15.

2. Ушеров-Маршак А.В. Физико-химическая оценка эффективности добавок в бетон по данным калориметрии / А.В. Ушеров-Маршак, А.В. Кабусь // Дни современного бетона: Сборник докладов конференции. Запорожье: Изд-во "Будиндустрия, ЛТД", 2012. С. 12 — 18.

3. Ушеров-Маршак А.В. К оценке совместимости химических добавок с цементами в технологии бетона / А.В. Ушеров-Маршак, О.А. Златковский, Л.А. Першина, М. Циак // Строительные материалы. 2003. № 4. С. 11 — 15.

4. Ушеров-Маршак А.В. Добавки в бетон: прогресс и проблемы / А.В. Ушеров-Маршак // Строительные материалы. 2006. № 10. С. 8 — 12.

5. Бондыра-Орач Г. Совместимость цемент — суперпластификатор / Г. Бондыра-Орач, В. Курдовски // Современные бетоны: сб. докладов IX Междунар. науч.-практич. конференции. Запорожье: Изд-во ООО "Будиндустрия ЛТД", 2007. С. 77 — 80.

6. Циак М. Критериальная оценка совместимости добавок и цементов методами калориметрии / М. Циак // Дни современного бетона: сб. докладов XI Междунар. науч.-практич. конференции "Славянский форум". Запорожье: Изд-во ООО "Будиндустрия ЛТД", 2010. С. 134 — 142.

7. Пилипенко А.С. Бетоны с суперпластификатором: жизнеспособность и ранняя прочность / А.С. Пилипенко, Л.Д. Пашина, С.П. Щербина, Р.Ф. Рунова // Строительные материалы. 2003. № 4. С. 15 — 17.

8. Рунова Р.Ф. К вопросу о долговечности пластифицированных бетонов на основе шлаковых цементов / Р.Ф. Рунова, И.И. Руденко, В.В. Троян,

И.О. Ивженко, С.В. Каменотрус // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. 2011. № 39. С. 82 — 89.

9. Толмачев С.Н. К вопросу о совместимости компонентов цементного бетона с химическими добавками / С.Н. Толмачев, В.П. Сопов, Д.С. Толмачев // Инновационные материалы и технологии (XX научные чтения): сб. докладов Междунар. науч.-практич. конф. Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2011. Ч. 4. С. 254 — 260.

10. Толмачов С.М. Дослідження сумісності суперпластифікаторів і цементів / С.М. Толмачов // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук праць. — Вип. 31. — Рівне: Національний університет водного господарства та природокористування, 2015. — С. 176 — 182.

АННОТАЦИЯ

В статье приведены результаты исследования свойств бетонных смесей и бетонов на разных цементах и с различными добавками. Исследована сохранность подвижности бетонных смесей на разных цементах. Показано, что одна и та же добавка по-разному работает с разными цементами. Разработаны оперативные способы оценки совместимости цементов и суперпластификаторов в условиях производственных лабораторий с помощью стандартного оборудования.

Ключевые слова: цемент, суперпластификатор, бетонная смесь, бетон, подвижность, прочность, водопоглощение, морозостойкость.

ANNOTATION

The results of studies of the properties of concrete and concrete mixes on different cements with various additives. Investigated the safety of mobility concrete mixes on different cements. It is shown that the same additive works differently with different cements. Develop operational methods for assessing the compatibility of cement and superplasticizer in a manufacturing laboratory with standard equipment.

Keywords: cement, superplasticizer, concrete mix, concrete, mobility, strength, water absorption, frost resistance.

УДК 658.513:69.057.7

*Антипенко Є.Ю., д.т.н., проф.;**Якімцов Ю.В., аспірант, ЗНТУ, м. Запоріжжя*

ОСОБЛИВОСТІ РАНЖУВАННЯ ТА ОЦІНКИ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ З УМОВАМИ ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

АНОТАЦІЯ

Матеріал роботи присвячено узагальненню особливостей ранжування експертних і евристичних оцінок організаційно-технологічних рішень з умовами охорони навколишнього середовища та розробки відповідної моделі їх врахування. У роботі наведено прикладну методику евристичних оцінок доцільності реалізації заходів з охорони навколишнього середовища із формалізацією взаємозв'язків та відношень між ними у зведений структурі пріоритетів із поєднанням теорії графів, булевої алгебри та матричних перетворень.

Ключові слова: організаційно-технологічні рішення, заходи з охорони навколишнього середовища, експертна оцінка, ранжування, евристичні оцінки, організаційний граф, парні порівняння.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Україна через високий рівень концентрації промислового виробництва та сільського господарства, внаслідок використання природних ресурсів протягом десятиріч перетворилася в одну з найнебезпечніших в екологічному відношенні країн. Нинішня екологічна ситуація в Україні характеризується як глибока еколого-економічна криза, котра зумовлена закономірностями функціонування адміністративно-командної економіки колишнього СРСР. Нарощування продуктивних сил здійснювалося практично без врахування екологічних наслідків, панував відомчий, споживацький підхід до розміщення нових виробництв. Було допущено ряд серйозних помилок в організації комплексного використання природних ресурсів, недостатня увага приділялася управлінню охороною природи та контролю якості природного навколишнього середовища, що спричинило в Україні ситуацію, яка наближається до рівня глобальної екологічної катастрофи.

Охорона навколишнього середовища (охорона довкілля) — система заходів щодо раціонального використання природних ресурсів, збереження природ-

них комплексів і забезпечення екологічної безпеки, яка складається із сукупності технічних, організаційно-технологічних, економічних, адміністративних, правових і суспільних заходів, спрямованих на раціональне використання, відтворення і збереження природних ресурсів, обмеження негативного впливу людської діяльності на навколишнє середовище.

Мета охорони навколишнього середовища (ОНС) — протидія негативним змінам у навколишньому середовищі, які мали місце в минулому, відбуваються зараз або можуть бути.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Дослідженнями закордонних та вітчизняних авторів встановлено [1, 3, 5], що оцінка впливу об'єкта на навколишнє середовище і методика визначення витрат на його збереження охоплює не стільки стадію будівництва, скільки стадію експлуатації будівлі. Врахування можливих впливів чинників будівельного виробництва і, вибір раціональних способів їх усунення для стадії будівництва розглядались фрагментарно або в рамках широкої проблематики екологічної безпеки і залишаються досі не вирішеним питанням, а необхідні витрати не плануються на передпроектній стадії.

Формулювання цілей статті. Метою статті є узагальнення особливостей ранжування та експертних і евристичних оцінок організаційно-технологічних рішень з умовами охорони навколишнього середовища та розробка відповідної моделі їх врахування.

Основний матеріал. Структура переваг, що виникає на множині заходів в результаті їх парних порівнянь, може бути описана за допомогою спеціальної матриці парних порівнянь та теорією графів.

Приймемо, що вихідна структура переваг задана за допомогою певного організаційного графу G загального вигляду, який розглядається як довільний організаційний граф без контурів. Ідентифікована певна визначена множина заходів $X (x_1, x_2, \dots, x_n)$, яка порівнюється попарно з погляду їх переваг, доцільності, важливості тощо. Таким чином, результати записуються у вигляді матриць парних порівнянь $A = \|a_{ij}\|^{n \times n}$, які містять булеві змінні переваг на множині X .

Якщо парне порівняння виявляє лише факт переваги одного заходу над іншим, множині X з введеним на ньому відношенням можливо поставити у відповідність організаційний граф $G=(V, U)$, множина вершин V якого відповідає множині заходів X , а дуга з i в j проводиться, якщо захід x_i пе-

реванжніше ніж x_j . Таким чином створений організаційний граф буде відображати взаємозв'язки у структурі пріоритетів та відношення між ними.

Характеристики заходів кожного типу R_i на першому ієрархічному рівні поділяються на вектори показників $(k_1, k_2, \dots, k_h)$, де h — кількість груп показників, які можуть впливати на вибір заходів ОНС.

$\alpha_i(k)$ — коефіцієнти важливості окремих складових d_i ($i=1, 2, \dots, m$), m — кількість складових, що задовольняють умові нормування:

$$1 = \sum_{i=(1,m)} \alpha_i(k), \text{ де } \alpha_i \geq 0 \quad (1)$$

Групові оцінки α_i визначаються за формулою:

$$\alpha_i = \frac{\sum_{k=(1,n)} \alpha_i(k)}{n} \quad (2)$$

де k (1,2, ... n) — кількість евристичних оцінок.

(b, B) — елементи бальної шкали, наприклад, від 0 до 10 запис має вигляд (0, 10).

Кожній складовій, що оцінюється, ставиться у відповідність значення, яке визначається як середнє оцінок для цієї складової:

$$b_i = \frac{\sum_{k=(1,n)} b_{ki}}{n} \quad (3)$$

де b_{ki} — значення для i -ї складової k -ю евристичною оцінкою.

Ступінь узгодженості евристичних оцінок в цьому випадку оцінюється дисперсіями отриманих значень

$$\sigma_i^2 = \frac{\sum_{k=(1,n)} (b_{ki} - b_i)^2}{n - 1} \quad (4)$$

або коефіцієнтами варіації з відповідним середнім квадратичним відхиленням:

$$\nu_i = \frac{\sigma_i}{b_i}, \text{ де } \sigma_i = \sqrt{(\sigma_i^2)} \quad (5)$$

Згруповані евристичні оцінки визначаються як:

$$\alpha_i = \frac{\sum_{k=(1,n)} b_{ki}}{\sum_{k=(1,n)} \sum_{i=(1,m)} b_{ki}} \quad (6)$$

Для випадку, коли менше значення ієрархічного показника, за яким ранжовано доцільність реалізації заходів, вказує на більшу ефективність певного заходу ОНС, оцінка булевої змінної a_{ij} переваги (i, j) здійснюється за формулою:

$$a_{ij} = \frac{(B \times k_{ij}^{\max} - (B - b) \times k_{ij} - b \times k_{ij}^{\min})}{k_{ij}^{\max} - k_{ij}^{\min}} \quad (7)$$

І, навпаки, для випадку, коли більше значення ієрархічного показника, за яким ранжовано доцільність реалізації заходів, вказує на більшу ефективність певного заходу ОНС, оцінка булевої змінної a_{ij} переваги (i, j) здійснюється за формулою:

$$a_{ij} = \frac{(b \times k_{ij}^{\max} + (B - b) \times k_{ij} - B \times k_{ij}^{\min})}{k_{ij}^{\max} - k_{ij}^{\min}} \quad (8)$$

Евристична бальна оцінка у загальному вигляді доцільності реалізації заходу ОНС визначається наступним чином:

$$K(R_m) = \sum_{i=(1,h)} \sum_{j=(1,h)} x_i x_{ij} x_{ij}^m \quad (9)$$

де m — кількість варіантів.

Порівняння запропонованих евристичних бальних оцінок дозволяє ранжувати заходи у відповідності до функції цілі із урахуванням їх переваг, доцільності, важливості тощо.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. У статті наведено базис математичної моделі із застосуванням експертно-евристичних та процедур сумісного використання матричних парних порівнянь і теорії графів, які адаптовані до критеріально-орієнтованого визначення раціональних рішень і пропозицій з перших чотирьох груп рангових змінних.

Модель дозволяє побудувати графо-аналітичну структуру взаємозв'язків проектних пріоритетів з умовами ОНС та відношень між ними для існуючого переліку проектних рішень і пропозицій, та визначити серед них ті, що мають найвищу ступінь узгодженості і значення експертно-евристичних оцінок. Це наближує результати організаційно-технологічного та, зокрема, ресурсно-календарного планування проектів будівництва і реконструкції з умовами ОНС до фактичних показників реалізації, раціонального вибору організаційних та технологічних варіантів організації будівництва для розширеного відтворення природних ресурсів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Антипенко Є. Ю. Організаційно-технологічне моделювання підготовки та впровадження будівельних проектів: Монографія / Є.Ю. Антипенко. — Запоріжжя: Видавництво "РДЦ Дизайн Груп", 2010. — 386 с.

2. Доненко И.В. Формирование параметров существенных условий договоров подряда строительными организациями / И.В. Доненко, Е.Ю. Антипенко, Л.В. Яровая, А.А. Бобраков // *Научный вестник строительства: Сборник научных работ*. – Харьков: ХДТУБА, 2010., – №61. – С. 340-345.

3. Липидус А.А. Математическая модель оценки обобщенного показателя экологической нагрузки при возведении строительного объекта / А.А. Липидус, А.Ю. Бережный // *Вестник МГСУ*. 2012. № 3. С. 149-153.

4. Шутенко Л.М. Еколого-економічні проблеми в будівельній галузі та шляхи їх вирішення / Л.М. Шутенко, Ф.В.Стольберг, В.І.Торкатюк // *Комунальне господарство*. – Харків: ХНАМГ, 2008. – №81. – С.79-110.

АННОТАЦИЯ

Материал работы посвящен обобщению особенностей ранжирования экспертных и эвристических оценок организационно-технологических решений с условиями охраны окружающей среды и разработке соответствующей модели их учета. В работе приведена прикладная методика эвристических оценок целесообразности реализации мероприятий по охране окружающей среды с формализацией взаимосвязей и отношений между ними в сводной структуре приоритетов с сочетанием теории графов, булевой алгебры и матричных преобразований.

Ключевые слова: организационно-технологические решения, мероприятия по охране окружающей среды, экспертная оценка, ранжирование, эвристические оценки, организационный граф, парные сравнения.

ANNOTATION

Material of work devoted to the generalization of features ranging expert and heuristic evaluations of organizational and technological solutions to the conditions of environmental protection and the development of their respective accounting model. The paper shows the methodology applied heuristic expediency of implementation of environmental protection measures assessments by the formalization of the relationship and the relationship between them in a consolidated structure with a combination of priorities graph theory, Boolean algebra and matrix transformations.

Keywords: organizational and technological solutions for environmental measures, expert evaluation, ranking, heuristic evaluation, organizational graph paired comparisons.

УДК 691.002

Парута В.А. к.т.н.; Брынзин Е.В. к.т.н.; Гнып О.П. к.т.н.; Лавренюк Л.И. к.т.н., ОГАСА, г. Одесса

БАЗОВЫЕ ПРИНЦИПЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШТУКАТУРНЫХ РАСТВОРОВ

АННОТАЦИЯ

Недостатком применяемых штукатурных покрытий является то, что им всем, в той или иной мере, присуще трещинообразование, которое приводит к снижению долговечности стеновой конструкции. Это происходит из-за того, что при проектировании свойств и состава, не в полной мере учитывают его работу в составе стеновой конструкции. В статье сформулированы базовые принципы и критерии которыми следует руководствоваться при проектировании свойств и составов штукатурных растворов, приведены компоненты при помощи которых решалась данная проблема и как результат, снижение напряжений в системе "кладка-штукатурное покрытие" и повышение трещиностойкости штукатурного покрытия.

Ключевые слова: стеновая конструкция, штукатурные покрытия, базовые принципы проектирования свойств и составов штукатурных растворов.

Введение. Оштукатуривание стен из автоклавного газобетона, с последующей отделкой, является эффективным технико-экономическим решением. Недостатком применяемых составов является то, что им всем, в той или иной мере, присуще трещинообразование, которое приводит к разрушению штукатурного покрытия, снижению долговечности стеновой конструкции [1-5].

Это происходит из-за того, что при проектировании состава штукатурного покрытия, не в полной мере учитывают его работу в составе стеновой конструкции. Нормативные требования, предъявляемые к ним противоречивы и, по нашему мнению, не всегда обоснованы. Так прочность при сжатии должна составлять 1,5-7,5 МПа (Россия), 2,5МПа (Украина) и 10 МПа (Германия), прочность на изгиб 1-1,25МПа (Украина) и 2 МПа (Россия), адгезия к кладке 0,15 МПа (Россия) и 0,5МПа (Украина).

Таблица 1. Напряжения в штукатурном покрытии от усадочных деформаций

Марка раствора	E, МПа	$\Delta\epsilon$, мм/м	μ	ν	σ , МПа	R _t , МПа	R _p , МПа
25	$4 \cdot 10^3$	0,3...0,8	0,3	0,5	0,85-2,28	0,3	0,4
50	$6 \cdot 10^3$	0,3...0,8	0,3	0,5	1,28-3,42	0,35	0,5
100	$14 \cdot 10^3$	0,3...0,8	0,3	0,5	3,0-8,0	0,4	0,6

R_t — расчетное сопротивление растяжению для расчета по образованию трещин, R_p — расчетное разрушающее напряжение

Цель. Штукатурный раствор, для любых стеновых материалов, следует рассматривать как покрытие, связанное с кладкой через контактную зону. Проектирование составов и свойств необходимо вести с учетом процессов протекающих при твердении штукатурного покрытия и напряжений, возникающих в штукатурном покрытии из-за его усадки и разницы деформаций с кладкой при твердении, а также деформаций стеновой конструкции и самого покрытия при эксплуатации. Необходимо обеспечить снижение напряжений в штукатурном покрытии и контактной зоне до величин, меньших, чем разрушающее напряжение.

Разрушение штукатурного покрытия связано с образованием, накоплением и развитием дефектов в структуре материала (микро- и макротрещин), которые образуются при нанесении, твердении и

эксплуатации. Особенностью процесса твердения штукатурного раствора является то, что гидратация цемента протекает при недостаточном количестве воды, из-за ее интенсивного испарения и поглощения пористым основанием. В этих условиях формируется дефектная структура цементного камня, образуются неравновесные, метастабильные поликристаллические новообразования. Твердение при пониженном В/Ц приводит к неполной реализации вяжущего потенциала цемента, падению прочности, повышенному трещинообразованию и снижению долговечности затвердевшего штукатурного покрытия [8, 9, 10].

Происходит усадка штукатурного раствора (0,3...5 мм/м) [1], а так как газобетонная кладка содержит эти деформации, то возникают напряжения в штукатурном покрытии (δ) (табл.1), которые превы-

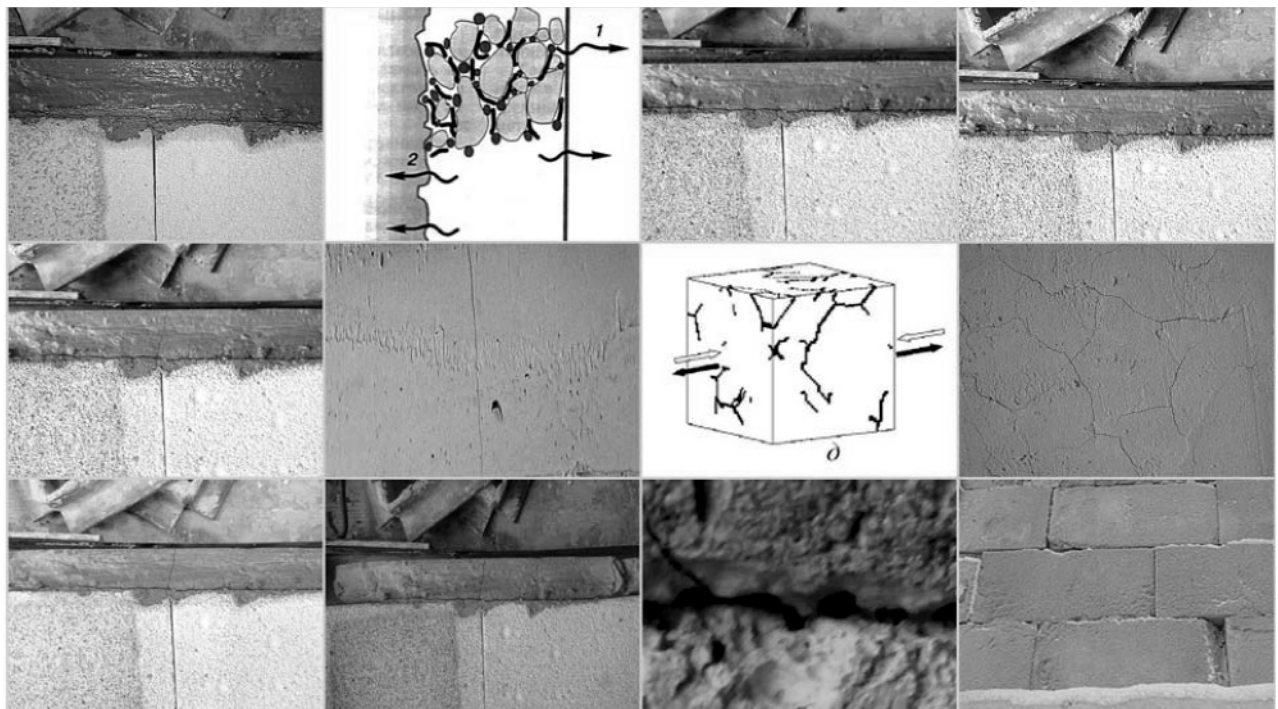


Рис. 1. Трещинообразование в системе "газобетонное основание — штукатурное покрытие"

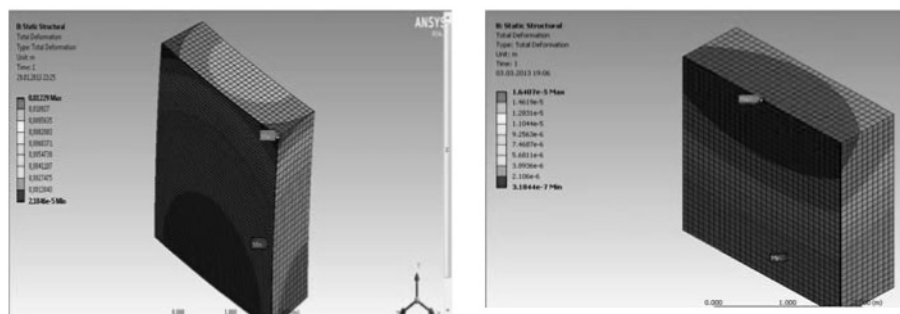


Рис. 2. Изополя деформаций ограждающей конструкции

шают его предел прочности при растяжении:

$$\delta = \Delta \epsilon \cdot \nu \cdot E / (1 - \mu) \quad (1)$$

где: E и μ — модуль упругости и коэффициент Пуассона штукатурного покрытия; ν — коэффициент упругопластических деформаций раствора при растяжении; $\Delta \epsilon$ — разность деформаций штукатурки и газобетонного основания [5].

Из-за этих напряжений и из-за того, что уменьшение степени гидратации цемента привело к снижению предельной растяжимости материала на 20...50% [3, 5, 6], происходит трещинообразование в штукатурном покрытии, на поверхности и в объеме материала, а также в контактной зоне с газобетонным основанием (Рис.1.).

При эксплуатации стеновая конструкция испытывает тепло-влажностные деформации под воздействием внешней среды, что также создает растягивающие напряжения в штукатурном покрытии и контактной зоне с кладкой (Рис. 2).

Градиент деформаций и напряжений наблюдается как в кладке (рис. 3а), так и в штукатурном покрытии (рис. 3б), а из-за разности коэффициен-

тов температурного расширения возникают деформации и напряжения сдвига (τ) в контактной зоне "кладка — штукатурное покрытие" (рис.3).

$$\tau = [\Delta T_1 \alpha_1 - \Delta T_2 \alpha_2] / [1/E_1 + 1/E_2] \quad (2)$$

где: τ — напряжение сдвига от температурных деформаций, кгс/см²; $\Delta T_1, \Delta T_2$ — разность температуры штукатурного покрытия и кладки, С⁰; α_1, α_2 — коэффициент термического расширения кладки и штукатурного покрытия; E_1, E_2 — модули упругости кладки и штукатурного покрытия, кгс/см².

Это приводит к зарождению новых микротрещин в штукатурном покрытии, развитию макротрещин и магистральных трещин в нем и в контактной зоне между газобетонной кладкой и штукатурным покрытием, отслоению штукатурного покрытия и разрушению стеновой конструкции.

Для того, чтобы избежать протекания, вышеописанных деструктивных процессов, образования дефектной структуры штукатурного раствора и контактной зоны его с газобетонным основанием, необходима целенаправленная модификация материала. Поставленная цель обеспечивается примени-

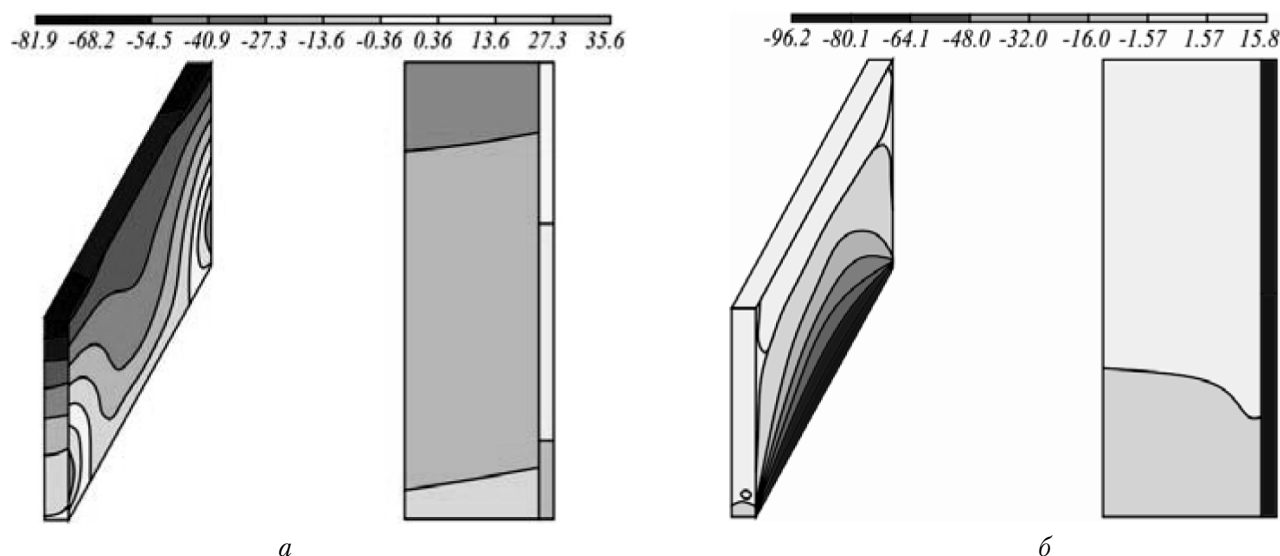


Рис. 3. Изополя деформаций (а) и напряжений (б) в стеновой конструкции и штукатурном покрытии

ем: 1. Цементно-известкового вяжущего. 2. Заполнителей с низким модулем упругости (карбонатного, из газобетона, керамзитового, перлитового, вермикулитового и др.). 3. Эфиров целлюлозы. 4. Редиспергируемых полимерных порошков. 5. Микродисперсного армирования (полимерная фибра).

Их применение позволит: - увеличить водоудерживающую способность и обеспечить оптимальные условия для гидратации вяжущего, улучшить тиксотропные свойства растворной смеси;

— уменьшить величину усадочных деформаций и напряжений, при нанесении и твердении, количество усадочных трещин в штукатурном покрытии;

— увеличить растяжимость (деформативность) затвердевшего штукатурного покрытия;

— увеличить трещиностойкость штукатурного покрытия (за счет релаксации напряжений как при твердении, так и при эксплуатации), замедлить развитие трещин образовавшихся на стадии нанесения и твердения;

— уменьшить внутрискруктурные напряжения и снизить вероятность образования дефектов структуры на стадии эксплуатации;

— обеспечить формирование достаточно эластичной, прочной и трещиностойкой контактной зоны штукатурного покрытия и газобетонного основания, обеспечивающую совместную работу системы без разрушения;

— увеличить долговечность штукатурного покрытия и стеновой конструкции.

При проектировании штукатурных растворов необходимо ориентироваться на определенные критерии. Штукатурное покрытие необходимо рассчитывать на прочность и образование трещин при растяжении и изгибе, а также на отрыв от кладки. При этом необходимо учитывать усилия, возникающие от воздействия усадки, ветровых, температурных и влажностных нагрузок собственного веса:

1. Напряжения в покрытии (δ), из-за его усадки и разницы деформаций с кладкой ($\Delta \epsilon$):

$$\delta = \Delta \epsilon \nu E / (1 - \mu) \quad (3)$$

должны быть меньше расчетного напряжения на растяжение по образованию трещин и разрушающего напряжения. E и μ — модуль упругости и коэффициент Пуассона штукатурного покрытия; $\Delta \epsilon$ — разность деформаций штукатурки и газобетонного основания; $\mu < 1$ — коэффициент упругопластических деформаций раствора при растяжении.

2. Проверку прочности необходимо производить по величинам напряжений, полученным в результате расчета напряжений в покрытии от собственных деформаций и деформаций стеновой конструкции при эксплуатации:

$$\frac{N_k}{A_k \cdot R_p} \pm \frac{M_k}{W_k \cdot R_u} \leq 1 \quad (4)$$

где N_k — продольная сила, кН; M_k — изгибающий момент, кН·м; A_k — площадь элемента, м²; W_k — момент сопротивления элемента, м³; R_p — кратковременный предел прочности при растяжении штукатурного покрытия, кПа; R_u — кратковременный предел прочности штукатурного покрытия на изгиб, кПа.

3. Величина напряжений в штукатурном покрытии при деформации кладки:

$$\delta = 2 \cdot (1 - \mu) \cdot h \cdot E \cdot \epsilon \quad (5)$$

должна быть меньше расчетного напряжения на растяжение по образованию трещин и разрушающего напряжения.

4. Проверка прочности сцепления штукатурного слоя с кладкой выполняется по формуле:

$$\delta = F_k / A_k < R_a \quad (6)$$

где F_k — реакция в податливой связи метода конечных элементов, кН; A_k — площадь элемента, м²; R_a — расчетный предел прочности сцепления штукатурного покрытия с газобетонным основанием, кПа.

5. Сдвигающее напряжение (τ) должно быть меньше прочности сцепления покрытия с кладкой и определяется по формуле (2).

Такой материал будет иметь большую деформативность, меньший модуль упругости, что приведет к повышению его трещиностойкости. Если например в цементной штукатурке, с пределом прочности при сжатии 5-10 МПа, при растяжении 1,5 МПа, деформациями усадки 0,7 мм/м и средним модулем упругости 15 000 МПа (10 000-30000 МПа), растягивающие напряжения в среднем составляют: $\delta = 15\,000 \cdot 0,7 = 10,5$ МПа (7-21 МПа). Что в 5 — 42 раза, превышает предел прочности штукатурки при растяжении.

То в полимерцементном штукатурном покрытии с деформацией (0,3-0,4 мм/м), модулем упругости составит 500-2500 МПа, растягивающие напряжения составят 0,2-1,0 МПа, что в 1,5-7,5 раз меньше предела прочности штукатурки при растяжении. Учитывая, что растяжимость полимерцементного раствора в 6-10 раз больше чем у немо-

дифицированного, снижение модуля упругости позволит уменьшить напряжения и трещинообразование в штукатурном покрытии.

Уменьшение модуля упругости штукатурного покрытия приведут к уменьшению напряжений сдвига (τ), которые предопределяют развитие трещины в контактной зоне с газобетонным основанием. Сдвигающее напряжение (τ) рассчитывается по формуле (2).

Если при модуле упругости газобетона D400 — 1250-1734 МПа, цементной штукатурки 15000 МПа, $\alpha_1 = 8 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, известкового раствора (1:4) $\alpha_2 = 9 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$; цементного раствора (1:4) $\alpha_2 = 10,4 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$, сложного раствора $\alpha_2 = 6 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ [39,248]; $\Delta T_1 = \Delta T_2 = 50^{\circ}\text{C}$ напряжения сдвига составят: для обычных растворов 0,14 МПа, то для модифицированных 0,08 МПа.

Как мы уже отмечали, величины напряжений в штукатурном покрытии зависят от свойств материала кладки и штукатурного покрытия. При помощи программы "Ли́ра" и двухфакторного плана, был произведен расчет величин напряжений в штукатурном покрытии при широкой комбинации вариантов этих показателей. При минимальной

прочности, средней плотности и модуле упругости (4а,б) и при максимальной прочности, средней плотности и модуле упругости (4в,г).

При отрицательных температурах наибольшее влияние на напряженное состояние штукатурного покрытия оказывают его собственные свойства. При уменьшении средней плотности, прочности и модуля упругости, напряжения сжатия в штукатурном покрытии уменьшаются (Рис.5а). При плюсовых температурах на напряженное состояние штукатурного покрытия оказывает влияние, как свойства штукатурного покрытия, так и газобетонной кладки. При уменьшении средней плотности, прочности при сжатии и модуля упругости материала кладки и штукатурного раствора, напряжения в штукатурном покрытии также существенно уменьшается (рис. 5 б).

Выводы. Нормативные требования, предъявляемые к штукатурным растворам для стен из автоклавного газобетона противоречивы и, по нашему мнению, не всегда обоснованы. Необходимы критерии для назначения свойств материала (прочность при сжатии и при изгибе, адгезия и др.), должны быть напряжения, возникающие в штука-

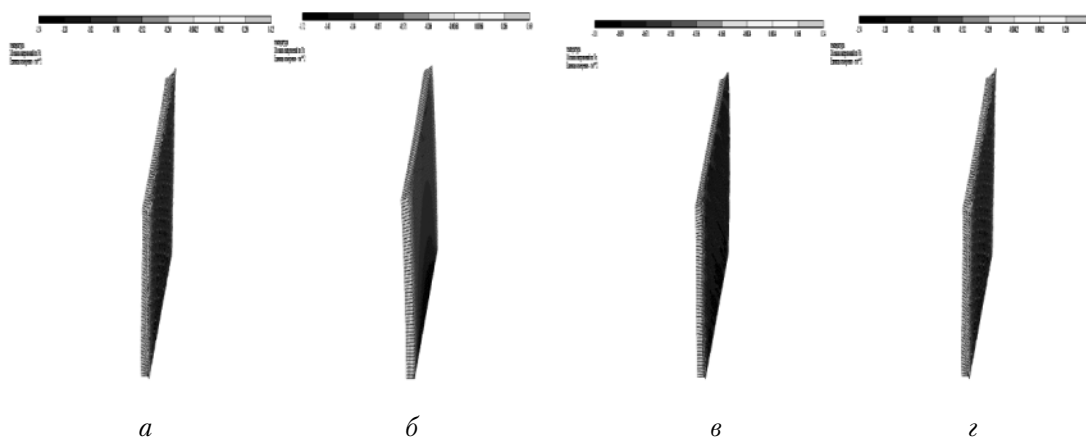


Рис. 4 Напряжения в штукатурном покрытии при различных свойствах кладки и штукатурного покрытия

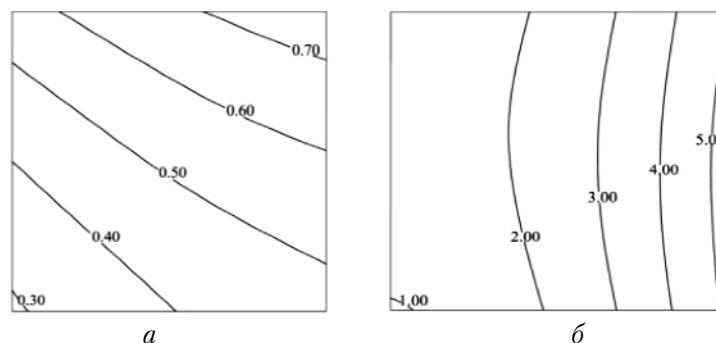


Рис. 5 Напряжения в штукатурном покрытии из-за температурных деформаций при минусовых (а) и плюсовых температурах (б)

турном покрытии при твердении и эксплуатации.

Штукатурный раствор следует рассматривать как покрытие, связанное с кладкой через контактную зону. Необходимо выбирать компоненты смеси и их количество с учетом процессов протекающих при твердении штукатурного покрытия и разрушении системы "кладка-штукатурное покрытие". Их применение должно обеспечить снижение напряжений в штукатурном покрытии и контактной зоне до величин, меньших, чем, разрушающие напряжения.

В статье приведены компоненты при помощи которых решалась данная проблема и как результат, снижение напряжений в системе "кладка-штукатурное покрытие" и повышение трещиностойкости штукатурного покрытия.

ЛИТЕРАТУРА

1. Парута В.А., Особенности технологии возведения и эксплуатации наружных стен из автоклавного газобетона / Парута В.А., Семина Ю.А., Столяр Е.А., Устенко А.В., Брынзин Е.В. // Строительные материалы, оборудование, технологии 21 века. — 2012.- №12.- С. 35-39. Библиогр.:11назв.

2. Гранау Э. Предупреждение дефектов в строительных конструкциях/М. Стройиздат,1980.- 217 с..ил.-Библиогр.:с.205-217

3. Сажнева Н.Н., Сажнев Н.П., Урецкая Е.А. Защитные системы для отделки ячеистого бетона пониженной плотности / Сажнева Н.Н., Сажнев Н.П., Урецкая Е.А. // Строительные материалы. 2009. -№1. С. 17-19. Библиогр.:8 назв.

4. Халимов Р.К. Исследование совместной работы строительных материалов в составе современных многослойных теплоэффективных наружных стен зданий: дис....канд. технич. наук, Специальность: 05,23.05 — Строительные материалы и изделия; Уфа., 2007. -178с.

5. Я. Паплавскис Требования к штукатурным составам для наружной отделки стен из ячеистых бетонов / Я. Паплавскис, А. Фрош// Проблемы эксплуатационной надежности наружных стен на основе автоклавных газобетонных блоков и возможности их защиты от увлажнения. Штукатурные составы для наружной отделки стен из газобетона. — СПб.: Изд-во. Политехнического ун-та, 2010, — С.10-15. Библиогр.:7 назв.

6. Struble L. Microstructure and Fracture at the Cement Paste-Aggregate Interface. Микроструктура и трещинообразование на поверхности раздела

между цементным камнем и заполнителем / Struble L. //Bond. Cementitious Compos.: Symp., Boston, Mass.1987. -Pittsburgh (Pa), -1988. -pp.11-20.

7. Галкин С.Л., Сажнев Н.П., Соколовский Л.В., Сажнева Н.Н. "Применение ячеистобетонных изделий. Теория и практика", "Стринко", Минск, 2006., 448с.

8.Powers T.S. A Hypothesis on carbonation shrinkage. Journal of Portland Cement Association. -Research Development Laboratoru. 1962, v.4, No.2.pp.26-31.

9. Vasicek J. Trvanlivost a odolnost autoklavovanych porovitych betonu pri posobeni susnych vnejsich jevu. - Stavivo, 1965. № 6.,pp.24-28.

АНОТАЦІЯ

Недоліком штукатурних покриттів є те, що їм всім, в тій чи іншій мірі, властиве тріщиноутворення, яке призводить до зниження довговічності стінової конструкції. Це відбувається через те, що при проектуванні властивостей і складу, не в повній мірі враховують його роботу в складі стінової конструкції. У статті сформульовані базові принципи та критерії якими слід керуватися при проектуванні властивостей і складів штукатурних розчинів, наведені компоненти за допомогою яких вирішувалася дана проблема і як результат, зниження напружень в системі "кладка-штукатурні покриття" і підвищення тріщиностійкості штукатурного покриття.

Ключові слова: стінова конструкція, штукатурні покриття, базові принципи проектування властивостей і складу штукатурних розчинів.

ANNOTATION

The lack of the applied clout coverages is that by it all, in one or another measure, inherently treschinnobrazovanie, which privo-dit to the decline of longevity of a wall construction. It takes place because at planning of properties and composition, not to a full degree take into account his work in composition a wall construction.

In the article base principles and criteria are formulated which it is necessary to follow at planning of properties and compositions of clout solutions, componenty is resulted through which this problem decided and as a result, decline of tensions in the system "laying-clout coverage" and increase of treschinostoykosti of clout coverage.

Keywords: wall construction, clout coverages, proek-tirovanie compositions of clout solutions.

УДК 693.61

*Терновий В.І., к.т.н., професор; Уманець І.М.
к.т.н., доцент, КНУБА; Стоян О.В.
ПрАТ "Термінал-М" м. Київ*

ЗАЛЕЖНІСТЬ ПОКАЗНИКІВ МІЦНОСТІ ШТУКАТУРКИ SILTEK PM-10 ВІД ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЧИННИКІВ

АНОТАЦІЯ

В роботі приведені результати досліджень міцнісних показників штукатурки Siltek PM-10 при її нанесенні на внутрішні поверхні стін із керамзито-бетонних блоків. Досліджено залежності міцності на розтяг від вигину, стиску та зчеплення з основою від зміни технологічних чинників — ступінь ґрунтування поверхні, вологість поверхні, рухомість розчинної суміші. Встановлено, що для досягнення досліджуваною штукатуркою унормованих міцнісних показників за вологості основи 0,6 — 2,2 %, розчинна суміш повинна мати рухомість 8 см, а основа може бути не ґрунтована або ґрунтована 100 % концентрацією ґрунтівки. Для досягнення досліджуваною штукатуркою нормативних міцнісних показників за вологості основи 2,2 % розчинна суміш повинна мати рухомість 8 см, а основа може мати різну ступінь ґрунтування (не ґрунтована та ґрунтована ґрунтівкою Siltek E-100 з концентрацією 0 — 100 %).

Ключові слова: технологічні чинники (вологість поверхні, ступінь ґрунтування поверхні, рухомість розчинової суміші), міцнісні показники штукатурки.

Вступ. Із практики штукатурення вапняними і цементно-вапняними штукатурками стін виготовлених із легкобетонних та керамзитобетонних блоків відомо, що міцність зчеплення штукатурки з такими поверхнями недостатня, а тому часто до поверхні кріплять дорогу штукатурну сітку.

Приватне акціонерне товариство "Термінал-М" виготовляє суху будівельну цементно-вапняну суміш Siltek PM-10 для машинного штукатурення в сухих приміщеннях будівель внутрішніх поверхонь, що не деформуються. У рекомендаціях до застосування суміші [1] відмічено, що поверхні до штукатурення необхідно обробити ґрунтівкою Siltek E-100, а у рекомендаціях до застосування ґрунтівки відмічено, що її можна наносити на по-

верхню одним або декількома шарами в залежності від водопоглинання поверхні. На поверхнях із якого матеріалу слід застосовувати таку технологію штукатурення не вказано.

Також відомо, що об'єми кладки зовнішніх стін із легких блоків, зокрема керамзитобетонних, у будівництві стрімко зростають. Це спричиняє необхідність досліджень міцності штукатурок на відмічених поверхнях з різними параметрами будівельної технології.

Мета досліджень полягала у вивченні залежностей міцнісних показників штукатурки від впливових технологічних чинників під час її влаштування для розроблення економічних способів досягнення її необхідної міцності.

Робоча гіпотеза наших досліджень передбачала, що міцнісні показники штукатурки формуються як її компонентним складом, так і технологією влаштування штукатурки.

Виклад основного матеріалу. В дослідженнях ми використали суху будівельну цементно-вапняну суміш Siltek PM-10 для машинного штукатурення внутрішніх поверхонь та поверхні із керамзитобетонних блоків, які виготовляє Промислова будівельна група "Ковальська".

Міцнісні показники штукатурки, які необхідно контролювати, ми прийняли за ДСТУ [2]. Це — міцність на розтяг від вигину, стиск та зчеплення з основою. Технологічні чинники, які мають суттєвий вплив на показники міцності взяті за дослідженнями [3] — ступінь ґрунтування поверхні, вологість поверхні, рухомість розчинної суміші.

Експериментальні дослідження виконали за несиметричним D — оптимальним трьохфакторним планом [4]. Технологічні чинники у експерименті мали наступні значення:

X_1 — ґрунтування поверхні: -1 — не ґрунтовано — 0%; 0 — концентрація ґрунтівки — 50 %; +1 — концентрація ґрунтівки — 100%;

X_2 — вологість поверхні — 1=0,6%; 0=1,4%; +1=2,2 %;

X_3 — рухомість розчинної суміші — 1=7см; 0=8см; +1=9см.

Міцність на розтяг від згину та зчеплення з основою ми розглянули в залежності від ступеня ґрунтування основи та рухомості розчинної суміші за фіксованого значення вологості основи (0,6; 1,4; 2,2 %).

Результати досліджень (Рис. 1, а) свідчать, що міцність на розтяг від згину штукатурки влашто-

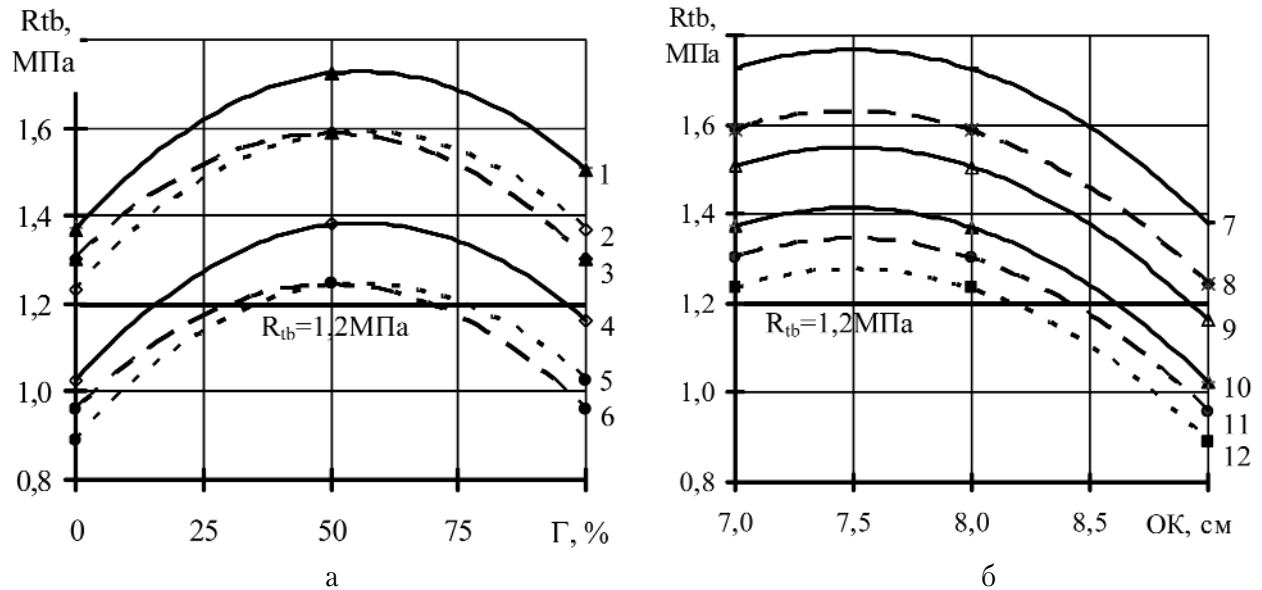


Рис. 1. Залежність міцність на розтяг у разі згину штукатурки: а — від ступеня ґрунтування основи за рухомості 7 см, 8 см, 9 см; б — від рухомості за ґрунтування основи 0%, 50%, 100%: 1 — $\omega_m = 2,2\%$; ОК=7см, 8 см; 2 — $\omega_m = 0,6\%$; ОК=7см, 8 см; 3 — $\omega_m = 1,4\%$; ОК=7см, 8 см; 4 — $\omega_m = 2,2\%$; ОК=9 см; 5 — $\omega_m = 0,6\%$; ОК=9см; 6 — $\omega_m = 1,4\%$; ОК=9см; 7 — $\Gamma = 50\%$ $\omega_m = 2,2\%$; 8 — $\Gamma = 50\%$ $\omega_m = 0,6\%$ і $\Gamma = 50\%$ $\omega_m = 1,4\%$; 9 — $\Gamma = 100\%$ $\omega_m = 2,2\%$; 10 — $\Gamma = 0\%$ $\omega_m = 2,2\%$ і $\Gamma = 100\%$ $\omega_m = 0,6\%$; 11 — $\Gamma = 100\%$ $\omega_m = 1,4\%$ і $\Gamma = 0\%$ $\omega_m = 1,4\%$; 12 — $\Gamma = 0\%$ $\omega_m = 0,6\%$

ваної на основах з вологістю 0,6 — 2,2 % із розчинної суміші з рухомістю 7 і 8 см зі зміною ступеня ґрунтування основи перевищує необхідний рівень (1,2 МПа) і має найвище значення 1,73 МПа за концентрації ґрунтівки 50 %. Якщо розчинна суміш має рухомість 9 см, то міцність на розтяг від згину перевищить 1,2 МПа за вологості основи 2,2 % обробленої ґрунтівкою 15 — 80 % концентрації. Якщо ж основа має вологість 0,6 % або 1,4 % то ґрунтівка повинна мати концентрацію відповідно 37 — 77 % або 30 — 69 %.

Те ж саме (міцність на розтяг від згину 1,2 МПа і більше) можна досягти регулюванням рухомості розчинної суміші (Рис. 1, б). Так, за влаштування штукатурки на основі з вологістю 0,6 % ґрунтованою 100 % концентрацією ґрунтівки, рухомість розчинної суміші не повинна перевищувати 8,9 см. На основу з вологістю 0,6 % та 1,4 % за ґрунтування (0 % і 100 %) та з вологістю 2,2 % за відсутності ґрунтування (0 %) — рухомість розчинної суміші повинна знаходитись у межах 7,0 — 8,3 см.

Міцність зчеплення штукатурки з основою за нормою повинна бути не менше 0,3 МПа. Графічні залежності (Рис. 2, а-б) міцності зчеплення від зміни показника ґрунтування основи (0 — без ґрунтування; 50 %; 100 % — концентрація ґрунтівки) та від зміни рухомості розчинної суміші (осадка конуса — 7; 8; 9 см) побудовані на основі

аналітичних залежностей [5] мають нелінійний параболічний характер і представлені для фіксованої вологості основи: 0,6; 1,4; 2,2 %.

Міцність зчеплення штукатурки з основою має необхідне значення (0,3 МПа) за ступенем підготовки основи в інтервалі від 0% до 100% лише за вологості основи 2,2 % з рухомістю розчинної суміші 8 см (рис. 2, а) за вологості основи 0,6 % та 1,4 % і рухомості розчинної суміші 8 см у випадку підготовки основи зі ступенем близьким до 0 % та 100 %.

Рухомість розчинної суміші впливає на міцність зчеплення наступним чином. На основі з вологістю 0,6 % необхідна міцність досягається за відсутності ґрунтування або з ґрунтуванням основи ґрунтівкою 100 % концентрації і досягає значень 0,30 — 0,33 МПа лише у випадку використання розчинної суміші рухомістю 7,4 — 8,3 см (Рис. 3, б).

На основі з вологістю 1,4 % необхідна міцність зчеплення досягається за відсутності ґрунтування основи або ж з ґрунтуванням стандартною ґрунтівкою і досягає значень 0,30 — 0,31 МПа за використання розчинної суміші рухомістю 7,7 — 8,2 см.

На основі з вологістю 2,2 % міцність зчеплення з основою від 0,30 МПа до 0,38 МПа досягається за відсутності ґрунтування основи або ж з ґрунтуванням стандартною ґрунтівкою в разі використання розчинної суміші з рухомістю 7,2 — 8,7 см. Якщо основа проґрунтована 50 % водним розчином

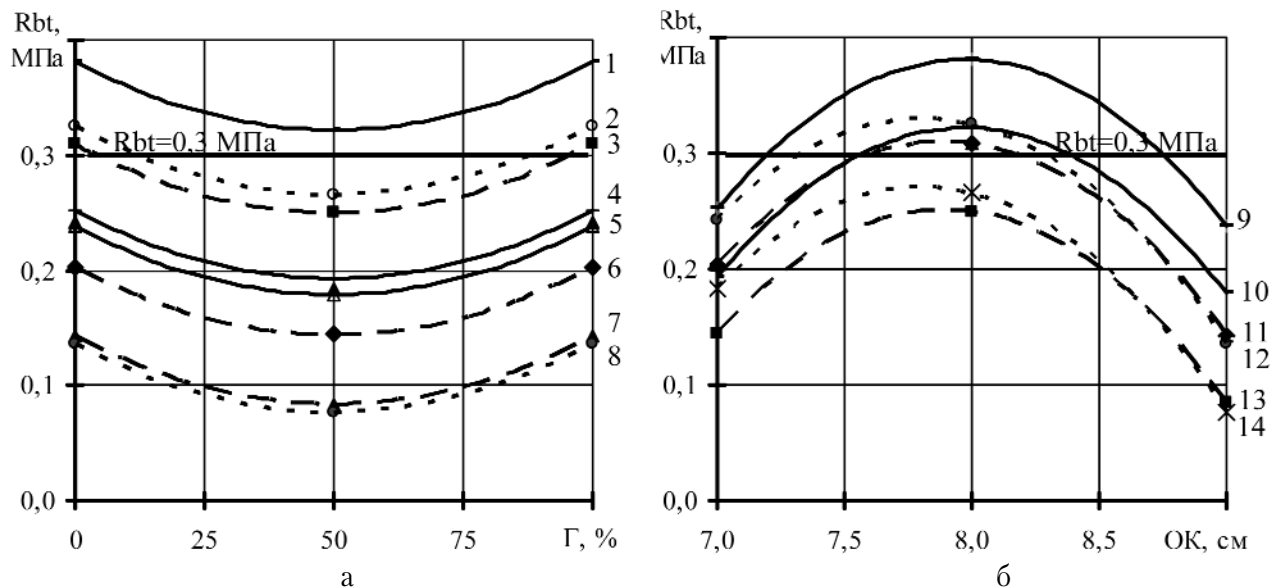


Рис. 2. Залежність міцності зчеплення штукатурки з основою: а – від ступеня ґрунтування основи за рухомості 7 см, 8 см, 9 см; б – від рухомості за ґрунтування основи 0%, 50%, 100%: 1 – $\omega_m = 2,2\%$; $OK = 8$ см; 2 – $\omega_m = 0,6\%$; $OK = 8$ см; 3 – $\omega_m = 1,4\%$; $OK = 8$ см; 4 – $\omega_m = 2,2\%$; $OK = 7$ см; 5 – $\omega_m = 0,6\%$; $OK = 7$ см і $\omega_m = 2,2\%$; $OK = 9$ см; 6 – $\omega_m = 1,4\%$; $OK = 7$ см; 7 – $\omega_m = 1,4\%$; $OK = 9$ см; 8 – $\omega_m = 0,6\%$; $OK = 9$ см; 9 – $\Gamma = 100\%$ і $\Gamma = 0\%$ за $\omega_m = 2,2\%$; 10 – $\Gamma = 50\%$ $\omega_m = 2,2\%$; 11 – $\Gamma = 0\%$ і $\Gamma = 100\%$ за $\omega_m = 1,4\%$; 12 – $\Gamma = 0\%$ і $\Gamma = 100\%$ за $\omega_m = 0,6\%$; 13 – $\Gamma = 50\%$ $\omega_m = 1,4\%$; 14 – $\Gamma = 50\%$ $\omega_m = 0,6\%$

стандартної ґрунтівки, то міцність зчеплення штукатурки з основою буде 0,30 – 0,32 МПа в разі рухомості розчинної суміші від 7,6 см до 8,3 см.

Міцність на стиск згідно нормативів повинна бути не нижчою 2,5 МПа. Експеримент і аналіз результатів показав, що ця міцність знаходиться у випуклій параболічній залежності від ступеня ґрунтування основи і майже у прямій залежності від рухомості розчинної штукатурної суміші (Рис. 3, а, б).

Графічні залежності міцності на стиск від зміни способу ґрунтування основи за постійної рухомості розчинної суміші приведені на Рис. 3, а.

За рухомості розчинної суміші 7 см в разі відсутності ґрунтування основи міцність на стиск має значення 4,17 МПа. В разі ґрунтування основи ґрунтівою з концентрацією 25 % міцність на стиск має своє найвище значення 4,36 МПа. Зі збільшенням концентрації ґрунтівки до 100 % міцність шту-

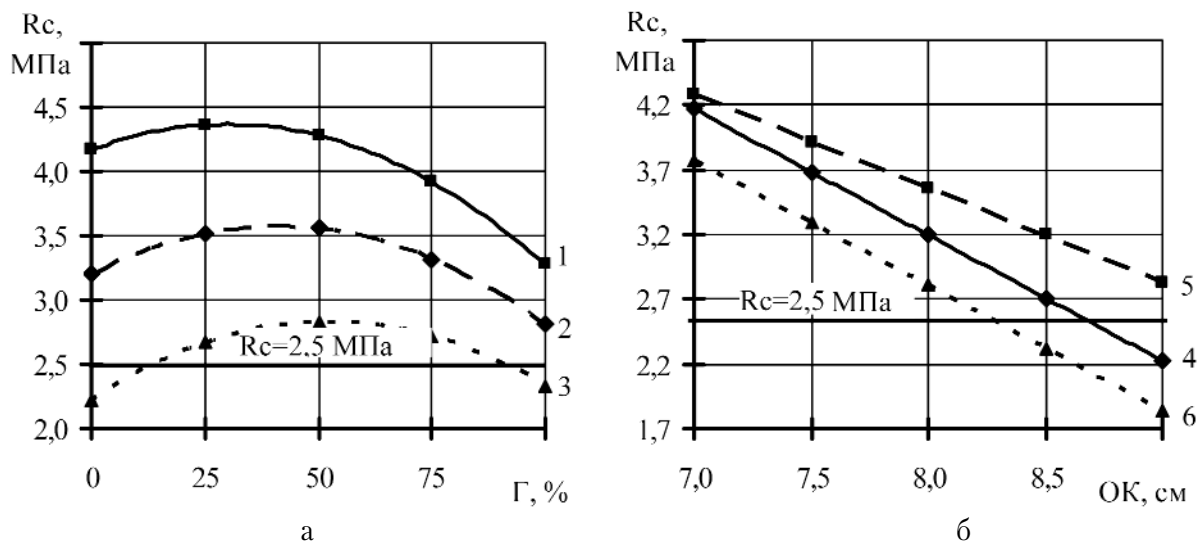


Рис. 3. Залежність міцності на стиск штукатурки: а – від ступеня ґрунтування основи за рухомості 1 – 7 см, 2 – 8 см, 3 – 9 см; б – від рухомості за ґрунтування основи 4 – 0%, 5 – 50%, 6 – 100%

Таблиця 1. Значення міцнісних показників штукатурки виготовленої з розчинної суміші рухомістю 8 см

Ступінь ґрунтування основи	Значення міцності на розтяг від згину та зчеплення (МПа) з основою за її вологості:			Вид міцності
	0,6 %	1,4 %	2,2 %	
Без ґрунтування	1,23 0,33	1,30 0,31	1,51 0,38	розтяг від згину* зчеплення з основою**
Ґрунтування 50 % концентрацією	1,59 0,27	1,59 0,25	1,72 0,32	розтяг від згину зчеплення з основою
Ґрунтування 100 % концентрацією	1,37 0,33	1,30 0,31	1,37 0,38	розтяг від згину зчеплення з основою

/* – необхідне значення $\geq 1,2$ МПа; /** – необхідне значення $\geq 0,30$ МПа;

катурки на стиск знижується до 3,28 МПа.

В разі рухомості суміші 8 см осадки конуса міцність штукатурки на основі без ґрунтування складає 3,2 МПа. За ґрунтування основи ґрунтівою з концентрацією 50 % міцність досягає максимальної величини (3,56 МПа), а зі збільшенням концентрації ґрунтовки до 100 % міцність має значення 2,81 МПа. Отже, за рухомості розчинної суміші 7 і 8 см міцність на стиск задовольняє вимоги норм в усіх можливих межах змін ґрунтування основи.

Застосування суміші з рухомістю 9 см забезпечує необхідну міцність на стиск за ґрунтування основи ґрунтівою з концентрацією від 13 % до 90 %. Міцність в цьому інтервалі ґрунтування рівна 2,5 МПа на краях інтервалу і досягає 2,83 МПа за використання ґрунтівки 50 % концентрації.

Графічні залежності міцності на стиск в залежності від рухомості розчинної суміші за певним способом ґрунтування основи наведені на Рис. 3, 6. За ґрунтування основи 50 % ґрунтівою міцність за рухомості розчинної суміші 7 см найвища (4,28 МПа) і лінійно знижується до 2,83 МПа в разі ОК = 9 см;

У разі влаштування штукатурки на основі без ґрунтування за рухомості розчинної суміші 7 см міцність штукатурки на стиск складає 4,17 МПа і лінійно знижується зі збільшенням рухомості суміші і досягає 2,22 МПа коли ОК суміші рівна

9 см. Отже, у цьому випадку значення міцності на стиск рівне 2,5 МПа знаходиться в інтервалі рухомості розчинної суміші 7,0 – 8,6 см;

Якщо основу ґрунтувати ґрунтівою зі 100 % концентрацією, то міцність штукатурки на стиск рівна і більше 2,5 МПа досягається в інтервалі рухомості суміші 7,0 – 8,3 см і має значення відповідно 3,78 МПа і 2,5 МПа.

У таблиці 1 наведені дискретні значення міцнісних показників штукатурки за влаштування її із розчинної суміші Siltek PM-10 рухомістю 8 см на основах з вологістю 0,6; 1,4; 2,2 % без ґрунтування та з ґрунтуванням ґрунтівою з концентрацією 50; 100 %.

Дані таблиці свідчать, що за рухомості розчинної суміші 8 см, на основах без ґрунтування та на ґрунтованих основах зі 100 % концентрацією ґрунтівки всі досліджені показники міцності задовольняють вимогам норм у інтервалі вологостей основи 0,6 – 2,2 %, а на основах з вологістю 2,2 % за рухомості розчинної суміші 8 см всі показники міцності задовольняють вимогам норм на всіх досліджуваних ступенях ґрунтування основи. Останнє співпадає з рекомендаціями виробника сухих будівельних сумішей. Міцність на стиск на всіх значеннях наведених у таблиці чинників більше 2,5 МПа, що задовольняє вимоги норм.

Висновки: 1. Для досягнення досліджуваною

штукатуркою унормованих міцнісних показників за вологості основи 0,6 – 2,2 % розчинна суміш повинна мати рухомість 8 см, а основа може бути не ґрунтована, що виявлено вперше або ґрунтована 100 % концентрацією ґрунтівки, що співпадає з рекомендаціями виготовлювача сухих будівельних сумішей Siltek PM-10.

2. Для досягнення досліджуваною штукатуркою нормативних міцнісних показників за вологості основи 2,2 % розчинна суміш повинна мати рухомість 8 см, а основа може мати різну ступінь ґрунтування (не ґрунтована та ґрунтована ґрунтовкою Siltek E-100 з концентрацією 0 – 100 %), що виявлено вперше.

ЛІТЕРАТУРА

1. *Будівельні суміші: каталог продукції 2013*. - К.: SILTEK.- 2013. — 105 с.
2. *ДСТУ-П Б В.2.7-126:2006. Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні умови.* — Чинн з 1.10.2006. — К.: УкрМінбуд, 2006. — 34 с
3. *Уманець І.М. Технологія влаштування санувальної перлітової штукатурки: автореферат дис. на здобуття наук. ступ. канд. техн. наук: спец. 05.23.08 "Технологія та організація промислового та цивільного будівництва"/ І.М. Уманець.* — К., 2012. — 19 с.
4. *Численные методы решения строительно-технологических задач на ЭВМ: Учебник / В.А. Вознесенский, Т.В. Ляшенко, Б.Л. Огарков; Под ред. В.А. Вознесенского.* — К.: В. шк., 1989. — 328 с.
5. *Дослідження міцності штукатурки Siltek PM-10 на поверхнях із керамзитобетонних блоків / В. В. Терновий, І. М. Уманець, О. В. Стоян, Н. Р. Антонюк // Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури.* — 2015. — № 60. — С. 285 — 292.

АННОТАЦИЯ

В работе приведены результаты исследований прочностных показателей штукатурки Siltek PM-10 при ее нанесении на внутренние поверхности стен с керамзито-бетонных блоков. Исследованы

зависимости прочности на растяжение от изгиба, сжатия и сцепления с основанием от изменения технологических факторов — степень ґрунтования поверхности, влажность поверхности, подвижность растворной смеси. Установлено, что для достижения исследуемой штукатуркой нормированных прочностных показателей при влажности основания 0,6 – 2,2% растворная смесь должна иметь подвижность 8 см, а основание может быть не основанным или основанная 100% концентрацией ґрунтовки. Для достижения исследуемой штукатуркой нормативных прочностных показателей при влажности основания 2,2% растворная смесь должна иметь подвижность 8 см, а основание может иметь различную степень ґрунтовки (не основанное и основанное ґрунтовкой Siltek E-100 с концентрацией 0 – 100%).

Ключевые слова: технологические факторы (влажность поверхности, степень ґрунтования поверхности, подвижность растворной смеси), прочностные показатели штукатурки.

ANNOTATION

In this work the results of researches strength indicators plaster Siltek PM-10 when it is applied to the inner wall surface of expanded clay-concrete blocks. The dependence tensile strength of bending, compression and adhesion to change the basis of technological factors — the degree of priming the surface, surface moisture, loose mortar mixture. It was established to achieve investigated plaster normalized strength indicators for moisture foundations 0.6 – 2.2% soluble blend of mobility should be 8 cm, and the base can be grounded or grounded 100% concentration of primers. To achieve investigated plaster normative strength indicators for moisture foundations 2.2% soluble blend of mobility should be 8 cm, and the base may have varying degrees of priming (not grounded and primers Priming Siltek E-100 with a concentration of 0 – 100%).

Keywords: technological factors (moisture basis, priming surfaces, loose mortar mixture), maintenance of physical and mechanical properties of plaster.

УДК 69.059

Хохлін Д.О., к.т.н.; Попок К.В., КНУБА, м. Київ

ОБСТЕЖЕННЯ КОНСТРУКТИВНОЇ СИСТЕМИ КАМ'ЯНИХ БУДІВЕЛЬ В СКЛАДНИХ ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНИХ УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

АНОТАЦІЯ

Наведена загальна сутність категорій технічного стану для окремих елементів та будівель в цілому. Розглянуті особливості категорій технічного стану при оцінці сейсмостійкості конструктивної системи будівлі. Запропоновані прикладні інженерні способи оцінки залишкової сейсмостійкості конструктивних систем. Наведена деталізація щодо визначення категорії технічного стану конструктивної системи на основі запропонованих способів оцінки залишкової сейсмостійкості з врахуванням пошкоджень для кам'яних будівель.

Ключові слова: обстеження, конструкції, кам'яні будівлі, пошкодження, сейсмостійкість.

Актуальність. Поширення в Україні таких складних інженерно-геологічних умов, як сейсмонезбезпека, просідаючі ґрунти, карст, підробка тощо призводять до підвищених деформацій і пошкоджень будівель і споруд, які, в свою чергу, є чинником зменшення стійкості до сприйняття інших

навантажень і впливів. Наприклад, пошкодження від значних нерівномірних деформацій основи (ЗНДО) можуть стати причиною суттєвого зниження сейсмостійкості. Отже, актуальним є питання обстеження й оцінки технічного стану будівель і споруд, пошкоджених під впливами складних інженерно-геологічних умов.

Складною проблемою є конкретна й обґрунтована оцінка стану кам'яних будівель з наявними пошкодженнями за потенціальної дії складного напружено-деформованого стану в несучих конструкціях. Особливо це стосується оцінки залишкової сейсмостійкості пошкоджених конструктивних систем, наголос на якій зроблений у даній статті.

Аналіз публікацій та досліджень. Проведений одним з авторів у роботі [1] аналіз наявних джерел показує обмеженість та фрагментарність даних і пропозицій щодо оцінки технічного стану, особливо в сейсмонезбезпечних умовах, кам'яних будівель і конструкцій з пошкодженнями. Зокрема, визначено, що необхідною є розробка класифікації пошкоджень і дефектів кам'яних будівель широкого спектру властивостей і чинників з точки зору їх впливу на сейсмостійкість, на основі якої створено чіткі та послідовні методики врахування різних видів пошкоджень у розрахунках.

Мета статті. Метою статті є формулювання та обґрунтування особливостей та положень обстеження конструктивних систем кам'яних будівель з пошкодженнями з наголосом на їх сейсмостійкість.

Таблиця 1. Сутність категорій технічного стану окремих елементів будівель і споруд

Категорія	Ознаки технічного стану
"1" нормальний	Елемент не має дефектів і пошкоджень та повністю відповідає вимогам нормативних документів і проекту.
"2" задовільний	Присутні окремі незначні дефекти, пошкодження, відхилення від вимог проекту і, навіть, нормативних документів, але які не викликають потреби в обмеженнях режиму експлуатації елементу, а також не потребують виправлення або можуть бути видалені в рамках поточного ремонту (технічного обслуговування).
"3" непридатний до нормальної експлуатації	Наявні суттєві дефекти, пошкодження, відхилення від вимог нормативних документів і проекту, які вимагають обмежень в експлуатації елемента (він може продовжувати експлуатуватися в обмеженому режимі), при цьому можливо гарантувати безпеку для життя та здоров'я людей, а також екологічну безпеку та збереженість цінного майна до проведення заходів з ремонту, відновлення, підсилення або заміни елементу.
"4" аварійний	Наявні критичні дефекти, пошкодження, відхилення від вимог нормативних документів і проекту, які вимагають припинення експлуатації елемента з причини неможливості гарантувати безпеку для життя та здоров'я людей, екологічну безпеку та збереженість цінного майна до проведення заходів з відновлення, підсилення або заміни елементу. Можливе присвоєння при повній непрацездатності елементу або за умови, коли його відновлення (підсилення) є повністю техніко-економічно недоцільним.

Таблиця 2. Сутність категорій технічного стану будівель і споруд в цілому

Категорія	Ознаки технічного стану
"1" нормальний	Всі елементи та конструкції віднесено до категорії технічного стану "1". Повна відповідність вимогам діючих нормативних документів і проекту. Допускається не- обхідність незначного поточного ремонту окремих конструкцій та елементів.
"2" задовільний	Є конструкції з технічним станом категорії "2" і відсутні конструкції категорії відповідальності А1, А або Б з технічним станом категорії "3" або "4" (допускається наявність окремих конструкцій категорії відповідальності В з технічним станом категорії "3"). Допускаються окремі незначні відхилення від вимог проекту та нормативних документів, які не викликають потреби в обмеженнях режиму експлуатації об'єкту, а також не потребують виправлення або можуть бути видалені в рамках поточного ремонту (технічного обслуговування).
"3" непридатний до нормальної експлуатації	Є конструкції категорії відповідальності А1, А або Б з технічним станом категорії "3" і відсутні конструкції цих категорій відповідальності з технічним станом категорії "4" (див. примітку); допускається наявність окремих конструкцій категорії відповідальності В з технічним станом категорії "4" за умови відсутності (забезпеченні) небезпеки від них для життя і здоров'я людей, цінного майна та довкілля. Є необхідність у капітальному ремонті об'єкту або обмеженнях в режимі його експлуатації, але при цьому можливо гарантувати або забезпечити безпеку для життя та здоров'я людей, а також екологічну безпеку та відсутність надвеликих матеріальних збитків до проведення заходів з приведення у задовільний або нормальний стан.
"4" аварійний	Є конструкції категорії відповідальності А1, А або Б з технічним станом категорії "4" (див. примітку). Неможливо гарантувати або забезпечити безпеку для життя та здоров'я людей, екологічну безпеку та відсутність надвеликих матеріальних збитків до проведення заходів з приведення у задовільний або нормальний стан об'єкту. Можливе присвоєння за умови повного вичерпання експлуатаційної придатності (відновлення або реконструкція є повністю техніко-економічно недоцільними).

Примітка: для КТС "3" та "4" достатньо однієї з наведених ознак (розділені точками на окремі речення). Обстеження та оцінка технічного стану можуть бути проведені для окремих частин об'єкта, при цьому окрема частина об'єкта може бути віднесена до гіршої категорії технічного стану, ніж об'єкт в цілому. Ця категорія може не розповсюджуватись на інші частини об'єкта за умови, що небезпека від дефектів і пошкоджень виділеної ділянки, які стали підставою погіршеної КТС, має локальний характер.

Виклад основного матеріалу. Одним з основних завдань обстеження є формалізоване присвоєння якісної характеристики технічного стану: категорії технічного стану (КТС). Згідно переважної більшості діючих в Україні нормативних документів та остаточної редакції нових комплексних [2-4] передбачено 4 категорії технічного стану: "1" — нормальний (справний, добрий); "2" — задовільний (працездатний, роботоспроможний); "3" — непридатний до нормальної експлуатації (обмежено працездатний, незадовільний); "4" — аварійний (непрацездатний). Аналіз показав, що вони мають єдину сутність, яка відображена для окремих елементів і об'єкта в цілому в табл. 1 та 2 (іншу деталізацію з роз'ясненнями можна знайти в [2], загальний алгоритм обстеження кам'яних будівель за наявності сейсмонебезпеки та такого характерного випадку чинника ЗНДО, як просідаючі ґрунти — у [5]).

Оцінка сейсмостійкості об'єкта має певні особливості, які відображаються у необхідності аналізу роботи конструктивної системи в цілому, а також аварійному характері впливу. З врахуванням того, що при сейсмічних коливаннях просторова система будівлі працює як суцільна, не завжди суттєве зниження несучої здатності окремих несучих конструкцій є ознакою відповідного стану системи. Горизонтальні сейсмічні навантаження здатні перерозподілятися з ослаблених конструкцій на ті, що мають більшу несучу здатність. І в такому випадку актуальною стає оцінка втрати несучої здатності на сприйняття сейсмічних навантажень системою в цілому. При цьому слід контролювати ризики обрушення ослаблених несучих конструкцій при дії вертикальних навантажень, оцінюючи ступінь зниження відповідної несучої здатності при утворенні пошкоджень.

Отже необхідно визначити способи інтегральної оцінки зниження загальної несучої здатності конструктивних систем будівель при сприйнятті сейсмічних навантажень. При цьому найбільш об'єктивним є визначення та порівняння фактичної несучої здатності (в граничних балах інтенсивності землетрусу) та необхідної для відповідного майданчика. Але для попередніх оцінок може бути використана шкала допустимого ступеня зниження несучої здатності для різних КТС. Наприклад, вважається допустимим зниження несучої здатності будівельних конструкцій до 5%, 15% та 25%, відповідно для КТС "1", "2" та "3" [4]. Враховуючи, що проектні землетруси відбуваються рідко та відносяться до аварійних впливів, межа переходу до КТС "4" за результатами розрахункової оцінки зниження сейсмостійкості може бути суттєво більшою за 25%.

На даний момент можна запропонувати 3 прикладних інженерних способи оцінки залишкової сейсмостійкості конструктивних систем: використання методу спектру несучої здатності (СНЗ) [6,7 та ін.]; безпосереднє визначення втрати несучої здатності в окремих несучих елементах та її впливу на загальну сумарну несучу здатність (сейсмостійкість) системи; інструментальне вимірювання періодів власних коливань будівлі, підвищення яких є непрямою ознакою загального ослаблення несучої здатності та сейсмостійкості конструктивної системи (при цьому слід оцінювати вплив можливої зміни жорсткості основи) [4,8 та ін.].

При застосуванні методу СНЗ для деформованої та пошкодженої конструктивної системи найбільш точним бачиться нелінійне моделювання послідовності прикладення впливів, в т.ч. тих, які призвели до пошкоджень. Наприклад, прикладення в моделі впливу ЗНДО, які стали причиною пошкоджень будівлі (необхідні параметри деформованої схеми можна оцінити, аналізуючи викривлення та зміщення положення конструкцій з врахуванням нелінійної роботи матеріалів), дає можливість безпосередньо змодельовати механізм утворення пошкоджень та врахувати відповідне переднапруження системи. У подальшому виконується розрахунок на сейсмостійкість за методом СНЗ. Загальні пропонування положення такого розрахунку на сумісний послідовний вплив ЗНДО та сейсміки наведено у [7]. При цьому, враховуючи аварійний характер поєднання впливів та відповідний значний ступінь сумарних напружень і деформацій в конструктивній системі, а також те, що метою розрахунку є

недопущення загального руйнування системи або її значної частини (за принципом недопущення прогресуючого руйнування), рекомендується використання характеристичних значень фізико-механічних характеристик матеріалів несучих конструкцій, що допускається нормами проектування будівельних конструкцій (наприклад, ДБН В.2.6-98:2009 "Бетонні та залізобетонні конструкції" [9], ДБН В.2.2-24:2009 "Проектування висотних житлових і громадських будинків" [10]).

Інший варіант застосування методу СНЗ передбачає моделювання пошкоджень та фактичного положення конструкцій у просторі. В даному випадку можуть бути застосовані такі підходи: розширення вузлів елементів вздовж тріщин з введенням односторонніх зв'язків для врахування можливості змикання тріщин; корекція нелінійних графіків деформування матеріалів на ділянках пошкоджень для непрямого врахування ослаблення тіла конструкцій; зменшення розмірів перерізів конструкцій тощо. Недоліком даного варіанту та всіх далі розглядуваних розрахункових методів є неврахування переднапруженого стану при загальних деформаціях конструктивної системи, наприклад, від ЗНДО, що може завищити несучу здатність системи на дію сейсмічних сил (сейсмостійкість). Узагальнений перелік способів врахування пошкоджень і дефектів при розрахунках розглянуті у [2,4,8].

При порівнянні фактичної та необхідної сейсмостійкості має бути остаточно визначена відповідна КТС. Для цього можуть бути запропоновані наступні підходи. Перетин графіків СНЗ та сейсмічного впливу на ділянці умовно пружної роботи конструктивної системи відповідає "1" КТС. Відповідний перетин на ділянці пластичної роботи конструктивної системи в межах допустимих значень коефіцієнту пластичності μ , визначеного на основі коефіцієнту допустимих пошкоджень k_1 та допустимих значень перекосів поверхів $\Delta_{k,u}$ з [6] — "2" КТС. Відсутність перетину відповідних графіків (або перетин за межами допустимих μ та $\Delta_{k,u}$ [6]) — "3" КТС за умови розробки посиленних заходів термінового оповіщення та евакуації перебуваючих у будівлі на час можливого землетрусу. При ознаках "3" КТС при неможливості гарантувати необрушення ділянок будівлі навіть без сейсмічного впливу; низькому запасі несучої здатності простінків на позacentровий стиск; при занадто великому дефіциті сейсмостійкості, наприклад, при неперетині графіків впливу та СНЗ для найбільш

ших можливих значень μ та $\Delta_{k,u}$ для даної конструктивної системи (для μ для k_1 з останнього рядка в табл. 6.3 [6], $\Delta_{k,u}$ для МРЗ в табл. 6.8 [6]) та ін. випадках за яких є ризик швидкого руйнування при проектному землетрусі або руйнування навіть при незначних коливаннях — "4" КТС.

Складним та невирішеним питанням залишається оцінка ступеня впливу на несучу здатність кам'яних конструкцій такого характерного пошкодження, як тріщини. На даний момент авторами проводяться теоретичні дослідження, метою яких є визначення залишкової несучої здатності ділянок кам'яних стін (простінків) за наявності горизонтальних, похилих (по штрабі) та вертикальних тріщин. Аналіз відбувається щодо базових умов міцності кладки в СНиП [11] та ДБН [12] на дію вертикальних і поперечних сил, а також згинального моменту. Якщо більшість висновків щодо ступеня втрати несучої здатності можливо зробити на основі розгляду зміни складових формул умов міцності за наявності тієї чи іншої тріщини, то однозначної експериментальної перевірки потребує оцінка впливу горизонтальної тріщини (або горизонтальної складової похилої тріщини по штрабі) на міцність кладки на стиск (відповідні експерименти на даний момент виконуються). Визначення залишкової несучої здатності кожного несучого елемента кам'яної стіни (простінки або ділянки стін) на дію зусиль від горизонтальних сейсмічних сил в долях від початкової з врахуванням пошкоджень (в межах поверху) дозволяє порівняти їх суму з початковою при непошкоджених конструкціях. За орієнтир допустимого зменшення може бути прийнята наведена вище шкала (5; 15; $\geq 25\%$).

Ефективне використання вимірювань динамічних характеристик будівель для визначення ступеня зниження сейсмостійкості може бути реалізоване при отриманні обґрунтованих закономірностей (функцій) зв'язку між відповідною несучою здатністю конструктивних систем та їх жорсткістю з врахуванням піддатливості основи. Наявність такого зв'язку є закономірною, враховуючи розвиток пластичних деформацій перевантажених і пошкоджених конструктивних систем, та неодноразово виявлялася при дослідженнях [8,13 та ін.].

Висновки. 1. Системи категорій технічного стану є в різний ступінь розроблені для будівельних конструкцій і будівель і сформульовані в різноманітних нормативних документах і рекомендаціях. На їх основі розроблено узагальнені формулювання, наведені в даній статті.

2. При обстеженнях пошкоджених конструктивних систем необхідно враховувати вплив наявних пошкоджень і дефектів, які суттєво впливають на несучу здатність. В той же час методи такого врахування, особливо для кам'яних конструкцій, є недостатньо розвинутими, що й викликало проведення авторами відповідних досліджень.

3. Оцінка сейсмостійкості будівель потребує врахування ряду особливостей, пов'язаних з загальною просторовою роботою конструктивних систем при землетрусі, а також аварійним характером впливу, нормативна періодичність якого складає (проектні землетруси) 500 та більше років, які й розглянуті в статті.

ЛІТЕРАТУРА

1. Попок К.В. проблеми оцінки та підвищення сейсмостійкості кам'яних конструкцій і будівель з пошкодженнями та дефектами / К.В. Попок // Вісник Сумського національного аграрного університету. — Суми: СНАУ, 2014. — Серія "Будівництво", вип. 10 (18). — С. 118-122.
2. Загальні рекомендації до виконання обстежень технічного стану будівель і споруд / уклад.: Д.О. Хохлін. — К.: ВГО "Асоціація експертів будівельної галузі", 2015. — 43 с.
3. Експлуатаційна придатність будівель та споруд. Основні положення: ДБН В.3.1-XX:201X. — К.: НДІБВ.
4. Обстеження технічного стану будівель та споруд: прДСТУ-Н Б В.3.1-XX:201X. — К.: НДІБВ.
5. Хохлін Д.О. Уточнення методики обстеження технічного стану конструкцій житлових будинків масових серій, що експлуатуються в умовах просідаючих ґрунтів сейсмонезбезпечних територій / Д. О. Хохлін // Будівництво України. — К., 2007. — Вип. 10. — С. 19-22.
6. Будівництво у сейсмічних районах України: ДБН В.1.1-12:2014. — Офіц. вид. — [На заміну ДБН В.1.1-12:2006; Чинні від 2014-10-01]. — К.: Укрархбудінформ: Мінрегіон України, 2014. — 110 с.
7. Хохлін Д.О. Розрахунок будівель на сейсмічні навантаження з врахуванням значних нерівномірних деформацій основи / Д. О. Хохлін // Ресурсоекономічні матеріали, конструкції, будівлі та споруди. — Рівне: НУВГП, 2015. — Вип. 31. — С. 524-530.
8. Хохлін Д.О. Оцінка технічного стану будівельних конструкцій та споруд згідно з проектом ДСТУ Б В.1.2-№:201X "Обстеження і паспортизація технічного стану будівель та інженерних споруд" /

Д. О. Хохлін // *Комунальне господарство міст.* — Харків: ХНАГХ, 2012. — Вип. 105. — С. 140-146.

9. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-98:2009. — Офіц. вид. — [На заміну СНиП 2.03.01-84*; Чинні від 2011-07-01]. — К.: Мінрегіонбуд України, 2011. — 71 с.

10. Проектування висотних житлових і громадських будинків: ДБН В.2.2-24:2009. — Офіц. вид. — [Введено вперше; Чинні від 2009-09-01]. — К.: Мінрегіонбуд України, 2009. — 103 с.

11. Каменные и армокаменные конструкции: СНиП II-22-81. — [Взамен главы СНиП II-B.12-71; Введ. 01.01.83]. — М.: Стройиздат, 1983. — 40 с.

12. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-162:2010. — Офіц. вид. — [На заміну СНиП II-22-81; Чинні від 2011-09-01]. — К.: Мінрегіонбуд України, 2011. — 94 с.

13. Абдурашидов К.С. *Натурные исследования колебаний зданий и сооружений и методы их восстановления* / К.С. Абдурашидов. — Ташкент: Фан, 1974. — 216 с.

АННОТАЦИЯ

Приведен общий смысл категорий технического состояния для отдельных элементов и зданий в целом. Рассмотрены особенности категорий технического состояния при оценке сейсмостойкости конструктивной системы здания. Предложены прикладные инженерные способы оценки остаточной сейсмостойкости конструктивных систем. Приведена детализация по определению категорий технического состояния конструктивной системы на основании предложенных способов оценки остаточной сейсмостойкости с учетом повреждений для каменных зданий.

Ключевые слова: обследование, конструкции, каменные здания, повреждения, сейсмостойкость.

ANNOTATION

General meaning of technical state categories for separate elements and buildings generically is given. Features of technical state categories at the structural systems earthquake resistance analysis are considered. Applied engineering methods of residual earthquake resistance of structural systems are proposed. Detailing for the determination of technical state categories of structural system based on the introduced methods of residual earthquake resistance analysis with damage accounting for masonry buildings is considered.

Keywords: inspection, constructions, masonry building, damages, earthquake resistance.

УДК 621.807.212.7

Гаврюков А.В., к.т.н., ДНАСА, г. Краматорск

ЛЕНТОЧНЫЕ КОНВЕЙЕРЫ С ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ДЛИНОЙ ТРАНСПОРТИРОВАНИЯ В СТРОИТЕЛЬСТВЕ, ИХ СТАТИЧЕСКАЯ НАГРУЖЕННОСТЬ ПРИ УДЛИНЕНИИ

АННОТАЦИЯ

Представлены исследования по определению теоретических зависимостей возникающего статического увеличения натяжения ленты при работающем и остановленном приводе конвейера при неравноускореном изменении длины транспортирования. Установлено, что изменения статического увеличения натяжения на барабане передвижной станции при удлинении конвейера зависят от режима работы конвейера и сил сопротивления движению ленты и не зависят от скорости перемещения передвижной станции в режиме разгона ленты удлиняющегося конвейера с остановленным приводом. При удлинении остановленного конвейера возникающее статическое натяжение на барабане передвижной станции в 2 и более раз больше возникающего натяжения ленты на барабане передвижной станции удлиняющегося конвейера с работающим приводом.

Ключевые слова: конвейер, скорость, лента, изменение длины транспортирования, изменение статического натяжения, работающий привод, остановленный привод, фаза трогания, фаза изменения длины.

Актуальность проблемы и связь с важными научными и практическими заданиями.

В существующих конструкциях и технологических схемах используемых в строительстве, ленточный конвейер рассматривается как установка с неизменной длиной транспортирования.

Разработка новых технологических схем на основе рабочих процессов, учитывающих использование ленточных конвейеров, способных изменять длину транспортирования во время работы, в том числе и трубчатых, позволит повысить производительность и снизить энергоемкость производства [1], [2].

Создание ленточных конвейеров с изменяющейся длиной транспортирования требует разра-

ботки соответствующих методик расчета проектирования при которых обеспечивается безаварийная работа принятой в эксплуатацию транспортной установки.

Выявление зависимостей возникающей нагруженности ленты во время изменения длины транспортирования позволит правильно выполнить проекторочные расчеты.

Анализ последних исследований и публикаций.

Применение ленточных конвейеров с изменяющейся длиной транспортирования на шахте им. А.Ф.Засядько позволило повысить скорость проведения горных выработок за счет сокращения технологических операций связанных с удлинением конвейера [3].

Ленточный конвейер с изменяющейся длиной транспортирования был использован в 435 лаве шахты "Проспер Ханиель" в Германии, где был принят персоналом с большим одобрением [4].

Проанализируем эффективность применения конструктивно-технологической схемы оборудованной ленточным конвейером с изменяющейся длиной транспортирования при строительстве тоннеля и при проведении скважин [1], [2].

На рисунке 1 приведены конструкторско-технологические схемы проведения тоннеля при традиционном наборе транспортирующих устройств в забоях с комбайновым и буровзрывным способом проведения тоннелей (рис.1а,в) и нетрадиционном (рис.1б,г), при помощи ленточного конвейера, работающего при изменяющейся длине.

Из схем с нетрадиционным набором транспортирующих устройств видно, что отсутствуют перегрузочные устройства между проходческой машиной и ленточным конвейером.

Применение ленточного конвейера, работающего при изменяющейся длине, позволяет без монтажно-демонтажных работ концевой станции изменять длину конвейера, тем самым увеличивая машинное время проходческой машины.

На рисунке 2 представлены конструктивно-параметрические схемы экскаватора ЭО-5122А и землеройной машины с трубчатым конвейером с изменяющейся длиной транспортирования [5].

Анализируя работу землеройной машины с трубчатым конвейером и экскаватора ЭО-5122А можно предположить, что первая будет более производительная и менее энергоемкая, так как является машиной непрерывного действия.

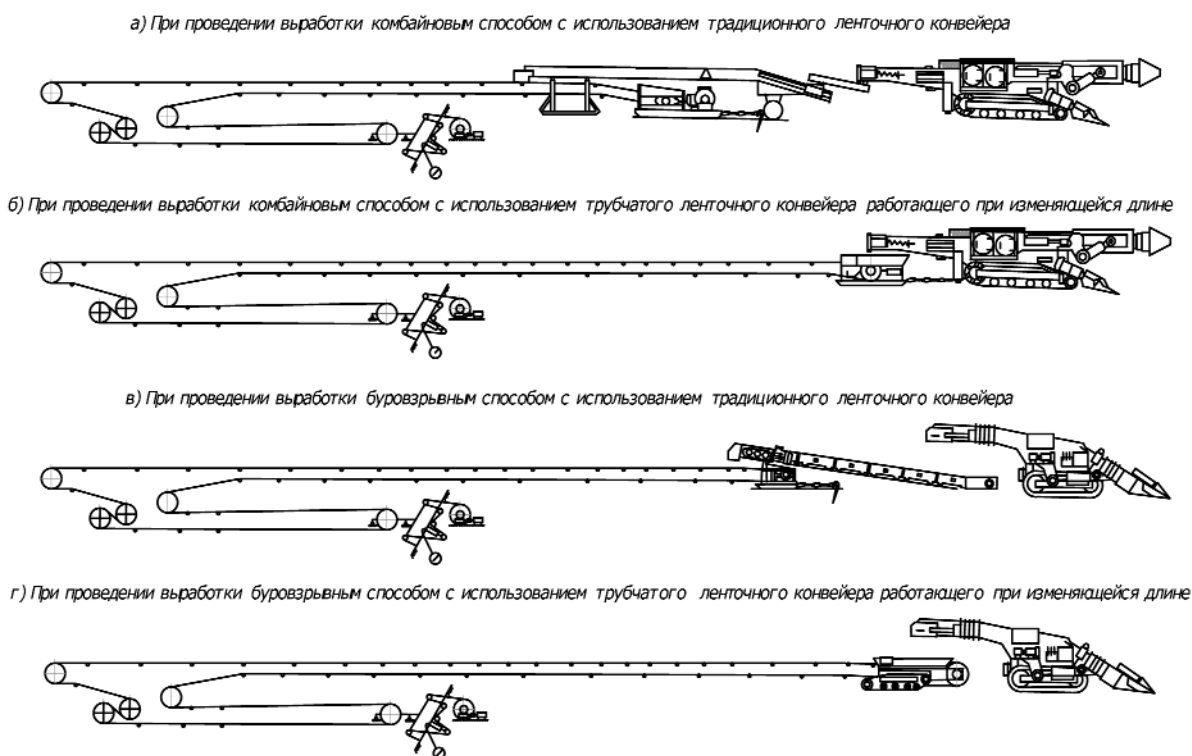


Рис. 1. Конструктивно-технологическая схема проведения тоннелей

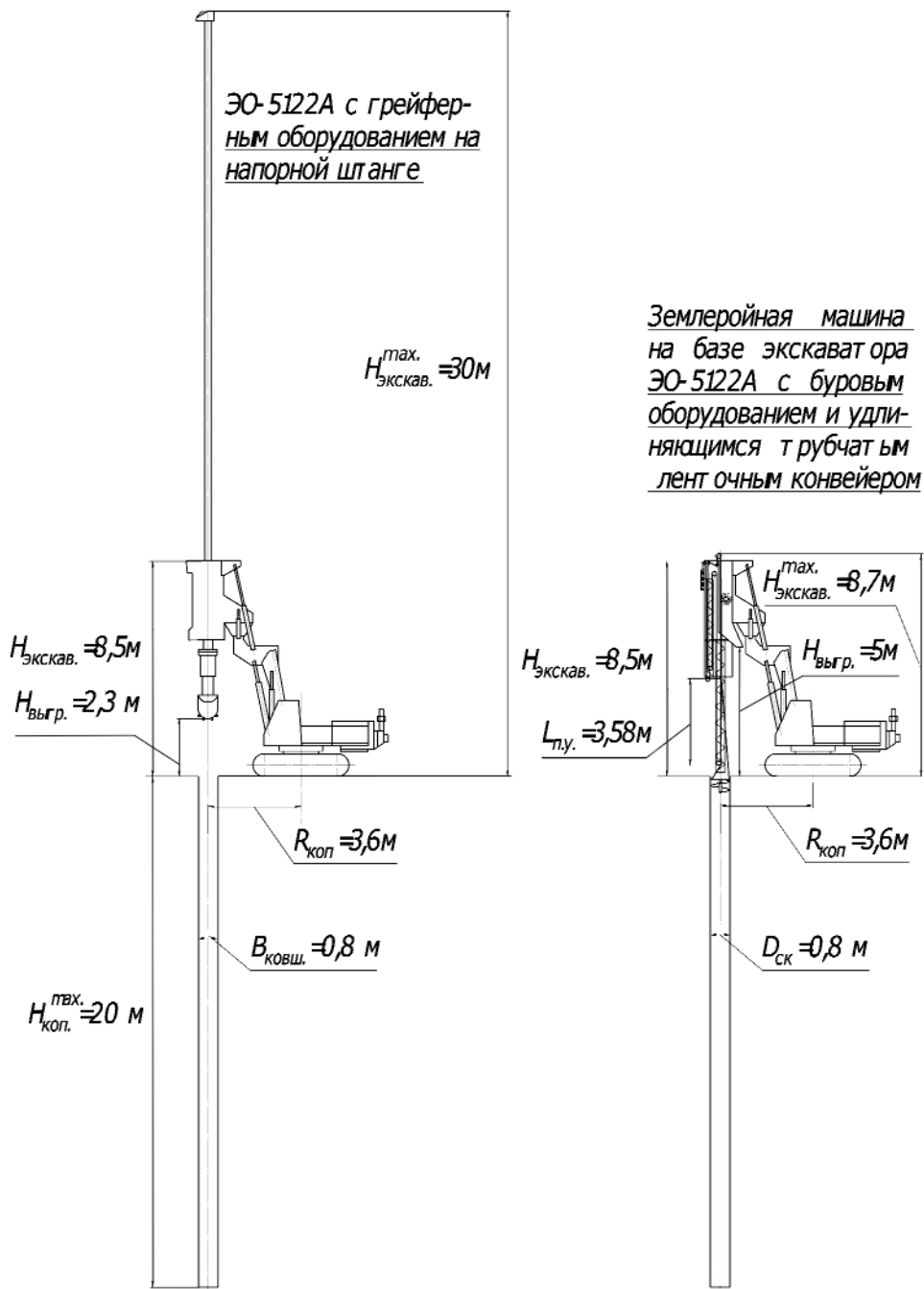


Рис. 2. Конструктивно-параметрические схемы землеройных машин для бурения скважин

Исследования, выполненные на экспериментальном ленточном конвейере (рис.3), установленном в лаборатории кафедры ПТСДМО ДонНАСА показали, что при увеличении длины транспортирования на барабане передвигной станции возникает скачек натяжения ленты (рис.4), который имеет место до тех пор, пока конвейер изменяет длину транспортирования.

Наблюдения на шахте имени А.Ф. Засядько за работой проходческого конвейера с изменяющейся длиной транспортирования показали, что во время удлинения конвейера с остановленным приводом имели место порывы ленты. В тоже время, если длину транспортирования изменяли при работающем приводе конвейера, порывов не было.

В работе [3] приведены исследования позволяющие определить возникающие изменение натяжения ленты во время равноускоренного удлинения конвейера, в которой отмечается, что на величину статического увеличения натяжения ленты во время удлинения конвейера влияет скорость движения ленты на грузовой и порожней ветви. В работе [7] и [8] приведены зависимости для определения ско-



Рис. 3. Общий вид экспериментального конвейера для исследования нагрузки ленты возникающей во время изменения длины транспортирования

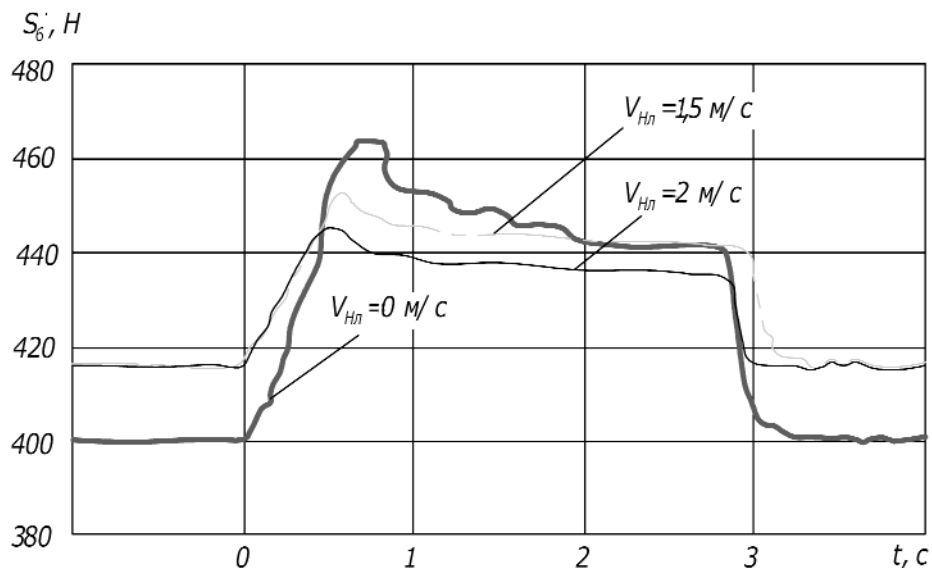


Рис. 4. Графики изменения нагрузки ленты на барабане передвижной станции экспериментального конвейера для различной скорости движения ленты, создаваемой приводом конвейера, в зависимости от времени изменения длины транспортирования при весе натяжного устройства $G_{Н.У.} = 400H$

рости порожней и груженой ветви при не равноускоренном изменении длины транспортирования для конвейера с работающим приводом [7] и для конвейера с остановленным приводом [8].

Изменять длину транспортирования равноускоренно довольно накладно, а в некоторых случаях не возможно, поэтому возникает необходимость в выявлении зависимостей позволяющих определять нагрузку ленты во время не равноускоренного удлинения конвейера.

Цель работы — выявить зависимости позволяющие определить величину изменения статической нагрузки ленты во время не равноускоренного удлинения конвейера при различных режимах работы.

Изложение основного материала исследования.

В работах [6, 9] указывается, что при пуске или изменении длины остановленного конвейера имеет место фаза троганья и фаза разгона ленты.

Определим величину статического изменения натяжения ленты во время удлинения конвейера с остановленным приводом в режиме троганья.

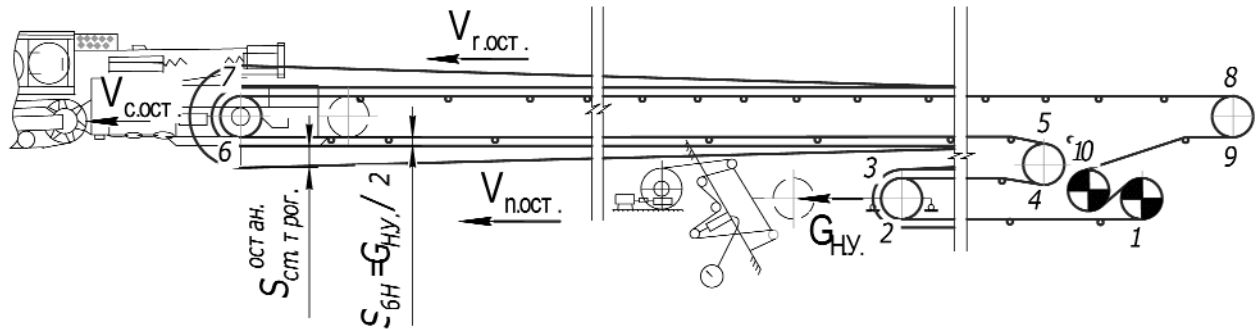


Рис 5. Схема изменения статических натяжений в ленте во время изменения длины транспортирования конвейера с остановленным приводом в фазе троганья

В начальный момент времени, изменяющего длину остановленного конвейера, возникает фаза троганья связанная с распространением квазистатической волны упругой деформации от точки 6 к точке 3.

Движение волны происходит под действием силы тяги, приложенной к передвижной станции, которая перемещает ленту справа налево.

Под действием этой силы на верхней и нижней ветви ленты растягивается. На нижней ветви от точки 6 до точки 3. Как только сила натяжения в точке 6 окажется достаточной для преодоления сопротивления движению участка l_{3-6} , этот участок растянется и придет в движение.

Очевидно, что эпюра натяжения ленты на участке l_{3-6} в фазе троганья будет соответствовать эпюре приведенной на рисунке 5.

В работе [3] установлено, что скорость распространения квазистатической волны упругой деформации $A_{ст.п.ост.}$ от точки 6 к точке 3 обратно пропорциональна изменению натяжения на рассматриваемом участке конвейера и прямо пропорциональна изменению скорости порожней ветви и жесткости ленты.

Применительно к расчетной схеме (рис.5) можно записать, что скорость распространения квазистатической волны упругой деформации от точки 6 к точке 3 в фазе троганья равна

$$a_{ст.п.ост.}^{трөг.} = dx / dt = V_{п.ост.} \cdot E_{0.дин.} / (\Omega_n x + S_{6H}), (м/с) \quad (1)$$

$$a_{ст.п.ост.}^{трөг.} = dx / dt = V_{п.ост.} \cdot E_{0.дин.} / (\Omega_n x + G_{Н.У.} / 2), (м/с) \quad (2)$$

где $E_{0.дин.} = B_d i_{прокл.} E_{дин.}$ — агрегатная динамическая жесткость ленты, (Н) (при рассмотрении статических деформаций правильно подставлять динамический модуль упругости ленты, так как рассматриваемый процесс происходит во время движения тягового органа); $E_{дин.}$ — динамический модуль упругости прокладки ленты, (Н/м) [11]; $i_{прокл.}$ — число прокладок в ленте; B_d — ширина ленты, (м); Ω_n — удельное статическое сопротивление движению порожней ветви (Н/м) [8]; $G_{Н.У.} = m_{Н.У.} \cdot g$ — сила тяги натяжного устройства, (Н); $V_{п.ост.}$ — скорость движения ленты на порожней ветви во время изменении длины конвейера с остановленным приводом, (м/с) [8].

$$V_{п.ост.} = V_{с.ост.} \left(\Lambda \pm \sqrt{\Lambda^2 - \Phi} \right) / P, (м/с) \quad (3)$$

$$\Lambda = (\Omega_r l_{7-8} + \Omega_n l_{9-2}) / g + 2,5 m_{бар.} + m_{пр.пр.кон.}, (кГ) \quad (4)$$

$$\Phi = \left(\frac{\Omega_n l_{9-2} + l_{3-6} \Omega_n + \Omega_r l_{7-8}}{g} + 5 m_{бар.} + m_{пр.пр.кон.} \right) \left(\frac{\Omega_r l_{7-8} + \Omega_n l_{9-2} - \Omega_n l_{3-6}}{g} + m_{пр.пр.кон.} \right) \quad (кГ^2) \quad (5)$$

$$P = [(\Omega_n l_{9-6} + \Omega_r l_{7-8}) / g + 5 m_{бар.} + m_{пр.пр.кон.}] / 2, (кГ) \quad (6)$$

где $V_{с.ост.}$ — изменения скорости передвижной станции остановленного конвейера во время удлинения конвейера, (м/с) [8]; $m_{бар.}$ — масса барабана, (кг); $m_{пр.пр.кон.}$ — приведенная масса привода конвейера, (кг) [8]; Ω_r — удельное статическое сопротивление движению грузовой ветви, (Н/м) [8]; l_{n-m} — длина соответствующего участка конвейера, (м).

$$V_{с.ост.} = (M_p - \aleph_{ост.}) [1 - \exp(-\Re t / \Im_{ост.})] / \Re, (м/с) \quad (7)$$

$$\Re = 2\beta_{эл.дв.} / (R_{зв.} i_{ход.ред.}), (Н/с) \quad (8)$$

$$\Im_{ост.} = 2(J_{р.эл.дв.} + J_{1.кол.ред.} + J_{2.кол.ред.} i_{ход.ред.}) / (R_{зв.} i_{ход.ред.}) + R_{зв.} i_{ход.ред.} (4\Omega_n l_{3-6} / g + m_{прох.ком.} + m_{H.Y.} + m_{ст.} + 6m_{бар.}) / 2, (кгМ) \quad (9)$$

$$\aleph_{ост.} = R_{зв.} i_{ход.ред.} [2\Omega_n l_{3-6} + g(m_{прох.ком.} + m_{H.Y.} + m_{ст.} + 6m_{бар.}) / 2], (НМ) \quad (10)$$

где $m_{прох.ком.}$ — масса проходческого комбайна перемещающегося по туннелю, (кг) [8]; $m_{H.Y.}$ — масса подвижной каретки телескопического устройства отождествляемая с усилием натяжного устройства, (кг); $J_{1.кол.ред.}$, $J_{2.кол.ред.}$ — момент инерции соответственно первого и второго зубчатого колеса ходового редуктора комбайна (кгМ²); $J_{р.ход.эл.дв.}$ — момент инерции ротора ходового электродвигателя проходческого комбайна (кгМ²); $R_{зв.}$ — радиус траковой приводной звездочки ходового редуктора проходческого комбайна, (м); $i_{ход.ред.}$ — передаточное число ходового редуктора; M_p — пусковой момент ходового электродвигателя, (НМ); $\beta_{эл.дв.}$ — коэффициент, характеризующий наклон механической характеристики двигателя ходового механизма проходческого комбайна, (НМ/с) [8].

С учетом уравнения (3), выполним преобразования уравнения (2), разделив переменные, получим

$$(\Omega_n x + G_{H.Y.} / 2) dx = E_{0.дин.} \frac{M_p - \aleph_{ост.}}{\Re} \left(1 - e^{-\frac{\Re}{\Im_{ост.}} t} \right) \frac{\Lambda \pm \sqrt{\Lambda^2 - \Phi}}{P} dt, (НМ) \quad (11)$$

Проинтегрируем правую и левую часть уравнения при начальных параметрах $x=0$ и $t=0$

$$\int_0^x (\Omega_n x + G_{H.Y.} / 2) dx = \int_0^t E_{0.дин.} \frac{M_p - \aleph_{ост.}}{\Re} \left(1 - e^{-\frac{\Re}{\Im_{ост.}} t} \right) \frac{\Lambda \pm \sqrt{\Lambda^2 - \Phi}}{P} dt \quad (12)$$

$$\frac{\Omega_n x^2}{2} + \frac{G_{H.Y.} x}{2} = E_{0.дин.} \frac{M_p - \aleph_{ост.}}{\Re} \frac{\Lambda \pm \sqrt{\Lambda^2 - \Phi}}{P} \left(t - e^{-\frac{\Re}{\Im_{ост.}} t} \right), (Н) \quad (13)$$

После преобразований уравнения (13) получим зависимость изменения длины распространения квазистатической скорости упругой деформации, от времени во время фазы трогания ленты

$$\frac{\Omega_n x^2}{2} + \frac{G_{H.Y.} x}{2} - E_{0.дин.} \frac{M_p - \aleph_{ост.}}{\Re} \frac{\Lambda \pm \sqrt{\Lambda^2 - \Phi}}{P} \left(t - e^{-\frac{\Re}{\Im_{ост.}} t} \right) = 0, (НМ) \quad (14)$$

$$x = \left[-\frac{G_{H.Y.}}{2} + \sqrt{\frac{G_{H.Y.}^2}{4} + 4 \frac{\Omega_n}{2} E_{0.дин.} \frac{M_p - \aleph_{ост.}}{\Re} \frac{\Lambda \pm \sqrt{\Lambda^2 - \Phi}}{P} \left(t - e^{-\frac{\Re}{\Im_{ост.}} t} \right)} \right] / \Omega_n, (м) \quad (15)$$

Известно, что изменение статического натяжения в ленте во время ее движения равно произведению удельного сопротивления движению ленты на длину распространения волны статической деформации.

$$S_{ст.трог.}^{ост.} = \Omega_n x, (Н) \quad (16)$$

Подставив уравнение (15) в уравнение (16) получим изменение статического увеличения натяжения ленты на барабане передвижной станции за время изменения длины конвейера от $T=0$ до $T=T_{прог}$.

$$S_{cm. \text{ moy.}}^{ocm.} = -\frac{G_{II.Y.}}{2} + \sqrt{\frac{G_{II.Y.}^2}{4} + 2\Omega_n E_{0. \text{ divi.}} \frac{M_p - \mathfrak{S}_{ocm.}}{\mathfrak{R}} \frac{\Lambda \pm \sqrt{\Lambda^2 - \Phi}}{\mathbf{P}} \left(t - e^{\frac{\mathfrak{R}}{\mathfrak{S}_{ocm.}} t} \right)}, \quad (H) \quad (17)$$

В конце фазы троганья увеличение статического натяжения ленты равно

$$S_{cm. mpo2}^{ocm.} = \Omega_n l_{3-6}, (H) \quad (18)$$

Подставив уравнение (18) в уравнение (17) получим зависимость при помощи которой в программном обеспечении Mathcad можно определить время троганья ленты

$$\left(t_{mpoc.} - e^{-\frac{\mathfrak{R}}{\Im_{ocm.}} t_{mpoc.}}\right) = \frac{\mathsf{P}\mathfrak{R}l_{3-6}(\Omega_n l_{3-6} + G_{H.Y.})}{2E_{0,cm}(M_n - \mathfrak{N}_{ocm.})(\Lambda \pm \sqrt{\Lambda^2 - \Phi})}, \quad (c) \quad (19)$$

После фазы троганья имеет место фаза разгона ленты и изменения длины транспортирования. Определим изменение статического натяжения ленты на барабане передвижной станции в фазе разгона ленты и изменения длины транспортирования конвейера с остановленным приводом (рис.6).

Статическое натяжение ленты в точке 6 в конце фазы троганья всегда равно

$$S_{6cm\,mod.}^{ocm.} = \Omega_n l_{3-6} + G_{II,V} / 2 \quad (20)$$

Сила сопротивления движения ленты между точкой 7 и точкой 6 приблизительно равна нулю. Отсюда натяжение в точке 7 в фазе разгона и изменение длины

$$S_{7\text{ cm}}^{\text{ocm.}} \approx S_{6\text{ cm}}^{\text{ocm.}} = S_{6H}^{\text{ocm.}} + S_{\text{cm. mpoz.}}^{\text{ocm.}} + S_{\text{cm. poz.}}^{\text{ocm.}}, \quad (H) \quad (21)$$

Обозначим

$$S_{cm.raz.}^{ocm.} + G_{II,Y}/2 = M, (H) \quad (22)$$

При определении скорости распространения квазистатической волны упругой деформации за начало отсчета координаты фронта волны на порожней ветви примем точку 3, а на грузовой — точку 7 (рис.6).

Обозначим координату фронта волны величиной x (рис.6, рис.7).

Рассмотрим распространение упругой квазистатической волны деформации вдоль тягового органа от барабана передвижной станции для порожней ветви.

Пусть время $T = T_{\text{прог}}$ соответствует началу разгона ленты и изменению длины конвейера (рис.8.а) с этого момента от точки "А" вдоль тягового органа начинает перемещаться квазистатическая волна деформации со скоростью $A_{\text{разг.ст.п.ост.}}$.

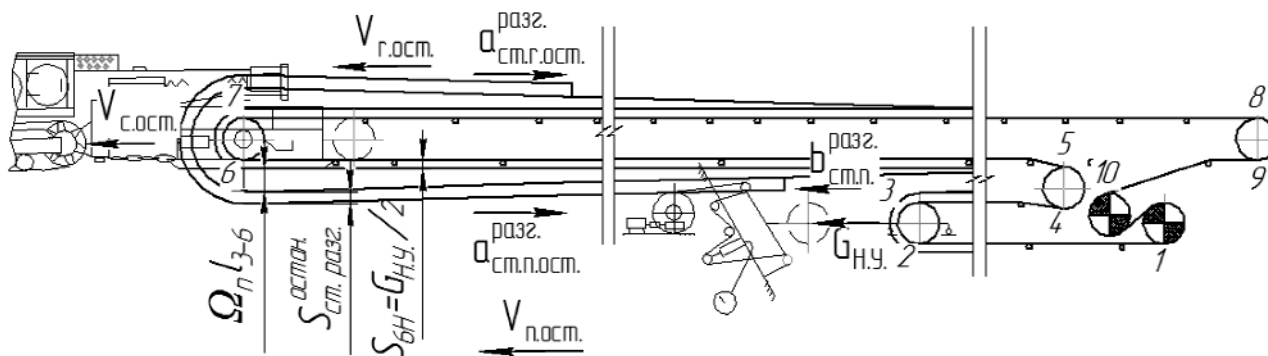


Рис. 6. Схема изменения статических натяжений в ленте во время фазы разгона ленты и изменения длины транспортирования конвейера с остановленным приводом

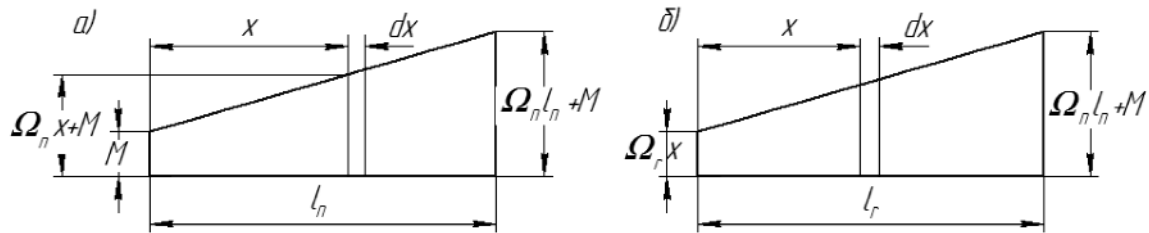


Рис. 7. Графики изменения натяжений порожней (а) и грузовой (б) ветви в период фазы разгона и удлинения конвейера с остановленным приводом

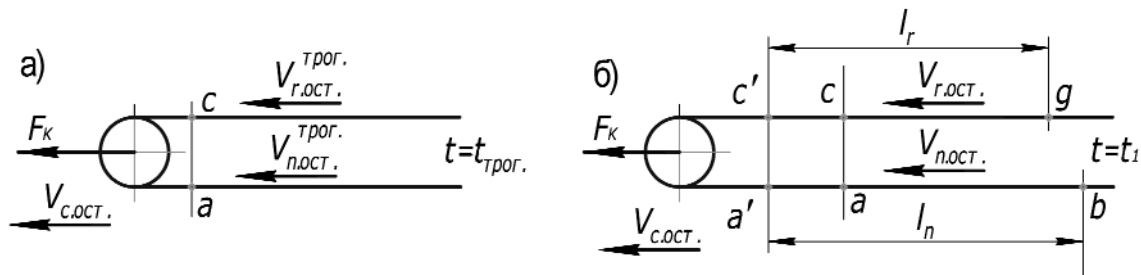


Рис. 8. Схема перемещения квазистатической волны упругой деформации вдоль тягового органа во время разгона ленты и изменения длины конвейера с остановленным приводом

К моменту времени $T=T_1$ (рис.8.б) точка "А" прошла путь "АА'", а фронт волны достиг точки "В". Натяжение в любой точке этого участка

$$S = \Omega_n x + G_{H.Y.} / 2 + S_{ст.раз.}^{ост.}, (H) \quad (23)$$

Определим величину деформации Δl участка "АВ". Поскольку натяжение, действующее на рассматриваемый элемент dx на порожней ветви равно $\Omega_n x + M$ (рис. 7.а), деформация элемента равна

$$d\Delta l = (\Omega_n x + M) dx / E_{0.дин.}, (м) \quad (24)$$

Удлинение всего участка

$$\Delta l = \int_0^l (\Omega_n x + M) \cdot dx / E_{0.дин.} = (\Omega_n l^2 + 2Ml) / 2E_{0.дин.}, (м) \quad (25)$$

Продифференцировав по T и отметив, что $d\Delta l/dt$ есть скорость тягового органа порожней ветви в точке "А", dl/dt — искомая скорость распространения упругой квазистатической волны деформации растяжения на порожней ветви, получим:

$$a_{ст.п.ост.}^{разг.} = V_{п.ост.} E_{0.дин.} / (\Omega_n l + M), (м/с) \quad (26)$$

Скорость распространения, квазистатической волны деформации сжатия порожней ветви, будет иметь вид:

$$b_{ст.п.ост.}^{разг.} = V_{п.ост.} E_{0.дин.} / (\Omega_n l + G_{H.Y.} / 2), (м/с) \quad (27)$$

Рассмотрим распространение квазистатической волны деформации вдоль тягового органа грузовой ветви, в данном случае волны растяжения.

Пусть момент времени $T=T_{трөг.}$ (рис.8.а) соответствует началу фазы разгона ленты и изменения длины транспортирования. Начиная с этого момента от точки "С" вдоль тягового органа начинает перемещаться квазистатическая волна деформации со скоростью $A_{ст.п.ост.}^{разг.}$.

В момент времени $T=T_1$ точка "С" прошла путь "СС'", а фронт волны достиг точки "G" (рис.8.б). Натяжение тягового органа на этом участке

$$S = (\Upsilon - \Omega_r x), (H) \quad (28)$$

$$\Upsilon = S_{см.раз.}^{ост.} + \Omega_n l_{3-6} + G_{H.Y.} / 2, (H) \quad (29)$$

Определим величину деформации Δl участка "CG". Выделим элемент dx на расстоянии x от точки "G" (рис.7.6).

Поскольку натяжение, действующее на рассматриваемый элемент dx равно $(\Upsilon - \Omega_r x)$ (рис. 7.6), то деформация элемента грузовой ветви

$$d\Delta l = (\Upsilon - \Omega_r x) dx / E_{0.дин.}, (м) \quad (30)$$

Удлинение всего участка "CG"

$$\Delta l = \int_0^l (\Upsilon - \Omega_r x) \cdot dx / E_{0.дин.} = (2\Upsilon l - \Omega_r l^2) / 2E_{0.дин.}, (м) \quad (31)$$

Дифференцируя это выражение по T получим

$$\frac{d\Delta l}{dt} = \frac{\Upsilon}{E_{0.дин.}} \cdot \frac{dl}{dt} - \frac{\Omega_r l}{E_{0.дин.}} \cdot \frac{dl}{dt}, (м/с) \quad (32)$$

Здесь $dl/dt = V_{r.ост.}$ — скорость перемещения тягового органа грузовой ветви, а $A_{раз. см.р.ост.} = dl/dt$ — искомая скорость распространения упругой квазистатической волны деформации растяжения на грузовой ветви в период фазы разгона ленты и изменения длины конвейера.

Отсюда

$$a_{см.р.ост.}^{раз.} = V_{r.ост.} E_{0.дин.} / (\Upsilon - \Omega_r l), (м/с) \quad (33)$$

Вследствие различия скоростей упругих квазистатических волн деформаций на грузовой и порожней ветвях конвейера, после приложения перемещающей силы, время начала движения сжатия на грузовой ветви $T_{з.р.см.}$ наступает после окончания движения волны растяжения $T_{н.р.см.}$ и сжатия $T_{н.с.см.}$ на порожней ветви, и срабатывания натяжного устройства $T_{н.у.}$

$$t_{з.р.см.} = t_{н.р.см.} + t_{н.с.см.} + t_{н.у.}, (с) \quad (34)$$

Время движения квазистатической волны растяжения на порожней ветви от точки 6 к точке 3 в фазе разгона ленты и изменения длины конвейера

$$dt = dx / a_{см.н.} = (\Omega_n x + M) dx / (V_{н.ост.} E_{0.дин.}), (с) \quad (35)$$

$$t_{н.р.см.} = \int_0^{l_{(3-6)}} \frac{\Omega_n x + M}{V_{н.ост.} E_{0.дин.}} dx = \frac{\Omega_n l_{(3-6)}^2 + 2Ml_{(3-6)}}{2V_{н.ост.} E_{0.дин.}}, (с) \quad (36)$$

Время движения квазистатической волны сжатия на порожней ветви от точки 3 к точке 6

$$t_{н.с.см.} = \int_0^{l_{(3-6)}} \frac{\Omega_n x + G_{H.Y.} / 2}{V_{н.ост.} E_{0.дин.}} dx = \frac{\Omega_n l_{(3-6)}^2 + G_{H.Y.} l_{(3-6)}}{2V_{н.ост.} E_{0.дин.}}, (с) \quad (37)$$

Аналогично предыдущим рассуждениям можно записать

$$t_{з.р.} = (2\Upsilon l - \Omega_r l^2) / (2V_{r.ост.} E_{0.дин.}), (с) \quad (38)$$

Подставив полученные выражения в формулу (34) и выполнив преобразования, получим

$$\Omega_r l^2 - 2\Upsilon l + 2V_{r.ост.} [\Omega_n l_{(3-6)}^2 + l_{(3-6)} (M + G_{H.Y.} / 2) + t_{н.у.} E_{0.дин.} V_{н.ост.}] / V_{н.ост.} = 0, (Hм) \quad (39)$$

При $T_{н.у.}=0$

$$\Omega_r l^2 - 2\Upsilon l + 2V_{r.ост.} [\Omega_n l_{(3-6)}^2 + l_{(3-6)} (M + G_{H.у.} / 2)] / V_{н.ост.} = 0, (H, M) \quad (40)$$

Из уравнения (40) определим величину длины распространения упругой квазистатической волны деформации растяжения на грузовой ветви в период фазы разгона

$$l = (\sqrt{\Upsilon^2 - K\Omega_r} + \Upsilon) / \Omega_r, (M) \quad (41)$$

где

$$K = 2V_{r.ост.} [\Omega_n l_{(3-6)}^2 + l_{(3-6)} (M + G_{H.у.} / 2)] / V_{н.ост.}, (H, M) \quad (42)$$

При принятом допущении, что лента является изотропно-упругим телом, возникающее увеличение натяжения ленты при удлинении конвейера равно

$$S_{остан.ст.раз.} = \varepsilon_r E_{0.дин.}, (H) \quad (43)$$

Относительное удлинение грузовой ветви тягового органа

$$\varepsilon_r = \Delta x_r / l \quad (44)$$

Абсолютное удлинение грузовой ветви конвейера во время перемещения передвижной станции

$$\Delta x_r = V_{r.ост.} \cdot t_{з.п.ст.}, (M) \quad (45)$$

Подставив уравнение (36), (37) в уравнение (34) и упростив его через K (42) при $T_{н.у.}=0$ получим

$$t_{з.п.ст.} = K / (2V_{r.ост.}^{m.c} E_{0.дин.}), (c) \quad (46)$$

Подставив уравнение (44), (45), (46) в уравнение (43), получим

$$(S_{остан.ст.раз.})^2 - S_{остан.ст.раз.} \Upsilon + \Omega_r K / 4 = 0, (H) \quad (47)$$

Выделим из величин K , Υ , и M величину $(S_{остан.ст.раз.})$ и сделав преобразования получим

$$S_{остан.ст.раз.} = \frac{V_{r.ост.} \Omega_r l_{(3-6)} (\Omega_n l_{(3-6)} + G_{H.у.})}{V_{н.ост.} (2\Omega_n l_{(3-6)} + G_{H.у.}) - V_{r.ост.} \Omega_r l_{(3-6)}}, (H) \quad (48)$$

где $V_{r.ост.}$ — скорость движения грузовой ветви во время изменения длины конвейера с остановленным приводом, (м/с)

$$V_{r.ост.} = 2V_{с.ост.} - V_{н.ост.}, (м/с) \quad (49)$$

Подставив в уравнение (48) уравнение (3) и уравнение (49) получим

$$S_{остан.ст.раз.} = \frac{\Omega_r l_{(3-6)} (2P - \Lambda + \sqrt{\Lambda^2 - \Phi}) (\Omega_n l_{(3-6)} + G_{H.у.})}{(\Lambda + \sqrt{\Lambda^2 - \Phi}) (2\Omega_n l_{3-6} + \Omega_r l_{(3-6)} + G_{H.у.}) - 2P\Omega_r l_{(3-6)}}, (H) \quad (50)$$

Определим статическое увеличение натяжения ленты во время изменения длины транспортирования конвейера с работающим приводом (рис.9).

Довольно обширные исследования статического увеличения натяжения ленты во время изменения длины транспортирования конвейера с работающим приводом $S_{ст.пab.}$ приведены в работе [3], поэтому ограничимся написанием полученной ранее зависимостью

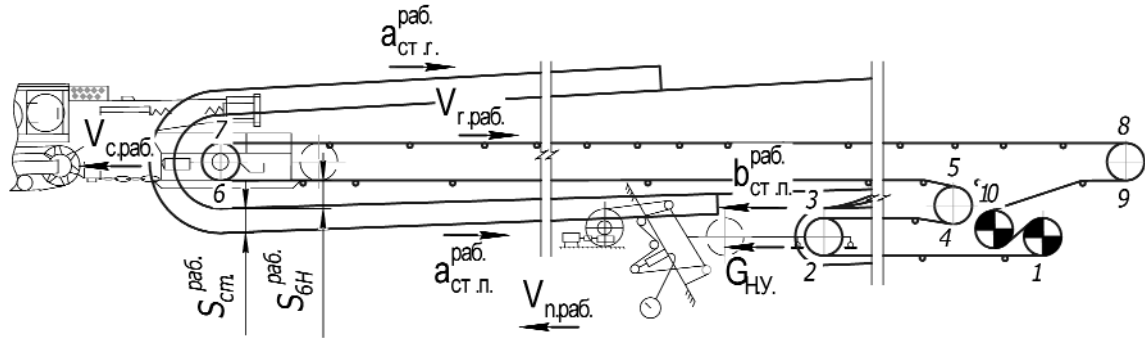


Рис. 9. Схема изменения статических натяжений в ленте во время изменения длины транспортирования конвейера с работающим приводом

$$S_{ст.}^{раб.} = \frac{R + \sqrt{R^2 + \Pi}}{4V_{н.раб.} (V_{г.раб.} - V_{с.раб.})}, (H) \quad (51)$$

$$R = V_{с.раб.} [2V_{н.раб.} (\Omega_n l_{(3-6)} + G_{Н.У.} / 2) + V_{с.раб.} \Omega_r l_{(3-6)}], (H \cdot m^2 / c^2) \quad (52)$$

$$V_{г.раб.} = V_{НЛ.} - V_{с.раб.}, (м/с) \quad (53)$$

$$V_{н.раб.} = V_{НЛ.} + V_{с.раб.}, (м/с) \quad (54)$$

$$\Pi = 8V_{с.раб.}^2 V_{н.раб.} (V_{г.раб.} - V_{с.раб.}) \Omega_r (\Omega_n l_{(3-6)}^2 + G_{Н.У.} l_{(3-6)}), (H^2 m^4 / c^4) \quad (55)$$

где $V_{г.раб.}$ — скорость движения ленты на груженой ветви во время удлинения конвейера с работающим приводом, (м/с); $V_{н.раб.}$ — скорость движения ленты на порожней ветви во время удлинения конвейера с работающим приводом, (м/с); $V_{с.раб.}$ — скорость перемещения передвижной станции во время удлинения конвейера с работающим приводом, (м/с); $V_{НЛ.}$ — скорость движения ленты создаваемая приводом конвейера, (м/с).

На рисунках 10 и 11 приведены графики возникающего приращения статического натяжения ленты и возникающего статического натяжения в точке 6 удлиняющегося конвейера с остановленным и работающим приводом при следующих параметрах: $l_{9-6}=916$ м; $l_{3-6}=835$ м; $l_{7-8}=800$ м; $l_{9-2}=65$ м; $J_{1 кол.ред.} = 0,01$ кгм²; $J_{2 кол.ред.} = 25$ кгм²; $J_{р.ход.эл.дв.} = 3$ кгм²; $R_{зв.} = 0,5$ м; $M_p = 700$ Нм; $f=0,8$; $m_{Н.У.}=150$ кг; $i_p=0,0064$; $m_{прох.ком.} = 3500$ кг; $\Omega_n=5,33$ Н/м; $\Omega_r=12,5$ Н/м; $\beta_{эл.дв.} = 2$ Нм/с; $m_{бар.} = 100$ кг; $m_{пр.пр.кон.} = 1250$ кг; $m_{ст.} = 1000$ кг; $E_{0.дин.} = 2600000$ (Н); $q_l = 10$ кг/м; $V_{НЛ.} = 1,6$ м/с; $S_{ст.г.}^{раб.} = G_{Н.У.}/2 + \Omega_n l_{3-6}$; $S_{ст.п.}^{раб.} = G_{Н.У.}/2$.

Выводы.

1. Применение ленточных конвейеров с изменяющейся длиной транспортирования в строительстве позволяет повысить производительность труда за счет: применения более прогрессивных технологических схем работы, увеличения машинного времени забойных машин, замены циклических рабочих операций на непрерывные.

2. Во время удлинения конвейера на барабане передвижной станции происходит нарастание нагрузки ленты за счет увеличения статического натяжения ленты.

3. Увеличенное статическое натяжения ленты на барабане передвижной станции, во время удлинения конвейера, существует до тех пор, пока происходит изменение длины транспортирования.

4. Величина увеличенного статического натяжения ленты зависит от того, работает или остановлен привод удлиняющегося конвейера. Для конвейера с остановленным приводом она может быть в 2 и более раз выше, чем для конвейера с работающим приводом.

5. При изменении длины остановленного конвейера имеет место фаза троганья и фаза разгона ленты. Фаза троганья существует от момента троганья передвижной станции до момента прихода квазистати-

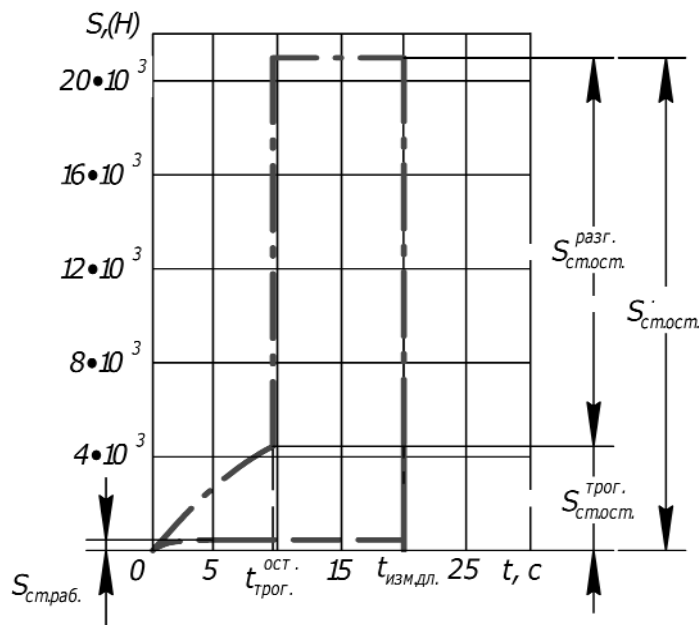


Рис. 10. Графики изменения возникающего приращения статического натяжения ленты удлиняющегося конвейера с остановленным и работающим приводом

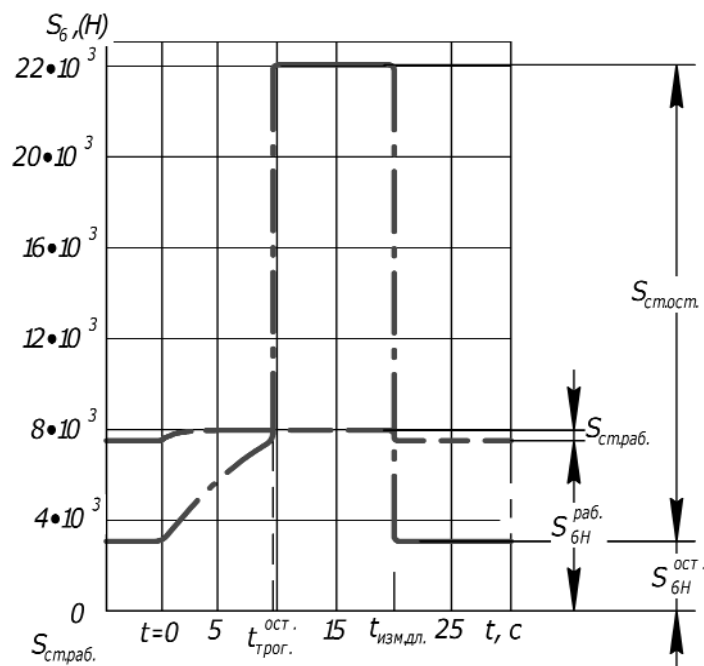


Рис. 11. Графики изменения возникающего статического натяжения ленты в точке 6 удлиняющегося конвейера с остановленным и работающим приводом

ческой волны деформации ленты к подвижному барабану телескопического устройства.

6. Изменение статического натяжения ленты на барабане передвижной станции остановленного конвейера в конце фазы троганья всегда равно силе сопротивления движения ленты на участке от барабана передвижной станции до подвижного барабана натяжного устройства.

7. Величина статического увеличения натяжения ленты на барабане передвижной станции остановленного конвейера, в фазе разгона, не зависит от скорости перемещения передвижной станции и связана с перераспределением сил сопротивления движения между верхней и нижней ветвью.

8. Результаты полученных исследований позволяют перейти к следующему этапу — определению динамической и суммарной нагруженности ленты возникающей во время изменения длины транспортирования конвейера.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврюков А.В. Рабочие процессы с использованием ленточных конвейеров работающих при изменяющейся длине./ Гаврюков А.В., Третьяк А.В. // Строительство, материаловедение, машиностроение. Сб. науч. тр. №57 "Интенсификация рабочих процессов строительных и дорожных машин. Серия: Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование".- Днепропетровск: ПГПСА, 2010. С.127 – 236.
2. Гаврюков А.В. Энергоэффективность на конвейерном транспорте. Снижение энергоемкости рабочих процессов./Гаврюков А.В., Третьяк В.А.// Энергосбережение: – 2012. – N 9 (155) – С. 16-18.
3. Гаврюков А.В. Теория и практика использования ленточных конвейеров, работающих при изменяющейся длине. – Макеевка: ДонНАСА, 2007. – 119с.
4. Клаус Аллекотте. Разработка ленточных конвейеров переменной длины. / Клаус Аллекотте, Хайнц Шмидт. // Глюкауф – 2002 – № 1(2). С. 39-43.
5. Гаврюков О.В. Патент на винахід. № 90424 МПК (2009) E21B 7/00 E02F 5/20 (2006.01), E02D 17/06 Землерийна машина для буріння свердловин, / Гаврюков О.В., Семенченко А.К., Третьяк А.В. № а 2009 07663; Заявл. 21.07.09., Опубл. 10.02.10., Бюл. № 8. (Україна). -4с.
6. Гаврюков А.В. Математическая модель процесса распространения упругих деформаций, в ленте конвейера с изменяющейся длиной транспортирования. /Гаврюков А.В., Третьяк А.В.// Наукові праці ДНТУ. Серія "Гірничо-електромеханічна". 2014. – Вип. 1(27). – С.40 – 76.
7. Гаврюков А.В. Определение скорости и ускорения передвижной станции во время изменения длины транспортирования работающего проходческого конвейера./Гаврюков А.В.// Научный вестник ДГМА. – 2015.- Вип. №1(16Е). С. 37 – 43.
8. Гаврюков О.В. Визначення швидкості руху стрічки на верхній і нижній гілці конвеєра при працюючому і зупиненому приводі під час зміни довжини транспортування / О. В. Гаврюков // Научный вестник ДГМА. – Краматорск ДГМА, 2015.- № 3 (18Е). – С. 70-79.
9. Кузнецов Б.А. Динамика пуска длинных ленточных конвейеров. / Кн.: Транспорт шахт и карьеров. М.: Недра. – 1971. – С. 27-41.
10. Штокман И.Г. Природа и скорость распространения упругой волны статической деформации в тяговых органах конвейеров. / Штокман И.Г. // Шахтный и карьерный транспорт. Сб. научных трудов. – М.: Недра, 1974. – Вип. 1. С. 143-147.
11. Галкин В.И. Современная теория ленточных конвейеров горных предприятий. / Галкин В.И., Дмитриев В.Г., Дьяченко В.П., Запенин И.В., Шешко Е.Е.// – М.: Изд-во МГТУ. 2005. – 543 с.

АНОТАЦІЯ

Представлені дослідження з визначення теоретичних залежностей виникаючого статичного збільшення натягу стрічки при працюючому і зупиненому приводі конвеєра при нерівноприскореній зміні довжини транспортування. Встановлено що, зміни статичного збільшення натягу на барабані пересувної станції при подовженні конвеєра залежать від режиму роботи конвеєра і сил опору руху стрічки і не залежать від швидкості переміщення пересувної станції в режимі розгону стрічки та подовженні конвеєра із зупиненим приводом. При подовженні зупиненого конвеєра виникаючий статичний натяг на барабані пересувної станції в 2 і більше разів більше виникаючого натягу стрічки на барабані пересувної станції подовжуючого конвеєра з працюючим приводом.

Ключові слова: конвеєр, швидкість, стрічка, зміна довжини транспортування, зміна статичного натягу, працюючий привід, зупинений привід, фаза, троганням, фаза зміни довжини.

ANNOTATION

There has been represented the research concerning the theoretical dependences of the static increase in belt tension at working and shut-down drive during the non-uniform acceleration of the conveyance length change of the conveyor. There has been determined that in case of elongation of the conveyor static increase in tension of a reel on a mobile station depends on the conveyor operating regime and resistance force of the belt; it does not depend on travel speed of the mobile station when the belt of the lengthening conveyor accelerates and the drive is shut-down. In case of shut-down conveyor extension the static increase in tension of the reel of the mobile station is in two and more times higher than the belt tension of the reel of the mobile station of the lengthening conveyor with working drive.

Key words: conveyor, speed, conveyor belt, conveyance length change, change of static tension, working drive, shut-down drive, phase displacement, phase length change

УДК 69.056.2 (183.2)

Полтавець М.А., к.т.н., ЗГИА, г. Запоріжжє

ОБОСНОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СИСТЕМ ПОКРЫТИЯ

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены элементы методологических основ системотехники проектирования и обоснования организационно-технологических циклов объектов строительства. Определена взаимосвязь строительных объектов с внешней средой и живыми природными системами. Произведена оценка строительной технологичности конкурентных конструкций традиционного и бионического типов при помощи методики оценки, характеризующей основные организационно-технологические свойства. Определён характер и степень влияния факторных признаков на технологическую эффективность строительных конструкций.

Ключевые слова: системотехника, технологичность, свойство, производственный процесс, показатель, функциональная зависимость.

Актуальность проблемы исследования. Актуальность обеспечения технологичности растёт с каждым днём. В научно-практической области важнейшим вопросом принято считать взаимосвязь технических, расчётных и аналитических средств и приёмов, обеспечивающих регулирование уровня ресурсоёмкости в строительном производстве путём выявления и формализации связей между характеристиками проектов (объёмно-планировочными и конструктивными решениями) и технологическими показателями процессов возведения объектов.

Анализ ранее выполненных работ по проблеме исследования. Вопросы технологичности строительных конструкций и проектных решений зданий и сооружений активно разрабатывались с середины XX века. Результаты исследований отечественных и зарубежных учёных в области архитектурной бионики подтвердили особую эффективность бионического подхода при решении прикладных инженерных задач в актуальных направлениях техники [1, 2, 3, 4, 5].

Предложенные учёными методические основы и рекомендации по количественной оценке строи-

тельных конструкций способствуют повышению технологичности проектных решений современных зданий и сооружений [2, 3].

Основные направления развития архитектурной бионики как науки, охватывают основные теоретические положения, методологию научно-исследовательских работ, проблемы формообразования, вопросы природной стандартизации и унификации [1, 4].

Цель исследования. Усовершенствование оптимизационной системы показателей технологичности строительных конструкций бионического типа с учётом объёмно-планировочных и организационно-технологических решений строительного производства.

Изложение основного материала исследования. Отбор соответствующих характеристик, рассмотренных конструктивных решений и оценка их значимости осуществлялась на основе анализа статистических распределений, а характер связей между этими показателями — при помощи парной корреляции, что дало хорошие результаты при оценке технологичности бионических конструкций и разработке рекомендаций совершенствования методики комплексной оценки технологичности конструкций бионического типа [1, с.14; 2, с.31].

Применим показатели трудоёмкости и расчётной стоимости для оценки технологичности конструкций бионического и традиционного видов, исследуемых в настоящей работе.

Основываясь на нормативы и основные опытно-конструкторские разработки, в проведении исследований воспользуемся расчётным математико-статистическим методом для определения технологичности конструкций, при этом трудоёмкость конструкции будем прогнозировать по трудоёмкости конструкции-аналога [3, с.123].

Для удобства проведения исследований экспериментальную работу предложено разделить на две части (два эксперимента). В первом эксперименте производилась оценка технологичности бионической конструкции на основе сравнительного анализа с конкурирующим вариантом конструкции-аналога традиционного вида. Во втором эксперименте изучению подверглась модель турнесоли — представитель бионики, аналогом послужила пространственная структура традиционного вида [4, с.162].

Анализ влияния трудоёмкости и расчётной стоимости на технологичность и функционирование архитектурно-бионических строительных систем,

позволил установить корреляционные зависимости затрат труда на изготовление конструкции и расчётной стоимости от количества элементов [5, с. 210]. При этом были учтены бионические принципы изготовления объёмно-планировочных решений конструкций. В расчётах использован метод корреляции, а результаты представлены графическим методом.

Вначале нами определён тренд, наилучшим образом аппроксимирующий фактические данные. Пусть первый вариант значений трудоёмкости приобретёт сначала линейный тренд, при этом коэффициент детерминации $R^2=0,7308$, затем полиномиальный тренд $R^2=0,9005$, затем логарифмический тренд $R^2=0,5917$, степенной тренд $R^2=0,7861$ и экспоненциальный тренд $R^2=0,8495$. Из расчётов видно, что наибольшее значение принял полиномиальный тип тренда, применение же остальных типов приведёт к неудовлетворительной аппроксимации фактических значений. Аналогичным образом были исследованы остальные девять вариантов конструкций.

Далее найдём коэффициенты корреляции рассмотренных зависимостей трудоёмкости $Q(n)$ и стоимости $Ср(n)$. Расчёты показали, что значения коэффициентов корреляции зависимости $Q(n)$ на-

ходятся в пределах от 0,69 до 0,75. Это указывает на достаточно надёжную корреляционную связь полученных данных. Некоторые свойственные отличия имеют коэффициенты корреляции зависимости $Ср(n)$.

Из графиков зависимостей (рис. 1) видно, что затраты труда и стоимостные показатели возрастают при увеличении количества элементов конструкции. Интерес представляет некоторая часть этих показателей, которая остаётся постоянной и не изменяется с ростом количества элементов.

Пониженное расположение графиков показателей трудоёмкости и расчётной стоимости свидетельствует о более технологичном варианте конструкции. Прямой характер зависимости варианта 5 определяет некоторое снижение трудоёмкости с ростом количества элементов конструкции в сравнении с остальными.

Графики зависимостей вариантов 6, 7, 8, 9 и 10 (рис. 1) наилучшим образом свидетельствуют об однородном и совместном увеличении трудоёмкости изготовления конструкций на всём промежутке количественной шкалы, а графики 1 — 4 равномерны лишь при возрастании количества составляющих элементов более 160 шт.

Наиболее технологичные варианты 1, 2, 3, 4 в

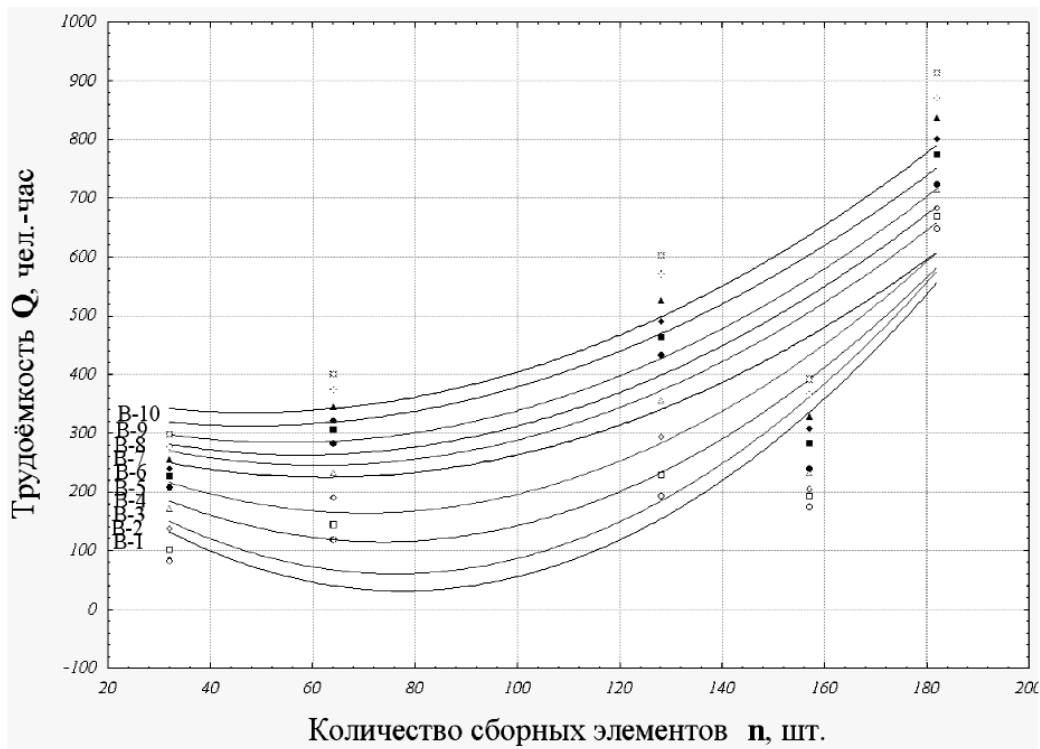


Рис.1. Корреляционные зависимости трудоёмкости изготовления Q от количества сборных элементов n конструкций

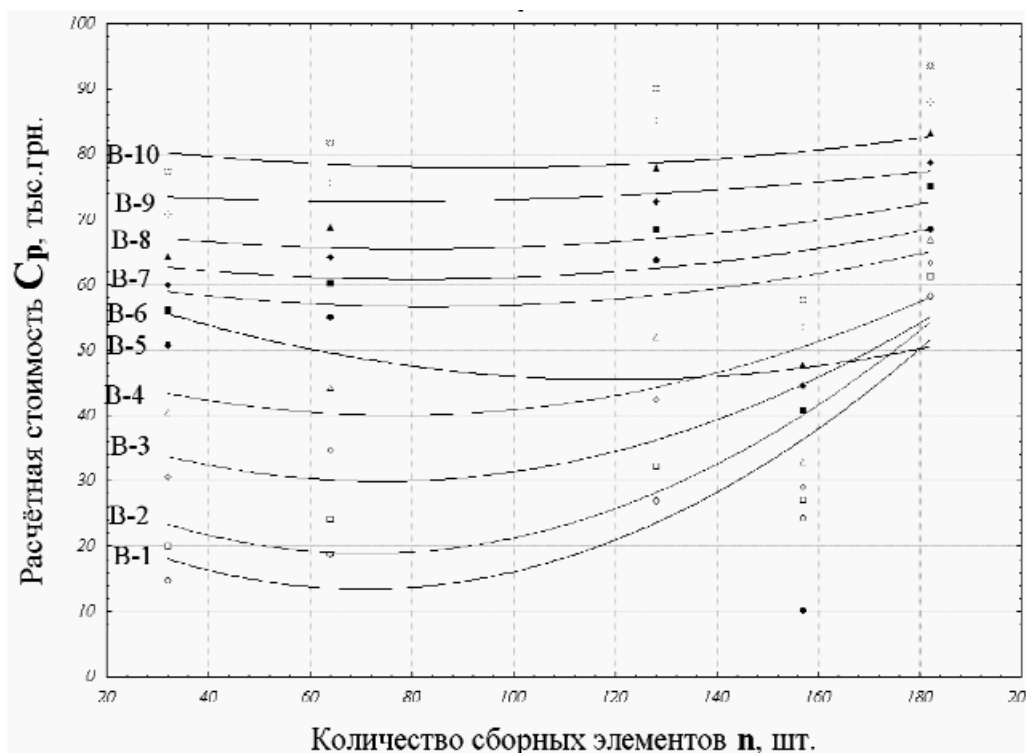


Рис. 2. Графики зависимостей расчётной стоимости от количества сборных элементов конструкций $C_p(n)$

центральному проміжку числа складових елементів найбільш яскраво відображають нижній екстремум парабол, описуваних їх залежності, а різке зростання графіка внаслідок приводить до положенню аналогічному іншим залежностям.

Аналіз рисунка 1 показує, що найменшою трудомісткістю виготовлення і монтажу володіють конструкційні моделі, досліджені в першому варіанті, найбільшою — в десятому. Аналогічна ситуація склалася на рисунку 2, де найменшим цінним показником характеризувався варіант 1, а найбільшим — варіант 10, але при цьому графік варіанта 5 характеризує іншу зв'язь трудомісткості і кількості складових елементів конструкції, зворотний характер якої також можна підтвердити негативним коефіцієнтом кореляції ($r(C_p, 5) = -0.0996$). Це явище викликало перетин даного графіка з графіками варіантів 1, 2, 3, 4.

Отримані залежності показують, що збільшення кількості елементів, зростають розрахункова ціна і витрати праці на виготовлення конструкції. В той же час існує певне постійне число елементів, яке не реагує на зміни витрат ручної праці і ціни.

Розрахунки і графічна інтерпретація кореля-

ційних залежностей, що характеризують основні технологічні властивості, дозволили провести попередню оцінку будівельної технологічності розглянутих конкурентних конструкцій традиційного і біонічного типів.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Проведено оцінку будівельної технологічності розглянутих конкурентних моделей просторових конструкцій традиційного і біонічного видів. В результаті чого визначено характер і ступінь впливу факторних ознак на технологічну ефективність будівельних конструкцій. Розглянуті представлення кореляційних залежностей трудомісткості і розрахункової ціни від кількості сборних елементів, що беруть участь в процесі, мають велике значення для порівняння конкурентних варіантів на різних стадіях проектування будівництва. Отримані залежності можуть бути успішно використані при визначенні значень трудозатрат і ціни на виготовлення і проектування конструкцій біонічного типу.

ЛИТЕРАТУРА

1. Архитектурная бионика / [Лебедев Ю.С., Рабинович В.И., Положай Е.Д. и др.]; под ред. Ю.С. Лебедева. — М.: Стройиздат, 1990. — 269с.

2. Егнус М.Я. Оценка технологичности проектных решений жилых и общественных зданий / М.Я. Егнус, А.Л. Левинзон — М.: Стройиздат, 1975. — 64 с.

3. Технологичность конструкций изделий: Справочник / [Адмиров Ю.Д., Алфёрова Т.К., Волков П.Н. и др.]; под ред. Ю.Д. Адмирова. — [2-е издание перераб. и доп.] — М.: Машиностроение, 1990 — 768 с.

4. Темнов В.Г. Конструктивные системы в природе и строительной технике / Владимир Григорьевич Темнов. — Л.: Стройиздат. Ленингр. Отд-ние, 1987. — 256с.

5. Информационные модели функциональных систем / [Александров Е.А., Волков А.А., Глазачев О.С. и др.]; под ред. К.В. Судакова, А.А. Гусакова — М.: Фонд "Новое тысячелетие", 2004. — 304с.

АНОТАЦІЯ

У статті розглянуті елементи методологічних основ системотехніки проектування та обґрунтування організаційно-технологічних циклів об'єктів будівництва. Виявлений взаємозв'язок будівельних об'єктів із зовнішнім середовищем та живими природними системами. Проведена оцінка будівельної технологічності конкурентних конструкцій традиційного і біонічного типів за допомогою методики оцінки, яка характеризує основні організаційно-технологічні властивості. Визначений характер і ступінь впливу факторних ознак на технологічну ефективність будівельних конструкцій.

Ключові слова: системотехніка, технологічність, властивість, виробничий процес, показник, функціональна залежність.

ANNOTATION

The elements of methodological bases of system technology designing are under investigation in this article. The estimation of build technologicalness of the examined competition constructions of traditional and bionic types is made through the offered method of estimation, characterizing basic organization and technological properties, as a result character and degree of influencing of factor signs is certain on technological efficiency of build constructions.

Keywords: systems engineering, technologicalness, property, production process, index, functional dependence.

УДК 728.98.

Турчин В.О.; Мишко С.В.;

Чебанов Т.Л.;

Чебанов Л.С., к.т.н., доцент, КНУБА, м. Київ

ТЕХНОЛОГІЯ ЗВЕДЕННЯ АГРОПРОМИСЛОВИХ СПОРУД З ЛЕГКИХ МЕТАЛЕВИХ КОНСТРУКЦІЙ

АНОТАЦІЯ

Розглянуто технологію зведення безкаркасних агропромислових споруд із легких металевих конструкцій. Використовуються заготовки з оцинкованого металу в бухтах, з яких спеціальним робочим обладнанням безпосередньо на будівельному майданчику в декілька етапів виготовляють окремі самонесучі арки. Арки з'єднують в сегменти по 5 штук, з яких збирають будівлі потрібної довжини методом з'єднання (закочування) крайок. Технологія з'єднання методом заковчування крайок.

Ключові слова: агропромислові споруди, легкі металеві конструкції, мобільне обладнання, технологія з'єднання методом заковчування крайок.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМ ЗАВДАННЯМИ

Агропромислова галузь народного господарства потребує будівель та споруд для зберігання техніки, врожаю тощо. Ефективним їх типом є безкаркасні споруди. Одним із методів їх влаштування є використання мобільного обладнання по спеціальним технологіям. Вирішення проблеми пов'язано з тематикою досліджень кафедри ТБВ КНУБА "Розробка ефективних технологій зведення каркасних збірних і збірно-монолітних будівель та споруд створення системи пристроїв і способів для їх здійснення.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Сільське господарство України є важливою галуззю економіки. Саме сільське господарство покликане стати основним локомотивом виведення нашої держави із глибокої економічної кризи[1].

Розвиток агропромислового комплексу потребує будівництва різного типу будівель та споруд. Зокрема, для переробки та зберігання виробленої продукції, а також техніки, допоміжних матеріалів та виробів.

В роботі розглянута принципова схема зведення споруд із легких металевих конструкції мобільним обладнанням[2].

Не названі основні області використання таких споруд, особливості їх будівництва.

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Необхідно розглянути можливі типи споруд (споруди спеціальні, ангари, сховища тощо), а також технологію їх будівництва.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Агропромисловий комплекс сьогодні є одним із найприбутковіших бюджетоутворюючих галузей держави.

В сільське господарство вкладаються значні кошти.

Запитаним є будівництво сховищ зерна, овочів та фруктів, а також споруд захищеного ґрунту — теплиць, тепличних комбінатів тощо.

Технологія зведення арочних безкаркасних споруд дає можливість практично в будь-якому місці побудувати ангар в найкоротші терміни і при мінімальних фінансових вкладеннях. При цьому якість швидкокомбованої складської конструкції не поступається класичним спорудам з цегли, бетонних плит і з інших подібних матеріалів. Безкаркасна технологія дозволяє побудувати великогабаритні приміщення для будь-яких потреб.

Безкаркасні арочні ангари, зокрема швидкокомбовані склади, являють собою легкі, але надзвичайно надійні самонесучі металоконструкції, які не потребують влаштування ферм, опор і балок. Матеріалом для будівництва даних споруд служить рулонна оцинкована сталь, а профілі з'єднуються між собою методом закріплення крайок.

Будівництво швидкокомбованих складів виконується за наступним алгоритмом:

1. Розробка проектної документації.
2. Влаштування фундаменту.
3. Власне будівництво ангарів, характерне присутністю малої кількості виконавців і застосуванням тільки кранової техніки.
4. Влаштування термоізоляції.

Будівництво утеплених ангарів — запитана послуга на сучасному ринку. Ця технологія дає можливість в короткі терміни звести об'єкт промислового, комерційного, спортивного або адміністративного призначення. При цьому безкаркасні

утеплені ангари та інші модульні конструкції відрізняються своєю високою ефективністю. Вони не потребують великих витрат на влаштування фундаменту, а також застосування важкої будівельної техніки.

Такі споруди при необхідності легко демонтуються. Їх можна перевозити та встановлювати повторно, що забезпечує даній будівельній технології універсальну перевагу, а саме — мобільність.

Подібні споруди якнайкраще використовувати для зберігання будь-якої продукції, врожаю або навіть для облаштування птахоферми. Іншими словами, будівництво утеплених ангарів — ідеальний варіант для тих випадків, коли необхідно забезпечення і підтримка особливого температурного режиму в приміщенні.

- Чому варто звертатися саме до технології швидкокомбованого будівництва?

- Якими є переваги в порівнянні з капітальними об'єктами?

Будівництво утеплених ангарів відрізняється цілим набором переваг:

- Висока міцність будівель і довговічність їх експлуатації;
- Незалежність від погодних умов, клімату, сезону і можливість зведення в будь-якому районі;
- Швидкі терміни складання конструкції;
- Низька собівартість використовуваних матеріалів і техніки.

Процес зведення займає не більше одного місяця. За цей час готується будмайданчик, закладається фундамент і виготовляються дугоподібні профілі. Збір арочної оболонки (рис. 1) відбувається за участю автокрана. Надійність конструкції забезпечується міцністю закріплення крайок (особливий метод з'єднання секцій). Заключний етап — установка теплоізоляції, дверей і воріт.

Особливостями зведення таких споруд є:

1. Виготовлення безпосередньо на будівельному майданчику.

Виготовлення конструкцій може бути перенесено безпосередньо на будівельний майданчик і споруда виконується повністю на місці. Відсутні витрати на доставку будівельних елементів з місця комплектації.

2. Здатність виробляти будівлі в розмірі 500 квадратних метрів на добу.

Арки спроектовані так, щоб бути повністю самонесучими і не вимагають додаткових несучих конструкцій, що економить час. Дуги, сформовані

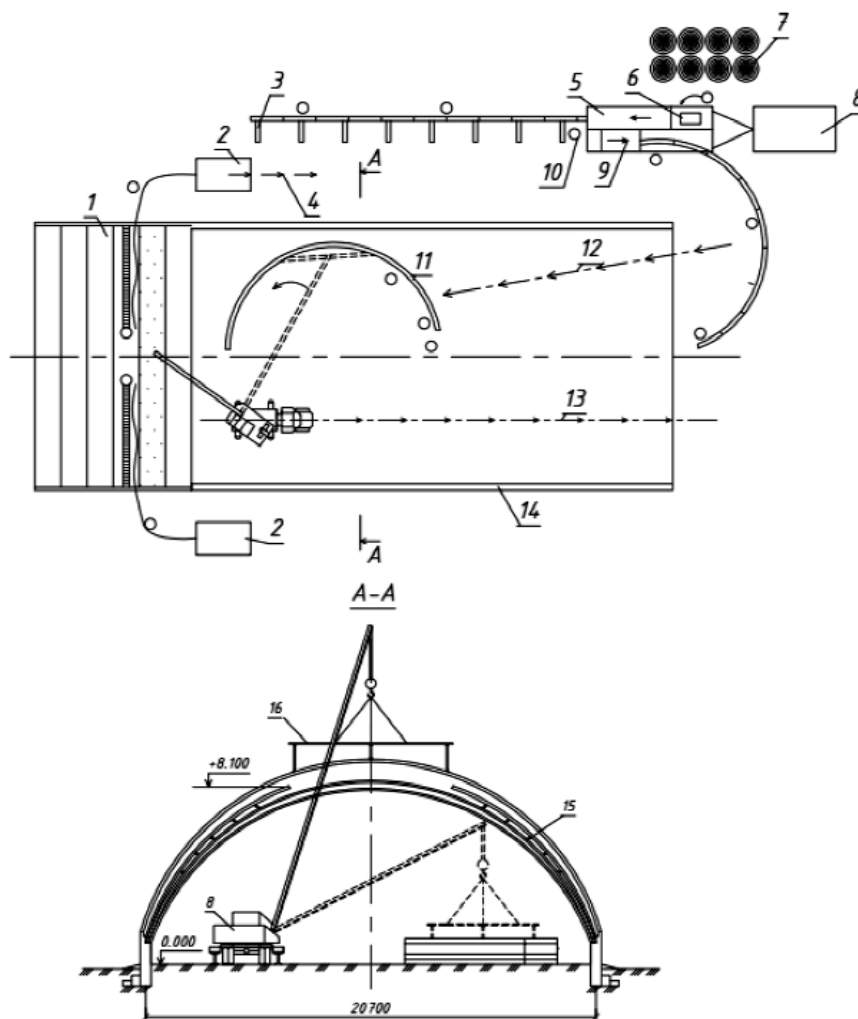


Рис.1 Схема організації робіт при будівництві безкаркасних арокних ангарів:

1 – змонтовані арки другого шару; 2 – піногенератори типу ПНГ-1; 3 – рольганги виносні; 4 – напрямок руху піногенераторів; 5 – установка по формуванню прямих панелей; 6 – машина, яка розмотує бухти металу; 7 – складування металу; 8 – кран автомобільний; 9 – установка по вигинанню панелей; 10 – робоче місце оператора; 11 – місце збільшеного монтажу арок в секції по 5 шт.; 12 – напрямок переносу – подачі арок до місця монтажу; 13 – вісь руху крана; 14 – фундаменти стрічкові залізобетонні під арки; 15 – драбина для виконання робіт по з'єднанню секцій, нанесенню пінополіуритану; 16 – траверса довжиною 10,5 м, вантажопідйомністю 2,5т

в такий спосіб використовуються або в якості повноцінної будівлі, або в якості даху над бічними стінками. Прогон самонесучих арок може сягати 25 метрів.

3. Відсутня потреба в гідроізоляції. Сталеві будівлі не вимагають гідроізоляції. Арки з'єднані цілком водоне-проникним швом, що створюється електричною закаточною машиною. Гайки, болти чи гвинти не використовуються при зведенні арок.

4. Будівлі ізолюються та утеплюються.

Сталеві будівлі можуть бути повністю ізолю-

вані, щоб забезпечити необхідні рівні температури і комфорту усередині будівель. Після першої ізоляції, сталеві будівлі вентилують та опалюють традиційними інженерними системами.

По цим технологіям виготовляють:

- Швидкозмонтовані склади.
- Швидкозмонтовані будівлі.
- Логістичні комплекси.
- Автозаправні станції.
- Будинки для с/г.
- Спортивні споруди.

- Торгові комплекси, криті ринки.
- Промислові будівлі.
- Збірно-розбірні будинки.

Технологія зведення полягає в наступному:

- виготовлення та монтаж першого нижнього шару металоконструкцій;
- нанесення утеплювача (пінополіуретану) на зовнішню поверхню першого шару металевих каркасів;
- виготовлення та монтаж другого (верхнього) шару металокаркасу;
- виготовлення та встановлення торцевого огороження з нанесенням утеплювача;
- встановлення перегородок, дверей і жалюзі.

Арки виготовляються на спеціальному обладнанні з оцинкованого металу товщиною 0,7...0,8 мм. Метал доставляється на майданчик в барабанах і встановлюється краном в приймальний пристрій прокатного верстата. У процесі розмотування в одному напрямку виготовляється П-подібна смуга з загнутими кінцями. При подачі в зворотному напрямку смугу гофрують і їй забезпечується проектна кривизна. Кожна арка переноситься до місця монтажу, де закаточними машинами вони зшиваються в монтажний блок із 5 штук.

Після цього арка-блок встановлюється в проектне положення (рис. 1).

На нижню арку піно-генераторами наноситься пінополіуретан типу "Рипор" товщиною 100 мм (не вище ребра жорсткості). Потім аналогічно монтується верхній (покривний) шар. Для монтажу використовують крани з телескопічною стрілою довжиною до 20 м і вантажопідйомністю понад 2 т. Стропування здійснюється спеціальною траверсою, яка виключає деформацію арки при підйомі. Укрупнені елементи на фундаментах закріплюються тимчасовими вертикальними зв'язками.

Висновок: Розглянуто область використання та основні положення по зведенню швидкокомтованих аркових споруд для сільського господарства.

ЛІТЕРАТУРА

1. Геєць В.М. *Ще раз про складові економічного піднесення в Україні // Економіка України.* — 1998. — №12. — с. 14-16.

2. *Індустріалізація будівництва тепличних комбінатів та овочевфруктосховищ / П.П. Іванченко, Й.С. Поліський, А.А. Руденко, Л.С. Чебанов.* — К.: Урожай, 1989. — 129с. — (Рос. мовою).

АННОТАЦІЯ

Рассмотрено технологию возведения бескаркасных агропромышленных сооружений из легких металлических конструкций. Используются заготовки оцинкованного металла в бухтах, из которых специальным рабочим оборудованием непосредственно на строительной площадке в несколько этапов изготавливают отдельные самонесущие арки. Арки соединяют в сегменты по 5 штук, из которых собирают сооружение нужной длины методом соединения (закачивания) кромок.

Ключевые слова: агропромышленные сооружения, легкие металлические конструкции, мобильное оборудование, технология соединения методом закатывания кромок.

ANNOTATION

The technology of erection of agricultural buildings of light metal structures

It was considered the technology of erection of agro frameless constructions of light metal structures. Used billet galvanized steel in coils, of which special working equipment at the construction site in several phases made some self-supporting arches. The arches are connected in segments of 5 pieces of which were collected by the construction of the desired length of the compound (injection) edges.

Keywords: agribusiness construction, light metal construction, mobile equipment, connection technology by pumping edges.

УДК 624.014:620.193

*Колесниченко С.В. к.т.н., доцент;
Мнацаканян К.Б., ДНАСА, г. Краматорск*

ФОРМИРОВАНИЕ ПРИНЦИПОВ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

АННОТАЦИЯ

В статье излагаются основные проблемы обеспечения технологической безопасности для предприятия с разветвленной производственной структурой. Решение проблемы предлагается путем выполнения ряда организационных и технических мероприятий: разработки стандарта предприятия, внедрения информационной специализированной базы данных, обучения персонала по различным уровням подготовки. Предложена структура стандарта предприятия, разработан порядок работ по паспортизации зданий и сооружений, основанный на постоянном мониторинге объектов.

Ключевые слова: технологическая безопасность, техническая эксплуатация, мониторинг.

Описание проблемы, ее связь с практическими программами. Сегодня в Украине существует достаточное количество нормативно-правовых документов по обеспечению технологической безопасности — системы мер допустимого уровня функционирования сооружений, конструкций и инженерных сетей. Приняты государственные, отраслевые и региональные программы, определены центральные органы исполнительной власти, которые осуществляют государственное регулирование [1-4]. Несмотря на то, что в целом проблема технологической безопасности достаточно хорошо известна и обеспечена законодательной базой, для условий отдельных предприятий решение ее не всегда надлежащим образом выполняется. Особенно это касается предприятий с разветвленной производственной структурой, когда значительное количество структурных производственных подразделений со своими объектами основного технологического производства территориально находятся в удалении от головного центра.

Технической эксплуатацией (ТЭ) зданий и сооружений занимается ряд служб (в дальнейшем, для простоты описания будем их называть службы

эксплуатации — СЭ), к которым относятся: службы технического надзора, отделы по содержанию зданий и сооружений, цеховые службы. Основные функции ТЭ регламентированы действующими нормативными документами, на основании их анализа составлена схема технической эксплуатации, представленная на рис.1. Как видно из схемы, функции СЭ достаточно обширны, выполнять их могут только специалисты соответствующей квалификации. К сожалению, реально сложившаяся практика такова, что функции ТЭ возложены на специалистов по основному профилю предприятия, а не на специалистов в области строительства. Ситуация осложняется тем, что как правило, на предприятиях эксплуатируется более 50% конструкций, срок службы которых превышает нормативный, а их несущая способность, в результате физического износа, близка к исчерпанию [5].

Анализ исследований и публикаций. Следует отметить, что проблеме сохранения и нормальной эксплуатации существующего фонда зданий и сооружений в последнее время посвящается большое количество научных исследований [6-8]. Прежде всего, сюда относятся работы в области технологической безопасности, где систематизированы причины, влияющие на существующее состояние строительного фонда. Указывается, что сложившаяся ситуация, когда финансирование на поддержание основных производственных фондов осуществляется по "остаточному" принципу является ненормальной. Требуется реализация единой стратегии, направленной на осуществление менеджмента на основе систематического аудита технического состояния зданий и сооружений. Постоянное улучшение качества невозможно без разработки технических стандартов предприятия и формирования структуры управления безопасной эксплуатацией объектов.

Нерешенные ранее части общей проблемы, которые отражены в исследовании. Авторы большинства публикаций по проблеме технологической безопасности предлагают решения для предприятий с компактной организацией технологического процесса и расположением основных фондов. Несмотря на то, что причины и пути решения проблемы идентичны, предприятия с разветвленной производственной структурой имеют свои особенности, которые могут усложнить реализацию комплекса мер для нормальной эксплуатации своих объектов.

Целью данной публикации является разработка организационных и технических мероприятий

по обеспечению нормальной эксплуатации фонда зданий и сооружений для предприятий с разветвленной производственной структурой.

Изложение основного материала исследования.

В настоящее время, характеризуя безопасную эксплуатацию строительных конструкций зданий и сооружений, используют значительное количество терминов. Наиболее популярными из них являются "надежность и безопасность", "эксплуатационная надежность", "техническая безопасность", "механическая безопасность", "конструкционная безопасность".

В документах [2, 9] впервые было обозначено, что под понятием "технологическая безопасность" понимается аспект "системы обеспечения эксплуатационной надежности и безопасной эксплуатации сооружений, конструкций, оборудования и инженерных сетей". Одним из результатов обеспечения безопасности объектов понимается "управление эксплуатационным сроком их надежного и безопасного использования путем определения остаточного ресурса и установления новых сроков эксплуатации, которые превышают предусмотренные проектной и эксплуатационной документацией, а также обязательных условий осуществления эксплуатации в этот период".

Основываясь на положениях ДСТУ 3273-95, ДСТУ 2156-93, OHSAS 18001:1999, других определениях "Безопасность", в дальнейшем понятие "Технологическая безопасность" будет трактоваться как "частная составляющая безопасности предприятия (наряду с экономической, экологической, пожарной и т.п.) характеризующая систему мер по поддержанию работоспособности, предупреждению снижения эксплуатационных свойств конструкций зданий, сооружений и инженерных сетей, которые полностью или в значительной степени исчерпали свой нормативный ресурс и являются источником потенциальной опасности по отношению к технологическим функциям при модернизации, реконструкции и продлению срока эксплуатации объекта". Технологическая безопасность характеризуется отсутствием недопустимого риска, связанного с возможностью нанесения ущерба при значении соответствующих показателей меньше установленных значений.

Обеспечение технологической безопасности будет рассматриваться с позиции обеспечения остаточного ресурса эксплуатирующихся строительных стальных конструкций зданий и сооружений при управляемом уровне риска.

Техническая эксплуатация таких зданий и сооружений выявила следующие проблемы:

- большинство конструкций в условиях длительной эксплуатации получили дефекты и повреждения разной степени развития, что не всегда отражено в имеющейся технической документации;

- специалистам служб ТЭ, ответственным за безопасную эксплуатацию, требуется значительное время для систематизации материалов, содержащих результаты контроля технического состояния. Увеличение документооборота по цеховым и территориальным службам требует либо увеличение штата персонала, либо оптимизации его работы для систематизации поступающей информации;

- отсутствует квалифицированный специализированный персонал, способный на основании регулярных осмотров реально оценить возможность дальнейшей нормальной эксплуатации объекта даже при имеющихся результатах технических обследований, выполненных специализированной организацией. Это объясняется тем, что за надзор отвечает руководитель объекта, как правило, имеющий профильную, а не строительную подготовку.

Выполнение специальных осмотров и реализация мероприятий по продлению остаточного ресурса затруднено, в связи со значительным удалением объектов от головной организации;

На основе практики совместных работ, с учетом требований нормативных документов, предлагается комплексная программа реализации технологической безопасности для предприятий с разветвленной производственной структурой.

Основными компонентами программы являются следующие процедуры:

- разработка стандарта предприятия;
- формирование системы электронного сетевого учета результатов осмотров и обследований;
- обучение персонала.

Стандартом предприятия (регламентом) по технологической безопасности является документ, в котором наряду с соответствующими требованиями по надзору, содержанию и эксплуатации строительных конструкций зданий, сооружений и инженерных сетей, учитывается специфика конкретного предприятия. Документ должен содержать описание всех структурно-логических схем по обеспечению технологической безопасности. На основе этой схемы производится оптимизация ресурсов, определяются уровни ответственности персонала, регламентируются мероприятия по со-

держанию, надзору, эксплуатации и ремонту объектов, назначаются виды, формы и сроки отчетов и контроля. В стандарте полностью прописываются сроки и схемы проведения работ по ТЭ, вид представления информации, процедура принятия решений по результатам осмотров и обследований.

В связи с тем, что на основании осмотров и обследований формируется большое количество документов (паспорт, технические отчеты с ведомостями дефектов и повреждений, ведомости ремонтных работ, сопроводительные документы), практически отследить изменения реального состояния объекта после всех проведенных работ возможно только с использованием современных специализированных информационных систем.

В качестве такой системы предлагается База Данных (БД) "Ресурс". В БД реализован регистрационный метод учета и накопления. Общая блок-схема базы представлена на рис.2. Основным компонентом базы является список конструкций всех объектов предприятия. Каждой конструкции соответствует своя ведомость дефектов и повреждений. Все записи в базе привязаны к срокам проведения осмотров, обследований и ремонтных работ. Формируется система запросов, редактирования и контроля. Осуществляется поддержка БД путем проведения систематического редактирования.

БД выполнена в сетевом исполнении, структура доступа, формирование запросов и редактирования регламентируется стандартом предприятия. Как пра-

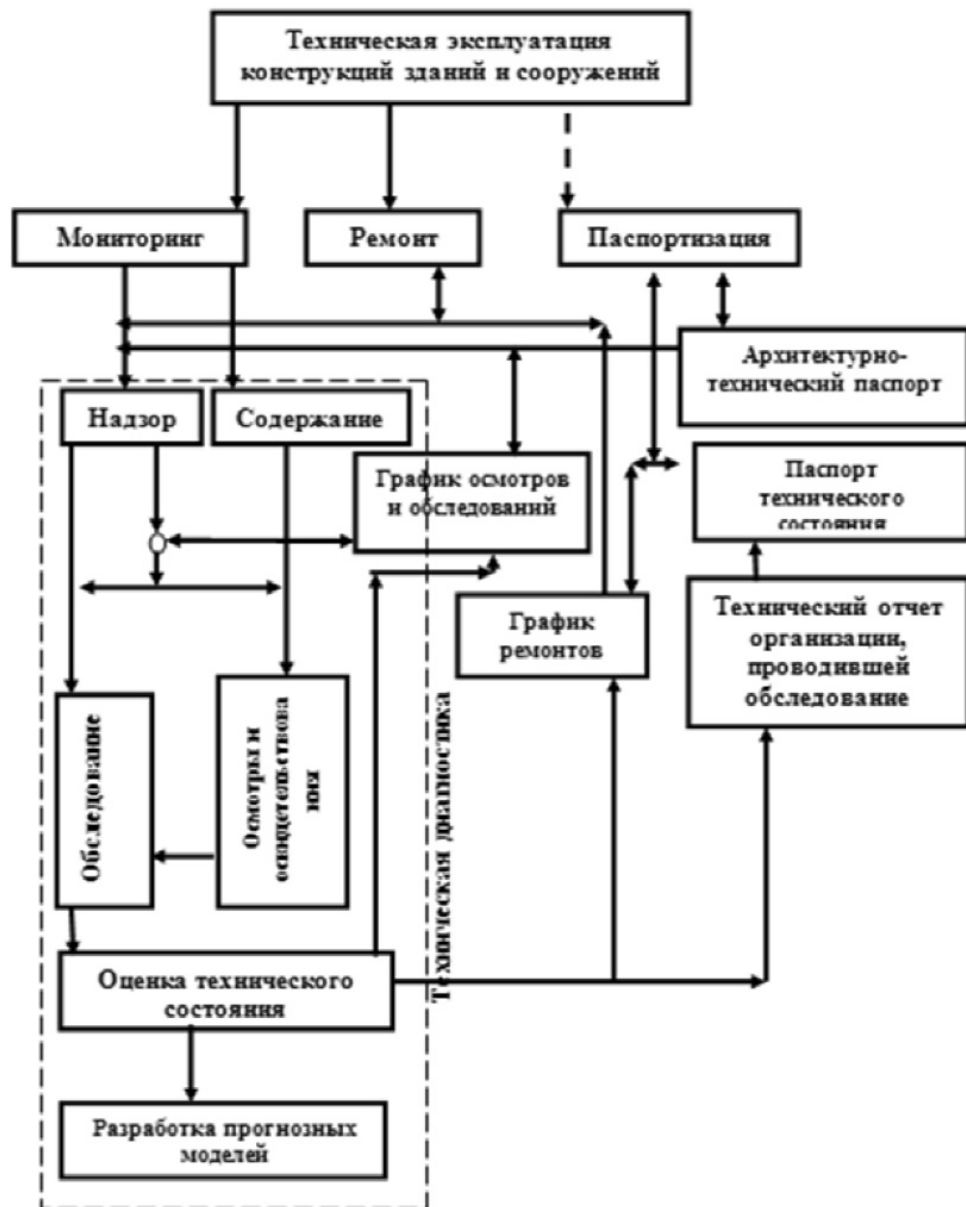


Рис. 1. Блок-схема технической эксплуатации конструкций зданий и сооружений

вило, редактированием БД занимаются сотрудники СЭ, запросы может формировать любое должностное лицо, имеющее право доступа к БД. Общим отчетом является ведомость дефектов и повреждений, которая может создаваться в зависимости от категории технического состояния, как по отдельному объекту, так и по группе объектов. Возможна разработка специальных видов отчетов, созданных по требованиям системы качества, внедренной на предприятии.

Комплексное решение проблемы технологической безопасности требует специального подхода и определенной квалификации персонала. Как уже отмечалось, несмотря на высокие требования к сотрудникам СЭ, большинство из них не имеют специальной строительной подготовки. В связи с этим, для решения ряда проблем, возникающих при эксплуатации зданий и сооружений, требуется провести соответствующую профессиональную подготовку (или повышение квалификации) персонала.

Все сотрудники СЭ должны иметь свои должностные инструкции, в которых должны находиться ссылки на стандарт технологической безопасности предприятия.

Выполнение всего комплекса по работам СЭ обеспечивает эффективное решение проблемы управления по регистрации, мониторингу и обеспечению безаварийной и долговечной эксплуатации зданий и сооружений.

Порядок работ по паспортизации зданий и со-

оружений предполагается выполнять поэтапно. На первом этапе создаётся реестр зданий и сооружений, реализованный в автоматизированной информационной БД производственных объектов с категориями их ответственности и опасности. База данных должна постоянно поддерживаться в актуальном состоянии и содержать данные об объектах и их техническом состоянии (от нормального до аварийного). Далее создается перечень зданий и сооружений, подлежащих паспортизации, а также перечень объектов, прошедших паспортизацию в установленном порядке. Составляется план-схема зданий и сооружений, входящих в состав производственных подразделений. Определяется очередность выполнения работ по обследованию зданий и сооружений (с учетом их состояния, важности в технологическом процессе). На основе стратегии развития производственных мощностей, составляется перечень объектов, подлежащих реконструкции и техническому перевооружению. Разрабатываются первоочередные варианты, производится предварительная экономическая оценка мероприятий по восстановлению аварийно опасных зданий (по выводу их из реестра "аварийно опасных").

После выполнения процедуры обследования и внесения объекта в БД, выполняется мониторинг эксплуатируемых зданий и сооружений — комплекс мероприятий по постоянной оценке их несущей способности. Задачами мониторинга являют-

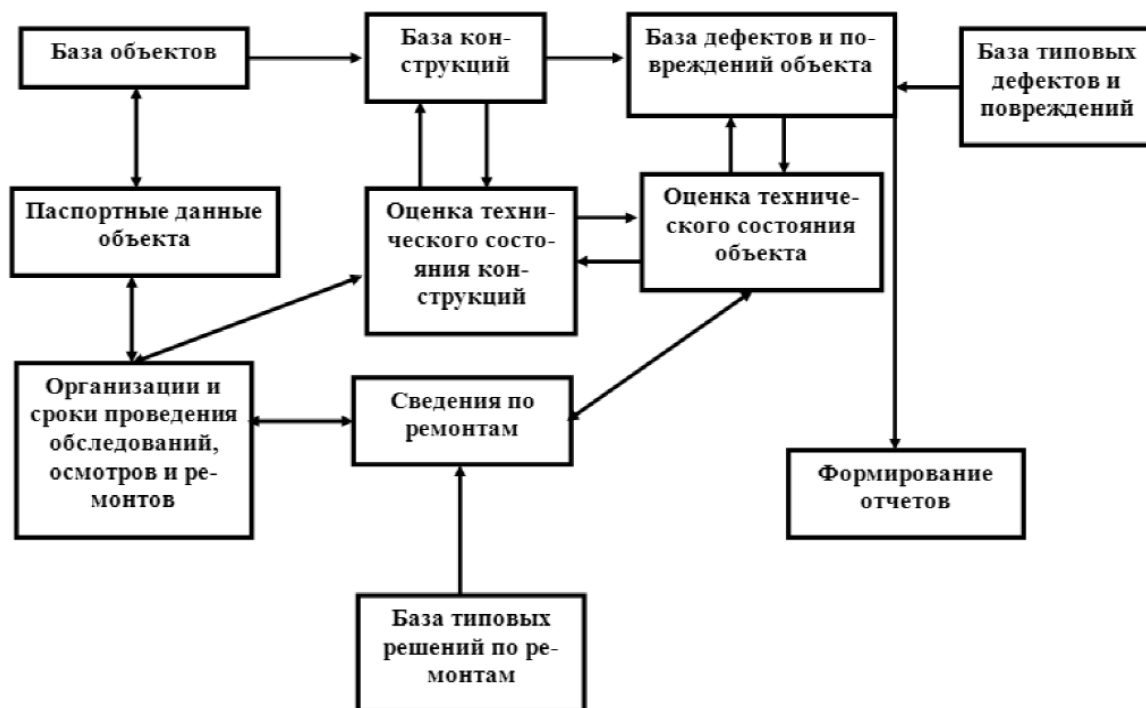


Рис 2. Блок-схема основных разделов БД "Ресурс"

ся: оценка влияния нового строительства или реконструкции на существующие здания (сооружения), прогноз изменений состояния объектов во времени, предупреждение и устранение аварийных ситуаций, расчет остаточного ресурса отдельных конструкций и объекта в целом.

Мониторинг является составной частью работ по научно-техническому сопровождению нового строительства или реконструкции объекта, которые должны осуществляться по техническому заданию заказчика специализированная организация, занимающаяся как обследованием, так и разработкой проектных решений с учетом технологии выполнения строительно-монтажных работ.

Выводы. Предприятия с разветвленной производственной структурой имеют свою специфику. Особенности управления, качество подготовки специалистов, состояние фонда строительных конструкций зданий и сооружений требуют выполнения ряда организационно-технических мероприятий, к которым относится разработка стандарта технологической безопасности, внедрение информационных регистрационных сетевых систем и уровневая переподготовка специалистов служб технической эксплуатации. Для систематизации сведений и принятия правильных управленческих решений, рекомендуется постоянный мониторинг зданий и сооружений в рамках работ по научно-техническому сопровождению.

ЛИТЕРАТУРА

1. Постанова КМУ № 409 від 5 травня 1997 р. "Щодо забезпечення надійної та безпечної експлуатації будівель, споруд та інженерних мереж".
2. Постанова КМУ № 1331 від 8 жовтня 2004 р. "Про затвердження Державної науково-технічної програми "Ресурс".
3. Постанова КМУ № 1313 від 22 серпня 2000 р. "Про затвердження програми запобігання та реагування на надзвичайні ситуації техногенного і природного характеру на 2000-2005 роки".
4. Нормативные документы по вопросам обследования, паспортизации, безопасной и надежной эксплуатации производственных зданий и сооружений. / Государственный комитет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины, Госнадзорохрантруда Украины. К., 1997.
5. Перельмутер А.В. Стан та залишковий ресурс фонду будівельних металевих конструкцій в Україні./А.В. Перельмутер, В.М. Гордєєв, Є.В. Горюхов та ін. // - К.: УІНСІЗР, 2002. — 92 с.

хов та ін. // - К.: УІНСІЗР, 2002. — 92 с.

6. Шимановський О.В. Аналіз технічного стану та проблем експлуатації будівельних металевих конструкцій в Україні./ О.В. Шимановський, В.М. Гордєєв, М.О. Микитаренко та ін.// Будівельні конструкції.- 2001 р.- №3, С. 18-24.

7. Шимановський О.В. Концептуальні основи системи технічного регулювання надійності й безпечності будівельних конструкцій./ А.В.Шимановський, В.П. Корольов// Промислове будівництво та інженерні споруди.- 2008.-№-1.- С. 3-9.

8. Шимановський А.В. Нормативное обеспечение безопасности зданий и сооружений при оценке остаточного ресурса металлоконструкций./ Шимановський А.В., Гордєєв В.Н., Королев В.П., Оглобля А.И., Перельмутер А.В.//Сб. трудов VIII Украинской научно-технической конференции "Металлические конструкции. Взгляд в прошлое и будущее".- 2004.- С. 417-428.

9. Розпорядження КМУ № 351-р від 11 червня 2003 р. "Про схвалення Концепції Державної програми забезпечення технологічної безпеки в основних галузях економіки".

АНОТАЦІЯ

У статті викладено основні проблеми щодо забезпечення технологічної безпеки для підприємства із розгалуженою виробничою структурою. Вирішення проблеми пропонується шляхом виконання низки організаційних та технічних заходів: розробки стандарту підприємства, впровадження інформаційної спеціалізованої бази даних, проведення навчання персоналу за різними рівнями підготовки. Запропоновано структуру стандарту підприємства, розроблено проєкток робіт щодо паспортизації будівель і споруд, оснований на постійному моніторингу об'єктів.

Ключові слова: технологічна безпека, технічна експлуатація, моніторинг.

ANNOTATION

The main problems formation of technological safety's principles for enterprises with branching structure is discuss in the paper. Solving of the problem offer with the number of organizational and technical solutions: preparation of enterprise standard, application of informational data base, carrying out of administrative staff training on the different technical levels. The structure of enterprise's standard is proposed so as passport system works based on constant objects' monitoring.

Key words: technological safety, technical maintenance, monitoring.

УДК: 693.55

*Бабиченко В.Я.; Данелюк В.І.; Кирилюк С.В.;
Черепашук Л.А.
ОДАБА, м. Одеса*

РОЗВИТОК НОВІТНІХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА ОБЛАДНАННЯ ЩОДО ВИКОНАННЯ ТОРКРЕТ-БЕТОННИХ РОБІТ

АНОТАЦІЯ

У статті розглянуті особливості сучасних технологічних способів та механізмів для торкрет-бетонних робіт, які використовуються при будівництві, реконструкції та відновленні будівель та споруд. Проаналізовані приготування та подача бетонної суміші до сопла, потреба та витрата стиснутого повітря, ведення набризку на поверхню та обслуговування обладнання цього виду бетонування. Приведений комплект технологічного обладнання для замонолічування стиків тонкостінних елементів.

Ключові слова: способи торкретування, машини для торкрет-бетонних робіт, замонолічування стиків тонкостінних елементів.

Актуальність. Постійне зростання обсягів будівництва, реконструкції та капітального ремонту будівель і споруд диктує потребу будівельної галузі у фахівців, які займаються відновленням і посиленням конструкцій будівель і споруд способами торкретування.

Останні дослідження розвитку новітніх технологій та обладнання підтверджують потребу в нових пристосуваннях торкрет-бетонних робіт до сучасного будівельного виробництва та реконструкції.

Мета: проаналізувати особливості сучасних технологій та обладнання для торкрет-бетонних робіт, які використовуються при будівництві, реконструкції та відновленні будівель та споруд.

Основний текст. Розглянемо основні способи торкрет-бетонних робіт, механізми й устаткування, які використовуються при цьому з урахуванням технологічних особливостей основних способів торкретування.

Спосіб сухого торкретування.

При застосуванні способу сухого торкретування використовують, як правило, цемент-гартати, що працюють у комплекті з пересувною компресорною

станцією. При цьому сухі дрібнозернисті бетонні суміші подаються стиснутим повітрям, яке надходить від пересувної компресорної станції (рис. 1). Найбільш часто подача сухих бетонних сумішей ведеться за допомогою роторних насосів. Через прийомний бункер суміш надходить у камери ротора, що мають револьверну конструкцію. З камер ротора цемент-гартати суха бетонна суміш подається стиснутим повітрям у матеріальний шланг і з високою швидкістю транспортується по шлангові до сопла. Водяний насос подає воду або розчин добавок (за потребою) по окремому шлангові до сопла. При сухому способі торкретування можуть використовуватися спеціальні бетонні суміші, які швидко твердіють при змішуванні з водою.

Швидкість вильоту із сопла струменя бетонної суміші вибирають залежно від діаметра сопла і його відстані до поверхні торкретування. Оптимальна швидкість часток бетонної суміші на виході із сопла, що дозволяє одержати найбільшу міцність бетону, перебуває в межах 100-130 м/с. На початку робіт, а також після кожної перерви в роботі подача води в сопло регулюється за допомогою крана, розташованого на трубопроводі подачі води. Необхідну кількість подачі води визначають візуально шляхом пробного нанесення торкретної суміші на спеціальний щит, установлений недалеко від поверхні торкретування. Правильно зволожена торкретна маса має при виході із сопла форму "факела" із суміші стисненого повітря й часток бетонної суміші, а поверхня торкрету — "жирний" блиск. При недостатці води в бетонній суміші на поверхні торкрету з'являються сухі плями й смуги, а у місцях торкретування накопичується багато пилу. Надлишок води призводить до опливання бетонної суміші й утвору "мішків" на поверхні. При правильній подачі води до сопла "відскік" матеріалу від поверхні торкретування при нанесенні першого шару дрібнозернистої бетонної суміші становить 30-35 %, потім у міру збільшення товщини покриття кількість "відскоку" знижується, до 20-25 %.

Торкретують поверхню пошарово. При нанесенні першого шару сопло повинне перебувати на відстані 80-120 см від поверхні торкретування. Наступні шари наносять при меншій відстані між соплом і поверхнею, але вона не повинна бути меншою ніж 50 см. Число шарів при нанесенні торкретного покриття й товщина кожного шару залежать від товщини покриття й визначаються проектом. Мінімальна товщина шару торкретного

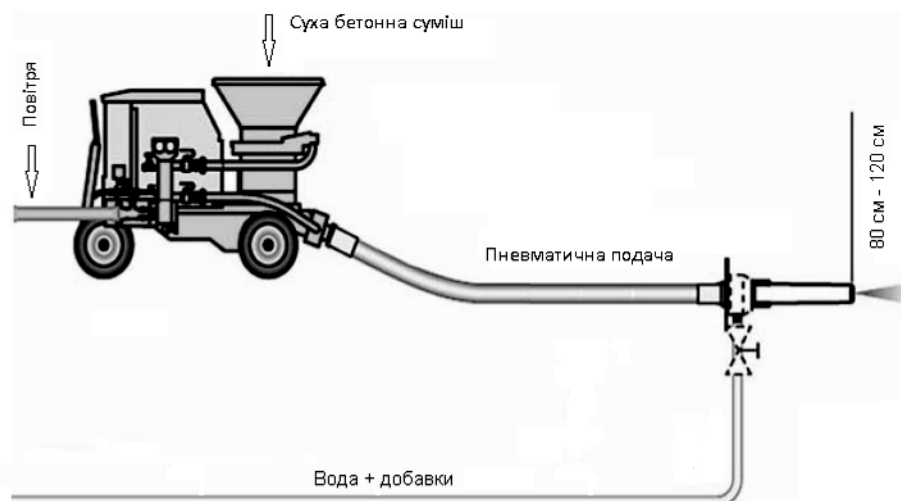


Рис. 1. Пневматична подача дрібнозернистої бетонної суміші при способі сухого торкретування

покриття становить 10-15 мм. Звичайно товщина шару торкрету становить 20-40 мм, при цьому торкретне покриття необхідно укласти не менш ніж у два шари, тому що один шар такої товщини при нормальній кількості води починає обпливати. Збільшення числа шарів торкрету, які наносяться послідовно, поліпшує водонепроникність покриття, але викликає подорожчання робіт. Сопло при роботі слід безупинно переміщати рівномірно по спіралі, тримаючи його перпендикулярно поверхні торкретування. При торкретуванні по арматурі сопло необхідно трохи нахилити, для того щоб заповнити порожнечі за арматурою.

Щоб уникнути влучення води із сопла в матеріальний шланг при перервах у роботі сопло слід тримати насадкою вниз.

З метою підвищення стабільності процесу нанесення торкрету й зменшення утвору пробок у шлангу торкрет-машину слід розташовувати по можливості ближче до місця робіт.

Переваги способу сухого торкретування:

- не потрібне попереднє змішування сухої бетонної суміші з водою або розчинами добавок ;
- можливість забезпечення тривалого зберігання сухої бетонної суміші;
- можливість подачі сухої бетонної суміші на значні відстані в процесі виробництва торкрет-бетонних робіт (по горизонталі до 300 м, по вертикалі до 100 м);
- висока початкова міцність нанесеного торкрет-бетону;
- висока надійність і тривалий строк експлуатації встаткування для торкрет-бетонних робіт;

- не складне очищення основного технічного встаткування за допомогою стиснутого повітря;
- рідке засмічення шлангів і основного технологічного встаткування в процесі виробництва торкрет-бетонних робіт.

На високу ефективність даного методу негативно впливають високий відскік при веденні торкрет-бетонних робіт, високий ступінь пилоутворення особливо в стиснутих умовах роботи, а також більша потреба в повітрі.

Спосіб мокрого торкретування.

При застосуванні способу мокрого торкретування використовують розчинонасоси або бетононасоси малої продуктивності в комплекті з пересувними компресорними станціями. Спосіб мокрого торкретування знайшов застосування ще в 20-ті роки минулого сторіччя. Тоді цей спосіб був відомий, як спосіб Мозера. Основною перевагою способу мокрого торкретування було використання при виробництві бетонних робіт заздалегідь приготовленої дрібнозернистої бетонної суміші при точному дозуванні всіх її компонентів. Крім цього, устаткування для виробництва бетонних робіт способом мокрого торкретування було значно легше і простіше.

З розвитком устаткування для способу мокрого торкретування вдосконалювали спосіб подачі бетонної суміші до сопла. Сьогодні суміш подають до сопла двома способами: гідравлічним (рис. 2.) і пневматичним.

При гідравлічній подачі готової дрібнозернистої бетонної суміші найчастіше застосовуються двухпоршневі бетононасоси (рис. 2). Готова бетон-

на суміш подається в прийомний бункер бетононасоса і перекачується по шлангах до сопла. Технологія торкретування вимагає зниження пульсації при перекачуванні до мінімуму з метою забезпечення безперервного розпилення суміші. Для цього застосовуються різні методи підвищення ступенів заповнення поршнів, а також скорочення часу перемикання шибера бетононасоса.

Для пневматичної подачі готової дрібнозернистої бетонної суміші використовуються прямооточні діафрагменні плунжерні розчинонасоси зі спеціальною пневмоприставкою (приставка Н.С. Марчукова) [1]. Розчинонасоси, реконструйовані за пропозицією Н.С. Марчукова (рис. 3), мають продуктивність від 2 до 6 м³/год і призначені для транспортування у зваженому стані й укладання на поверхню бетонування готових дрібнозернистих бетонних сумішей.

Виготовлення тонкостінного покриття або замонолічування стиків за допомогою установок Н.С. Марчукова відбувається в наступній послідовності: готова дрібнозерниста бетонна суміш через вібросито подається в бункер живильника — плунжерного розчинонасоса, робоча камера якого перероблена в прямооточну схему. Під дією плунжера та гумової діафрагми бетонна суміш, проходячи через всмоктувальний і нагнітальний клапани, надходить у змішувальну камеру, куди одночасно подається стиснуте повітря. Зі змішувальної камери бетонна суміш рухається по шлангові у зваженому стані й укладається з ущільненням на поверхню бетонування або в стик.

До способу мокрого торкретування можуть бути віднесені й бункер-пістолети конструкції ЦНДІОМТД, що працюють за допомогою стиснутого повітря від пересувних компресорних станцій необхідної продуктивності (рис. 4). Робота бункер-

пістолетів, що мають малу продуктивність може бути ефективна при виготовленні тонкошарового бетонного або фібробетонного покриття та замонолічування стиків тонкостінних елементів конструкцій, які мають товщину 20-40 мм і виготовляються з конструкційного важкого дрібнозернистого бетону. Бункер-пістолет працює за принципом компресорної форсунки та ємності об'ємом 6-8 дм³, а також має продуктивність близько 10 м²/год при товщині двошарового покриття 10 мм [2].

Спосіб мокрого торкретування має ряд переваг і є найбільш сучасним високопродуктивним методом нанесення торкрет-бетону.

Серед переваг способу мокрого торкретування слід виділити:

- підвищення продуктивності виконання набризку бетонної суміші;
- зниження відскоку і, відповідно, втрат готової бетонної суміші у два й більше разів;
- значне поліпшення умов праці робітників, що виконують роботи з торкретування, завдяки відсутності пилоутворення в процесі набризку;
- мала потреба в стиснутому повітрі при застосуванні гідравлічної подачі готової бетонної суміші;
- підвищення якості торкрет-бетону за рахунок однорідного складу бетонної суміші й постійного водоцементного відношення;
- можливість остаточної затірки поверхні свіжоукладеного бетону.

При застосуванні способу мокрого торкретування процес початку робіт (готування суміші, її доставка до насоса) і процес завершення роботи (очищення встаткування) є більш трудомісткими, ніж при використанні способу сухого торкретування. Крім цього, при способі мокрого торкретування час використання приготовленої суміші обмежені й бетонна суміш повинна бути нанесена за

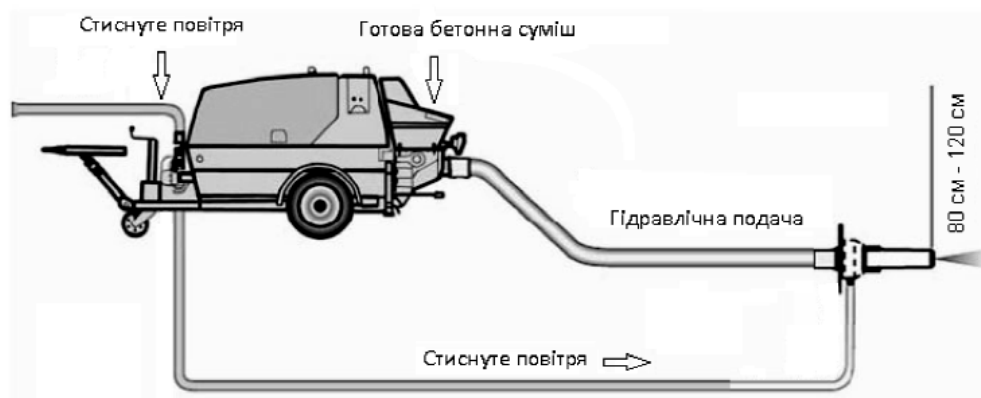


Рис. 2. Гідравлічна подача суміші при способі мокрого торкретування

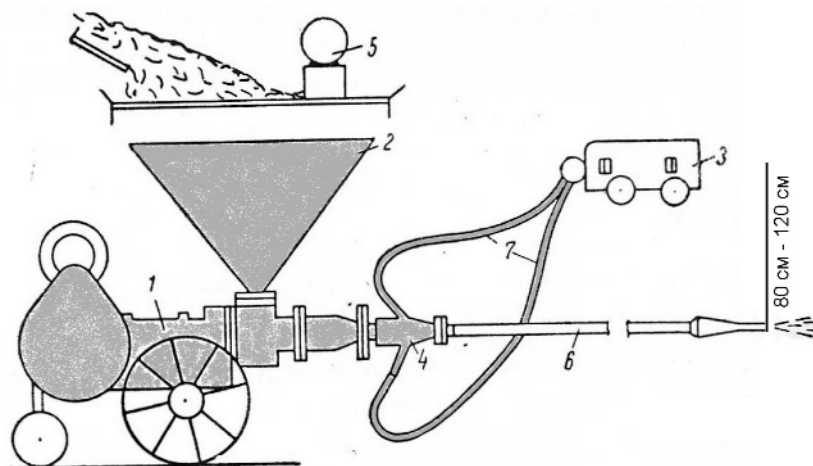


Рис. 3. Схема установки, що транспортує бетонну суміш:

- 1 – розчинонасос, реконструйований за пропозицією Н.С. Марчукова;
2 – бункер; 3 – компресор; 4 – змішувальна камера; 5 – вібросито;
6 – трубопровід; 7 – шланг для подачі стиснутого повітря

цей період — а якщо ні, то суміш стає непридатною до використання [3].

Спосіб механічного торкретування.

Дослідження з удосконалення способів бетонування останнім часом були спрямовані на розробку технології, що дозволяє відмовитися від використання стисненого повітря в процесі бетонування, що й забезпечує поліпшення показників якості бетону, які були досягнуті при використанні пневматичних способів бетонування. Таким виявився спосіб механічного торкретування або ротаційного метання бетонної суміші.

Ущільнення бетонної суміші здійснюється за рахунок кінетичної енергії удару часток суміші в поверхню бетонування. Процес бетонування доз-

воляє сполучити операції укладання, розподілу й ущільнення бетонної суміші. Пристрої, призначені для механічного набризку, виконуються у вигляді одно- і двухроторних металників, які можуть працювати як на дрібнозернистих, так і на крупнозернистих бетонних сумішах (доцільно заповнювач розміром більш 20 мм не використовувати) [3-5].

Особливості роботи механізмів і машин для торкрет-бетонних робіт.

При застосуванні способів сухого й мокрого торкретування набризк може вестися як у ручному, так і в механізованому режимі за допомогою маніпуляторів. У зв'язку з тим, що при застосуванні способу сухого торкретування найчастіше мова йде про невелику продуктивність і встатку-



Рис. 4. Комплект технологічного обладнання, яке використовується для виготовлення тонкостінного покриття й замоноличування стиків тонкостінних елементів:

- 1 – бункер-пістолет; 2 – пересувний компресор; 3 – шланг пневматичний

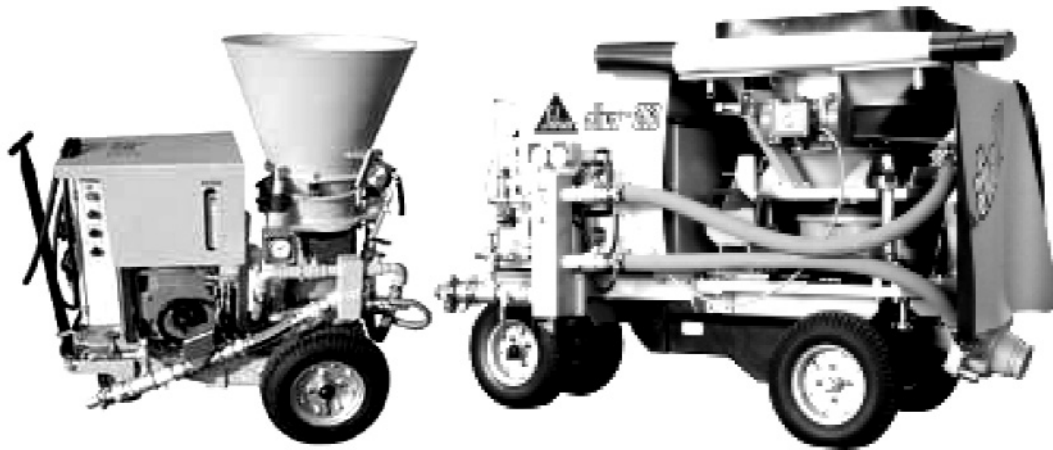


Рис. 5. Устаткування для сухого торкретування:
а) — Aliva-246.5 "базова" версія; б) — Aliva-263 "удосконалена" версія

вання для торкрет-бетонних робіт, ручний набризк використовується значно частіше. Суха дрібнозерниста бетонна суміш наноситься, головним чином, за допомогою роторних машин.

У цей час найбільш ефективним устаткуванням для торкрет-бетонних робіт, є машини фірми Aliva. Принцип роботи роторних машин Aliva такий. Через прийомний бункер торкрет-суміш надходить у камери револьверного ротора. Завдяки обертанню ротора камера з матеріалом надходить у крапку розвантаження. За допомогою стислого "верхнього" повітря здійснюється розвантаження камери з матеріалом. Суміш надходить через випускную камеру в магістраль. Разом з "нижнім" повітрям суміш транспортується по магістралі в повітряному потоці (пневматична подача) з великою швидкістю до сопла. Машини фірми Aliva представлені на рис. 5.

Крім машин фірми Aliva значний технологічний інтерес представляють торкрет-установки АС-1 фірми "Альпсервис" (Харків) (рис. 6). Торкрет-установка даного типу призначена для виконання робіт зі способу сухого торкретування, таких як санація бетонних конструкцій, ремонт і реставрація бетонних поверхонь і т.д. Установки даного типу рекомендуються для торкретних робіт, при яких товщина шару не перевищує 50 — 70 мм, тому що установка має порівняно невелику продуктивність — 0,5-2,5 м³/ч.

До переваг даної установки можна віднести:

- легкість маніпуляції під час роботи завдяки малій вазі машини;
- плавне регулювання продуктивності (виконання STANDARD і COM);

- пасова передача, що запобігає ушкодженню привода у випадку нестандартної зупинки машини;
- дистанційне керування, яке дає можливість обслуговуючому персоналу в розпилювача регулювати продуктивність;

— швидке й просте закінчення роботи без трудомісткого очищення машини, можливість подачі бетону на велику відстань і недоступні місця (горизонтально до 300 м, вертикально до 100 м);

— великий термін служби частин, що зношуються (ущільнювальної прокладки й дозувального барабана) завдяки використанню центрального змазування;

— низькі експлуатаційні витрати [6].

Висновки.

1. Проведено аналіз методів ведення торкрет-бетонних робіт.

2. Приведені сучасні розробки машин і механізмів у цій галузі, які використовуються при будівництві, реконструкції та відновленні будинків і споруджень.

3. Розглянуто комплект технологічного обладнання для замонолічування стиків тонкостінних елементів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ивянский Г. Б. Механизированная заделка стыков сборных железобетонных конструкций / Ивянский Г. Б. — М.: Стройиздат, 1971. — 145 с.

2. Урьев Н. Б. Коллоидные цементные растворы / Урьев Н. Б. — Л.: Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1980. — 192 с.

3. Бабиченко В. Я. Новая струйная технология бетонирования, элементы теории, перспективы



Рис. 6. Торкрет-установка АС-1

практического применения / В. Я. Бабиченко, В. И. Данелюк // Зб. наук. пр. "Будівельні конструкції". — Вип. 72. — Київ: НДІБК, 2009. — С. 622-630.

4. Пат. 92794 України, МПК (2009) В 28 В 1/30, В 28 В 13/00. Металевий пристрій для укладання та ущільнення бетонних сумішей / В. Я. Бабиченко, В. І. Данелюк; заявка та власник Одеська державна академія будівництва та архітектури. — № а 2008 12967; заявка 07.11.2008; публікація 10.12.2010, Бюл. № 23.

5. Кирилюк С. В. Технологія торкретирования стыков тонкостенных фибробетонных изделий в ограждающих стеновых конструкциях: дис ... канд. техн. наук: 05.23.08 / Кирилюк Станислав Владимирович. — Одесса, 2014. — 145 с.

6. Бабиченко В. Я. Наблизк-бетонні роботи та обладнання при реконструкції та відновленні конструкцій будівель та споруд / В. Я. Бабиченко, В. І. Данелюк, С. В. Кирилюк, О. О. Піддубний // журнал "Сучасне промислове та цивільне будівництво". — Том. 9. №3 — м. Макіївка: ДНАБА, 2013. — С. 131-139.

АННОТАЦИЯ

В статье рассмотрены особенности современных технологических способов и механизмов для

торкрет-бетонных работ, которые используются при строительстве, реконструкции и восстановлении зданий и сооружений. Проанализированы приготовление и подача бетонной смеси к соплу, потребность и расход сжатого воздуха, ведение набрызга на поверхность и обслуживание оборудования этого вида бетонирования. Приведенный комплект технологического оборудования для замоноличивания стыков тонкостенных элементов.

Ключевые слова: способы торкретирования, машины для торкрет-бетонных работ, замоноличивание стыков.

ANNOTATION

The article describes the features of modern technological methods and tools for sprayed concrete works, which are used in the construction, reconstruction and restoration of buildings and structures. Analyzed the preparation and submission of concrete in the nozzle, and the need for consumption of compressed air, spraying the surface of the conducting and maintenance of equipment of this type of concrete. We have a set of technological equipment for the embedment of joints of thin-walled elements.

Keywords: ways of shotcrete, machine sprayed concrete works, embedment of joints.

УДК 658.5.011:69.003.13

*Ярова Л.В., к.т.н.; Доненко І.В., к.т.н.;
Кулік М.В., к.т.н., ЗНТУ, м. Запоріжжя*

СУЧАСТНЕ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНЕ ЕНЕРГОРЕСУРОЗБЕРІГАЮЧЕ ПРОЕКТУВАННЯ

АНОТАЦІЯ

Визначена актуальність та необхідність енергосумозберігаючого проектування. Запропоновані стратегії та методи проектування з урахуванням тенденції на збереження енергоресурсів. Проаналізовані сучасні програмні комплекси для проектування енергосумозберігаючих будівель. Визначена необхідність впровадження енергосумозберігаючих засобів ще на стадії розробки концепції будівництва.

Ключові слова: проектування, енергоефективність, ресурси, модель, ефект.

Постановка проблеми у загальному вигляді. Будівлі володіють величезними резервами підвищення енергоефективності та зниження негативного впливу на навколишнє середовище, на їх частку припадає до 40% від загальної споживаної в світі енергії, 30% викидів CO₂, 17% витрат прісної води, 25% переробленої деревини та 320 млн.тон будівельного сміття в рік.

Дослідженнями в нашій країні виявлено, що будівлі відповідальні за більш ніж 25% потенційного енергозбереження, необхідного для досягнення найважливішої стратегічної задачі — зниження енергоємності вітчизняної економіки (ВВП) на 40% до 2030р.

Реалізація заходів щодо підвищення енергоефективності в секторі "Нерухомість і будівництво" може забезпечити річну економію в розмірі приблизно 180 млн.т умовного палива (13%сукупного обсягу енергоспоживання по всіх секторах у 2030-2040 р.)і скорочення обсягу викидів парникових газів на 205 млн.т (7%сукупного обсягу викидів в Україні у 2030-2040 р.). Впровадження цих заходів потребує інвестицій у розмірі понад 70 млрд. євро, але в сумі забезпечить 190 млрд євро економії за період до 2040р.

Таким чином, основним завданням в будівництві і житлово-комунальному господарстві є знижен-

ня рівня споживання енергетичних і матеріальних ресурсів протягом усього життєвого циклу будівлі: від вибору ділянки до проектування, будівництва, експлуатації, ремонту та ліквідації.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Об'єкт нерухомості повинен задовольняти соціальні та економічні потреби окремої людини і суспільства в цілому [1]. Найбільш суттєві властивості і параметри об'єкта будівництва, що визначають його вигляд, експлуатаційні характеристики та споживчі якості, закладаються на етапі проектування.

Відомо, що чим більше зусиль і коштів буде вкладено в початкові етапи життєвого циклу об'єкта нерухомості (тобто чим якісніше буде розроблений проект), тим менше ресурсів буде потрібно для створення (будівництва) об'єкта нерухомості та більш довгостроковою і економічною буде фаза експлуатації [2,3]. При цьому рішення що приймаються повинні бути здійсненні технічно, обґрунтовані економічно, а також прийнятні з екологічної та соціальної точок зору[4].

Формування цілей. Головною метою дослідження було проаналізувати рівень розвитку та адаптованості в Україні заходів з енергосумозберігаючого проектування, запропонувати нові стратегії та методи проектування з врахуванням тенденцій на збереження енергоресурсів в будівництві.

Основний матеріал. В процесі проектування енергоефективної будівлі архітектор вирішує непросту задачу — використовувати найкращим чином позитивний і максимально нейтралізувати негативний вплив навколишнього середовища на тепловий баланс будівлі.

Інженер вирішує завдання організації такої системи управління кліматом в приміщенні, яка з найменшими витратами енергії і впливом на навколишнє середовище забезпечить необхідні параметри мікроклімату в приміщеннях. Згідно тепловому балансу будівель, основна витрата енергії йде на опалення і вентиляцію. Проблема полягає в тому, що резерви економії енергоресурсів за рахунок підвищення теплового захисту будівель практично вичерпані, оскільки нормовані значення коефіцієнта опору теплопередачі майже досягли свого оптимуму. Виконання нових вимог по підвищенню енергоефективності будівель стає можливим в основному завдяки переходу на використання інноваційних енергозберігаючих інженерних технологій і обладнання.

Всі ці фактори суттєво збільшують потреби в проведенні різноманітних розрахунків і моделюванні, необхідних для вирішення завдань ресурсозбереження та захисту навколишнього середовища. Новий рівень задоволення цих потреб забезпечують системи автоматизованого проектування (САПР), вони реалізують технологію інформаційного моделювання будівель (BIM — Building Information Modeling).

В процесі архітектурно-будівельного проектування створюється комп'ютерна модель нової будівлі, що несе в собі всю інформацію про майбутній об'єкт. Технологія BIM дозволяє візуалізувати системи будівлі, розраховувати різні варіанти їх компонування з точки зору екології, а також приводити їх у відповідність нормам і стандартам, виконувати моделювання та аналіз експлуатаційних характеристик майбутніх будівель: теплового навантаження, освітленості, теплової енергії та ін., спрощуючи вибір оптимального рішення.

Так, програми одного з найбільших виробників САПР — компанії Autodesk, а саме Revit Architecture (розробка концепції архітектурної споруди, її всебічний аналіз і візуалізація), Revit Structure (моделювання і документування конструкцій) і Revit MEP (проектуювання інженерних систем і комунікацій будівлі), побудовані на базі єдиної технології BIM, допомагають прогнозувати

особливості експлуатації будівель, інженерних систем і несучих конструкцій, а також ефективність використання енергії, води та земельних угідь.

Оскільки цифрова модель будівлі створюється з перших етапів роботи, з'являється можливість організувати колективний робочий процес, при якому всі фахівці і учасники залучаються до спільної роботи з самих ранніх етапів проектного циклу, коли витрати на дослідження і внесення змін мінімальні, а результати таких змін найбільш значимі (рис.1.).

Всі проектні рішення, в тому числі що забезпечують енергоефективність будівлі в процесі експлуатації, фізично здійснюються на стадії будівництва в ході реалізації інвестиційного будівельного проекту.

Одним з основних інструментів управління проектом є календарне планування будівництва, яке входить до складу організаційно-технологічної документації та бізнес-плану і за допомогою якого здійснюється техніко-економічна оцінка проекту. Для підвищення ефективності організаційно-технологічного проектування потрібне створення адекватних моделей, які дозволяють багаторазово і наочно моделювати і перевіряти організаційно-технологічні процеси в ході розробки проектів організації будівництва (ПОБ) і виконання робіт (ПВР).

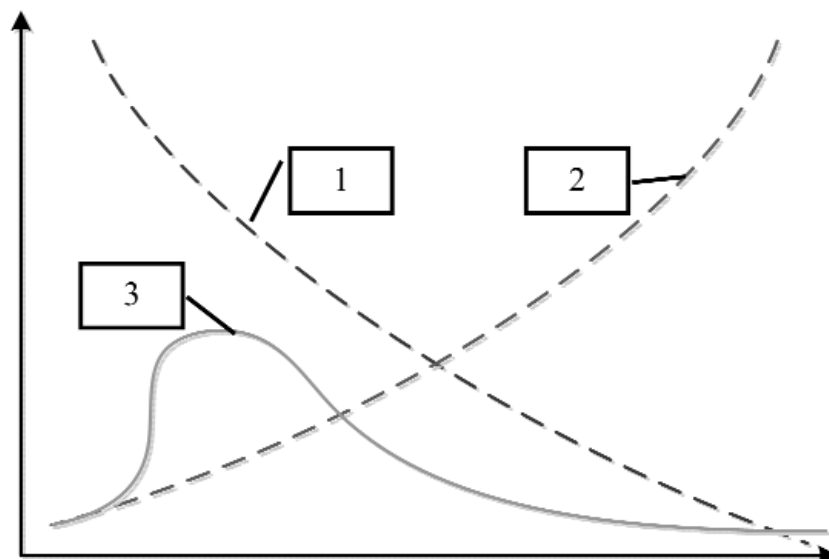


Рис.1. Крива найбільшої ефективності зусиль з проектування будівлі в залежності від стадії роботи:

- 1 — можливість впливу на вартість і функціональні характеристики;
- 2 — витрати на внесення змін;
- 3 — кращий процес проектування

Для цього використовуються такі комп'ютерні програми управління проектами, як Microsoft Project або Primavera.

Бізнес-планування, фінансове моделювання та оцінка ефективності проектів на підставі календарного планування здійснюються за допомогою програм Project Expert, Альт-Інвест, ТЕО-Інвест або аналогічних. Ці програми можуть бути використані і для вартісної оцінки заходів з енергоскозбереження.

Будь-який енергоресурсозберігаючий захід можна розглядати як інвестиційний проект і застосовувати до нього відомі системи оцінки економічної ефективності.

Початок інвестиційної діяльності пов'язують з датою першого інвестиційного вкладення (Нульовий момент часу), поточний час визначають в роках (або у відповідних частках року) і позначають через t , а тривалість всього життєвого циклу починають через T .

Економічна модель будь-якого проекту може розглядатися як генератор грошового потоку. Життєвий цикл інвестиційного будівельного проекту представляють у вигляді розподіленої в часі суми грошових витрат (сальдо, або підсумку), що складається з притоку R (англ. Return — повернення) і їх відтоку C (англ. Cost — витрати). Зазвичай під поверненням коштів розуміють чистий прибуток, отриманий від реалізації проекту.

Крім вартісних показників економічної ефективності впровадження енергоресурсозберігаючих заходів, застосовуються і абсолютні показники, до яких відносяться:

- вартість зекономлених енергоресурсів або частка вартості від споживаних енергоресурсів, в тому числі на одиницю продукції;
- кількість тон умовного палива (t у.т.) зекономлених енергоресурсів або частка від величини споживаних енергоресурсів в t у.т.;
- в натуральному вираженні ($kBt\backslash год$, $Kcal$ і т.д.);
- зменшення частки енергоресурсів в ВВП у вартісному вираженні або в натуральних одиницях (t у.т., $kBt\backslash год$) на 1 грн. ВВП

Для вимірювання енергоресурсоефективності застосовуються і узагальнюючі показники:

- енергоемність продукції визначає обсяг енергоресурсів (в t у.т.), спожитих на одиницю продукції, що випускається;
- питоме споживання енергоресурсів (в t у.т.) однією людиною.

Можна виділити і спеціальні показники, що характеризують різні параметри рівня теплового захисту будівель. В силу своєї специфіки дані показники відображають в основному різні теплофізичні характеристики. Ці спеціальні показники пов'язані з конкретними проектними рішеннями, що стосуються орієнтації будівель, їх геометрії, термічних властивостей огорожувальних конструкцій і застосування енергогенеруючих інженерних систем. Їх застосування диктує потребу зближення розробки конкретних архітектурно-проектних та інженерних рішень і їх техніко-економічної оцінки як з позиції натуральних показників, так і з позиції узагальнюючої вартісної оцінки. При такому підході обов'язково виникне потреба у визначенні значимості окремих показників. Для їх визначення можна рекомендувати кваліметричний підхід.

Висновки з даного дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. Архітектурно-будівельне і організаційно-технологічне проектування будівель — це дві предметно-різні області в загальному процесі підготовки проектно-документації на будівництво будівлі, зближення яких дозволить зробити сам процес більш системним і скоординованим, а також забезпечить отримання економічного і енергоресурсозберігаючого ефектів.

При застосуванні розглянутих процедур в спільній розробці трьох провідних проектно-економічних документів, таких як бізнес-план будівництва і експлуатації будівлі, будівельний генеральний план і календарний план будівництва в координації безпосередньо з архітектурно-будівельною частиною, забезпечить можливість комплексної організаційно-технологічної та економічної оцінки проекту в оперативному режимі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Державні будівельні норми України. Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва. ДБН А.3.1-5-2009. — [Чинний від 2010-09-01]. — Київ: Мінрегіонбуд України, 2010.
2. Дикман Л.Г. Организация строительного производства: Учебное пособие. — М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2006.
3. Безух А.В., Мхитарян Н.М., Поколенко В.О. Нові підходи до формування інвестиційних пріоритетів у галузі будівельних матеріалів. // Будівельні матеріали та вироб. — 2002, №1. — С.11–13.

4. Бушуев С.Д., Бушуева Н.С. *Управление проектами. Основы профессиональных знаний и система оценки компетентности проектных менеджеров.* — К.: ІРІДІУМ, 2006. — 208 с.

АННОТАЦИЯ

Определена актуальность и необходимость энергоресурсосберегающего проектирования, предложены стратегии и методы проектирования с учетом тенденции к сбережению энергоресурсов. Проанализированы современные программные комплексы для проектирования энергоресурсосберегающих зданий. Определена необходимость внедрения энергоресурсосберегающих мероприятий еще на стадии разработки концепции строительства

Ключевые слова: проектирование, энергоэффективность, ресурсы, модель, эффект.

ANNOTATION

Determined that the buildings have enormous reserves to increase energy efficiency and reducing negative influence on the environment. Identified the relevance and necessity of energy and resource saving projection, proposed strategies and projection methods, taking into account tendencies for saving energy and resources. Analyzed modern software systems for the design of energy and resource saving Building. The necessity of implementation the energy and resource saving measures at the stage of development building concepts. Article proves: the most substantial properties and parameters of the construction object was established at the design stage. This properties and parameters define future appearance, performance, consumer quality of building object. Computer software for project management and resource accounting as Microsoft Project or Primavera, Project Expert, Alt-Invest, TEO Invest was analyzed in this article.

Keywords: projection, energy efficiency, resources, model, effect.

УДК 728.98

**Мишко С.В.; Турчин В.О.; Чебанов Т.Л.;
Чебанов Л.С., к.т.н., доцент, КНУБА, м. Київ**

ТЕХНОЛОГІЯ БУДІВНИЦТВА МОБІЛЬНИХ ФЕРМЕРСЬКИХ ТЕПЛИЦЬ

АНОТАЦІЯ

Розглянуто технологію монтажу плівкових теплиць на будівельному майданчику, що дозволяє зменшити трудоемкість, витрати на транспорт, а також загальну вартість будівництва.

Елементи теплиць (арки та прогони) виготовляють зі смуг оцинкованого металу (ширина близько 100 мм, товщина 0,7-0,85 мм), що привозиться в бухтах масою до 1,5 т. Використовується спеціальне обладнання типу прокатного стану.

Ключові слова: теплиці плівкові; оцинковані конструкції; прокатний стан.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЗАВДАННЯМИ

Теплиці та тепличні господарства зводять в сільській місцевості, на значному віддаленні від промислових баз. Об'єми робіт не є значними, а потребують використання спеціалізованої будівельної техніки, вантажних машин тощо. Пропонується підвищити ефективність зведення таких споруд, шляхом використання мобільного обладнання. Вирішення завдань пов'язано з тематикою досліджень кафедри ТБВ КНУБА "Розробка ефективних технологій зведення каркасних збірних і збірно-монолітних будівель та споруд, створення системи пристроїв і способів їх здійснення".

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Вітамінна продукція тепличних господарств (огірки, томати, перець тощо) є запитаною на ринку овочів. Відомі та широко використовуються технології вирощування в теплицях фруктів (супинці, полуниці тощо) та квітів.

Задоволення потреб населення продукцією із захищеного ґрунту в теперішній час є недостатнім, що пояснюється високими витратами на експлуатацію (енергоносії, технології вирощування) та будівництво.[1]

Сучасні теплиці мають декілька варіантів огороження - скло, плівка, полікарбонат. Саме плівкові теплиці різного виконання є найбільш

поширеним варіантом в теперішній час [2]. В таких теплицях використовуються сучасні інженерні та технологічні рішення [3]. Технологія зведення розглядається в основному на прикладі скляних теплиць [4]. Будівництво плівкових теплиць практично не вивчено.

ПОСТАНОВКА ПИТАННЯ

Слід розглянути можливість будівництва плівкових теплиць мобільним устаткуванням та виявити основні засади технології та механізації.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Актуальність будівництва теплиць є незаперечною. Сьогоднішні об'єми споруд захищеного ґрунту задовольняють до 10 % потреб населення у вітамінній продукції період весна-літо та до 5 % в період осінь-весна. На агропромисловому ринку

України є пропозиції по двох типах теплиць — промислових та фермерських.

Розглянемо технологію влаштування плівкових фермерських теплиць. Традиційно до початку будівництва виконують комплектацію збірних фундаментів, металевих конструкцій, плівки, а також основного інженерного та технологічного обладнання. Для цього здійснюють закупки, в тому числі за кордоном, перевозять елементи спочатку на базу комплектації, а потім на майданчик будівництва з подальшим виконанням робіт.

В цій схемі відповідальним та дорогим є процес зведення металевого каркасу, так званого "холодного будинку". Елементи каркасу завозять з-за меж України. В окремих випадках з використанням крупногабаритних вантажних автомобілів. При цьому, враховуючи незначні об'єми поставки,

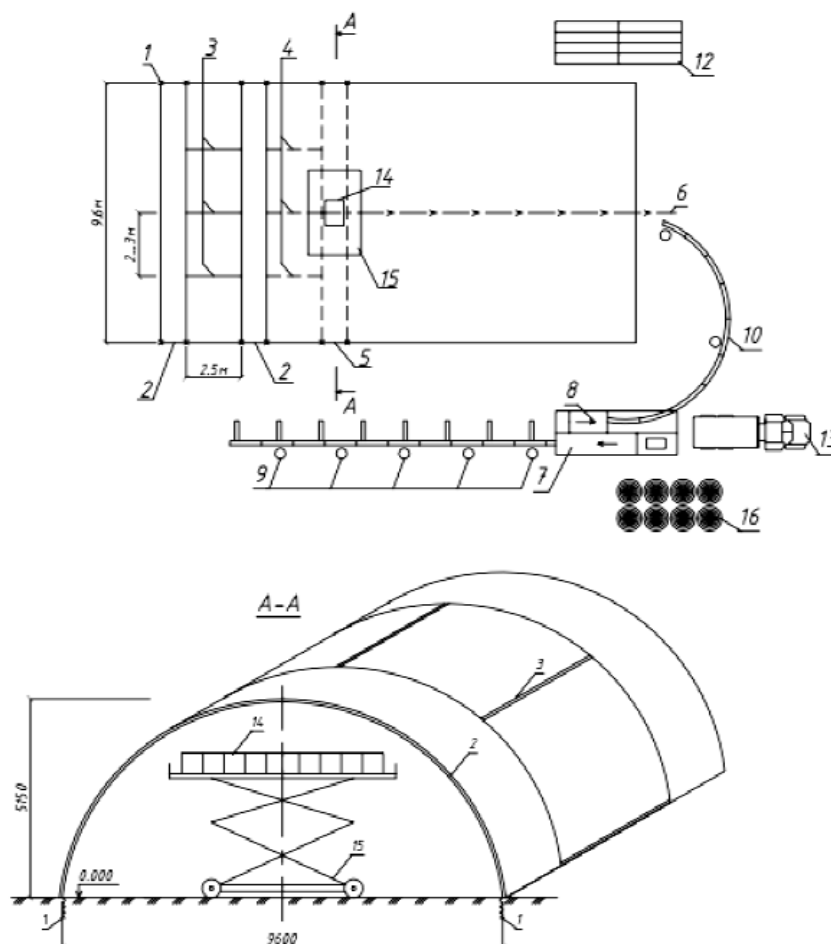


Рис. 1. Схема організації робіт при будівництві плівкових теплиць:

1 — анкер, 2, 5 — арки, що монтуються та вже змонтовані, 3, 4 — прогони, що монтуються, та вже змонтовані, 6 — напрям монтажу, 7 — устаткування по формуванню горизонтальних елементів арок та прогонів, 8 — устаткування для надання аркам проектної кривизни, 9 — рольчаткі виносні, 10 — арка проектної кривизни, 11 — складування стрічок оцинкованого металу в бухти, 12 — складування плівки, 13 — однокішневий навантажувач, 14 — устаткування для розмотування та монтажу плівки, 15 — підйомна платформа, 16 — арка та прогони (горизонтальні стрічки)

ця складова є вирішальною при визначенні можливості будівництва.

Технологія, що розглядається орієнтована на вітчизняного виробника. Підрядник будівництва на першому етапі закупає стрічки оцинкованого металу шириною до 100 мм товщиною 0,7-0,8 мм. Виробники, наприклад металургійний завод ім. Ілліча (м. Маріуполь) формує бухти із металу масою до 3 т суцільною стрічкою відповідної довжини.

Для виготовлення в польових умовах елементів металоконструкції теплиць (арки та прогони) використовується спеціальне обладнання типу прокатного стану. Крім того, на майданчик завозять наступні машини та обладнання:

- а) однокішшевий навантажувач з вантажною стрілою, іншим змінним робочим обладнанням;
- б) монтажний майданчик типу ножиці;
- в) додаткове обладнання для прокатного стану — рольчатка, підставки тощо;
- г) обладнання типу гільйотина;

Послідовність влаштування металевого каркасу наступна:

1. Обладнання машини та матеріали на будівельний майданчик;
2. Обладнання прокатного стану встановлюється в проектне положення (Рис.1).

Навантажувач подає бухту металу у приймальне відділення;

3. Формуються по схемі "від себе" в одному напрямку горизонтальні елементи ферм, в'язевих вузлів та прогонів із суцільної стрічки;

4. Проектна довжина забезпечується обладнанням типу "гільйотина";

5. По схемі "на себе" горизонтальним елементам ферм надають проектну кривизну та відповідну висоту.

6. Таким чином виготовляють основні елементи каркасу.

При монтажі на першому етапі влаштовують "в'язевий блок", шляхом "перев'язки" двох перших арок навхрест та кріплять прогони (до 5 штук на одному кроці). При цьому, до основи арки кріплять спеціальними гвинтовими анкерами (Рис.2).

В подальшому з використанням підйомного монтажної обладнання типу "ножиці" монтують наступні по довжині елементи каркасу. Таким чином отримують окремостоячий блок теплиць типу тунель. Довжина такого блоку становить до 100 м. Паралельно з монтажем каркасу здійснюють

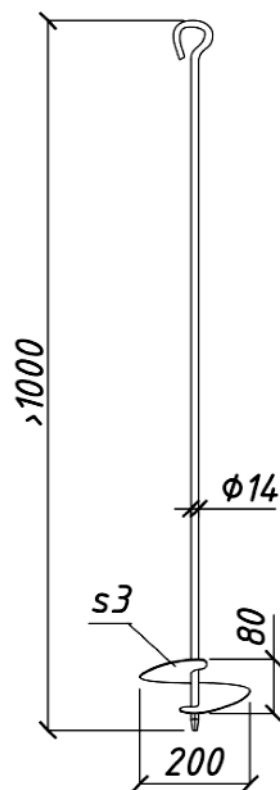


Рис.2. Схема металевого гвинтового анкера

влаштування огорожі теплиці із плівки.

В залежності від схеми експлуатації теплиці (з опаленням чи без опалення) використовують плівку одинарну або подвійну (товщина 100 мкм, антиконденсат) з повітряним прошарком товщиною 50 — 150 мкм (Рис.3)

Тиск в прошарку підтримують компресором або вентилятором. Для розмотування рулонів плівки на платформі монтажної майданчика використовують спеціальне обладнання. Кріплення плівки здійснюють по кліпсам-прогонам. В залежності від місця кріплення плівки використовують одинарні та подвійні кліпси.

В подальшому здійснюють монтаж інженерного та технологічного обладнання, а також посадку рослин.

Висновок: наведено основні відомості про технологію будівництва фермерських теплиць мобільним обладнанням. Впровадження технології сприяє підвищенню ефективності виконання робіт.

ЛІТЕРАТУРА

1. Л.С. Чебанов. При таких цінах на газ теплиці першого покоління будуть зупинені вже найближчим часом. — Овочівництво, 2012, №6, с.14-15. (Рос.мовою).

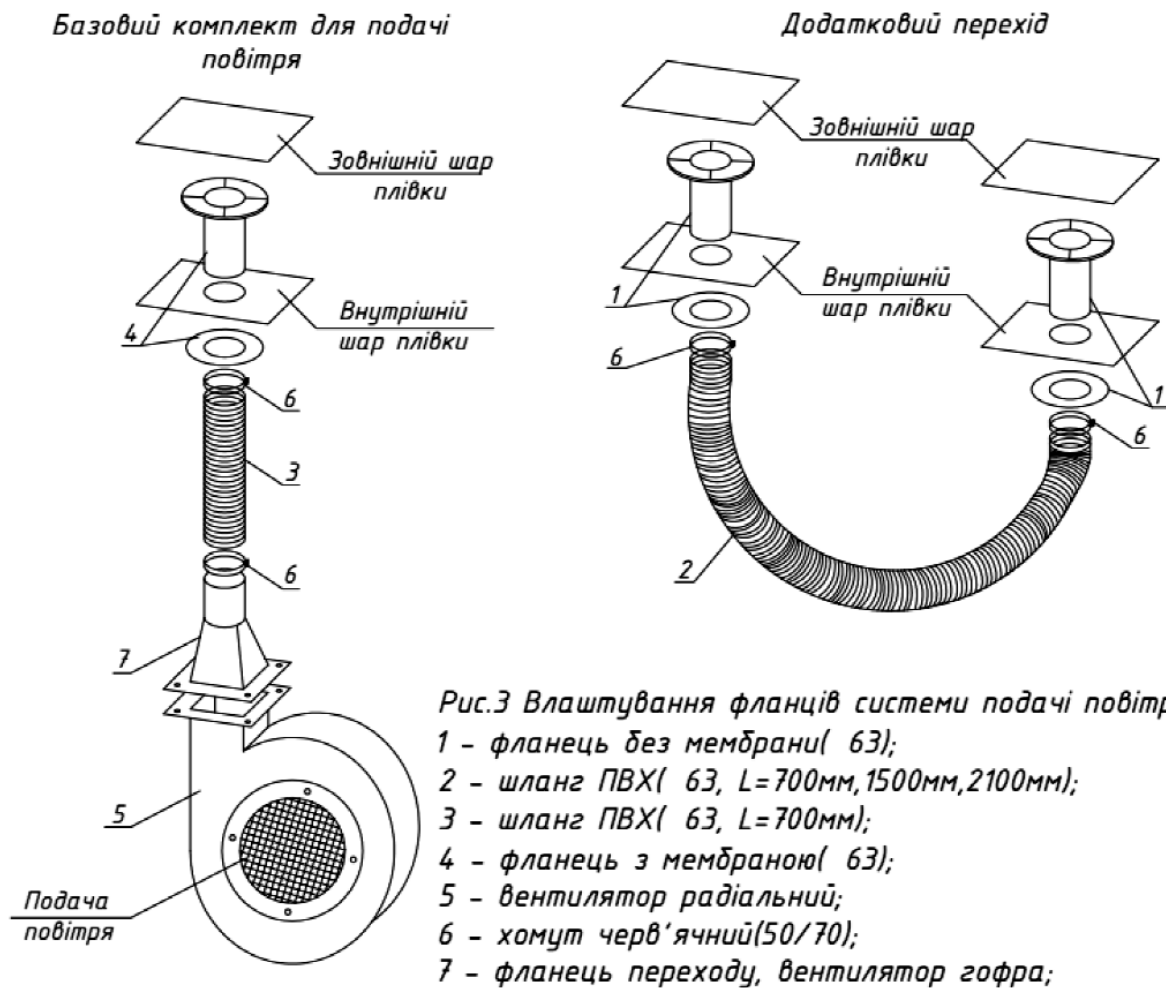


Рис.3 Влаштування фланців системи подачі повітря:

- 1 – фланець без мембрани(63);
- 2 – шланг ПВХ(63, L=700мм,1500мм,2100мм);
- 3 – шланг ПВХ(63, L=700мм);
- 4 – фланець з мембраною(63);
- 5 – вентилятор радіальний;
- 6 – хомут черв'ячний(50/70);
- 7 – фланець переходу, вентилятор гофра;

Рис. 3. Влаштування фланців системи подачі повітря:

1 – фланець без мембрани (63), 2 – шланг ПВХ (63, L=700 мм, 1500 мм, 2100 мм), 3 – шланг ПВХ (63, L=700 мм), 4 – фланець з мембраною (63), 5 – вентилятор радіальний, 6 – хомут черв'ячний (50/70), 7 – фланець переходу, вентилятор гофра

2. С.Л. Чебанов, Л.С. Чебанов. Конструктивні рішення для пліткових теплиць.-Плантатор, 2014, №3, с. 94–95.

3. Л.С.Чебанов, Т.Л.Чебанов. Технологічні рішення для пліткових теплиць .-Плантатор, 2014, №3, с. 94–95.

4. Теплиці і тепличні господарства: Довід./ Г.Г.Шишко, В.О.Потанов, Л.Т.Суліма, Л.С.Чебанов; За ред. Г.Г.Шишка. – К.: Урожай,1993.-424с. – (Рос.мовою).

АННОТАЦІЯ

Рассмотрена технология монтажа пленочных теплиц на строительной площадке, что позволяет уменьшить трудоемкость, затраты на транспорт, а также общую стоимость строительства.

Элементы теплиц (арки и прогоны) изготавливают из полос оцинкованного металла (ширина

около 100 мм, толщина 0,7-0,85 мм), привозится в бухтах массой до 1,5 т. Используется специальное оборудование типа прокатного стана.

Ключевые слова: теплицы пленочные; оцинкованные конструкции; прокатный стан.

ANNOTATION

Installation technology of greenhouses at the construction site was considered, technology allows us to reduce the complexity, transport costs and the total cost of construction.

Elements of greenhouses (arches and purlins) are made of galvanized metal strips (width of about 100 mm, thickness of 0.7-0.85 mm), is brought in coils weighing up to 1.5 tons. It is used a special type of rolling mill equipment.

Keywords: greenhouse film; galvanized structure; mill.

УДК 728.98

*Кухнюк Н.О.; Мишко С.В.;
Чебанов Л.С., к.т.н., доцент, КНУБА, м. Київ*

ПОВЕРХНЕВА ЕРОЗІЯ СХИЛІВ І ЗАСОБИ БОРотьБИ З НЕЮ

АНОТАЦІЯ

Розглянуто поверхневу ерозію схилів і технологію зміцнення ґрунтів на будівельному майданчику, що дозволяє зменшити трудоемкість, загальну вартість будівництва, а також покращити естетичний вигляд схилів. Метод зміцнення ґрунту залежить від рівня природного ухилу землі. Є два основних способи запобігання ерозії ґрунтів: природний (насадження рослин) та штучний (використання геосинтетичних матеріалів). За своїми якостями геосинтетичні матеріали розділяють на дві великі групи: водонепроникні (геотекстиль і геомати), водопроникні (георешітки і геосітки).

Ключові слова: ерозія ґрунтів, геотекстиль, геотекстильне полотно, георешітка, геосітка, геомати.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЗАВДАННЯМИ

У будівництві ми часто зустрічаємось з нерівністю рельєфу місцевості, представленою пагорбами, долинами тощо. Однак сам по собі ухил — не більше ніж ускладнення для будівництва. Значну небезпеку становить рухливість ґрунтів: зсуви, ерозія ґрунтів, підмив ґрунтовими водами. Пропонується підвищити ефективність зміцнення ґрунтів, шляхом використання спеціальних методів.

ПОСТАНОВКА ПИТАННЯ

Слід розглянути можливі методи зміцнення ґрунтів та виявити основні засади технології та механізації.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ

Метод зміцнення ґрунту залежить від рівня природного ухилу землі. При малих і середніх кутах (до 8%) земельну ділянку зазвичай зміцнюють так званими природними способами. Наприклад, розсаджують рослини (горизонтального і вертикального проростання), коренева система яких підсилює ґрунт, перешкоджає виникненню ерозії і зсувних процесів. Якщо ухил вище середнього, але не пере-

вищує 15%, то використовують вкопані в ґрунт колоди, камені, блоки. Нарешті, при більших ухилах застосовують сучасні геосинтетичні матеріали, спеціально призначені для вирішення питань по стабілізації ґрунтів. За своїми якостями геосинтетичні матеріали розділяють на дві великі групи:

- водонепроникні (геотекстиль і геомати);
- водопроникні (георешітки і геосітки).

Останні, крім зміцнюючої, виконують ще й дренажну функцію.

1. Геосинтетичні матеріали: геотекстиль

Міцне і зносостійке геотекстильне полотно найчастіше використовують в дорожньому, технічному і трубопроводному будівництві. Однак і в "приватних" умовах для нього є застосування: будучи водонепроникним матеріалом, геотекстиль забезпечує ефективний захист похилих (та й рівних теж) ґрунтів від ерозії під дією дощів і вітру. Допомагає він і в разі слабких і сипучих ґрунтів. Гранично допустимий кут нахилу ділянки для використання геотекстилю — 60%.

До переваг геотекстилю відносять:

- підвищену міцність на зрушення (здатність витримувати напругу при розтягненнях до 120%);
- відмінні фільтруючі здатності;
- морозостійкість, завдяки чому земля на ділянці захищена від глибокого промерзання;
- відсутність гниття, розкладання тощо;
- перешкоджання змішуванню різних ґрунтових шарів під землею.

Однією з незгаданих переваг геотекстилю є те, що матеріал легко ріжеться, а значить можна підігнати шматок неправильної форми під будь-який схил [4].

Насамперед необхідно вирівняти поверхню схилу, щоб геотекстиль ретельно приліг до земної поверхні. Для цього рекомендується зняти верхній шар ґрунту на глибину 20–50 см.

Далі дно необхідно утрамбовувати і покласти на нього перший шар геотекстилю. Щоб закріпити матеріал використовуємо сталеві Г-образні анкери або 20-сантиметрові металеві скоби. Поверх геотекстилю засипається подушка зі щебеню (можна використовувати гравій) і знову укладається геотекстиль, не забуваючи закріпити. На верхній шар геотекстилю насипається родючий ґрунт [1].

2. Геосинтетичні матеріали: геомати

Ще одним ефективним методом укріплення ґрунтів від зрушень і зсувів є використання гео-



Рис. 1. Приклад влаштування геотекстилю на схилі

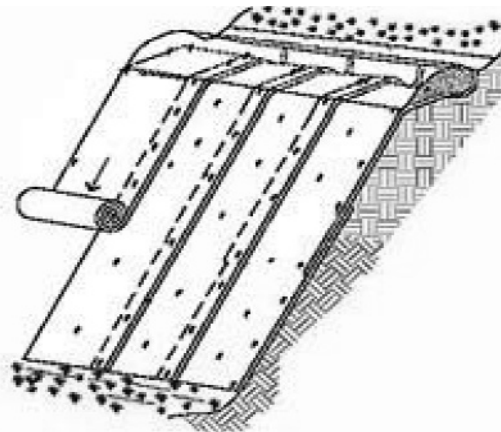


Рис. 2. Схема влаштування геоматів на схилі

матів- рулонних матеріалів з полімерних ниток, термічно скріплених між собою в місцях перетинів. Зовні геомат нагадує мочалку, оскільки має багат шарову поліпропіленову структуру, яка захищає ґрунт, а в її верхніх шарах можна розсаджувати ті чи інші рослини.

Характерні особливості матеріалу:

- збереження властивостей при температурі від -30 до $+100^{\circ}\text{C}$;
- стійкість до впливу ультрафіолетового випромінювання і вологи;
- низький рівень вогнебезпечності і задимлення в разі загоряння;
- можливість проводити монтаж в морозну погоду;
- скорочення часу укладання за рахунок її простоти.

Також важливим є те, що відкрита структура матеріалу не перешкоджає проростанню кореневої системи рослин, сприяючи швидкому заростання схилів, і тим самим гарантує їх захист від ерозії.

Для монтажу геоматів поверхню схилу очищають від сміття і вирівнюють. Знизу і зверху на глибину до 30 см проривають траншеї (їх ще називають анкерними). Геомати розкладають гладкою стороною до землі і металевими болтами. При укладанні листів в поздовжньому напрямку (щодо ухилу ділянки) роблять нахлест в 15 см. Якщо ж розкладку виробляють поперек нахилу, верхні геомати кладуть з нахлестом в 20 см на нижній. По поверхні мати також закріплюють анкерами виходячи з приблизного розрахунку 2 анкера на 1 м^2 ділянки. Важливо, щоб розкладені геомати добре і щільно прилягали до схилу, по можливості повторюючи його обрисы.[2].

Після монтажу анкерні траншеї і самі геомати засипають ґрунтом шаром в 3-5 см, ущільнюють і засівають насінням трав'янистих рослин. До речі, насіння можна розсипати і під мати, на підготовлену поверхню. Проростаючи своїм корінням між волокнами матеріалу, трава тільки зміцнить геомати.

3. Геосинтетичні матеріали: геосітка

Геосітка являє собою дренажний геокомпозит, що складається з синтетичних і полімерних ниток, оброблених захисним шаром. Отвори геосітки можуть коливатися від 2,5 мм до 4 мм.

Найчастіше геосітку використовують для зміцнення ґрунту на берегових лініях водойм, укосів доріг, асфальтних покриттів та інших ландшафтних роботах. Слід зазначити, що чим менше розмір отворів геосітки, тим вона міцніша.

Як зазначено вище, негативний вплив геотекстилю на навколишнє середовище відсутній, а зміцнення ґрунту відбувається досить ефективно

4. Геосинтетичні матеріали: георешітка (об'ємна геосітка)

Серед різноманіття геосинтетичних матеріалів найбільш часто застосування знаходять так звані георешітки — вироби з полімерних осередків (їх утворюють поліетиленові стрічки), скріплених між собою в шаховому порядку за допомогою високоміцних швів. З'єднують осередки методом ультразвукового зварювання, завдяки чому зварений шов витримує підвищені навантаження і відрізняється високою стійкістю на розрив.

Серед корисних властивостей георешіток слід зазначити:

- простоту транспортування;
- скорочення термінів і витрат на будівництво завдяки швидкому процесу монтажу;



Рис. 3. Приклад встановлення геосітки



Рис. 4. Приклад встановлення георешітки

- можливість застосування будь-якого місцевого ґрунту;
- гнучкість і, як наслідок, стійкість до локальних зрушень на схилах;
- здатність захищати схили великої крутості, при якій заповнювач самостійно не утримується;
- надійність роботи протягом довгого часу.

При виборі конкретного матеріалу враховують крутизну схилу, на якому він буде використовуватися. Правило тут просте: чим більше кут нахилу, тим меншим повинен бути розмір осередків. Для підбору висоти осередків пропорція зворотна: чим крутіший ухил, тим більшою повинна бути висота. Також враховують якість ділянки: чим менше міцність ґрунтів, тим менше і розмір вибраної комірки, але більше висота.[5].

На початку робіт очищають ділянку від рослинного покриву, каменів і забруднень, вирівнюють і ущільнюють ґрунт. Після цього полотном геотекстилю вкривають всю підготовлену ділянку. Цей шар буде виконувати функції дренажу. Потім укладають секції георешіток і закріплюють їх за допомогою металевих анкерів.

Кріплення забивають в ґрунт повністю, на рівні з поверхнею осередків. Розподіляють анкери в шаховому порядку виходячи з приблизного розрахунку три-чотири кріпильних елемента на 1 м². Відстань між анкерами вибирають рівну розміру осередкам георешіток. Осередки повністю закріпленої георешітки засипають рослинним ґрунтом, бетонним або цементним розчином. Вибір роблять, враховуючи подальше цільове призначення території. Заповнювач зазвичай на-

сипають з надлишком, а потім утрамбовують його.[3].

Висновок: наведено основні відомості про поверхневу ерозію схилів і засоби боротьби з нею. Використання методів належним чином сприяє підвищенню ефективності і якості виконання робіт.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зміцнення схилів підірними стінками і геотекстилем [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. — Електронні дані. — 2014. — Режим доступу: <http://samdizajner.com.ua/> (дата звернення 13.04.2016) — Назва з екрана.

2. Укрепляем склон на участке: проверенные способы [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. — Електронні дані. — 2013. — Режим доступу: <http://bud-maydan.com/> (дата звернення 13.04.2016) — Назва з екрана.

3. Укрепление грунта [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. — Електронні дані. — 2016. — Режим доступу: <http://stroymaterial.com/> (дата звернення 13.04.2016) — Назва з екрана.

4. Укрепление грунта [Електронний ресурс]: [Веб-сайт]. — Електронні дані. — 2016. — Режим доступу: <http://stroymaterial.com/> (дата звернення 13.04.2016) — Назва з екрана.

5. Укрепления схилів на ділянці [Електронний ресурс] : [Веб-сайт]. — Електронні дані. — 2016 . — Режим доступу: <http://dim.promotion-soft.com/> (дата звернення 13.04.2016) — Назва з екрана.

АННОТАЦІЯ

Рассмотрено поверхностную эрозию склонов и

технологію укріплення ґрунтів на строительной площадке, что позволяет уменьшить трудоемкость, общую стоимость, а также улучшить эстетический вид склонов. Метод укріплення ґрунту залежить від рівня природного уклону землі. Є два основних способи запобігання ерозії ґрунту: природний (насадження рослин) і штучний (використання геосинтетичних матеріалів). За своїми властивостями геосинтетичні матеріали поділяють на дві великі групи: водонепроникні (геотекстиль і геомати), водопропускні (георешітки і геосетки).

Ключевые слова: эрозия почв, геотекстиль, геотекстильное полотно, георешетка, геосетка, геоматы.

ANNOTATION

We considered surface erosion of slopes and technology to strengthen the soil at the construction site that allows us to reduce the complexity, total cost, and improve the aesthetic appearance of the slopes. The method of strengthening soil depends on the natural slope of the land. There are two main ways to prevent soil erosion, natural (plants) and artificial (using geosynthetics). According to its quality geosynthetic materials are divided into two groups: water resistant (geotextiles and geomats) permeable (geograting and geogrid). The latest, in addition is performing drainage function.

Keywords: soil erosion, natural slope of the land, geotextile, geotextile fabric, geograting, geogrid, geomats.



Науково-дослідний інститут будівельного виробництва (НДІБВ)

Пропонуємо нормативну та методичну літературу:

№	Назва	Мова	Ціна за примірник
1	„Методичні рекомендації визначення вартості робіт з обстеження, оцінки технічного стану і паспортизації будівель і споруд”	Укр.	120,00
2	ДБНУ „Ремонт і підсилення несучих та огорожувальних будівельних конструкцій і основ промислових будинків та споруд”	Укр./рус.	250,00
3	«Методичні рекомендації з виконання геодезичних робіт у будівництві»	Укр.	120,00
4	«Типові норми чисельності працюючих на підприємствах комунальної теплоенергетики»	Укр.	700,00
5	«Посібник з питань здійснення державного архітектурно-будівельного контролю»	Укр.	360,00
6	„Нормативні документи з питань обстежень, паспортизації, безпечної та надійної експлуатації виробничих будівель і споруд”	Укр.	270,00
7	«Гідроізоляція будівель і споруд. Сучасні вимоги»	Укр.	96,00
8	Науково-технічний супровід реконструкції Національного спортивного комплексу «Олімпійський» в Києві	Укр.	300,00

Вартість вказана з урахуванням ПДВ.

Витрати на пересилання одного примірника – 30,00 грн.

Більш докладна інформація на нашому сайті: www.ndibv.kiev.ua

(044) 248-48-68 ф.

E-mail: vistavca@ukr.net