

●
ВІСНИК
ДОНБАСЬКОЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ



Випуск 2011-6(92)

**ТЕХНОЛОГІЯ, ОРГАНІЗАЦІЯ,
МЕХАНІЗАЦІЯ ТА ГЕОДЕЗИЧНЕ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВНИЦТВА**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ, МОЛОДІ ТА СПОРТУ УКРАЇНИ
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

ВІСНИК

**Донбаської національної академії
будівництва і архітектури**

ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ

Видається з грудня 1995 року
Виходить 8 разів на рік

Випуск 2011-6(92)

**ТЕХНОЛОГІЯ, ОРГАНІЗАЦІЯ,
МЕХАНІЗАЦІЯ ТА ГЕОДЕЗИЧНЕ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БУДІВНИЦТВА**

Макіївка 2011

Засновник і видавець

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації КВ № 9643

видано 2 березня 2005 року Державним комітетом телебачення і радіомовлення України

Автори надрукованих матеріалів несуть відповідальність за вірогідність наведених відомостей, точність даних за цитованою літературою і за використання в статтях даних, що не підлягають відкритій публікації.

У випадку використання матеріалів посилання на «Вісник ДонНАБА» є обов'язковим.

Друкується за рішенням вченої ради
Донбаської національної академії будівництва і архітектури
Протокол № 2 від 31.10.2011 р.

Редакційна колегія:

Горохов Є. В., д. т. н., професор (головний редактор);

Мущанов В. П., д. т. н., професор (відповідальний редактор);

Югов А. М., д. т. н., професор (відповідальний редактор випуску);

Кожемяка С. В., к. т. н., (відповідальний секретар випуску);

Лобов М. І., д. т. н., професор;

Пенчук В. О., д. т. н., професор;

Левін В. М., д. т. н., професор;

Петраков О. О., д. т. н., професор;

Горожанкін С. А., д. т. н., професор;

Будиков Л. Я., д. т. н., професор;

Дворніков В. І., д. т. н., професор;

Дегтярев В. І., д. т. н., професор;

Мішин А. В., д. т. н., професор;

Хмара Л. А., д. т. н., професор;

Черненко В. К., д. т. н., професор;

Медведев Є. М. д. т. н., професор.

Коректори Л. М. Лещенко, О. В. Гнездилова
Програмне забезпечення С. В. Гавенко
Комп'ютерне верстання Є. А. Гринько

Підписано до друку 28.11.2011. Формат 60x84 1/8. Папір багатофункціональний офісний.

Друк різнографічний. Умов. друк. арк. 23,87. Тираж 300 прим. Заказ 394-11.

Адреса редакції і видавця

Україна, 86123, Донецька область, м. Макіївка, вул. Державіна, 2,

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Телефони: (0622) 90-29-38; (0623) 22-20-51, (0623) 22-24-67

Тел/факс: (0623) 22-06-16, E-mail: vestnik@donnasa.edu.ua,

http://donnasa.edu.ua/ru/publishing_house/vestnik

Постановою Президії ВАК України від 27.05.2009 р. № 1-05/2 журнал внесено до переліку наукових фахових видань із технічних наук і архітектури

Надруковано у поліграфічному центрі ДонНАБА
86123, Донецька область, м. Макіївка, вул. Державіна, 2

© Донбаська національна академія
будівництва і архітектури, 2011

УДК 624.074

Е. В. ГОРОХОВ, В. Ф. МУЩАНОВ, В. Н. ВАСЫЛЕВ, А. А. БАРМОТИН, В. Р. КАСИМОВ, А. Б. КОСИК

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ И МОНТАЖА КРУПНОРАЗМЕРНЫХ ГИПСОКАРТОННЫХ КУПОЛОВ КНАУФ

В статье приведено архитектурно-конструктивное решение, результаты статического расчета, последовательность и особенность монтажа крупноразмерного эллипсоидного гипсокартонного купола системы Кнауф при реконструкции рекреационной зоны главного учебного корпуса ДонНАСА.

расчетная схема, гипсокартонный купол, монтаж, нагрузки, жесткость, трещиностойкость

АКТУАЛЬНОСТЬ

Криволинейные гипсокартонные конструкции гармонично вписываются в интерьеры различных зданий: вокзалы, терминалы, торговые павильоны, учебные аудитории, холлы общественных учреждений. Уникальность гипсокартонных конструкций заключается в их многофункциональности и практически безграничной возможности адаптироваться к любым формам внутреннего объема помещения, что позволяет воплотить в жизнь даже самые креативные замыслы дизайнеров и архитекторов.

Проектирование конкретного дизайнерского решения может выполняться исходя из конструктивных требований унифицированных решений в пределах прогнозированной работы гипсокартонных конструкций или, во втором случае, для особо сложных нестандартных объемных криволинейных поверхностей на основании расчетов с учетом индивидуальных особенностей объекта, прочностных и деформативных характеристик материалов и геометрии гипсокартонной конструкции. Для обеспечения высоких эксплуатационных качеств конструкций необходимо моделировать реальную картину их напряженно-деформированного состояния как на стадии монтажа, так и эксплуатации.

Цель работы – выполнить статический расчет и разработать последовательность монтажа крупноразмерного эллипсоидного гипсокартонного купола системы Кнауф при реконструкции рекреационной зоны главного учебного корпуса ДонНАСА (фото 1).



Фото 1 – Примеры дизайнерского решения криволинейных гипсокартонных потолков.

Архитектурная композиция внутреннего пространства рекреационной зоны включает в себя крупноразмерный купол в комбинации с оригинальными гипсокартонными элементами колонн и потолков, зеленой зоной и фонтаном, что благоприятствует эмоциональной разгрузке и психологической релаксации студентов, преподавателей и гостей нашей академии (фото 2, рис. 1).



Фото 2 – Реконструкция рекреационной зоны главного учебного корпуса ДонНАСА.

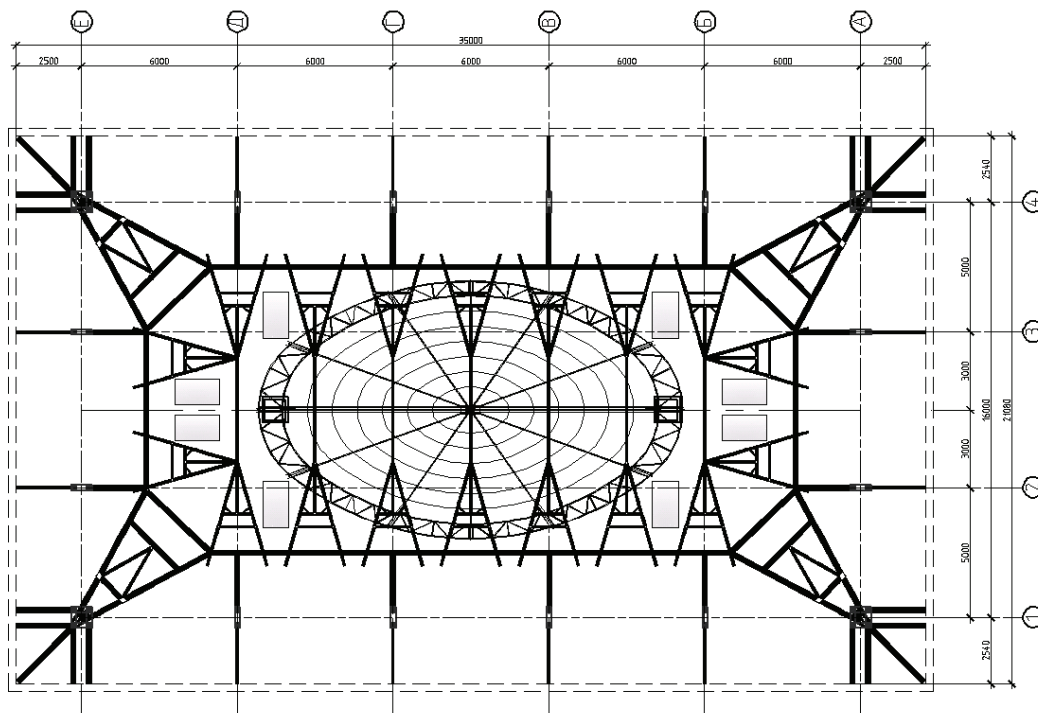
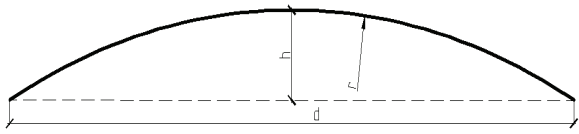


Рисунок 1 – Схема покрытия реконструируемой рекреационной зоны главного корпуса ДонНАСА.

Стандартные купола Кнауф представлены двумя системами типа «Берлин» и «Мюнхен», которые отличаются между собой размерами и кривизной, но похожи по конструкции и ограничены размерами (рис. 2).



<i>Пологий купол</i>	<i>Берлин</i>	<i>Мюнхен</i>
Высота обшивки, h	235 мм	358,5 мм
Диаметр обшивки, d	2132 мм	2600 мм
Радиус обшивки, r	2536 мм	2536 мм

Рисунок 2 – Геометрия пологих куполов Кнауф.

При реконструкции пятизвездочного отеля Донбасс-Палац сотрудниками ДП Кнауф Маркетинг Киев были разработаны и успешно применены конструкции пологих куполов типа Берлин диаметрами 3 900 и 6 300 мм (рис. 3).

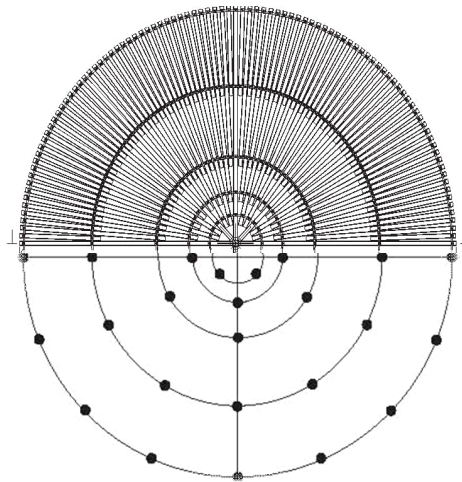


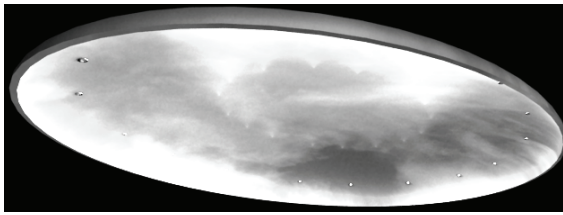
Рисунок 3 – Фрагмент и конструктивное решение пологого купола диаметром 6,3 м в пятизвездочном отеле Донбасс Палац.

На практике, как в нашем случае, с целью повышения выразительности внутреннего объема достаточно сложных и нестандартных архитектурно-планировочных решений возникает целесообразность внедрения в интерьер более сложных и габаритных оболочек, которые значительно превышают размеры типовых куполов Кнауф. Однако, в этом случае, проектировщики сталкиваются с рядом серьёзных проблем:

- не решены вопросы граничных размеров и толщин гипсокартонных оболочек;
- выполнение условий I и II групп предельных состояний для несущего и вспомогательного каркасов и, как следствие, расположения, количества и вида подвесов;
- необходимости устройства деформационных швов в оболочке и по контуру примыкания с целью обеспечения трещиностойкости как основного критерия потери эстетического вида для данных конструкций.

Особые сложности возникают при проектировании и монтаже куполов эллипсоидной и овальной формы. Проектным решением реконструкции рекреационной зоны предусмотрена каркасная конструктивная схема. Колонны приняты двух- и четырехветвевые и имеют жесткое соединение со столбчатыми железобетонными фундаментами. Консольное перекрытие – монолитное железобетонное балочного типа. Стропильные фермы покрытия выполнены из трубчатого профиля с шарнирным соединением с силовым поясом. Силовой пояс закреплен к верхним частям траверс, которые крепятся на оголовки колон.

В нашем случае, учитывая размеры эллипсоидной оболочки и конструктивное решение стропильного покрытия, мы столкнулись, в первую очередь, с ограниченным количеством мест для возможной подвески оболочки. Поэтому изначально пришлось отойти от типового решения купольных систем Кнауф типа «Берлин» и «Мюнхен».



Разрез		
Высота, h	1 100 мм	
Диаметр, d	14 350 мм	8 660 мм
Радиус кривизны, r	23 500 мм	9 200 мм

Рисунок 4 – Общий вид и проектная геометрия купола в рекреационной зоне.

Для крепления унифицированных СД профилей и гипсокартонных плит Кнауф, а также равномерного распределения нагрузки по стропильным конструкциям покрытия было принято решение запроектировать несущий каркас купола из стальных гнутых квадратных профилей, как наиболее экономичных по расходу металла.

Исходными данными для расчета несущих конструкций подвесного потолка являются габариты рекреационной зоны главного учебного корпуса. Ширина здания в осях 1–4 составляет 16,0 м, длина в осях А–Е – 30,0 м (рис. 1). Общие габариты здания по наружному контуру строительных конструкций составляют 35,0×21,08 м. Отметка верха обвязочного контура для опирания стропильных конструкций составляет – +7,800 м. Отметка верха междуэтажного консольного перекрытия – +3,300 м.

Расчетная схема конструкций стропильного покрытия с несущим каркасом купола является составляющей частью общей расчетной схемы конструкций здания рекреационной зоны (рис. 5). Расчет несущих конструкций выполнен по первой и второй группе предельных состояний. Для расчета использован программный комплекс «SCAD Office», предельные гибкости приняты согласно [1]:

- для растянутых элементов предельная гибкость – $[\lambda] = 400$;
- для сжатых элементов предельная гибкость – $[\lambda] = 150$.

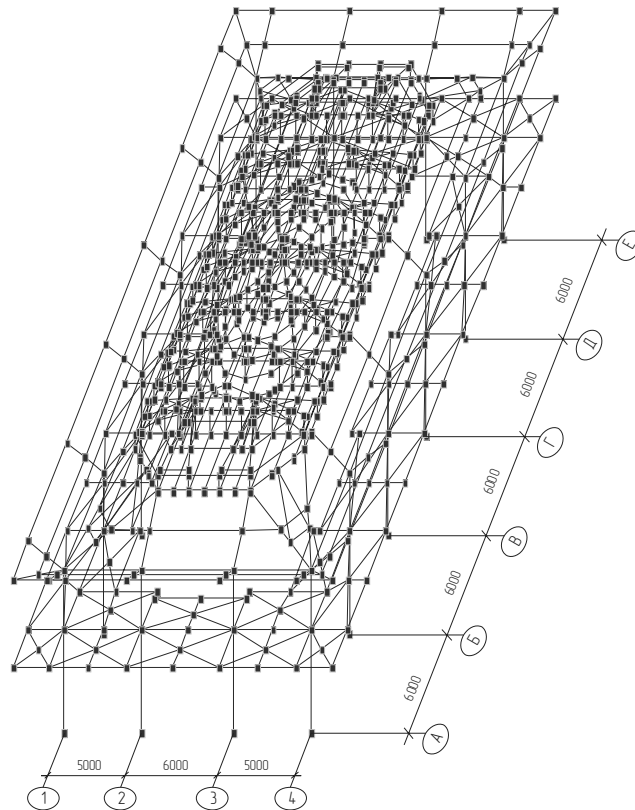


Рисунок 5 – Расчетная схема конструкций покрытия с несущим каркасом купола.

Район строительства объекта: по снегу – V с нормативным весом снегового покрова $p_0 = 1,5 \text{ кН/м}^2$; по ветру – III с нормативным ветровым напором – $w_0 = 0,5 \text{ кН/м}^2$ [2].

В ходе проектирования выполнен статический расчет несущего каркаса купола и подбор сечения составляющих элементов согласно [1]. При выполнении расчета приняты следующие виды статических нагрузок:

- нагрузка 1 – постоянная нагрузка от собственного веса конструкций;
- нагрузка 2 – полезная (временная) нагрузка на несущий каркас купола;
- нагрузка 3 – снеговая нагрузка на конструкции покрытия здания;
- нагрузка 4 – полезная (временная) нагрузка на конструкции покрытия здания;
- нагрузка 5 – ветровая нагрузка на конструкции покрытия здания (разгружающий эффект);
- нагрузка 6 – температурное воздействие $\Delta t = 100 \text{ }^\circ\text{C}$.

На основании расчета была запроектирована оболочка положительной гауссовой кривизны, усиленная радиальными и кольцевыми ребрами. Кольцевые ребра установлены с шагом 0,965 м, описаны эллипсами и смоделированы элементом пространственной рамы сечением из стальной квадратной трубы $40 \times 3 \text{ мм}$. Оболочка усилена 7 кольцевыми поясами. Радиальные элементы оболочки расположены с шагом 30° и запроектированы сложного составного сечения и по статической схеме работы являются фермами с сжато-изогнутыми поясами. Стержни решетки смоделированы элементами пространственной фермы сечением из стальной квадратной трубы $25 \times 2 \text{ мм}$. Нижний и верхний пояс фермы радиального ребра запроектирован из стальной квадратной трубы $40 \times 3 \text{ мм}$, тип конечного элемента присвоен – стержень пространственной рамы (рис. 6).

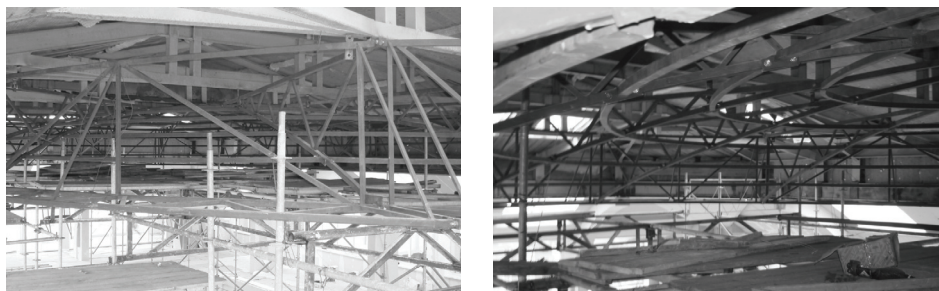
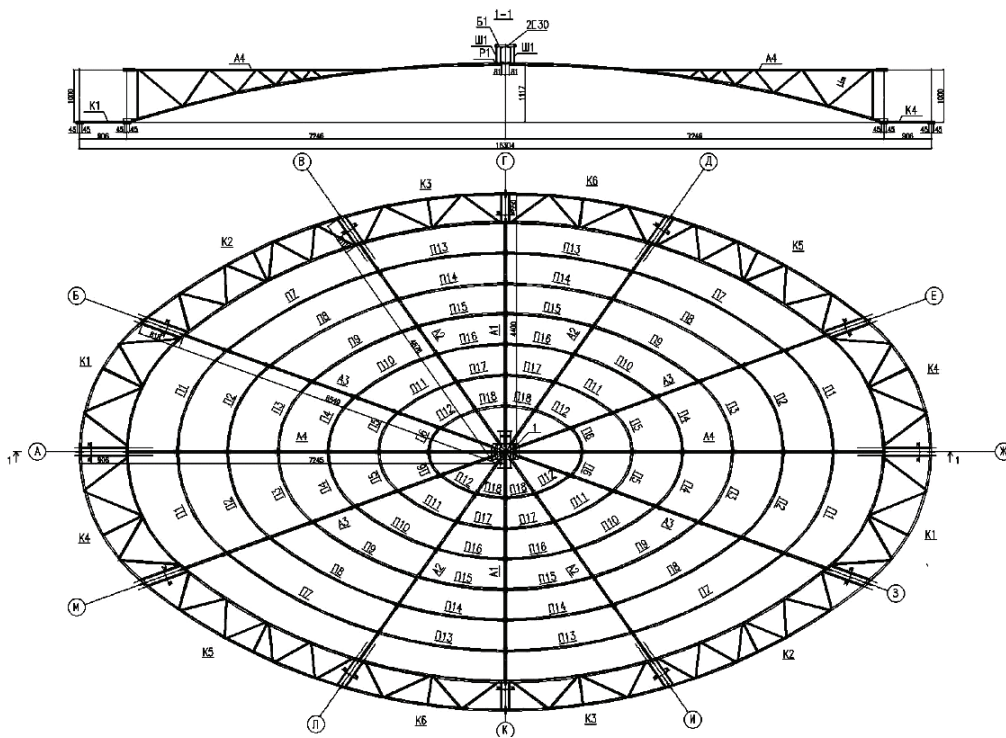


Рисунок 6 – Конструктивное решение и монтаж несущего каркаса купола.

Перед началом монтажа была произведена контрольная сборка каркаса на стендовой площадке, собраны леса и сплошной настил по площади проекции купола. Сборка каркаса в проектное положение осуществлялась отдельными элементами, которые соединялись между собой на болтах. В первую очередь, фиксировался элемент вершины купола, к которому крепились радиальные элементы. Затем устанавливались радиальные элементы от оси А и далее по часовой стрелке, подвешивали к стропильным конструкциям покрытия. Параллельно велась установка кольцевых элементов К1, К2,...П1, П2,... и т. д. с соблюдением направления монтажа. На всех этапах осуществлялся контроль высотных отметок, линейных и угловых размеров. После сборки и выверки в проектное положение несущего каркаса приступили к устройству вспомогательного каркаса из СД-профилей, предварительно изогнутых по соответствующим радиусам на специальном оборудовании ДП Кнауф Маркетинг. Профиля крепились к кольцевым элементам каркаса с помощью подвесов, изготовленных из соединителя «краб» (фото 2).

После завершения первого этапа, с целью уточненной оценки напряженно-деформированного состояния континуальной схемы конструкции купола и отыскания оптимального решения закрепления его к несущим стропильным конструкциям покрытия, был выполнен расчет совместной работы несущего каркаса купола из стальной квадратной трубы, вспомогательного каркаса из унифицированных СД профилей и тонкостенной двухслойной оболочки из влагостойких гипсокартонных плит Кнауф. Гипсокартонная оболочка, в основном, смоделирована четырехугольными объемными конечными элементами, шаг дискретизации вдоль кольцевого и радиального направлений составляет $0,10 \div 0,14$ м, что обеспечивает соотношение сторон не более 2 и необходимую точность расчета, согласно рекомендациям [5, 6, 7] (фото 3).



Фото 3 – Монтаж вспомогательного каркаса из гнутых СД профилей Кнауф.

Для обеспечения совместности деформаций разбиение оболочки в узлах примыкания к радиальным и кольцевым ребрам выполняется с помощью треугольных элементов. Характеристики элементов оболочки: толщина $\delta = 0,025$ м; модуль упругости $E = 3 \cdot 10^3$ МПа; коэффициент Пуассона $\mu = 0,211$; объёмный вес $\gamma = 800$ кг/м³.

Задача решалась в линейной постановке, оболочка рассчитывалась на действие всех видов статических нагрузений.

Для изучения напряженно-деформированного состояния конструкций в численном моделировании использованы два типа опорных узлов:

- шарнирно-неподвижная опора;

– упруго-податливая опора с жесткостью в вертикальном направлении, эквивалентно моделирующая поведение пластинчатого шарнира, в местах крепления несущего каркаса купола к стропильным конструкциям покрытия.

Анализируя результаты расчетов, а также поля приведенных напряжений (рис. 7), можно сделать следующие выводы:

– схема закрепления с шарнирно-неподвижными опорами более предпочтительна при отсутствии температурных перепадов и деформаций вышележащего покрытия;

– при температурных воздействиях и вероятного эксплуатационного прогиба стропильного покрытия использование пластинчатого шарнира для несущего каркаса купола позволяет в местах опорных закреплений в 2,0...2,5 раза снизить уровень локальных напряжений в гипсокартонной оболочке;

– независимо от конструктивного решения закрепления несущего каркаса купола напряжения превышают или соответствуют границе трещинообразования в стыках гипсокартонной оболочки такого размера, что требует устройства деформационных швов, в силу недостаточно изученности напряженно-деформированного состояния двухслойной оболочки в период её монтажа;

– учитывая значительные расхождения в результатах расчета величин приведенных напряжений по III и IV теориям прочности, а также проведение исследований в упругой постановке задачи, окончательное заключение о стабильности полученных результатов можно получить лишь на основе мониторинга технического состояния объекта.

Специалисты ДонНАСА имеют достаточный практический опыт по автоматизированным системам мониторинга сооружений:

– автоматизированные гололёдно-ветровые метеопосты НЭК «Укрэнерго»;

– система управления работой аэродинамической трубы МАТ-1 ДонНАСА;

– система управления процесса испытаний на Полигоне испытаний опор линий электропередач и башенных конструкций ДонНАСА;

– автоматизированная система сбора информации воздействия ветрового давления на высотные здания (пр. Тычины на Днепровской набережной г. Киев);

– архитектура системы мониторинга технического состояния покрытия стадиона «Донбасс Арена».

Система мониторинга (рис. 8) предназначена для непрерывного контроля за характерными процессами, происходящими в конструкции, на протяжении длительного периода в режиме реального времени. Полученные данные архивируются и обрабатываются с использованием стандартных процедур математической статистики.

Проведение экспериментальных исследований в этом направлении представляет серьёзный практический интерес и позволит с достаточным уровнем надежности проектировать криволинейные объемные гипсокартонные конструкции любой формы и сложности и оценивать реальный срок службы таких конструкций с учетом условий эксплуатации.

ВЫВОДЫ

1. Анализ сложившейся практики проектирования позволяет зафиксировать тенденцию к увеличению размеров и усложнению конструктивных форм пространственных конструкций в виде куполов-оболочек фирмы Кнауф.

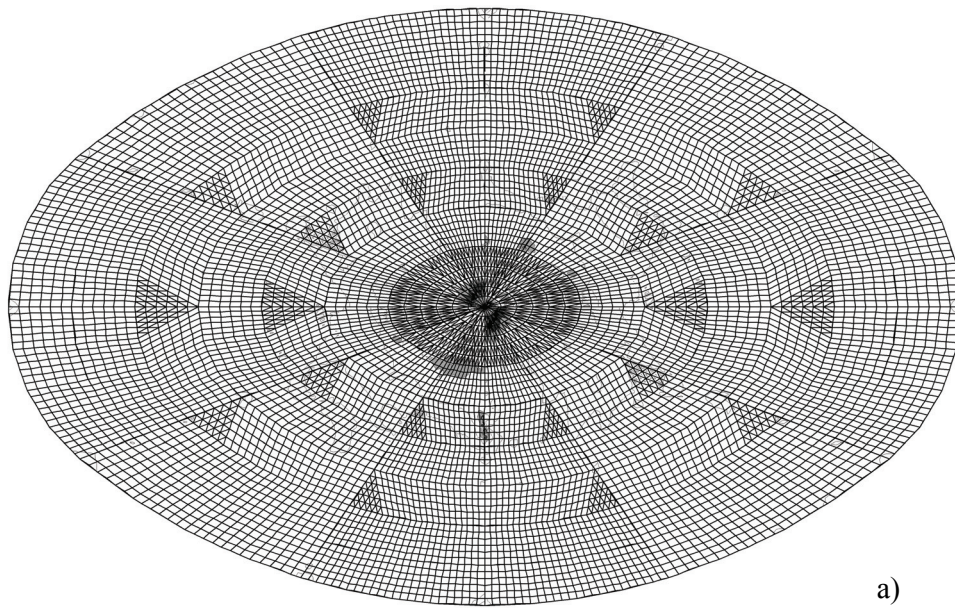
2. При ограниченном количестве мест для возможной подвески приходится отходить от типовых решений купольных систем Кнауф и разрабатывать рациональную схему закрепления купола в зависимости от конструктивных особенностей объекта строительства.

3. Для куполов больших размеров теоретически исследована возможность реализации эффективного закрепления оболочки купола к несущим конструкциям покрытия с помощью пластинчатых шарниров, представляющих собой аналог односторонней связи, используемых в куполах малых размеров.

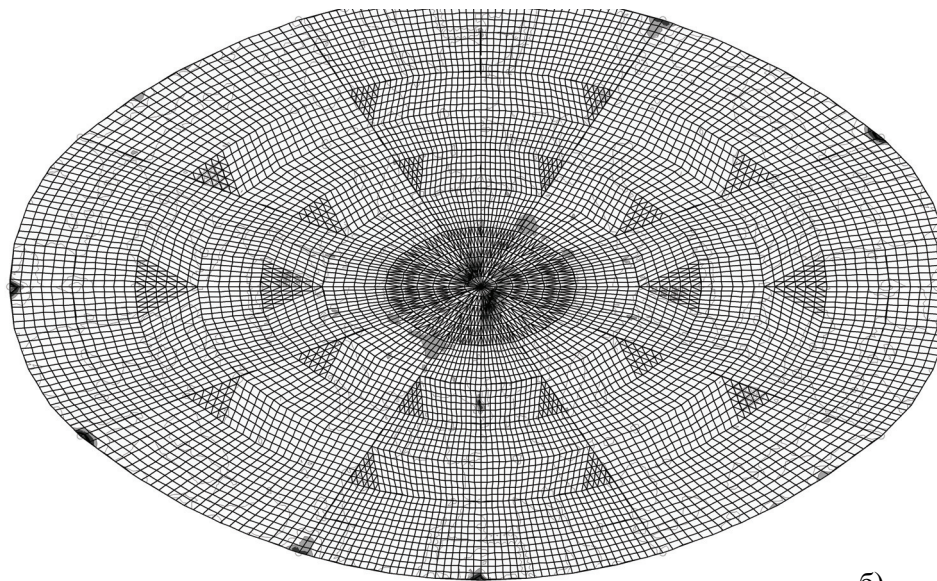
4. При создании новых конструктивных форм особого внимания и дополнительных исследований требуют вопросы:

– установления предельных значений геометрических и жесткостных параметров проектируемых конструкций, при которых обеспечивается их трещиностойкость как основной критерий эстетического вида;

– для оценки действительного напряженно-деформированного состояния крупноразмерных оболочек, совершенствования расчетных схем и создания инженерных методик их расчета и



а)



б)



Рисунок 7 – Поля приведенных напряжений в кН/м^2 по IV теории прочности от действия собственного веса, эксплуатационного прогиба покрытия и температурного перепада: а) с шарнирно-неподвижными опорами; б) упруго-податливыми опорами.

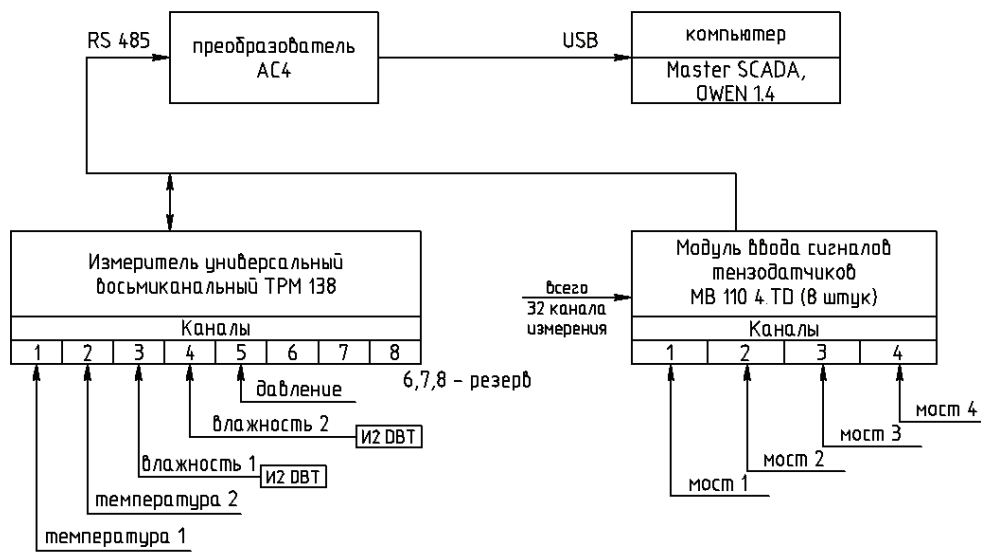


Рисунок 8 – Принципиальная схема автоматизированной системы мониторинга сооружений.

проектирования необходимо проведение комплекса экспериментальных исследований, базирующихся на показаниях систем мониторинга технического состояния, что позволит с достаточной обеспеченностью проектировать криволинейные объемные гипсокартонные конструкции любой формы и сложности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Строительные нормы и правила. Стальные конструкции. Нормы проектирования [Текст] : СНиП II-23-81*. – Введ. 1981-08-14. – М. : Центральный институт типового проектирования, 1991. – 96 с.
2. Державні будівельні норми. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування [Текст] : ДБН В.1.2-2:2006. – Замість СНиП 2.01.07-85, за винятком розділу 10 ; надано чинності 2007-01-01. – Київ : Мінбуд України, 2006. – 75 с.
3. Мониторинг сложных технических систем [Текст] / Е. В. Горохов, В. Ф. Мушанов, В. Р. Касимов и [и др.] // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2008. – Том 14, № 4. – С. 300-313.
4. Основные принципы формирования системы мониторинга технического состояния покрытия над трибунами стадионов [Текст] / Е. В. Горохов, В. Ф. Мушанов, В. М. Левін [и др.] // Збірник наукових праць Українського науково-дослідного та проектного інституту ім. В. М. Шимановського / УНДПІ ім. В. М. Шимановського. – К. : Вид-во «Сталь», 2010. – Вип. 5. – С. 5-14.
5. Конструкции стационарных покрытий над трибунами стадионов [Текст] / Е. В. Горохов, В. Ф. Мушанов, Р. И. Кинаш [и др.] ; Под общей редакцией Е. В. Горохова и А. В. Шимановского. – 2-е изд., испр. и доп. – Макеевка : ДонНАСА, 2008. – 404 с.
6. Перельмутер, А. В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа [Текст] / А. В. Перельмутер, В. И. Сливкер. – Киев : Изд-во «Сталь», 2002. – 606 с.
7. Городецкий, А. С. Компьютерные модели конструкций [Текст] / А. С. Городецкий, И. Д. Евзеров. – Киев : Факт, 2007. – 394 с.

Получено 06.10.2011

Є. В. ГОРОХОВ, В. П. МУЩАНОВ, В. М. ВАСИЛЕВ, О. О. БАРМОТИН,
В. Р. КАСИМОВ, О. Б. КОСІК
ОСОБЛИВОСТІ ПРОЕКТУВАННЯ І МОНТАЖУ ВЕЛИКОРОЗМІРНИХ
ГІПСОКАРТОННИХ КУПОЛІВ КНАУФ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті наведено архітектурно-конструктивне рішення, результати статичного розрахунку, послідовність і особливість монтажу великорозмірного еліпсоїдного гіпсокартонного купола системи Кнауф при реконструкції рекреаційної зони головного навчального корпусу ДонНАБА.

розрахункова схема, гіпсокартонний купол, монтаж, навантаження, твердість, тріщиностійкість

YEVGEN GOROKHOV, VOLODYMYR MUSCHANOV, VOLODYMYR VASYLEV,
ALEXANDER BARMOTIN, VADIM KASIMOV, ALEXEY KOSIK
DESIGNING AND ERECTION FEATURES OF LARGE-SCALE AND
PLASTERBOARD DOMES OF KNAUF COMPANY

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The article gives the architectural-structural decision the results of statical analysis, sequence and peculiarity of large-scale ellipsoid plasterboard dome of the Knauf system erection while reconstructing recreation zone of the main building of DonNACEA.

accounting scheme, plasterboard dome, montage, loads, acerbity, crack growth resistance

Горохов Євген Васильович – д. т. н., професор, завідувач кафедри металевих конструкцій, ректор Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Президент Української асоціації з металевих конструкцій, закордонний член Російської академії будівництва, академік Академії вищої школи та Академії будівництва України. Член Міжнародного комітету з вивчення впливу вітру на будівлі та споруди. Наукові інтереси: експлуатаційна надійність будівельних металевих конструкцій, кліматичні впливи на будівельні конструкції.

Мущанов Володимир Пилипович – д. т. н., професор кафедри теоретичної і прикладної механіки Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Академік Української академії наук, академік Академії будівництва і архітектури, член-кореспондент Академії архітектури України, дійсний член Міжнародного інституту інженерів-будівельників і член Міжнародної асоціації «Просторові конструкції». Наукові інтереси: теорія надійності, розрахунок, проектування та технічна діагностика просторових металевих конструкцій.

Василев Володимир Миколайович – к. т. н., доцент, професор кафедри металевих конструкцій, начальник Лабораторії випробувань будівельних конструкцій і споруд Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Лауреат Державної премії. Наукові інтереси: експериментально-теоретичне дослідження робіт опор ліній електропередачі; регулювання і облік внутрішнього напруженого стану гарячекатаного прокату в будівельних конструкціях.

Бармотін Олександр Олександрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проектування та організація робіт при реконструкції цивільних будівель.

Касимов Вадим Равильович – кандидат технічних наук, доцент кафедри теоретичної і прикладної механіки Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: методи розрахунку великопрогонових конструкцій, моніторинг і дослідження дійсної роботи конструкцій стаціонарних покриттів над трибунами стадіонів, методи оптимального проектування несучих конструкцій.

Косік Олексій Борисович – асистент кафедри технології та організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проектування та організація робіт при реконструкції цивільних будівель.

Горохов Евгений Васильевич – д. т. н., професор, заведуючий кафедрой металлических конструкций, ректор Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Президент Украинской ассоциации по металлическим конструкциям, иностранный член Российской академии строительства, академик Академии высшей школы и Академии строительства Украины. Член Международного комитета по изучению воздействия ветра на здания и сооружения. Научные интересы: эксплуатационная надежность строительных металлических конструкций, климатические нагрузки на строительные конструкции.

Мущанов Владимир Филипович – д. т. н., профессор кафедры теоретической и прикладной механики Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Академик Украинской академии наук, академик Академии строительства и архитектуры, член-корреспондент Академии архитектуры Украины, действительный член Международного института инженеров строителей и член Международной ассоциации «Пространственные конструкции». Научные интересы: теория надежности, расчет, проектирование и техническая диагностика пространственных металлических

Васылев Владимир Николаевич – к. т. н., доцент, профессор кафедры металлических конструкций, начальник Лаборатории испытаний строительных конструкций и сооружений Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Лауреат Государственной премии. Научные интересы: экспериментально-теоретическое исследование работ опор линий электропередачи; регулирование и учет внутреннего напряженного состояния горячекатаного проката в строительных конструкциях.

Бармотин Александр Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: проектирование и организация работ при реконструкции гражданских зданий.

Касимов Вадим Равильевич – кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной механики Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: методы расчета большепролётных конструкций, мониторинг и исследование действительной работы конструкций стационарных покрытий над трибунами стадионов, методы оптимального проектирования несущих конструкций.

Косик Алексей Борисович – ассистент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: проектирование и организация работ при реконструкции гражданских зданий.

Yevgen Gorokhov – DSc (Eng.), a Professor Head of the Metal Structures Department, Rector of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. President of the Ukrainian Association of Metal Structures, a foreign member of the Russian Academy of Civil Engineering, an academician of the Higher School Academy and the Academy of Civil Engineering of Ukraine. A member of the International Committee on studying wind influence on structures and construction. Scientific interests: operational reliability of building metal structures, climatic loads on building structures.

Volodymyr Mushchanov – DSc (Eng.), a Professor of the Theoretical and Applied Mechanics Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. A Member of the Ukrainian Academy of Sciences, a Member of the Ukrainian Academy of Civil Engineering and Architecture, a Corresponding Member of Ukrainian Academy of Architecture, a Full Member of the International Institute of Civil Engineers, a Member of the International Association of Three-Dimensional Structures. Research interests: theory of reliability, analysis, design and technical diagnosis of three-dimensional metal structures.

Volodymyr Vasylev – PhD (Eng.), an assistant Professor, Professor of the Metal Structures Department, Head of the Laboratory of testing building structures and building of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. A state prize-winner. Scientific interests: experimental and theoretical investigation of power transmission tower operation, control and record of the inner stressed state of the hot-rolled metal in building structures.

Alexander Barmotin – PhD (Eng.), assistant Professor of Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: designing and implementation of the refurbishment activities.

Vadim Kasimov – PhD (Eng.), an assistant Professor of Theoretical and Applied Mechanics Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: methods of calculating span structures, monitoring and research of the actual construction of stationary surfaces over the stands of stadiums, the methods of optimal design of support structures.

Alexey Kosik – assistant of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: designing and implementation of the refurbishment activities.

УДК 624.074.2:624.012.45

Д. В. БЕЛОВ, А. М. ЮГОВ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ФАКТОРОВ НА ТРУДОЕМКОСТЬ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КУПОЛОВ

В данной статье предлагается методика оценки трудоемкости возведения монолитных железобетонных куполов в зависимости от их конструктивных характеристик. Методика предусматривает количественный учет влияния таких факторов: пролет купола, стрела подъема, толщина оболочки, коэффициент армирования, подвижность бетонной смеси. Предложена методика оценки трудоемкости возведения железобетонных куполов, основанная на использовании моделей трудоемкости возведения. Оценка трудоемкости возведения по заданным критериям осуществляется для однородных групп куполов, которые формируются на основании учета геометрических характеристик. Разработаны многофакторные модели, позволяющие обосновывать трудоемкость работ на стадии проектирования купольных конструкций. Определены коэффициенты к моделям трудоемкости, учитывающие девять конструктивных групп, построены и проанализированы зависимости трудоемкости от пяти факторов.

оценка трудоемкости, железобетонные купола, многофакторный эксперимент, математическая модель, линейная регрессия, методика

ВВЕДЕНИЕ

Одним из основных направлений повышения эффективности возведения монолитных железобетонных куполов является совершенствование методики оценки трудоемкости возведения с учетом конструктивных особенностей и геометрических характеристик.

Предложенный способ возведения куполов [5] требует адекватной оценки трудоемкости.

Создание новой технологии, оптимизация новых и уже существующих процессов требуют постановки значительного числа опытов. Решение поставленной задачи связано с проведением сложных экспериментов.

Проведение экспериментальных исследований с применением методов планирования и анализа эксперимента является наиболее эффективным методом получения математической (формализованной) модели сложного процесса.

Основная цель планирования эксперимента – это поиск наилучшего, оптимального в определенном смысле решения. Планирование эксперимента позволяет соразмерить число опытов поставленной задаче [1].

Основной принцип исследования сложных систем: чем более разнообразны экспериментальные воздействия, тем полнее и многостороннее исследование изучаемой системы. Многофакторное экспериментирование основано на комбинировании. При этом не изобретаются принципиально новые способы воздействий, но приобретает принципиально новая и важная информация – информация о взаимодействии факторов, о внутренних связях в системе.

Результаты многофакторного эксперимента можно обобщить на более широкие условия, то есть показать, что результаты верны в нескольких ситуациях. Таким образом, полученную в результате математическую модель можно использовать в качестве прогнозируемого явления или процесса.

Для проведения эксперимента важно сформировать совокупность факторов и параметров, влияющих на трудоемкость возведения куполов.

Выбор числа опытов и условий их проведения должен быть необходимым и достаточным для решения поставленной задачи с требуемой точностью.

При анализе системы необходимо свести ее описание к конечному относительно небольшому числу строго определенных факторов с низкими порядками взаимодействий (сделать описание простым – адекватным строению самой системы).

Математический аппарат планирования экспериментов позволяет проводить действительно активный эксперимент и получать только необходимую информацию отдельно о каждом факторе или сочетании факторов. В частности, это выражается в том, что коэффициенты регрессии, которые являются основными характеристиками каждого фактора, определяются независимо друг от друга. Управляемость процесса получения информации заключается в том, что в процессе исследований ставятся эксперименты не по всем возможным сочетаниям факторов, а только по сочетаниям (значениям факторов в каждом эксперименте), которые обеспечат получение нужной информации.

ПОЛНЫЙ ФАКТОРНЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

При проведении экспериментальных исследований в данной работе использовался полный факторный эксперимент типа 2^k с варьированием 5 факторов на 2-х уровнях, включающий 32 опыта (таблица 1).

Таблица 1 – Матрица планирования эксперимента с варьированием пяти факторов

Уровень и № опыта	Факторы					Уровень и № опыта	Факторы				
	X 1	X 2	X 3	X 4	X 5		X 1	X 2	X 3	X 4	X 5
	L, м	h, м	δ , мм	Кар, %	ОК		L, м	h, м	δ , мм	Кар, %	ОК
1	108	42	125	0,6	12	1	108	42	125	0,6	12
-1	6	4	70	0,2	8	-1	6	4	70	0,2	8
1	-1	1	-1	1	-1	17	-1	1	-1	1	1
2	1	1	-1	1	-1	18	1	1	-1	1	1
3	-1	-1	-1	1	-1	19	-1	-1	-1	1	1
4	1	-1	-1	1	-1	20	1	-1	-1	1	1
5	-1	1	1	1	-1	21	-1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	-1	22	1	1	1	1	1
7	-1	-1	1	1	-1	23	-1	-1	1	1	1
8	1	-1	1	1	-1	24	1	-1	1	1	1
9	-1	1	-1	-1	-1	25	-1	1	-1	-1	1
10	1	1	-1	-1	-1	26	1	1	-1	-1	1
11	-1	-1	-1	-1	-1	27	-1	-1	-1	-1	1
12	1	-1	-1	-1	-1	28	1	-1	-1	-1	1
13	-1	1	1	-1	-1	29	-1	1	1	-1	1
14	1	1	1	-1	-1	30	1	1	1	-1	1
15	-1	-1	1	-1	-1	31	-1	-1	1	-1	1
16	1	-1	1	-1	-1	32	1	-1	1	-1	1

При определении множества факторов исходим из основных требований [2]:

- фактор должен быть управляемым, то есть нужное значение фактора поддерживается постоянным в статистическом смысле;
- фактор должен быть операциональным, т. е. может быть указана последовательность действий (операций), с помощью которых устанавливаются его конкретные уровни. С этим определением фактора связаны выбор его размерности и точность фиксирования;
- фактор не должен зависеть от других факторов;
- множество факторов должно быть достаточно полным;
- фактор должен быть воспроизводимый, т. е. при повторном проведении опыта при тех же параметрах функция отклика принимает одинаковое значение.

Для каждого из факторов x_i были определены граничные – минимальные и максимальные – значения. Факторы x_i в общем случае размерные величины, хотя имеют различную природу и размерность. В методике планирования эксперимента использовались кодированные значения факторов.

Операция кодирования сводилась к переносу начала координат факторного пространства в точку с координатами $x_i(0) = (x_i \min + x_i \max)/2$ и выбору для каждого фактора нового масштаба, при котором $x_i \min = -1$, а $x_i \max = +1$.

На основании сбора, изучения и анализа всех имеющихся данных об объекте исследования получена информация, которая является базой для проведения экспериментальных исследований.

В результате проведения предварительного этапа исследований был составлен список факторов, влияющих на изучаемое явление, заданы пределы изменения факторов с учетом требований их совместимости; выбраны параметры (меры) оценки результатов экспериментов (критерии оптимизации, функцию отклика) в соответствии с поставленной задачей.

На основании анализа и обобщения данных по возведению монолитных железобетонных купольных объектов были определены следующие группы факторов, изменяющие качественные и количественные показатели процесса возведения.

В первую группу были выделены следующие факторы: x_1 – пролет купола L (м); x_2 – стрела подъема h (м); x_3 – толщина оболочки купола δ (мм);

Во вторую группу исследуемых факторов выделены x_4 – коэффициент армирования купола Кар (%).

К третьей группе факторов отнесены x_5 – подвижность бетонной смеси ОК (рис. 1).

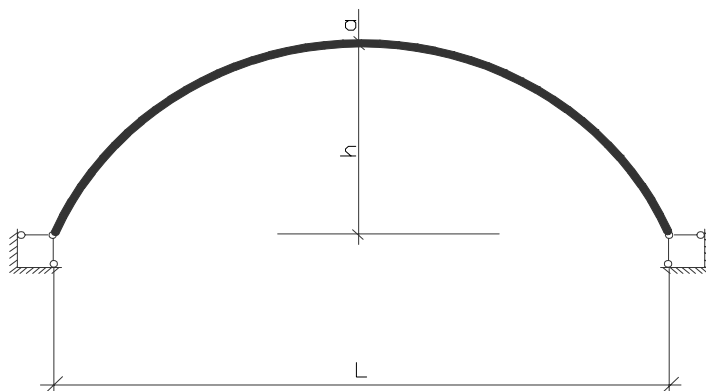


Рисунок 1 – Основные характеристики купола.

Необходимо сразу найти число опытов, необходимое для реализации всех возможных сочетаний уровней факторов.

$$N = 2^k, \quad (1)$$

где N – число опытов;
 k – число факторов;
 2 – число уровней.

В конкретном случае: $N = 2^5 = 32$ опыта.

Формализация цели планирования выражается в виде некоторой функции, которую называют целевой функцией.

Парная регрессия достаточна, если имеется доминирующий фактор, который и используется в качестве объясняющей переменной. В этом случае необходимо остальные факторы оставить неизменными, возможно их придется учесть в модели и от простой регрессии перейти к множественной.

Критерием выбора технологии возведения назначена трудоемкость T .

Линейная регрессия сводилась к нахождению уравнения вида

$$y = b_0 x_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + \dots + b_k x_k. \quad (2)$$

Построение линейной регрессии сводится к оценке ее параметров. Так как между исследуемыми явлениями существует нелинейные соотношения, то они выражаются с помощью соответствующих нелинейных функций, т. е. полиномов различной степени.

УСТАНОВЛЕНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ ТРУДОЕМКОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ КУПОЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ ОТ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ

В зависимости от конструктивных характеристик и на основании действующих норм были определены трудоёмкость выполнения работ при возведении купольных конструкций, куполов пролетом от 6 до 108 метров.

В результате расчетов по программе «Origin 6.1» были определены оценки коэффициентов b_0, b_1-b_5 .

Анализ результатов расчетов, выполненных для железобетонных куполов пролетом 6–108 м, позволил установить, что пролет купола L , стрела подъема h , толщина оболочки δ , коэффициент армирования $K_{ар}$ и подвижность бетонной смеси $ОК$ существенно влияют на трудоемкость возведения куполов. Зависимости исследуемых характеристик представлены на рис. 2; 3; 4; 5; 6.

Для того чтобы выявить влияние множества факторов на трудоемкость процессов возведения, необходимо построить уравнение множественной регрессии. Исключая неинформативные, несущественно влияющие факторы, получили уравнения множественной регрессии трудоемкости T для куполов пролетом 6–108 м такого вида:

$$y = b_0 + b_1x_1 + b_2x_2 + b_3x_3 + b_4x_4 + b_5x_5 + b_1b_2x_{12} + b_2b_3x_{23} - b_3b_4x_{34} + b_1b_3x_{13} - b_1b_4x_{14} - b_2b_4x_{24}. \quad (3).$$

Анализируя полученные зависимости, можно сделать вывод, что зависимость между конструктивными характеристиками купола и трудоемкостью его возведения линейна.

Для построения зависимостей использовался купол со следующими характеристиками: $L = 48$ м; $h = 6$ м; $\delta = 125$ мм; $K_{ар} = 0,6$ м; $ОК = 8$ см.

На рисунке 2 представлена зависимость трудоемкости возведения от пролета купола L , характер изменения трудоемкости в среднем составляет 35–40 чел-ч на один метр пролета купола.

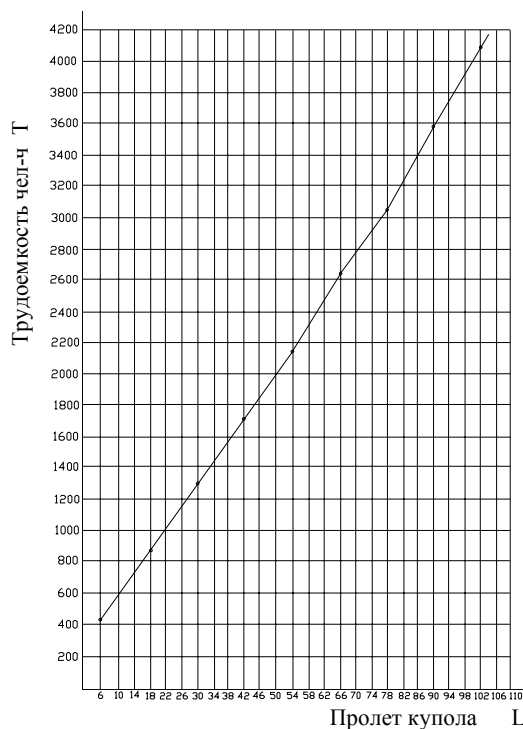


Рисунок 2 – Зависимость трудоемкости возведения от пролета купола.

Из рисунка 3 видно, что для куполов со стрелой подъема 6–18 метров изменение трудоемкости составит 0,092 чел-ч на один метр стрелы подъема, 18–32 метра – 0,16 чел-ч, 32–40 метров – 0,28 чел-ч.

На рисунке 4 показана зависимость трудоемкости возведения от толщины оболочки купола, характер изменения трудоемкости одинаково линейный на всех участках толщины оболочки (70–130 мм) и составляет 0,01 чел-ч на 10 мм толщины оболочки купола.

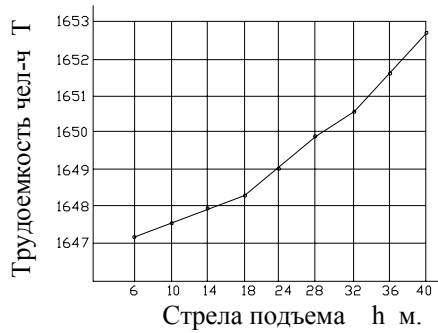


Рисунок 3 – Зависимость трудоемкости возведения от стрелы подъема купола.

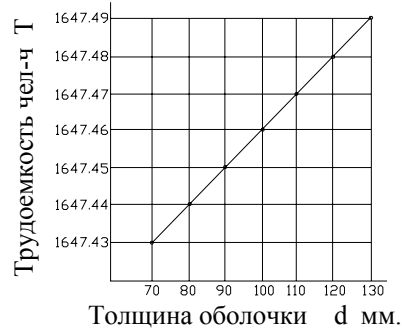


Рисунок 4 – Зависимость трудоемкости возведения от толщины оболочки купола.

С увеличением коэффициента армирования оболочки купола происходит увеличение трудоемкости на 2,2 чел-ч на каждые 0,1 % (рис. 5).

Бетонные смеси с большой подвижностью ($OK = 10-12$ см) легче укладывать, т. е. они более технологичны. Трудоемкость на укладку жестких смесей, наоборот, больше 1,7 чел-ч на 1 см осадки конуса (рис. 6).

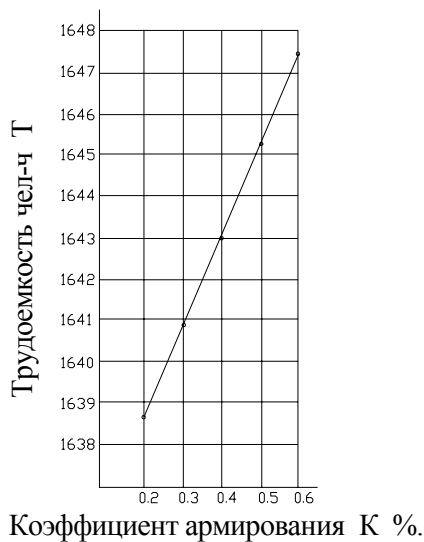


Рисунок 5 – Зависимость трудоемкости возведения от коэффициента армирования оболочки купола.

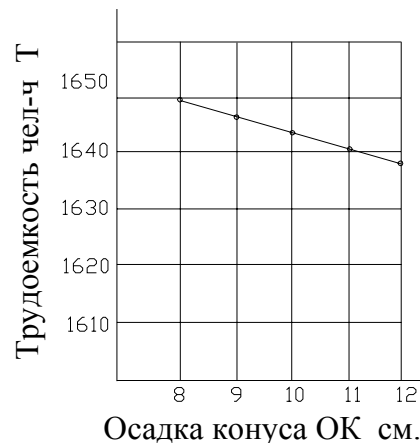


Рисунок 6 – Зависимость трудоемкости возведения от подвижности бетонной смеси оболочки купола.

Анализ полученных зависимостей и расчет коэффициентов показали, что факторы, влияющие на трудоемкость возведения купольных конструкций, по степени важности можно расположить в такой последовательности: 1) пролет купола; 2) стрела подъема; 3) толщина оболочки купола; 4) коэффициент армирования оболочки купола; 5) подвижность бетонной смеси.

Коэффициенты к моделям трудоемкости возведения куполов, учитывающие девять групп пяти конструктивных факторов, показаны в таблице 2.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

1. Предложена методика расчета трудоемкости возведения куполов, выявлена значимость рассматриваемых факторов.

2. Методика может быть обобщена для случаев возведения железобетонных куполов различных конструктивных решений с учетом факторов, отображающих конструктивные особенности куполов.

Таблица 2 – Коэффициенты к моделям трудоемкости возведения куполов

Конструктивные группы	Конструктивные факторы					Коэффициенты															
	Пролет L, м	Стрела подъема h, м	Толщина δ, мм	Коэф. арм.	Осадка конуса ОК, см	B0 чел-час.	B1	B2	B3	B4	B5	B12	B23	B34	B45	B13	B14	B15	B24	B25	B35
1	6-12	6-4				444,7	3,3	1,5	1,25	0,55	-0,5	0,32	2,9	-0,32	-0,004	1,3	2	-0,03	-3,5	-0,02	-0,01
2	18-24	10-12				889,5	6,6	3	2,5	1,1	-0,9	0,63	5,7	-0,63	-0,007	2,6	4	-0,06	-7,04	-0,03	-0,02
3	30-36	14-16				1327,6	9,9	4,5	3,7	1,65	-1,3	0,94	8,5	-0,94	-0,011	3,9	6	-0,09	-10,5	-0,04	-0,03
4	42-48	18-22				1770,1	13,2	6	4,9	2,2	-1,8	1,4	12,7	-1,4	-0,016	5,8	-8,8	-0,14	-15,6	-0,06	-0,05
5	54-60	24-26	70-125	0,2-0,6	8-12	2212,6	16,5	7,5	6,1	2,7	-2,2	1,74	15,9	-1,74	-0,02	6,5	-11	-0,17	-19,5	-0,08	-0,06
6	66-72	28-30				2665,8	19,9	9	7,4	3,2	-2,7	2,1	19,1	-2,1	-0,03	7,8	-13,2	-0,21	-23,5	-0,1	-0,07
7	78-84	32-34				3099,8	23,2	10,5	9,9	3,7	-3,1	2,44	22,2	-2,4	-0,04	9,1	-15,3	-0,24	-27,3	-0,12	-0,08
8	90-96	36-38				3604,4	26,9	12,2	10,5	4,3	-3,6	2,76	25,1	-2,7	-0,05	10,3	-17,3	-0,27	-30,8	-0,14	-0,09
9	102-108	40-42				4121,5	30,2	13,7	11,1	4,8	-4,1	3,12	28,4	-3,1	-0,06	11,6	-19,5	-0,31	-34,8	-0,16	-0,1

3. Построены и проанализированы зависимости трудоемкости от пяти конструктивных факторов и определена степень их влияния на трудоемкость возведения железобетонных куполов.

4. Разработаны многофакторные модели, позволяющие обосновывать трудоемкость работ на стадии проектирования купольных конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адлер, Ю. П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий [Текст] / Ю. П. Адлер, Е. В. Маркова, Ю. В. Грановский. – М. : Наука, 1976. – 279 с.
2. Антонец, И. В. Математическая обработка результатов эксперимента [Текст] / И. В. Антонец, Н. В. Еремин. – Ульяновск : УлГТУ, 2007. – 71 с.
3. Меерович, М. И. Теория решения изобретательских задач [Текст] / М. И. Меерович, Л. И. Шрагина. – Минск : Харвест, 2003. – 443 с.
4. Нормирование труда рабочих в строительстве [Текст] / [Е. Ф. Балова, Р. С. Бекерман, Н. Н. Евтушенко и др.]. – М. : Стройиздат, 1985. – 439 с.
5. Пат. 48589 Україна, МПК E04G 11/04. Опалубка для зведення великопротітних куполів [Текст] / Д. В. Белов, А. М. Югов ; заявитель и патентообладатель Д. В. Белов, А. М. Югов. – № 200909928 ; заявл. 29.09.09 ; опубл. 25.03.10, Бюл. № 6. – 4 с.

Получено 09.10.2011

Д. В. БЕЛОВ, А. М. ЮГОВ

МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ КОНСТРУКТИВНИХ ЧИННИКІВ НА ТРУДОМІСТКІСТЬ ЗВЕДЕННЯ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КУПОЛІВ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У цій статті пропонується методика оцінки трудомісткості зведення монолітних залізобетонних куполів залежно від їх конструктивних характеристик. Методика передбачає кількісний облік впливу таких чинників: прогін купола, стріла підйому, товщина оболонки, коефіцієнт армування, рухливість бетонної суміші. Запропонована методика оцінки трудомісткості зведення залізобетонних куполів заснована на використанні моделей трудомісткості зведення. Оцінка трудомісткості зведення за заданими критеріями здійснюється для однорідних груп куполів, які формуються на основі обліку геометричних характеристик. Розроблені багатофакторні моделі, що дозволяють обґрунтовувати трудомісткість робіт на стадії проектування купольних конструкцій. Визначені коефіцієнти до моделей трудомісткості, що враховують дев'ять конструктивних груп, побудовані і проаналізовані залежності трудомісткості від п'яти чинників.

оцінка трудомісткості, залізобетонні куполи, багатофакторний експеримент, математичка модель, лінійна регресія, методика

DENIS BELOV, ANATOLIY YUGOV

METHOD OF RESEARCH OF INFLUENCE OF STRUCTURAL FACTORS ON LABOUR INTENSIVENESS OF ERECTION OF MONOLITHIC REINFORCED-CONCRETE DOMES

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The method of estimation of labour intensiveness of erection of monolithic is offered in this article reinforced-concrete domes depending on their structural descriptions. A method foresees the quantitative account of influence of such factors: flight of dome, arrow of getting up, thickness of shell, coefficient of re-enforcement, mobility of concrete mixture. Offered method of estimation of labour intensiveness of erection of reinforced-concrete domes, based on the use of models of labour intensiveness of erection. Estimation of labour intensiveness of erection on the set criteria is carried out for the homogeneous groups of domes which are formed on the basis of account of geometrical descriptions. Multivariable models, allowing to ground labour intensiveness of works, are developed on the stage of planning of dome structures. Coefficients are certain to the models of labour intensiveness taking into account nine structural groups, built and analysed dependence of labour intensiveness on five factors.

estimation of labour intensiveness, reinforced-concrete domes, multivariable experiment, mathematical model, linear regression, method

Белов Денис Викторович – аспірант, асистент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: технологія і організація робіт при будівництві монолітних споруд.

Югов Анатолій Михайлович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проектування, монтаж, експлуатація, технічна діагностика, оцінка технічного стану, реконструкція та підсилення будівельних металевих конструкцій, технологія та організація робіт при будівництві та реконструкції будівель та споруд.

Белов Денис Викторович – аспирант, ассистент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: технология и организация работ при строительстве монолитных сооружений.

Югов Анатолий Михайлович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: проектирование, монтаж, эксплуатация, техническая диагностика, оценка технического состояния, реконструкция и усиление строительных металлических конструкций, технология и организация работ при строительстве и реконструкции зданий и сооружений.

Denis Belov – graduate student, assistant of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technological processes at erection of monolithic constructions.

Anatoliy Yugov – DSc (Eng.), Professor, Head of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: design, assembly, used, examination structural steelwork, technological processes at erection building.

УДК 693.54:69.057.5

Г. Н. ТОНКАЧЕЕВ^а, В. В. ТАРАН^б^а Київський національний університет будівництва і архітектури, ^б Донбасська національна академія будівництва і архітектури**ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМ МОНОЛИТНЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЙ С
ЛЕГКИМИ ВКЛАДЫШАМИ КАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ И
КЛАССИФИКАЦИЯ ФАКТОРОВ ВЛИЯНИЯ**

При устройстве монолитных плит перекрытий в каркасных гражданских зданиях необходимо учитывать факторы, влияющие на выбор конструктивно-технологического решения перекрытия. Рассматривая факторы влияния, принимается оптимальная конструктивная схема перекрытия. Для каждой из рассмотренных в статье схем плит перекрытия выделены площади возможной замены бетона легкими вкладышами. Приведены рекомендации по применению того или иного вида вкладыша в нейтральной зоне монолитного перекрытия. Отобраны факторы, влияющие на изменение параметров технологии устройства облегченных монолитных дисков перекрытия.

технологический процесс, трудоемкость, управляющие, контролирующие и внешние факторы, гражданские жилые каркасные здания, конструктивная схема перекрытия

Технологический процесс (*TeP*) устройства монолитных плит перекрытий представляет сложную систему, на которую влияет большое количество управляющих, контролирующих и внешних факторов. Степень влияния этих факторов на трудоемкость и продолжительность технологического процесса неодинакова, что в результате оказывает влияние и на изменение стоимости возводимых строительных конструкций.

Управляющие факторы предусматривают принятие решений по обеспечению необходимыми материальными, финансовыми и трудовыми ресурсами, а также определение лиц, ответственных за выполнение поставленных задач. Многообразие управляющих факторов характеризуется следующими особенностями: степенью охвата, сложности, в зависимости от принятого решения по устройству того или иного вида плит перекрытий; длительностью времени; решениями о новых методах планирования и экономического стимулирования; объемом и направленностью предусмотренных решений; степенью обязательности выполнения решений ответственными лицами.

Контролирующие факторы представляют собой систему наблюдения и проверки соответствия процесса устройства монолитной плиты перекрытия принятым решениям. В процессе контроля выявляются допущенные отклонения от требований управляющих факторов, от принятых организационных и технологических решений. Контроль может быть систематическим, периодическим, общим и выборочным [1].

К внешним факторам относится влияние природных сил, новые задачи, приток в систему материальных и людских элементов, нарушения каналов связи и т. д.

Для выявления всей совокупности факторов, которые могут оказывать влияние на выбор конструктивно-технологических решений плит перекрытий предложено рассматривать часть каркасного здания с элементами колонн и плит перекрытий, расположенную на уровне средних этажей здания (рис. 1). Набор факторов, оказывающих непосредственное влияние на параметры технологического процесса устройства монолитных плит, представлен в таблице 1.

Анализ объемно-планировочных и конструктивных решений каркасных зданий показал, что диапазон изменения фактора $\Phi_{1,1}$ принят по размерам, которые рассматриваются в системах плит перекрытий конструкций *Babble Deck* [2] (легкие вкладыши в виде шаров), а также в системах *Waffle*

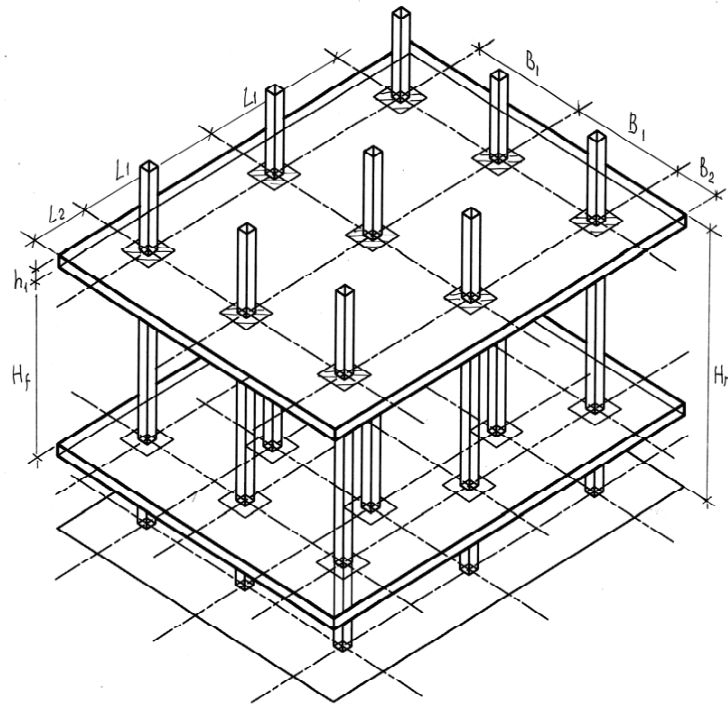


Рисунок 1 – Условная (абстрактная) модель каркасного здания, выполненного по схеме **Cx1** с капителями по колоннам.

Таблица 1 – Факторы, оказывающие влияние на параметры процессов устройства облегченных монолитных плит перекрытий

Группы	Классификация факторов	
	Подгруппы	Формализация
Φ_1 – факторы объекта (объемно-планировочные и конструктивные решения зданий)	$\Phi_{1.1}$ – размеры ячеек колонн здания и вылет консолей плит	L_1, B_1, L_2, B_2
	$\Phi_{1.2}$ – высота этажа в свету	H_f
	$\Phi_{1.3}$ – конструктивная схема балок и капителей	$Cx1...3$
	$\Phi_{1.4}$ – полезная нагрузка на перекрытие	q
	$\Phi_{1.5}$ – расположение плиты над уровнем земли	H_r
Φ_2 – факторы конструкции (конструктивные решения плиты)	$\Phi_{2.1}$ – толщина плиты перекрытия	h_1
	$\Phi_{2.2}$ – функциональные допуски конструкций	X_f
	$\Phi_{2.3}$ – количество вкладышей на 100 м ²	N_v
	$\Phi_{2.4}$ – геометрические размеры вкладыша	l_v, b_v, h_v
	$\Phi_{2.5}$ – вес вкладыша	g_v
	$\Phi_{2.6}$ – размер захватки	L_3, B_3
Φ_3 – факторы климатических условий	$\Phi_{3.1}$ – температура наружного воздуха	t_e
	$\Phi_{3.2}$ – влажность наружного воздуха	w
	$\Phi_{3.3}$ – поток воздуха	v
Φ_4 – факторы производственные (организационные)	$\Phi_{4.1}$ – серийность выпуска вкладышей (оснастки)	N
	$\Phi_{4.2}$ – степень унификации	уровни
	$\Phi_{4.3}$ – стоимость конструкций вкладышей	C_v
	$\Phi_{4.4}$ – степень огнестойкости	REI

Slabs и Ribbed Slabs (ребристые и кессонные перекрытия). Размеры ячеек расположения колонн L_p , B_p рассматриваются в пределах 6...12 м. Эти размеры и фактор полезной нагрузки $\Phi_{1.4}$ непосредственно связаны с толщиной плит перекрытий (фактор $\Phi_{2.1}$) и являются взаимозависимыми, поэтому в дальнейших исследованиях рассматривается только две группы факторов – размеры ячеек расположения колонн и балок $\Phi_{1.1} = \{L_p, B_p, L_2, B_2\}$ и толщина плиты перекрытия $\Phi_{2.1} = \{h_1\}$.

В работе рассматривается толщина сплошных и облегченных плит перекрытий в диапазоне $h_1 = 200...300$ мм, что условно соответствует пролетам 6...12 м.

Фактор высоты этажа в свету $\Phi_{1,2}$ важен с точки зрения изменений в конструкциях опалубок, с помощью которых возможно бетонирование плит перекрытий. Наиболее распространенными высотами этажей в гражданских и жилых каркасных зданиях являются $H_f = 2,6...3,6$ м. В группу факторов конструктивного решения здания $\Phi_{1,4}$ для плит включена полезная нагрузка на перекрытие, поскольку от нее в основном зависит толщина плит и размеры ячеек по расположению колонн. Для рассматриваемых в работе каркасных зданий полезная нагрузка принята в диапазоне $q = 2...7$ кПа.

Принципиальное значение для использования тех или иных вкладышей имеет конструктивная схема перекрытия (факторы $\Phi_{1,3}$), из которых в исследованиях рассматриваются: схема **Cx1** (см. рис. 1) плиты с капителями на колоннах в виде дополнительного утолщения плиты в зоне капителей или без таких утолщений; схема **Cx2** (рис. 2) плиты с балками, расположенными в одном направлении; схема **Cx3** (рис. 3) плиты с балками в двух направлениях.

В зонах расположения капителей и балок, а также в зонах продавливания сечение плит сплошное, поэтому в них вкладыши не предусматриваются.

Размер капителей в плане зависит от многих факторов и в первую очередь от сечения плиты и нагрузки на плиту. Кроме этого, оказывают влияние размеры поперечного сечения колонн. Для исследования приняты квадратные колонны со сторонами в пределах 400...600 мм.

Схема **Cx1** (рис. 1) характеризуется большими возможностями по площади для вытеснения бетона легкими вкладышами. Схема приемлема для вкладышей из колпаков (Beeplate) [3] и шаров (Babble Deck), она менее приспособлена для вкладышей из труб (Round Tube) [4], а также для вкладышей, реализующих сплошную и кессонную (Waffle Slabs) или открытую балочную систему (Ribbed Slabs) плит. С практической точки зрения такая схема здания не рекомендуется для плит перекрытий сборно-монолитной технологии (Teriva) [5], в которой предусмотрена укладка сборных балок на опорные балки.

Плиты, выполненные по методу (Beeplate) характеризуются толщиной плит $h_f = 340, 400, 450, 520, 600, 660$ мм для типов плит: typ 34+, 40+, 45+, 52+, 60+, 66+. При этом достигается экономия бетона по сравнению со сплошной плитой соответственно $pb = 22,7; 28,0; 30,0; 32,9; 33,9; 34,0; 35,1$ %. Удельный расход вкладышей при расстоянии между ними в 100 мм составляет 1,8–2,0 шт/м².

Плиты, выполненные по методу (Bubble Deck) характеризуются типами BD230, BD280, BD340, BD390, BD450, BD510, BD600, что соответствует толщине плит толщиной плит $h_f = 230, 280, 340, 390, 450, 510, 600$ мм. Пролеты плит зависят от рабочей схемы и количества пролетов. При многопролетной схеме (наиболее часто применяемая в строительстве) размеры пролетов могут быть следующими: 5–8,3; 7–10,1; 9–12,5; 11–14,4; 13–16,4; 15–18,8; 16–21,0 м. Полная нагрузка на плиту рассматривалась в пределах $q = 2,5...12,5$ кПа. Минимальные значения пролетов соответствуют максимальной нагрузке. Соответственно для консольных схем максимальные размеры консолей плит могут быть следующими: $L_2 = 2,8; 3,3; 4,0; 4,7; 5,4; 6,1; 7,2$ м.

При этом достигается экономия бетона по сравнению со сплошной плитой соответственно $pb = 52,0; 49,3; 45,3; 45,4; 45,6; 43,0; 43,7$ %. Наибольшее распространение получили плиты системы (Bubble Deck) с пролетами 12 м.

При этом обеспечивается максимальный эффект, состоящий из 50 % экономии бетона – на 1 кг пластика экономится 100 кг бетона, от 2,5 до 10,0 % экономии арматуры.

Наиболее совершенная технология (Bubble Deck) в сборно-монолитном варианте, когда в промышленных условиях изготавливаются железобетонные скорлупы с утопленными в их тело шарами, что предотвращает всплытие шаров при устройстве монолитной части плиты.

Параллельная балочная схема **Cx2** (рис. 2) здания, как правило, в поперечном направлении характеризуется большими пролетами и нагрузками на плиту.

Такая схема перекрытий характеризуется большими возможностями для использования систем облегчения, которые строго ориентированы в одном направлении. Это в первую очередь системы (Ribbed Slabs), (Round Tube), (Polystyrene Void Forms) во вторую очередь система (Teriva), сборно-монолитный вариант, в последнюю очередь монолитные системы (Babble Deck), (Beeplate), (Waffle Slabs).

Многопролетные плиты, выполненные по системе (Ribbed Slabs), проектируются с размерами пролетов 6...14 м с шагом 1 м, для нагрузок 2,5...10,0 кН/м². Рассматриваются толщины плит от 250 до 732 мм.

Многопролетные плиты, выполненные по системе (Waffle Slabs), проектируются с размерами пролетов 7,2...14,4 м с шагом 0,9 м, для нагрузок 2,5...10,0 кН/м². Рассматриваются толщины плит от 325 до 575 мм.

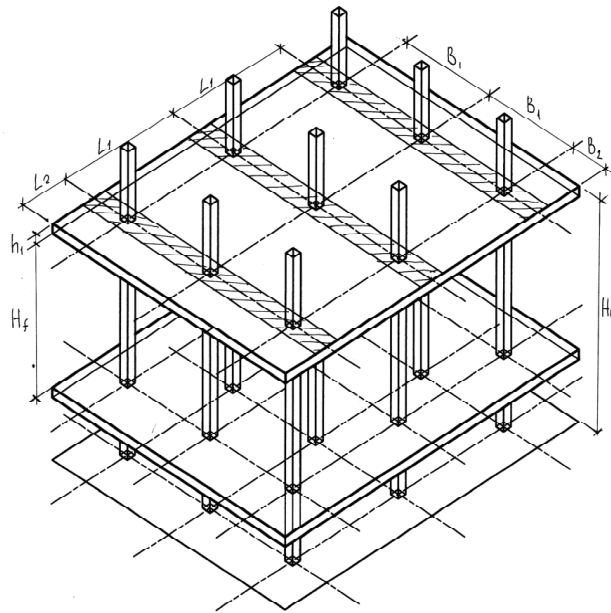


Рисунок 2 – Условная (абстрактная) модель каркасного здания, выполненного по схеме **Cx2** с балками по колоннам в одном направлении.

Перекрестная схема **Cx3** (рис. 3) расположения балок в плитах дает равные возможности для всех возможных вкладышей для вытеснения бетона. Схема характеризуется большими пролетами и нагрузками.

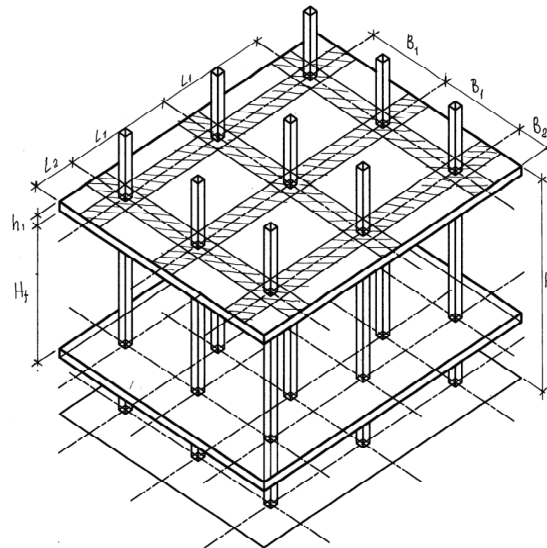


Рисунок 3 – Условная (абстрактная) модель каркасного здания, выполненного по схеме **Cx3** с балками по колоннам в двух направлениях.

Фактор $\Phi_{2.4}$ необходимо рассматривать для определения продолжительности и трудоемкости процесса возведения плит перекрытий с легкими вкладышами. Так, в зависимости от факторов $\Phi_{2.4}$ и $\Phi_{2.3}$ увеличивается либо уменьшается срок строительства объекта в целом, что влияет на его конечную стоимость. Весом вкладыша $\Phi_{2.5}$ также нельзя пренебрегать ввиду влияния на конструктивные решения здания.

Фактор $\Phi_{2,2}$ определяет геометрические допуски конструкции в целом и, в конечном результате, характеризует качество готового перекрытия. Он носит ограничивающий характер и исследованию не подлежит.

При ведении строительно-монтажных работ на качество, сроки возведения строительной продукции, в частности плит перекрытия с различными видами легких вкладышей, влияние оказывают и климатические условия производства работ. В зависимости от температуры наружного воздуха $\Phi_{3,1}$, влажности $\Phi_{3,2}$ и скорости потока воздуха $\Phi_{3,3}$ вводятся ограничения на ведение работ на высоте при порывах ветра, сварочных работ, процесса бетонирования плит при температуре ниже 5 °С и средней влажности менее 50 %. Таким образом, группа факторов Φ_3 в зависимости от климатических условий изменяет продолжительность, трудоемкость и, следовательно, влияет на конечную стоимость строительной продукции.

При выборе решения о принятии той или иной технологии (метода), зависящей от вида легкого вкладыша, необходимо учитывать серийность их выпуска $\Phi_{4,1}$, а также степень унификации $\Phi_{4,2}$, что влияет на конечную стоимость конструкций вкладышей $\Phi_{4,3}$. При определении пригодности конструкции к эксплуатации оценивается ее степень огнестойкости $\Phi_{4,4}$. Определение огнестойкости покрытий и перекрытий осуществляется по ДСТУ Б В.1.1–4–98 «Будівельні конструкції. Методи випробувань на вогнестійкість. Загальні вимоги». Исходя из того, что все гражданские жилые здания с рассматриваемыми перекрытиями введены в эксплуатацию, следовательно, каждый из представленного вида легких вкладышей соответствует нормам.

Анализируя вышеизложенное, на изменение параметров технологии устройства монолитных перекрытий существенно оказывают влияние следующие факторы: $\Phi_{1,2}$ – высота этажа в свету, $\Phi_{1,3}$ – конструктивная схема балок и капителей, $\Phi_{1,5}$ – расположение плиты над уровнем земли, $\Phi_{2,1}$ – толщина плиты перекрытия, $\Phi_{2,2}$ – функциональные допуски конструкций, $\Phi_{2,3}$ – количество вкладышей на 100 м², $\Phi_{2,4}$ – геометрические размеры вкладыша, $\Phi_{2,5}$ – вес вкладыша, $\Phi_{3,1}$ – температура наружного воздуха.

Повышения эффективности выполнения работ по устройству монолитных плит перекрытия можно достигнуть путем предварительного анализа основных параметров, таких как материалоемкость и трудоемкость, находящихся в непосредственной зависимости от рассмотренных и отобранных факторов и влияющих на конечный результат технологического процесса - устройство перекрытия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Еремин, И. В. Научная организация труда и управление в строительстве [Текст] / И. В. Еремин. – М. : Высш. шк., 1970. – 260 с.
2. Монолитные перекрытия с легкими вкладышами типа «шар» [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.BubbleDeck-UK.com.
3. Die BEEPLATE® ist ein Flachdeckensystem für große Spannweiten [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.beeplate.com.
4. Артюх, В. Г. Практика проектирования и устройства монолитных многопустотных плит перекрытий [Текст] / В. Г. Артюх, Г. Н. Тонкачев // Современное промышленное и гражданское строительство – 2005. – Том 1, № 1. – С. 5–11.
5. Монолитные перекрытия из ячеистобетонных блоков [Электронный ресурс]. – Режим доступа : www.allbeton.ru.

Получено 13.09.2011

Г. М. ТОНКАЧЕВ^а, В. В. ТАРАН^б ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ МОНОЛІТНИХ ПЛИТ ПЕРЕКРИТТІВ З ЛЕГКИМИ ВКЛАДИШАМИ КАРКАСНИХ БУДІВЕЛЬ ТА КЛАСИФІКАЦІЯ ФАКТОРІВ ВПЛИВУ

^а Київський національний університет будівництва і архітектури, ^б Донбаська національна академія будівництва і архітектури

При улаштуванні монолітних плит перекриттів в каркасних житлових будинках необхідно враховувати фактори, що впливають на вибір конструктивно-технологічного рішення перекриття. Розглядаючи фактори впливу, приймається оптимальна конструктивна схема перекриття. Для кожної з розглянутих в статті схем плит перекриття визначені площі можливої заміни бетону легкими порожниноутворювачами. Наведені рекомендації щодо застосування того чи іншого виду вкладыша в

нейтральній зоні монолітного перекриття. Відібрані фактори, що впливають на змінення параметрів технології улаштування полегшених монолітних дисків перекриття.
технологічний процес, трудомісткість, керуючі, контролюючі та зовнішні фактори, цивільні житлові каркасні будівлі, конструктивна схема перекриття

NICK TONKACHEEV ^a, VALENTINA TARAN ^b
STUDY OF MONOLITHIC SLAB FLOORS WITH LIGHT LINER FRAME BUILDINGS AND CLASSIFICATION OF INFLUENCERS

^a Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture, ^b Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

When device monolithic slabs in frame civil buildings must take into account the factors influencing the choice of a constructive-technological solution. In considering the factors of influence was optimal design scheme of overlap. For each of the article schema slabs are square concrete possible replacement light liner. Provides guidance on the use of a liner in the neutral zone monolithic slab. Selected factors influencing technology options change device Lightweight monolithic disk overlays.
the technological process, labour, management, monitoring and external factors, civilian residential buildings, the constructive scheme of frame beams

Тонкачев Геннадій Миколайович – к. т. н., доцент кафедри технології будівельного виробництва Київського національного університету будівництва і архітектури. Наукові інтереси: реконструкція житлових і промислових об'єктів; проведення і оцінка технічного стану будівель і споруд.

Таран Валентина Володимирівна – асистент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: технологічний процес улаштування порожнин в монолітних плитах перекриття.

Тонкачев Геннадій Николаевич – к. т. н., доцент кафедры технологии строительного производства Киевского национального университета строительства и архитектуры. Научные интересы: реконструкция жилых и промышленных объектов; проведение и оценка технического состояния зданий и сооружений.

Таран Валентина Владимировна – ассистент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: технологический процесс устройства пустот в монолитных плитах перекрытия.

Nick Tonkacheev – PhD (Eng.), associate professor of the Building Production Department of the Kyiv National University of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: refurbishment of dwelling and industrial buildings; conducting and estimation of the engineering state of structures constructions.

Valentina Taran – assistant of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technological process of device of emptiness in the monolithic flags of ceiling.

УДК 692.415

С. В. КОЖЕМЯКА, В. А. МАЗУР

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РЕМОНТА КРОВЕЛЬ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ С УЧЕТОМ ВЫЯВЛЕННЫХ ГРУПП ДЕФЕКТОВ

В статье предложены разные методы ремонта исследуемых кровель промышленных зданий. Оценивается их конкурентоспособность по технико-экономическим показателям и показателю приведенной стоимости для разных групп дефектов. На основании этих критериев предлагается методика выбора рационального ремонта рулонных и мастичных кровель.

методы ремонта кровли, группы дефектов, технико-экономические показатели, показатель приведенной стоимости, методика выбора рационального ремонта кровель

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

В современных условиях одной из важнейших проблем эксплуатации зданий и сооружений промышленного назначения являются протекающие кровли. Острота данной проблемы усугубилась в последние годы, когда возраст зданий и соответственно кровель достиг 40 лет и более, а износ превысил 70–80 %. Обследования кровель промышленных, административно-общественных, гражданских зданий по Донецкой и Луганской областям показали общее неудовлетворительное их состояние после многочисленных ремонтов. Частичный ремонт кровель, проводящийся ежегодно путем устройства заплат или нанесения дополнительного слоя рулонного либо мастичного материала, является малоэффективным, так как не устраняет дефекты и повреждения в нижерасположенных слоях водоизоляционного ковра, а поверхностный слой быстро разрушается.

Анализ опыта технологий ремонта плоских мягких кровель показывает, что применяемые в практике ремонта различные методы ремонта многослойных кровель недостаточно эффективны, так как последующие расходы на поддержание кровли в исправном состоянии могут превысить затраты на ее первоначальный ремонт.

ЦЕЛИ

Отсутствие специальных рекомендаций по научно обоснованному выбору оптимальных методов ремонта рулонных и мастичных многослойных кровель приводит к существенным ошибкам, допускаемым на стадии принятия решения и, как следствие, к неоправданному удорожанию ремонта. Поэтому необходимо создание методики, позволяющей обоснованно принимать решения по ремонту кровель с учетом состояния кровли и требований по гарантийным срокам эксплуатации зданий.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

В настоящее время из множества известных методов ремонта многослойных кровель наиболее часто используются следующие:

- ремонт кровель с применением рулонных полимерно-битумных материалов (наплавляемых рубероидов и рубероидов, укладываемых на холодной и горячей мастике),
- ремонт кровель с применением горячих и холодных мастик (наливные армированные и неармированные кровли),

© С. В. Кожемяка, В. А. Мазур, 2011

- ремонт кровель с применением синтетических мембран (ПВХ-, ТПО-, ЕПДМ-мембраны),
- комбинированные методы ремонта кровель,
- изменение конструктива кровли (устройство скатной кровли с покрытием профлистом, шифером и т. д.).

Как показывает практика, конкурентоспособность сравниваемых методов заказчиками и подрядчиками определяется с помощью сметной стоимости и трудоемкости, которые определяются для исходной площади кровли, без учета дополнительных затрат на ремонтные работы в течение эксплуатации кровли и трудоемкости работ.

Для создания методики повреждения и дефекты кровель промышленных зданий, выполненных из полимерно-битумных мембран и мастичных наливных кровель, сгруппированы в две основные укрупненные группы дефектов по месту расположения на кровле.

Первая группа – дефекты основного гидроизоляционного покрытия на поверхности кровли: протечки, застои воды в отдельных зонах, расслоения и отслоения водоизоляционного ковра, охрупчивание содержащихся в нем битумных материалов, трещины и морщины кровельного слоя, гниение картонной основы, местная просадка кровельного основания в утепленном покрытии, частичный или полный отрыв рулонного ковра от основания, раскрытие швов, оплывание (сползание с образованием морщин) кровельного полотна на значительных уклонах при отсутствии дополнительного крепления, образование пазух в местах нахлестки полотнищ материала, наличие заплат от ранее произведенных ремонтов и т. д.

Вторая группа – дефекты в местах примыканий кровельного ковра к вертикальным плоскостям, в ендовах и на карнизах, отслаивание края ковра, оплывание, натяжение и отрыв материала на вертикальных плоскостях, бугристость покровного слоя, образование застойных зон, сползание мастики (битума) и закупорка ею воронок внутреннего водостока, разрывы ковра в местах его сопряжения с воронками, вентиляционными трубами, отрыв отдельных элементов (парапетов, свесов, козырьков из листовой стали), механические повреждения кровельного ковра в местах установки стоек и растяжек, разрушение мест сопряжения стоек с основным кровельным ковром. Также ко второй группе дефектов отнесли замену или устройство новых перил ограждения кровли.

В предлагаемой новой методике вводится относительный показатель приведенной стоимости, отражающий денежные затраты относительно гарантированного срока эксплуатации кровельного материала:

$$\Delta P = \frac{C}{B} \quad (1)$$

где ΔP – показатель приведенной стоимости, грн./мес,
 C – сметная стоимость работ, грн.,
 B – гарантийный срок эксплуатации кровельного покрытия, мес.

Гарантийный срок эксплуатации кровельного покрытия и стоимость материалов брались по данным компаний-производителей. Для рулонных наплавляемых рубероидов марки «Биполь» производства компании «Технониколь» гарантийный срок эксплуатации составляет 120 месяцев, для ПВХ-мембраны Bauder U12 (компания «Bauder», Германия) – 360 месяцев, для мастики Izofast (компания «Олимп») – 36 месяцев, для рубероидов марки РКП – 12 месяцев, для профилированного листа с полимерным покрытием ТП 45/0,7 (компания «ТПК») – 120 месяцев.

Для опробования методики была взята полимерно-битумная кровля цеха КЗТС (Краматорского завода тяжелого станкостроения) площадью 10 585 м², на которой для определения состава кровли была произведена вырубка кровельного пирога (рис. 1). В результате чего получены следующие данные: по сборным железобетонным плитам перекрытия уложен монолитный пенобетон толщиной 80–100 мм, по которому выполнена асфальтовая стяжка толщиной 20 мм и рубероидный ковер, толщина которого из-за многократных ремонтов составляет 70 мм.

Расчет технико-экономических показателей проводится для групп дефектов с учетом того, что методы ремонта кровель с применением рулонных и мастичных материалов предполагают ремонт основания кровли (удаление или частичный ремонт гидроизоляционного ковра и стяжки). При применении кровельных синтетических мембран, совместимых с битумными материалами, и при изменении конструктива кровли на скатную ремонта основания не требуется. Вариант с изменением конструктива кровли на скатную в расчетах не рассматривался, так как этот вариант технологически невозможно применить для объекта с большой площадью в плане.

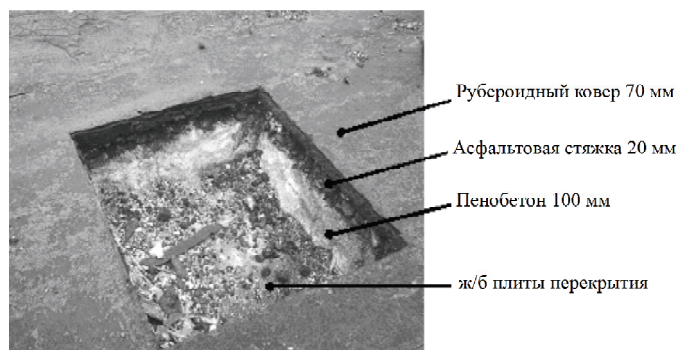


Рисунок 1 – Состав кровли цеха КХТЗ.

Так как вторая группа дефектов при больших ремонтируемых площадях кровли относительно первой имеет сравнительно небольшие трудоемкости и сметные стоимости, то решено было обе группы объединить в комплекс дефектов, чтобы определить влияние второй группы дефектов непосредственно на технико-экономические показатели ремонта кровель. При ремонте кровель промышленных зданий с небольшими площадями технико-экономические показатели для первой и второй групп дефектов имеет смысл рассматривать отдельно.

Полученные данные, приведенные в таблице 1, показали, что на сметную стоимость и трудоемкость кровельных работ вторая группа дефектов влияет незначительно.

Таблица 1 – Техничко-экономические показатели ремонта кровель

№	Метод ремонта кровли	Для первой группы дефектов		Для комплекса дефектов	
		Сметная стоимость, грн.	Показатель приведенной стоимости, грн./мес.	Сметная стоимость, грн.	Показатель приведенной стоимости, грн./мес.
		Трудоемкость, чел-час		Трудоемкость, чел-час	
1	Устройство кровли из 2-х слоев рубероида, приклеенного на мастике	887 058 26 518	73 921,5	1 076 353 27 471	89 696,1
2	Устройство мастичной наливной кровли	1 648 172 25 741	45 782,6	1 837 112 26 494	51 030,9
3	Устройство рулонной кровли из 2-х слоев наплавленного рубероида	1 311 887 25 143	10 932,4	1 531 532 26 393	12 762,8
4	Устройство комбинированной кровли	1 208 839 27 172	33 578,9	1 409 132 28 421	39 142,5
5	Устройство кровли из ПВХ-мембраны с механическим креплением к основанию без ремонта основания	1 623 271 5 233	4 509,1	1 793 517 5 561	4 982,0
6	Устройство кровли из ПВХ-мембраны с механическим креплением к основанию с ремонтом основания	2 023 558 23 952	5 621,0	2 193 803 24 280	6 093,9

На основании полученных данных также были построены графики для основных видов ремонта кровель, которые возможно применить на объекте.

На рисунках 2 и 3 показаны графики рационального применения разных кровельных технологий для кровли, выполненной из рубероида, приклеенного на мастике и для мастичной наливной кровли соответственно.

На графике, на рисунке 2 видно, что уже при повреждениях и дефектах кровли из рубероида РКП, приклеенного на мастике (самый дешевый способ ремонта кровли), более 6 % при учете гарантийного срока эксплуатации имеет смысл применить технологию с синтетическими мембранами, которая позволяет в некоторых случаях не ремонтировать основание. При дефектах более 15 % имеет смысл применить также технологию наплавленного рубероида и т. д.

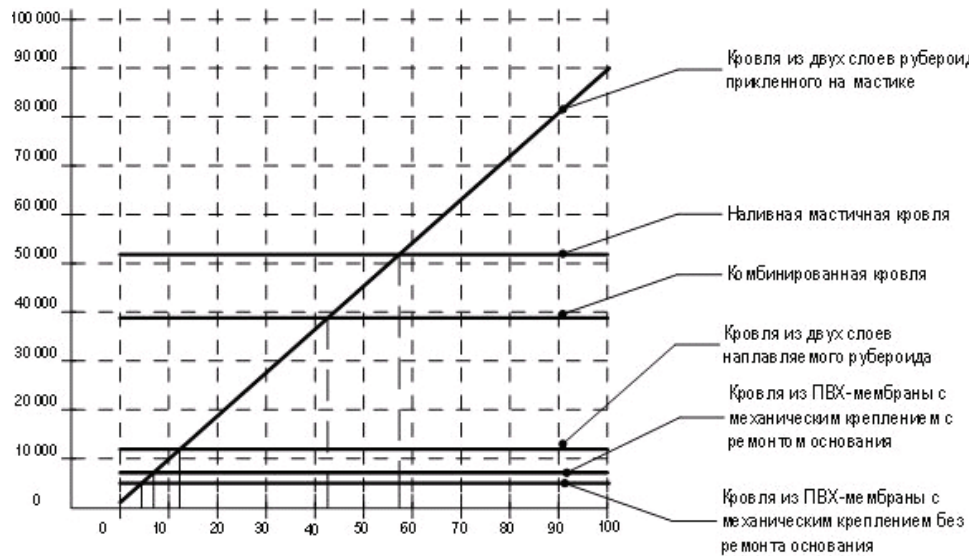


Рисунок 2 – Области рационального применения кровельных технологий для ремонта мягкой кровли из рубероида, приклеенного на мастике для комплекса дефектов.

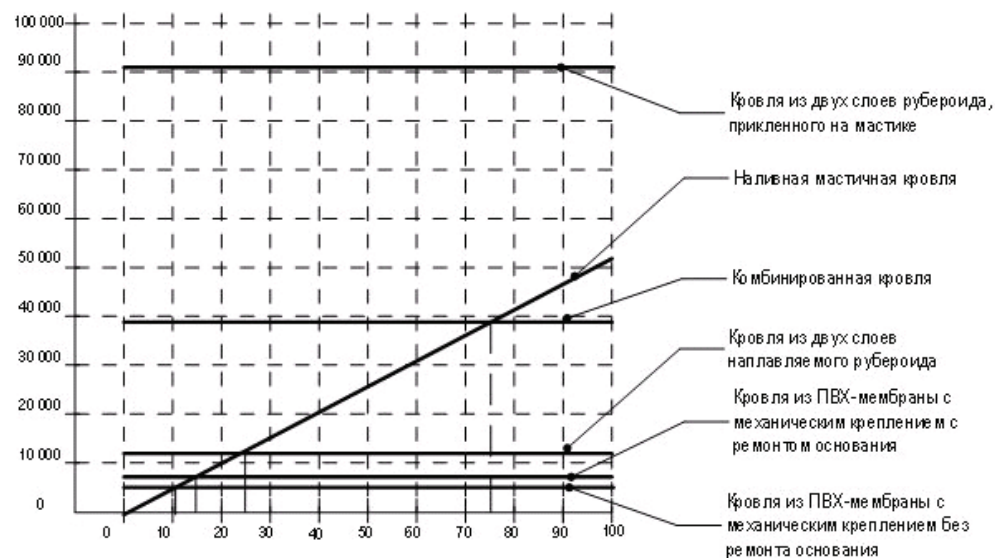


Рисунок 3 – Области рационального применения кровельных технологий для ремонта наливной мастичной кровли для комплекса дефектов.

График на рисунке 3 показывает, что применение технологии ремонта кровли из двух слоев рубероида, приклеенного на мастике, вообще не имеет смысла при ремонте наливных кровель, так как показатель приведенной стоимости ремонта кровель таким методом самый высокий.

ПОЛУЧЕННЫЕ ДАННЫЕ

Предлагаемые критерии оценки выбора технологии устройства кровель показали рациональность применения новых, более дорогих кровельных материалов с увеличенным сроком безремонтной эксплуатации.

ВЫВОДЫ

В существующих сметных нормах отсутствует учет влияния отдельных дефектов и повреждений кровель, так как используются укрупненные показатели. Поэтому довольно сложно дифференцированно оценить степень влияния дефектов и повреждений на выбор технологии ремонта кровель и принять обоснованное решение. Для более точной оценки влияния дефектов существующих кровель требуется разработка специальных единичных сметных норм, позволяющих оценить степень влияния разных отдельных дефектов и повреждений на технико-экономические показатели и выбирать эффективную технологию ремонта кровель промышленных зданий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственные строительные нормы. Конструкции зданий и сооружений. Покрытия зданий и сооружений [Текст] : ДБН В.2.6-14-97. Том 1, 2, 3. – Введ. 2000-01-01. – К. : Госкомградостроительства Украины, 1998. – 109 с.
2. Панасюк, М. В. Кровельные материалы. Практическое руководство. Характеристики и технологии монтажа новых и новейших гидроизоляционных, теплоизоляционных, пароизоляционных материалов [Текст] / М. В. Панасюк. – Ростов н/Д. : Феникс, 2005. – 448 с. : с ил. – (Строительство). – ISBN 5-222-07353-х.
3. Кочерженко, В. В. Технология реконструкции зданий и сооружений [Текст] : Учебное пособие / В. В. Кочерженко, В. М. Лебедев. – М. : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2007. – 224 с. – (Строительство). – ISBN 978-5-93093-475-8.
4. Обследование и испытание зданий и сооружений [Текст] : Учебное пособие для вузов / В. Г. Козачек, Н. В. Нечаев, С. Н. Нотенко [и др.] ; Под ред. В. И. Римшина. – М. : Высш. шк., 2004. – 447с. : с ил. – (Строительство). – ISBN 5-06-004885-3.
5. Треф, Э. Долговечные конструкции плоских крыш [Текст] : Пер. с нем. В. Г. Бердичевского; Под ред. А. Н. Мазалова / Э. Траут. – М. : Стройиздат, 1988. – 136 с. : ил. – (Строительство). – ISBN 5-274-00228-5 (в пер.).
6. Кожемяка, С. В. Дефекты и повреждения кровель промышленных зданий. Причины и факторы их появления. Современные строительные материалы, конструкции и инновации, технологии возведения зданий и сооружений [Текст] / С. В. Кожемяка, В. А. Мазур // Вісник Донбаської нац. академії будівництва і архітектури : зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, ДонНАБА. – Макіївка, 2010. – Вип. 2010-5(85) : Сучасні будівельні матеріали, конструкції та інноваційні технології зведення будівель і споруд. Том II. – С. 321-326. – ISSN 1814-3296.

Получено 26.09.2011

С. В. КОЖЕМЯКА, В. О. МАЗУР
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ РЕМОНТУ ПОКРІВЕЛЬ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ З УРАХУВАННЯМ ВИЗНАЧЕНИХ ГРУП ДЕФЕКТІВ
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті запропоновані різні методи ремонту досліджуваних покрівель промислових будівель. Оцінюється їх конкурентоспроможність за допомогою техніко-економічних показників та показника наведеної вартості. На основі цих критеріїв пропонується методика вибору раціонального ремонту рулонних і мастичних покрівель.

методи ремонту покрівлі, групи дефектів, техніко-економічні показники, показник наведеної вартості, методика вибору раціонального ремонту покрівель

SERGIY KOZHEMYAKA, VICTORIA MAZUR
TECHNICAL AND ECONOMIC INDICATORS OF REPAIR OF ROOFS OF INDUSTRIAL BUILDINGS TAKING INTO ACCOUNT THE REVEALED GROUPS OF DEFECTS
Donbas National Academy of Engineering and Architecture

The different repair methods from roofs of industrial building are suggested in this article. Their competitiveness on technical and economic indicators and an indicator of the resulted cost for different groups of defects is estimated. The technique of a choice of rational repair of roll and mastic roofs is offered on the basis of these criteria.

roof repair methods, groups of defects, technical and economic indicators, present value index, method for choosing rational roof repair

Кожем,яка Сергій Вікторович – кандидат технічних наук, доцент; професор кафедри технології і організації в будівництві Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: технологія і організація робіт при реконструкції будівель і споруд, автоматизація технологічного проектування.

Мазур Вікторія Олександрівна – аспірант кафедри технології і організації в будівництві Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: ремонт та реконструкція покрівель промислових будівель.

Кожемяка Сергей Викторович – кандидат технических наук, доцент; профессор кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: технология и организация работ при реконструкции зданий и сооружений, автоматизация технологического проектирования.

Мазур Виктория Александровна – аспирант кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: ремонт и реконструкция кровель промышленных зданий.

Sergiy Kozhemyaka – PhD (Eng), associate professor; Professor of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: processing and technique at refurbishment of structures and construction, processing designing automation.

Victoria Mazur – a graduate at the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: repair and refurbishment of roofs of industrial buildings.

УДК 69.003:658.516

М. Е. ШПАРБЕР^а, П. Е. УВАРОВ^а, А. Ф. ВАСИЛЬЧЕНКО^б, Е. П. УВАРОВ^с

^а Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля (г. Луганск), ^б ОАО «Промхиммонтаж» Минмонтажспецстроя Украины (г. Северодонецк), ^с Головной институт Академпромжилреконструкция (г. Луганск)

КОНЦЕПТУАЛЬНО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИНЦИПОВ ТИПИЗАЦИИ И АГРЕГАЦИИ БЛОКОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И КОНСТРУКЦИЙ ПЗНП-КБИ

Проведен анализ и оценка особенностей модульной сборки блоков технологического оборудования и конструкций. Рассмотрены перспективы разработки типовых технологических процессов комплектно-блочного монтажа оборудования, в основе которых лежат информационно-поисковые матричные классификации унифицированных функциональных агрегаций технологических схем, узлов, процессов и монтажных операций, позволяющих нормализовать проектирование гибких строительных технологий монтажа и возведения ПЗНП-КБИ.

модульное проектирование, дисциплинарные и методические матрицы классификаций, принципы типизации и агрегации оборудования и конструкций

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ И ЕЕ СВЯЗЬ С НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИМИ ЗАДАНИЯМИ И ПРОГРАММАМИ

Важнейшим направлением повышения эффективности промышленного строительства и последующих преобразований инвестиционного проекта – объекта строительства (П-ОС) в экономике рыночной ориентации общества является индустриализация. Высшая ее форма современной реализации – модульный (комплектно-блочный) метод проектирования и строительства производственных объектов нового поколения в комплектно-блочном исполнении (ПЗНП-КБИ) «под ключ» или «мощность». Метод основан на применении принципов типизации, нормализации и унификации монтажно-технологических требований к формированию функциональных блоков агрегированного оборудования и конструкций высокой заводской готовности и монтажно-транспортной технологичности, состав и содержание которых позволяют перенести основную массу трудоемких работ и производственных операций изготовления и монтажа со строительной площадки в сферу промышленного производства, где инновационный потенциал эффективности значительно выше, добиться существенного увеличения производительности труда и качества и превратить в поточно-совмещенный (конвейерный) процесс организации производства в жизненном цикле создания, эксплуатации, реновации и ликвидации инвестиционного проекта-объекта строительства (П-ОС) [1–2].

Реализация этого метода в проектной системологии затрагивает весь процесс организации жизненного цикла инвестиционно-инновационной проектно-строительной деятельности (ИИПСД – далее ИСД) и последующей динамической адаптации ресурса и инновационного потенциала при проектировании ПЗНП-КБИ [3, 5, 6]. Это требует разработки и внедрения принципиально новых – гибких модульных технологий проектирования, технических и организационно-технологических решений по возведению объекта и монтажу технологического оборудования, что может иметь различные формы проявления и управления П-ОС. Аналогичные концепции гибкости и модульности широко используемые во многих отраслях промышленности [2, 7].

Специфические особенности аппаратурно-технологических компоновок (АТК) ПЗНП-КБИ, состоящих из функционально связанных модулей блочных и блочно-комплектных, технологических и строительных устройств, а также переноса основных решений по организации и технологии

© М. Е. Шпарбер, П. Е. Уваров, А. Ф. Васильченко, Е. П. Уваров, 2011

строительно-монтажных работ в условия машиностроительного комплекса и производства строительных и монтажных работ на производственных базах монтажных организаций, оказывают существенное влияние на: заводскую готовность и отработку оборудования и конструкции; функциональность; монтажную и транспортную технологичность.

Разработка и внедрение в практику принципов типизации и унификации, агрегации и нормализации технологических процессов единиц оборудования и комплектов-блоков представляют собой задачу рационального проектирования и инжиниринга интегрированной организационно-технологической подготовки производства (строительного и машиностроительного) и осуществляется в рамках реализации функциональности и производственной технологичности при создании нового или модернизации имеющегося в эксплуатации оборудования на стадии разработки конструкторской документации согласно требованиям отраслевых стандартов [2, 5, 6].

Номенклатура показателей, оценивающих уровень монтажно-транспортной технологичности конструкций и оборудования (заводская готовность, коэффициенты: блочности, монтажной сборности, равновесности поставочных узлов, материалоемкости, сложности соединения, весомости и др.) непосредственно взаимосвязана с показателями модулей строительной и технологической типизации конструкций здания и оборудования и организационно-технологическими циклами их монтажа и возведения, что позволяет использовать идеи гибкости и модульности при проектировании ПЗНП-КБИ [3, 4].

Основное отличие проектных решений П-ОС в комплектно-блочном исполнении от традиционного метода проектирования заключается в функциональности технологического проектирования производства формируемого на базе комплекта агрегированных функционально-технологических модулей блоков оборудования, заданного нормативно-технической или проектно-сметной документацией уровня, заводской готовности и технологичности. Это приводит к обоснованному теорией и практикой положению о приоритетности технологической части проектов и ее ведущей роли – функциональности и технологичности в полном жизненном цикле «создания, строительства, эксплуатации, реновации и ликвидации» Проекта-объекта строительства [3].

Оценка влияния именно технологического проектирования производства и технологической части (активной части основных фондов) создаваемых П-ОС, определяет в ИСД эксплуатационную жизнедеятельность и жизнеспособность (рентабельность, эффективность) в жизненном цикле П-ОС, обеспечивая высокий уровень их инновационного потенциала адаптации в широком диапазоне условий производства работ, через типизацию и агрегацию блоков технологического оборудования.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ДОСТИЖЕНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ В ЭВОЛЮЦИИ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Решение проблемной ситуации поставленной в работе базируется на исследованиях и проектно-экспериментальных проработках в области проектной системологии формирования гибких модульных технологий монтажа и возведения производственных объектов нового поколения (ПЗНП) в комплектно-блочном исполнении (КБИ), выполненных в работах Алексеенко П. П., Булгакова С. Н., Воропаева В. И., Гусакова А. А., Гусаковой Е. А., Завадская Э. К., Игольников В. М., Кирноса В. М., Кожемяки С. В., Маршева В. З., Олейника П. П., Пермикина Ю. Н., Резниченко В. В., Сильбера В. Я., Теличенко В. И., Торкатюка В. И., Уварова Е. П., Фокова Р. И., Черненко В. К., Черепова И. А., Эйдельмана В. Я., Эльяша М. Л., а также зарубежных ученых – Зеелинга Р., Фидлера К. и многих других.

Однако для научных исследований, ведущихся в указанном направлении, в том числе и опубликованных в последнее время [3, 6], характерна одна особенность. Они по своей постановке и содержанию не исследуют принципы интегрированного организационно-технологического проектирования и не анализируют важнейшие из них – унифицированные элементы типизации и агрегации строительно-монтажного производства – гибкие модульные строительные технологии и промышленные технологии изготовления и монтажа технологической части как основной автономной подсистемы П-ОС.

Учет отмеченных принципов модульности в системе проектирования, создание информационного обеспечения и научно-технического их сопровождения, позволяет практически использовать современные методы и средства системного анализа, синтеза и адаптации (АСА-инструментария) в выявлении и исследовании особенностей типизации, агрегации, унификации и нормализации технологических процессов и операций поточно-совмещенного (конвейерного) монтажа модулей оборудования и строительных конструкций, что будет способствовать повышению уровня гибкости

и динамической адаптивности ресурсного и инновационного потенциала индустриализации производственных процессов технологии возведения ПЗНП-КБИ.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ, ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Целью работы является разработка концептуально-методологических принципов инженерно-инновационного подхода к исследованию условий типизации, агрегации и нормализации унифицированных схем и узлов технологических производственных процессов и монтажных операций проектирования модульного (комплектно-блочного) метода монтажа оборудования и возведения объектов строительства. Принципы могут быть разработаны на основе группировки аппаратурно-технологической компоновки ПЗНП из блоков агрегированного оборудования и комплектов строительных конструкций различного функционального назначения высокой заводской готовности и монтажной технологичности (КБИ), а также формирования организационно-технологических моделей, описывающих процессы возведения ПЗНП в КБИ с достаточной степенью достоверности.

Эволюция развития и основные результаты организационно-технологических исследований, а в настоящее время – это модульность, типизация, агрегация и нормализация технологических процессов, могут рассматриваться как «научное направление в деле изучения и построения систем гибких технологий жизненного цикла ИСД, которое заключается в классификации технологических процессов, комплексном и системном решении всех задач, возникающих при осуществлении типовых процессов каждой классификационной группы строительных конструкций и технологического оборудования ПЗНП-КБИ» [3–5].

В результате проведенных исследований было установлено, что под типизацией и агрегацией технологических процессов, комплектно-блочного монтажа следует понимать выявление наиболее передовой и прогрессивной заводской технологии модульной сборки агрегированного оборудования и конструкций здания, классификацию, обобщение и разработку матричных классификаций на основе гибких модулей – типовых организационно-технологических решений, обеспечивающих высокую эффективность и качество монтажных работ, технологию и организацию возведения ПЗНП-КБИ [4, 7].

На первом этапе исследований осуществлялись систематизация опыта, анализ и классификация решений (дисциплинарных и методических матриц) объемно-конструктивных и аппаратурно-технологических компоновок промышленных объектов и организационно-технологических решений монтажных процессов, на втором – исследование отдельных организационно-технологических задач с созданием основ типизации и агрегации технологических процессов монтажа, разработка их состава, содержания, методики стандартизации и классификаций.

Структурный анализ технологических схем и узлов, а также оценка технологических процессов монтажа дали возможность систематизировать и выявить основные признаки технологических характеристик и параметров оборудования действующих производств (на опыте и примерах производств предприятий органической химии), позволяющие в виде формализованных информационно-логических моделей выделять процессы, операции и приемы, а функционально системный синтез и адаптация – установить номенклатуру блоков целевого агрегированного оборудования по признакам функционального назначения, транспортных габаритов и единой промышленной платформы.

Последние превращают здания павильонного типа (ПЗНП-КБИ) в объектные комплекты – модули заводского изготовления и транспортных строительно-технологических блоков и конструкций принятой кратности геометрических размеров и моделей – организационно-технологические циклов гибких строительных технологий на всех этапах жизненного цикла организации инвестиционно-строительного процесса.

На основе этих принципов и признаков были разработаны нормализованные термины и определения монтажных процессов и составляющих их элементов комплектно-блочных методов и систем подготовки строительного производства (ЕС ПСП) и машиностроительного (ЕС ТПП) производств [2, 5].

Выполненные классификации монтажных процессов и архитектурно-строительных решений П-ОС, построенных по иерархическому принципу, позволили установить несколько уровней типизации и агрегации: производственный процесс монтажа, разрабатываемый с учетом отдельных видов оборудования и функционального признака технологических схем и узлов химических производств, сортировка и агрегация блоков оборудования конкретизируется технологическими процессами монтажа, группами и классами блоков оборудования, которые в свою очередь распадаются на

монтажные операции заводского производства и аппаратно-строительной компоновки (рис. 1). На основе анализа указанных выше технологических процессов устанавливаются дисциплинарные и методические матрицы номенклатуры агрегированного оборудования, принятые за основу классификаций блоков.

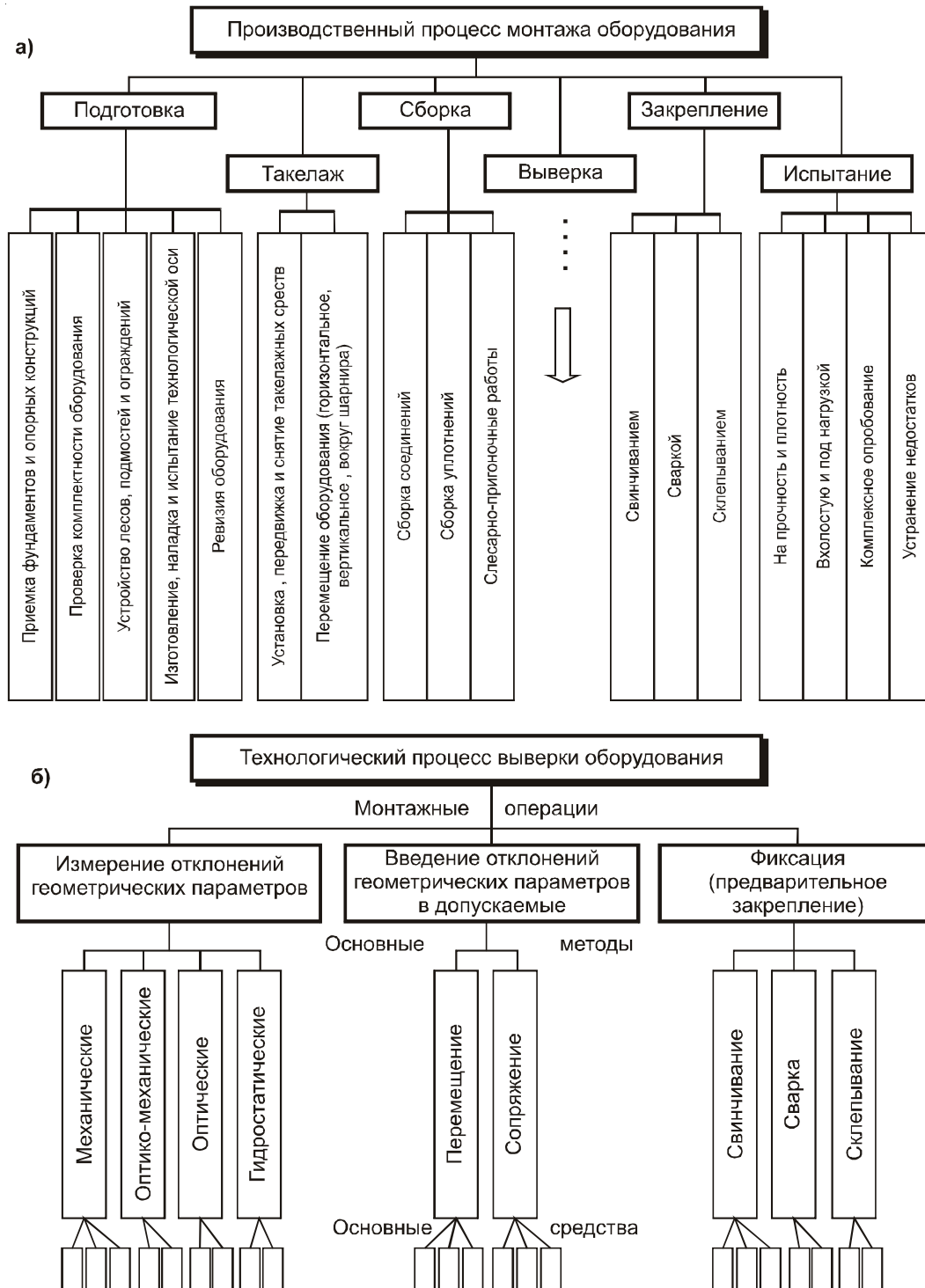


Рисунок 1 – Классификация структурообразующих решений производственного процесса аппаратно-технологической компоновки: а – процессов монтажа оборудования; б – монтажных операций (выверки оборудования).

На более низких ступенях находились монтажно-технологические переделы (переходы и приемы). Такой порядок типизации, агрегации и унификации обеспечивает классификацию согласованности требований каждой ступени иерархии, подчиненность низших высшим и охват всего множества монтажных процессов и составляющих их элементов.

Поэтому в основу классификации были положены комплексные функционально-конструктивно-технологические признаки оборудования по видам функций, проводимых в нем химико-технологических процессов, процессов и операций монтажа, позволяющие привести все многообразие гибких технологий к ограниченному количеству типовых видов классов и групп блоков (и оборудования в блоке) в аппаратурно-строительной компоновке П-ОС [1, 2, 5].

Поэлементное рассмотрение комплектно-блочной технологии изготовления и монтажа показало, что, несмотря на все многообразие химико-технологических систем, функций конструкций оборудования и разнохарактерность технологических методов его заводского изготовления и монтажа, большинство процессов состоит из повторяющихся этапов и имеет аналогичную структуру.

Каждый из этапов представляет собой технологический цикл монтажа, а в сумме они составляют производственный процесс. Основной его признак – получение готовой продукции изделия заводского (монтажного) производства, на которое оформляются акты исполнительной технической документации и которые сдаются заказчику. В зависимости от сложности монтируемого объекта (машина, агрегат) производственные процессы монтажа оборудования могут быть разного уровня.

Технологические процессы заводского изготовления и сборки (монтажа) составляют основу структуры производственного процесса монтажа единицы оборудования, блоков агрегированного оборудования и конструкций здания.

В этом случае блоки агрегированного оборудования и строительных конструкций, формирующих ПЗНП-КБИ, рассматриваются как модули конструктивно-технологических законченных комплексов оборудования и строительных конструкций высокой заводской и монтажно-транспортной технологичности, т. е. готовности, предназначенных для реализации основных и вспомогательных производственных процессов со всеми элементами, необходимыми для выполнения их совместных функций (рис. 2).

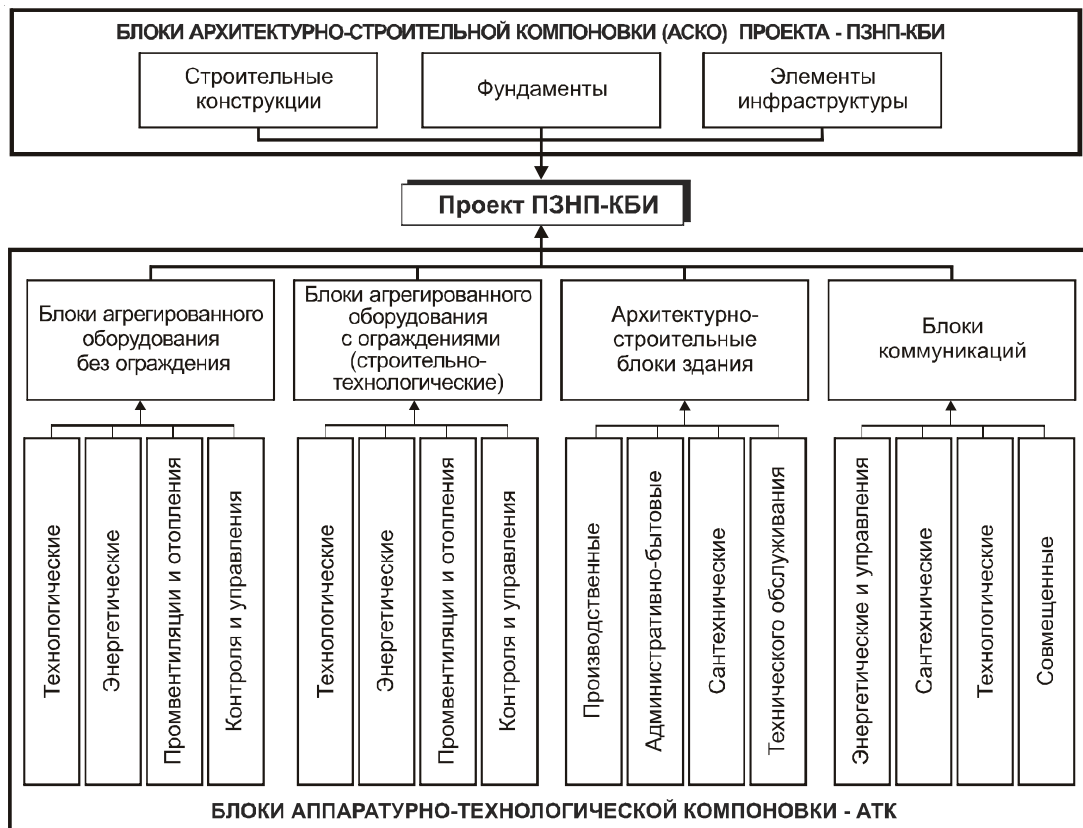


Рисунок 2 – Принципы формирования АСКО проекта ПЗНП из базовых модулей блоков в комплектно-блочном исполнении.

Блоки коммуникаций также рассматриваются как основной инженерный модуль, объединенные в сборочную единицу коммуникаций и опорных конструкций под них (технический коридор в блоке).

Их основной классификационный признак – возможность получения, выделения, регистрации и контроля производственных процессов и достигнутых результатов. В свою очередь технологические процессы монтажа могут быть различного уровня в зависимости от степени их сложности и членения монтируемого оборудования на поставочные узлы (монтаж узла – монтаж механизма – монтаж машины и т. д.).

На основе результатов анализа было установлено, что монтажные операции, составляющие технологические процессы, представляют собой организационно и технологически неделимые элементы монтажных процессов. Основным признаком монтажной операции является возможность ее нормирования, приобретения изделием нового качества, возможность выделения результатов и их контроля и как показывают результаты анализа операций, они наряду с основным признаком могут иметь и дополнительные признаки, например для процесса выверки оборудования дополнительными классификационными признаками являются: виды выполняемых операций, методы их выполнения и средства для их осуществления.

На базе разработанной матричной классификации осуществляется второй этап работ – разработка типовой технологии и организации сборки (монтажа) по видам, группам и классам технологических блоков агрегированного оборудования и блоков коммуникаций [2].

Анализ технологических процессов монтажа с целью выбора первоочередных объектов типизации показал, что при монтаже различных видов (групп и классов) оборудования и блоков агрегированного оборудования повторяемость монтажных операций весьма значительна. Одинаковые монтажные операции встречаются в различных технологических процессах монтажа (например, операция фиксации может встречаться в процессе сборки, выверки и закрепления). Кроме того, только на основе выделения монтажных операций может осуществляться решение задач технического нормирования, так как результаты выполненных операций являются первичной продукцией при монтаже оборудования. В силу этого монтажные операции были положены в основу типизации монтажных процессов и являются первоочередными объектами типизации. Причем, вначале типизируются наиболее массовые и трудоемкие из них.

На базе нормализации технологической карты типовой технологический процесс сборки (монтажа) может быть представлен как сочетание отдельных типовых монтажных операций.

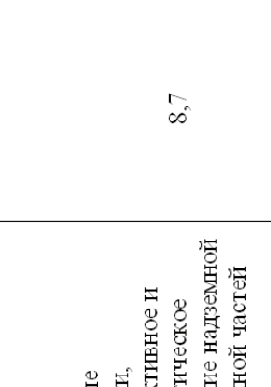
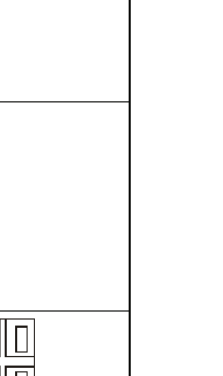
Типовые технологические процессы монтажа целесообразно оформлять в виде технологических карт трудовых процессов, нашедших широкое применение в строительстве.

Последним этапом типизации монтажных процессов является типизация производственных процессов монтажа оборудования из типовых технологических процессов монтажа для отдельных групп блоков оборудования и агрегированных блоков (табл. 1).

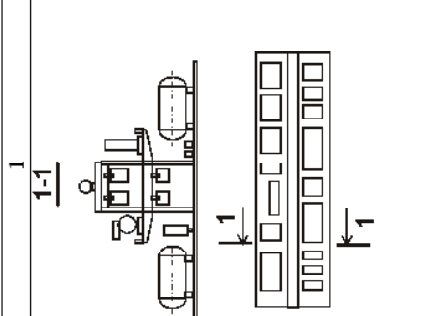
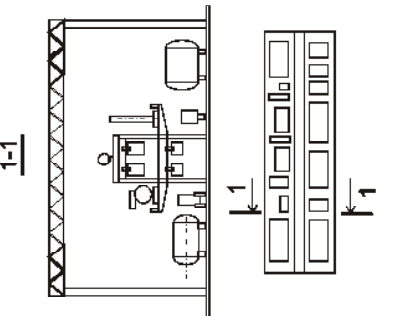
Предварительно производится классификация оборудования, основная цель которой – объединение в группы оборудования с одинаковой, или близкой по функциональному назначению и технологии монтажа, и выбор типовых объектов – представителей оборудования из этих групп. При этом принадлежность оборудования к одной группе определяется совпадением функционально-монтажно-технологических признаков. Установлено, что основным классификационным признаком оборудования и блоков коммуникации (технический коридор) является общность содержания и последовательности выполнения основных операций монтажа. Признаками, отражающими конструктивно-технологические особенности оборудования и его связи с другим оборудованием в формировании агрегированного блока технологической линии, являются: пространственное положение (горизонтальное, вертикальное, наклонное), вид размещения (открытая площадка, одноэтажное здание или многоэтажное), геометрические параметры (длина, ширина, высота, диаметр и т. п.), масса, отметка установки, конструкции соединений поставочных элементов, требуемая точность при выполнении соединений. Типовой производственный процесс монтажа разрабатывается на оборудование каждой данной группы, обладающей наибольшим количеством характерных признаков агрегации.

Проектирование типового технологического процесса монтажа отдельных видов оборудования и групп блоков агрегированного оборудования и коммуникаций будет заключаться в определении состава технологических операторов. Под операторами понимаются все элементы технологического процесса, входящие в технологический процесс T_i , а определение последовательности технологических операторов обуславливается функционально-конструктивно-технологическими особенностями оборудования и блоков агрегированного оборудования и свойствами монтажной технологии.

Таблица 1 – Характеристики организационно-технологических модулей ПЗНП-КБИ химической промышленности *

1	2	3	4	5	6	7
Объемно-конструктивная компоновка проектных решений	Максимальная и наиболее распространенная массы блоков, т	Максимальные габариты блоков, м (L×B×H)	Конструктивные решения зданий или сооружений	Максимальный вес строительных конструкций, т	Способы монтажа блоков	Применяемые механизмы
	<p>600 92 % блоков массой до 300 т</p>	<p>18×30×36</p>	<p>Открытые площадки, конструктивное и технологическое разделение надземной и подземной частей объекта</p>	<p>8,7</p>	<p>Кранами большой грузоподъемности</p> <p>Способом «надвижки»</p> <p>Транспортно-монтажными средствами</p>	<p>СКР-2600, СКГ-100, СКР-2200, СКР-3500, СКГ-160, КС-8361, МКГ-100, «ЛИБХЕР» ЛГ-1320, «ДЕМАГ» СС-4000 и др.</p> <p>Гидравлические домкраты, монтажные лебедки, полиспасты</p> <p>«КОМЕТТО», «ШОЙЕРЛЕ», «НИКОЛАС» и др.</p>
	<p>500 95 % блоков массой до 300 т</p>	<p>18×30×36</p>	<p>Одноэтажные здания, технологическое разделение надземной и подземной частей объекта</p>	<p>26,6</p>	<p>Кранами большой грузоподъемности</p> <p>Способом «надвижки»</p> <p>Транспортно-монтажными средствами</p>	<p>СКР-2600, СКГ-100, СКР-2200, СКР-3500, СКГ-160, КС-8361, МКГ-100, «ЛИБХЕР» ЛГ-1320, «ДЕМАГ» СС-4000 и др.</p> <p>Гидравлические домкраты, монтажные лебедки, полиспасты</p> <p>«КОМЕТТО», «ШОЙЕРЛЕ», «НИКОЛАС» и др.</p>

Окончание табл. 1

1	2	3	4	5	6	7
	<p>120 98 % блоков массой до 80 т</p>	<p>6×12×7,2</p>	<p>Открытые этажерки, технологическое разделение подземной и надземной частей объекта</p>	<p>8,7</p>	<p>Кранами большой грузоподъем- ности</p> <p>Способом «надвижки» с подачей блоков кранами большой грузоподъем- ности на этаж</p>	<p>СКР-2600, СКГ-100, СКР-2200, СКР-3500, СКГ-160, КС-8361, СКР 1500, СКГ- 63А, БК-405, «ЛИБХЕР» «ДЕМАГ», КАТО и др.</p> <p>Гидравлические домкраты, монтажные лебедки, полиспасты, краны большой грузоподъемности</p>
	<p>120 98 % блоков массой до 80 т</p>	<p>6×12×7,2</p>	<p>Здания павильонного типа со встроенной этажеркой внутри, технологическое разделение подземной и надземной частей объекта</p>	<p>21,8</p>	<p>Кранами большой грузоподъем- ности</p> <p>Способом «надвижки» с подачей блоков кранами большой грузоподъем- ности на этаж</p>	<p>СКР-2600, СКГ-100, СКР-2200 СКР-3500, СКГ-160, КС-8361, СКР 1500, СКГ- 63А, КС-7361, БК-405, «ЛИБХЕР» «ДЕМАГ», КАТО и др.</p> <p>Гидравлические домкраты, монтажные лебедки, полиспасты, краны большой грузоподъемности</p>

* по обобщенным данным ИХТЭП (Гипрохим) (г. Рубежное) и ОАО «Промхиммонтаж» (г. Северодонецк)

Состав операторов технологического процесса (и операций) представляется в виде множества T_i ; если оператор τ_k входит в T_i то обозначается $\tau_k \in T_i$. После определения последовательности выполнения операторов технологический процесс T_i может быть поставлен в виде кортежа операторов

$$T_i = (\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_{k-1}, \tau_k, \dots, \tau_n). \quad (1)$$

В этой последовательности операторы, предшествующие τ_k , образуют подмножество $T_k^0 = (\tau_1, \tau_2, \dots, \tau_n)$, где $T_k^0 \subset T_i$. В составе T_k^0 существуют:

- группы операторов $B_i(\tau_r)$, после выполнения которых становится возможным выполнение τ_k ;
- группы операторов $W_j(\tau_k)$, после выполнения которых выполнение τ_k становится невозможным.

Выполнение любого оператора τ_k в технологическом процессе будет реализовано только в том случае, если в составе операторов T_k^0 существует, хотя бы один набор операторов вида $B_i(\tau_r)$ и нет ни одного набора операторов вида $W_j(\tau_k)$. Эти условия в математической форме записываются как: последовательность T_i выполнения технологических операторов $\tau_k \in T_i$ возможна, если

$$\forall \tau_k \in T_i [\exists B_i(\tau_k) (B_i(\tau_k) \subset T_k^0)], \quad (2)$$

$$\forall \tau_k \in T_i [\forall W_j(\tau_k) (W_j(\tau_k) \not\subset T_k^0)]. \quad (3)$$

Здесь \forall – квантор общности, соответствующий выражению «для всех ... имеет место...»,
 \exists – квантор существования, соответствующий выражению «существует хотя бы один ... такой, что имеет место...».
 Знак $\not\subset$ означает, что $W_j(\tau_k)$ не является подмножеством T_k^0 .

Любая возможная последовательность выполнения монтажных операций, отвечающая зависимостям (2), (3), положена в основу построения параметров типизации и унификации технологического процесса агрегации и монтажа оборудования и конструкций в блоки в том случае, если при этом обеспечивается высокое качество заводского изготовления и монтажа оборудования, т. е. показатели функциональности, качества и монтажно-транспортной технологичности являются при этом ограничивающими параметрами.

Различной структуре и технологической последовательности процессов операций соответствуют различные по величине технико-экономические показатели всего технологического процесса агрегации оборудования в блоки и его комплектно-блочного монтажа. Поэтому при определении из числа возможных модулей типового процесса выбирается оптимальная последовательность операций. Критериями оптимизации могут служить трудоемкость, себестоимость или другие технико-экономические показатели.

ВЫВОДЫ

1. Для успешного освоения в инжиниринге стандартов и предложенных концептуально-методологических принципов их использования необходимо проводить на стадиях модульного проектирования и заводского изготовления единицы оборудования работы по типизации нормализации и унификации их как блока агрегированного оборудования и коммуникаций, так и транспортируемых его крупногабаритных и тяжеловесных частей (при его поставке на монтажную площадку частями) и систематически при подготовке производства выполнять отработку на монтажную и транспортную технологичность промышленной продукции.

2. Применение типовых нормализованных технологических процессов комплектно-блочного монтажа является значительным резервом ИСД отрасли, поскольку дает возможность без вложения дополнительных средств повысить уровень организации жизненного цикла П-ОС и жизнеспособность П-ОС не только при эксплуатации, но и последующих технологических модернизаций и переустройств производства за счет индустриализации, привнести в нее методы серийного промышленного производства путем разработки на разнотипное оборудование единых функционально-конструктивных технологических процессов и операций с использованием инновационной технологии и высокопроизводительных средств комплексной заводской механизации и оснастки. Кроме того, типовые технологические процессы монтажа и возведения П-ОС являются надежной основой проектной технологичности и стандартизации, разработки норм и оптимизации организационно-технологического производства.

3. Рассмотренные принципы и внедрение их в практику проектной системологии технологической и строительной (инженерной) подготовки производства дают возможность:

- устранили неоправданное разнообразие вариантов выполнения технологических процессов и монтажа и придали монтажу и возведению ПЗНП-КБИ комплексно-целевой характер модульного серийного заводского производства и строительства;
- обеспечить внедрение высокопроизводительной оснастки и механизмов;
- усовершенствовать нормирование и организацию монтажного производства;
- упростить цикличность проектирования гибкой модульной технологии строительных монтажных работ и возведения П-ОС, сократить сроки и повысить качество проектных решений подготовки производства;
- обеспечить высокое качество монтажно-блочных работ.

4. На основе предложенных концептуально-методологических принципов типизации и агрегации блоков технологического оборудования могут формироваться группы основных структурных модулей и уровней модуляции формирования функциональных решений и взаимосвязи аппаратурно-технологических компоновок и методов организации и технологии создания, развития и деградации проектов – объектов строительства в их жизненном цикле на платформе ПЗНП-КБИ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Башмаков, Ю. И. Организация монтажа технологического оборудования поточным методом [Текст] / Ю. И. Башмаков. – К. : Будівельник, 1981. – 120 с.
2. Губайдуллин, С. У. Рекомендации по применению комплектно-блочного метода в строительстве предприятий, зданий и сооружений различных отраслей промышленности. (Объект, отрасль, регион) [Текст] / С. У. Губайдуллин, Е. И. Лапшин. – М. : ЦНИИОМТП, 1998. – 48 с.
3. Системи технологій життєвого циклу інвестиційно-будівельної сфери діяльності [Текст] : Навч. посібник / [Р. Б. Тянь, П. Є. Уваров, М. О. Прилепова та ін.] ; Придніпровська державна академія будівництва та архітектури. – Дніпропетровськ : Вид-во Маковецький Ю. В., 2010. – 344 с.
4. Теличенко, В. И. Научно-методологические основы проектирования гибких строительных технологий [Текст] / В. И. Теличенко // Системотехника строительства : Энциклопедический словарь / под ред. А. А. Гусакова. – М. : АСВ, 2004. – С. 165–167.
5. Уваров, П. Е. Технический прогресс и динамическая адаптация в теории и практике системного проектирования производственных зданий нового поколения [Текст] / П. Е. Уваров // Вестник ХГПУ. Серия «Технический прогресс и эффективность производства». – Харьков : ХГПУ, 2000. – № 93. – С. 144–150.
6. Эльяш, М. Л. Технология комплектно-блочного монтажа оборудования [Текст] / М. Л. Эльяш, В. З. Маршев. – М. : Стройиздат, 1994. – 204 с.
7. Эйдельман, В. Я. Комплектно-блочный метод сооружения технологической части промышленных объектов (обзорная информация) [Текст] / В. Я. Эйдельман, М. А. Гаврилов. – М. : ЦБНТИ ММСС, 1984. – 55 с.
8. Яновский, Г. А. Методические основы проектирования организации разработки и применения технологических процессов [Текст] / Г. А. Яновский // Сб. научн. тр. ВМСС. – М. : ЦБНТИ ММСС, 1977. – Вып. 3. – С. 12–17.

Получено 11.10.2011

М. Є. ШПАРБЕР ^а, П. Є. УВАРОВ ^а, А. Ф. ВАСИЛЬЧЕНКО ^б, Є. П. УВАРОВ ^с
 КОНЦЕПТУАЛЬНО-МЕТОДОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРИНЦИПІВ ТИПІЗАЦІЇ Й АГРЕГАЦІЇ БЛОКІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ Й КОНСТРУКЦІЙ ПЗНП-КБВ

^а Східноукраїнський національний університет ім. В. І. Даля (м. Луганськ), ^б ОАО «Промхіммонтаж» Мінмонтажспецбуду України (м. Северодонецьк), ^с Головний інститут «Академпромжилреконструкція» (м. Луганськ)

Проведено аналіз і оцінку особливостей модульного збирання блоків технологічного обладнання й конструкцій. Розглянуто перспективи розробки типових технологічних процесів комплектно-блокового монтажу обладнання, в основі яких лежать інформаційно-пошукові матричні класифікації уніфікованих функціональних агрегацій технологічних схем, вузлів, процесів і монтажних операцій, що дозволяють нормалізувати проектування гнучких будівельних технологій монтажу й зведення ПЗНП-КБВ.

модульне проектування, дисциплінарні й методичні матриці класифікацій, принципи типізації й агрегації обладнання й конструкцій

MARINA SHPARBER ^a, PAVEL UVAROV ^a, ANATOLIY VASILCHENKO ^b, EVGEN UVAROV ^c

CONCEPTUAL-METHODOLOGICAL RESEARCHES OF PRINCIPLES OF TYPIFICATION AND AGGREGATING OF BLOCKS OF TECHNOLOGICAL EQUIPMENT AND CONSTRUCTIONS OF PZNP-KBI

^a Dahl Easten Ukrainian National University, ^b «Promhimmontag» (Severodoneck), ^c Head Institute «Academpromgilreconstruction» (Lugansk)

In article the analysis and an estimation of features of modular assemblage of blocks of the process equipment and designs is carried out. Prospects of working out of typical technological processes of completely-block installation of equipment which will allow to normalize designing of flexible building technologies of installation and erection of industrial buildings of new generation are considered.

modular designing, disciplinary and methodical matrixes of classifications, principles of typification and aggregation of the equipment and designs

Шпарбер Марина Євгенівна – старший викладач кафедри міського будівництва та господарства Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. Наукові інтереси: підвищення ефективності керування вартістю реалізації проектів інвестиційно-будівельної діяльності

Уваров Павло Євгенович – к. т. н., доцент кафедри міського будівництва та господарства Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, дійсний член Академії будівництва України. Наукові інтереси: розвиток загальної методики інтегрованого організаційно-технологічного проектування і управління проектами інвестиційно-будівельної діяльності. Участь у розробці будівельних норм проектування.

Васильченко Анатолій Федорович – начальник відділу комплексного проектування ВАТ «Промхіммонтаж» (м. Северодонецьк). Наукові інтереси: науково-технічне забезпечення й інженерний супровід рішення проблем потокової організації виробництва й безпеки експлуатації й реконструкції об'єктів хімічної промисловості

Уваров Євген Павлович – к. т. н., зам. директора з наукової роботи головного інституту Академпромжитлореконструкція, доктор філософії в галузі техніки, професор ДонНАБА, академік Академії будівництва України. Наукові інтереси: науково-технічне забезпечення й інженерний супровід рішення проблем потокової організації виробництва й промислово-цивільного будівництва, системотехніки в будівництві, сітьових методів планування й управління Проектами, організаційно-технологічної надійності й безпеки експлуатації й реконструкції складних об'єктів Донбасу й України.

Шпарбер Марина Євгенівна – старший преподаватель кафедры городского строительства и хозяйства Восточноукраинского национального университета им. В. Даля. Научные интересы: повышение эффективности управления стоимостью реализации проектов инвестиционно-строительной деятельности.

Уваров Павел Евгеньевич – к. т. н., доцент кафедры городского строительства и хозяйства Восточноукраинского национального университета им. В. Даля, действительный член Академии строительства Украины. Научные интересы: развитие общей методики интегрированного организационно-технологического проектирования и управления проектами инвестиционно-строительной деятельности. Участие в разработке строительных норм проектирования.

Васильченко Анатолий Федорович – начальник отдела комплексного проектирования ОАО «Промхиммонтаж» (г. Северодонецк). Научные интересы: научно-техническое обеспечение и инженерное сопровождение решения проблем поточной организации производства и безопасности эксплуатации и реконструкции объектов химической промышленности.

Уваров Евгений Павлович – к. т. н., зам. директора по научной работе головного института «Академпромжилреконструкция», доктор философии в области техники, профессор ДонНАБА, академик Академии строительства Украины. Научные интересы: научно-техническое обеспечение и инженерное сопровождение решения проблем поточной организации производства и промышленно-гражданского строительства, системотехники в строительстве, сетевых методов планирования и управления Проектами, организационно-технологической надежности и безопасности эксплуатации и реконструкции сложных объектов Донбасса и Украины.

Marina Shparber – the senior lecturer of the Municipal Facilities and Costruction Department of the Dahl Easten Ukrainian National University. Scientific interests: enhancing of management efficiency in cost of realization of projects of investment-building activity.

Pavel Uvarov – PhD (Eng.), the Associate Professor of the Municipal Facilities and Costruction Department of Dahl Easten Ukrainian National University, Academician of Academy of Civil Engineering of Ukraine. Scientific interests: development of the general methods of implementastion and processing design and projects management of investment-building activity. Participation in elaboration of building size standards of designing.

Anatoliy Vasilchenko – the chief of Department of complex designing of company «Promhimmontag» (Severodoneck). Scientific interests: scientific and technical maintenance and engineering support of the decision of problems of the line organization of manufacture and organizational-technological reliability, safety of operation and reconstruction of objects of the chemical industry

Evgen Uvarov – PhD (Eng.), the deputy director on scientific work of the Head Research Institute of «Academpromgireconstruction»; Academician of Academy of Civil Engineering of Ukraine. Scientific interests: scientific and technical provision and engineering support problems solution of the conveyed organization of manufacture and industrial- and civil engineering, technique system in construction, network methods of designing and projects management, organizational and technological reliability, operation safety and reconstruction of complex objects of Donbas and Ukraine.

УДК 691.327

М. Н. ДЖАЛАЛОВ, А. В. САВЙОВСКИЙ

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

**МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ДЕСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ
ФАКТОРОВ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО
УСТРОЙСТВУ ТЕПЛОИЗОЛЯЦИИ ЗДАНИЙ**

Приведена методика оценки влияния дестабилизирующих факторов на технико-экономические показатели производства работ по устройству теплоизоляции стен и покрытий зданий.

теплоизоляция, дестабилизирующие факторы

Процесс производства работ по устройству теплоизоляции существующих зданий выполняется в специфических условиях городской застройки, а также под влиянием целого ряда факторов, которые оказывают негативное воздействие на эффективность строительных работ. В этой связи очень важно до начала производства работ оценить количественно указанные условия с целью их минимизации путем выбора рациональных организационно-технологических решений. Для этого требуется разработка соответствующей методики.

Анализ условий производства работ, проектной и исполнительной строительной документации по устройству теплоизоляции целого ряда зданий показал, что на эффективность работ оказывают существенное влияние особенности объектов, называемые дестабилизирующими факторами [1]. В результате действия указанных факторов трудоемкость и стоимость производства работ может существенно увеличиваться. На основании обработки статистических данных, а также результатов применения метода экспертных оценок установлено, что наиболее часто проявляют себя следующие дестабилизирующие факторы [2]:

- стесненность объектов;
- степень физического износа строительных конструкций;
- высота здания;
- наличие на изолируемой поверхности архитектурных деталей;
- наличие на изолируемой поверхности инженерных коммуникаций;
- особенности эксплуатации объектов, на которых выполняются работы. Очередность приведенных факторов произвольная. Для оценки степени влияния установленного перечня факторов предложена оценка их единого показателя количественной меры. В качестве такого показателя принят безразмерный коэффициент K_i , учитывающий степень увеличения трудоемкости и стоимости выполнения работ по сравнению с условиями, при которых указанный фактор не оказывает негативного влияния на эффективность работ. Величина $K_i \geq 1$. Предложенные величины дестабилизирующих факторов (коэффициенты) определяются по формулам, приведенным в таблице 1.

Полученные коэффициенты учитываются путем их умножения на трудоемкость и стоимость строительных работ по устройству теплоизоляции и указывают величину дополнительных трудовых и материальных затрат, связанных с их наличием. На основании полученных формул определяются значения трудоемкости Q и стоимости C работ. По полученным данным строятся графические зависимости влияния значений дестабилизирующих факторов на трудоемкость и стоимость работ, рис. 1. Анализ величин коэффициентов K_i на 42 объектах, где выполнялись работы по устройству теплоизоляции стен и покрытий зданий показал, что дестабилизирующие факторы оказывают прямо пропорциональное негативное воздействие на эффективность работ. Полученные графические

Таблица 1 – Наименования и формулы для определения численных значений дестабилизирующих факторов

№ п/п	Наименование дестабилизирующего фактора	Формула для определения численного значения
1	Стесненность объекта	$K_1 = L_3 / L_6$, где L_3 – длина линии периметра выступающих частей зданий, м; L_6 – длина линии участка производства работ, м.
2	Степень физического износа строительных конструкций	$K_2 = 1 + \Phi_n / 100$, где Φ_n – степень физического износа строительных конструкций, %.
3	Высота здания	$K_3 = 1 + H_n / H_f$, где H_n – высота здания, принятая как нормативная, равная 3,0 м; H_f – фактическая высота здания, м.
4	Наличие архитектурных деталей на изолируемых поверхностях	$K_4 = 1 + F_{a.d.} / F_n$, где $F_{a.d.}$ – площадь архитектурных деталей, м ² ; F_n – площадь изолируемой поверхности, м ² .
5	Наличие на изолируемой поверхности инженерных коммуникаций	$K_5 = 1 + F_{u.k.} / F_n$, где $F_{u.k.}$ – площадь занимаемая инженерными коммуникациями, м ² ; F_n – площадь изолируемой поверхности, м ² .
6	Особенности эксплуатации объектов, на которых выполняются работы	$K_6 = 1 + t_9 / t_c$, где t_9 – продолжительность эксплуатации объекта, ч; t_c – продолжительность смены, ч

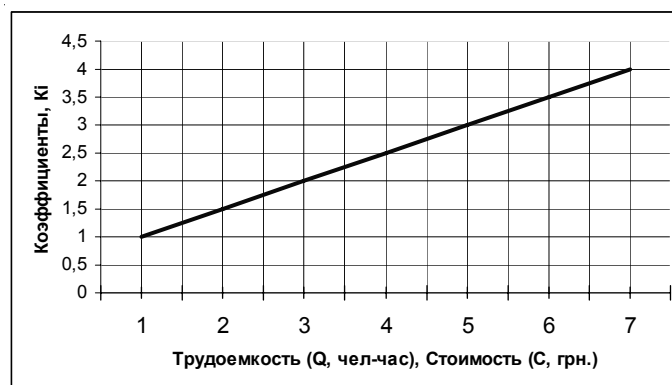


Рисунок 1 – Графические зависимости влияния значений дестабилизирующих факторов на трудоемкость и стоимость работ.

зависимости могут быть аппроксимированы к прямым. В приведенном графике полученные численные значения приведены условно, только для понимания физического смысла методики.

Для оценки удельного веса указанных факторов на технико-экономические показатели процесса производства работ предлагается совместить все полученные графические зависимости от различных факторов в одном графике, рис. 2. Численные значения коэффициентов K_i и соответствующие значения трудоемкости и стоимости приведены условно, для наглядности предложенной методики. Для практического применения методики оценки значимости дестабилизирующих факторов в расчет принимаются фактически полученные значения согласно таблице 1 по каждому конкретному объекту. Для достоверности результатов следует иметь в виду и объем выборки, обеспечивающий достоверность результатов.

Как видно из графиков, приведенных на рис. 2, углы наклона кривых значений i -х факторов к оси абсцисс различны. Это значит, чем больший угол наклона кривой определенного коэффициента фактора к оси абсцисс, тем весомей влияние дестабилизирующего фактора.

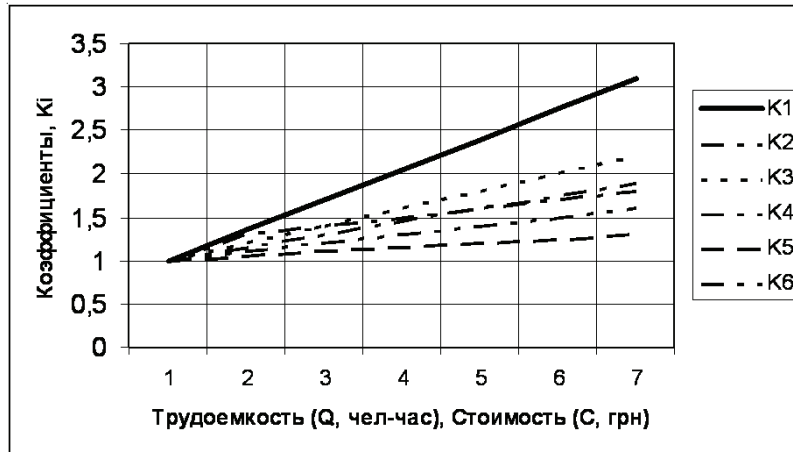


Рисунок 2 – Графические зависимости влияния значений дестабилизирующих факторов на трудоемкость и стоимость работ.

Таким образом, приведенная методика позволяет оценивать численные значения влияния дестабилизирующих факторов на технико-экономические показатели производства работ по устройству теплоизоляции стен и покрытий зданий. Это дает возможность прогнозирования технико-экономических показателей и выбора эффективных решений производства работ по устройству теплоизоляции зданий еще на стадии разработки проектно-сметной документации или в процессе инженерной подготовки производства работ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Савйовский, В. В. Технология реконструкции [Текст] / В. В. Савйовский. – Х. : Основа, 1997. – 256 с.
2. Савйовский, В. В. Влияние условий строительства на эффективность устройства теплоизоляции зданий [Текст] / В. В. Савйовский, М. Н. Джалалов // Науковий вісник будівництва / ХДТУБА. – 2009. – № 52. – С. 288–292.
3. Савйовский, В. В. Теплоізоляція житлових будівель при реконструкції [Текст] / В. В. Савйовский // Будівництво України. – 1999. – № 2. – С. 23–24.
4. Савйовский, В. В. Опыт теплоизоляции и отделки наружных ограждающих зданий [Текст] / В. В. Савйовский, В. И. Швиденко, В. Г. Латкин // Науковий вісник будівництва. – 2003. – № 21. – С. 101–104.
5. Савйовский, В. В. Особенности устройства теплоизоляции наружных стен существующих зданий методом скрепленной теплоизоляции [Текст] / В. В. Савйовский, М. Н. Джалалов // Науковий вісник будівництва. – 2009. – № 51. – С. 131–136.

Получено 03.10.2011

М. Н. ДЖАЛАЛОВ, А. В. САВЙОВСЬКИЙ МЕТОДИКА ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ ДЕСТАБІЛІЗУВАЛЬНИХ ФАКТОРІВ НА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОБНИЦТВА РОБІТ ПО ВЛАШТУВАННЮ ТЕПЛО- ІЗОЛЯЦІЇ БУДІВЕЛЬ

Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури

Наведено методику оцінки впливу дестабілізуювальних факторів на технико-економічні показники виконання робіт по влаштуванню теплоізоляції стін і покриттів будівель.
теплоізоляція, дестабілізуювальні фактори

MAHMUDZHAN JALALOV, ARTEM SAVYOVSKYY
METHODS FOR DETERMINING THE INFLUENCE OF DESTABILIZING
FACTORS ON THE EFFECTIVENESS OF THE WORK IN INSTALLING THERMAL
INSULATION OF BUILDINGS

Kharkiv State Technical University of Civil Engineering and Architecture

A method for assessing the impact of destabilizing factors on technical and economic indices of production of works on thermal insulation of walls and surfaces of buildings.
isolation, destabilizing factors

Джалалов Махмуджан Нажимович – аспірант кафедри технології будівельного виробництва Харківського державного технічного університету будівництва та архітектури. Наукові інтереси: організаційно-технологічні рішення виробництва робіт по влаштуванню теплоізоляції стін будівель.

Савйовський Артем Володимирович – аспірант кафедри організації будівельного виробництва Харківського державного технічного університету будівництва та архітектури. Наукові інтереси: організаційно-технологічні рішення виробництва робіт по влаштуванню теплоізоляції покриттів існуючих будівель.

Джалалов Махмуджан Нажимович – аспірант кафедри технологии строительного производства Харьковского государственного технического университета строительства и архитектуры. Научные интересы: организационно-технологические решения производства работ по устройству теплоизоляции стен зданий.

Савйовский Артем Владимирович – аспірант кафедры организации строительного производства Харьковского государственного технического университета строительства и архитектуры. Научные интересы: организационно-технологические решения производства работ по устройству теплоизоляции крыш существующих зданий.

Mahmudzhan Jalalov – postgraduate of the Processing and Technique in Civil Engineering Department of the Kharkiv State Technical University of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: organizational and technological solutions of production of works on thermal insulation of walls of buildings.

Artem Savyovskyy – postgraduate student of the Organizations Building Production Department of the Kharkiv State Technical University of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: organizational and technological solutions of production of works on thermal insulation of roofs of existing buildings.

УДК 69.059

Д. А. ХОХРЯКОВА, Н. Н. ШЕВЦОВА

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ВЫБОР ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО РАЗРУШЕНИЮ КОНСТРУКЦИЙ ДОМА ТВОРЧЕСТВА «АКТЕР» В Г. ЯЛТА

С целью повышения эффективности производства работ при разборке здания Дома творчества «Актер» было произведено вариантное проектирование организационно-технологических решений. Для этого авторами был выполнен анализ методов разрушения строительных конструкций и возможных факторов, которые влияют на оптимальную технологию разборки подобных зданий. По результатам анализа были определены методы производства демонтажных работ и выбраны средства механизации, которые ограничили область дальнейших исследований. Сравнение вариантов производилось по максимально возможному габариту монтажного элемента. Результаты проведенных исследований показали, что применение башенного крана оказалось эффективнее варианта с использованием средств малой механизации. В статье приведен экономический эффект, сформулированы выводы.

разборка, разрушение, конструкции, методы, факторы, варианты

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Количество свободных земельных участков для строительства в курортных зонах достаточно ограничено. Поэтому всегда существует высокий спрос на пространство, на котором можно построить новое здание. Демонтаж старых и снос неиспользуемых зданий является одним из способов борьбы с дефицитом строительных площадей. Дополнительным преимуществом повторного использования строительных площадей является существующая достаточно развитая инфраструктура.

ЦЕЛИ

Целью работы является повышение эффективности производства работ по расчленению и демонтажу конструкций надземной части спального корпуса ЗАО Дом творчества «Актер» в г. Ялте путем выбора рациональных организационно-технологических решений.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

На основании анализа методов разборки зданий и разрушения строительных конструкций, определены основные из них: механизированный способ разборки, разборка зданий снизу вверх, термический способ разрушения, метод разрушения гидравликой, электрогидравлический метод разрушения монолитных конструкций, взрывной метод разрушения [1].

Исследования применения средств разрушения строительных конструкций [1] проведенные ранее установили, что для конструкций из сборно-монолитного железобетона целесообразно применять средства расчленяющего действия, с помощью которых производится разрушение и разрезка стыков конструктивных элементов и самих конструкций на части, подлежащие погрузке на транспортные средства и вывозке к месту складирования.

Выполненный анализ всех возможных факторов, которые влияют на оптимальную технологию разборки зданий, позволил определить наиболее значимые из них для данного объекта: объемно-планировочные решения, конструктивные элементы зданий, подлежащих разрушению, организационно-технологические факторы, эксплуатационные факторы, дефекты конструкций [2, 3, 4] (рис. 1).

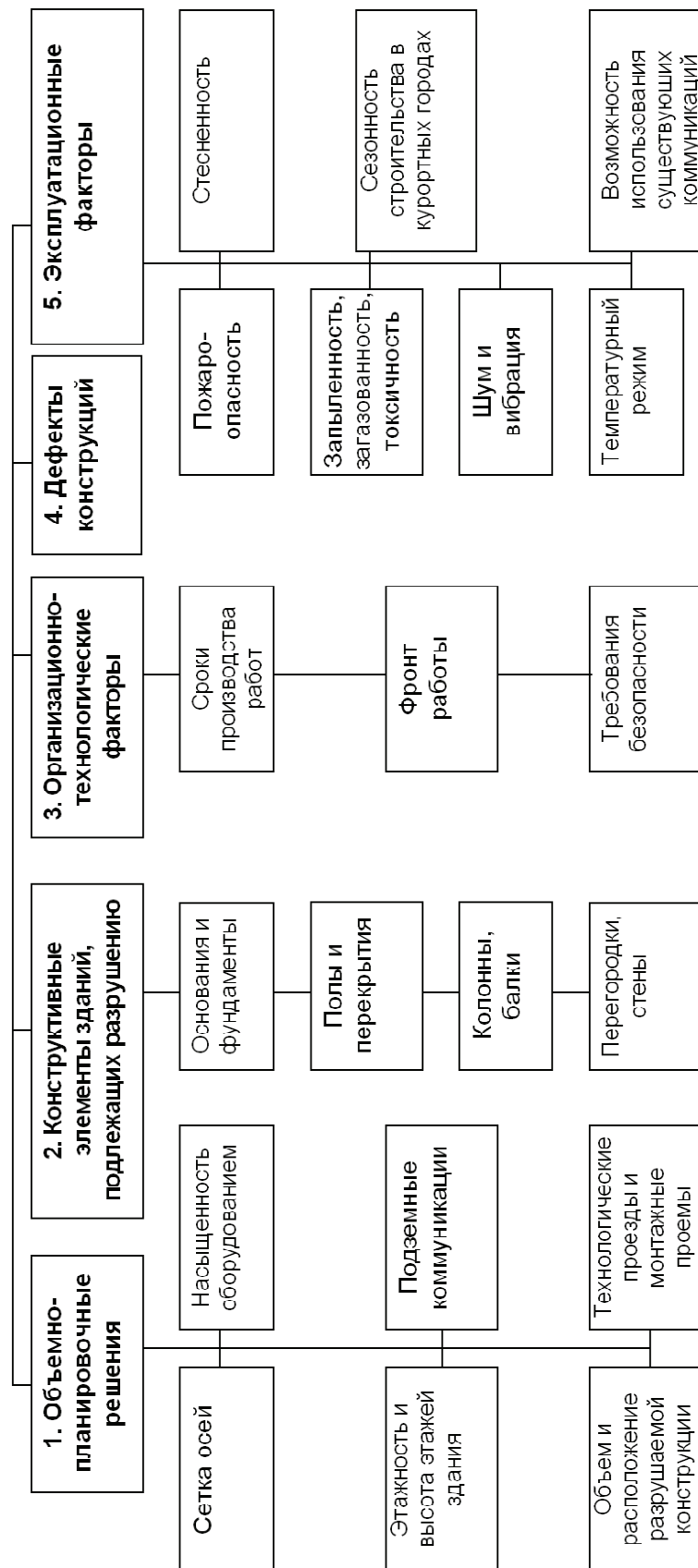


Рисунок 1 – Факторы, определяющие выбор методов разрушения строительных конструкций.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Спальный корпус Дома творчества «Актер» в г. Ялте представляет собой бескаркасное высотное сборно-монокричное здание с продольными и поперечными несущими стенами.

Экология в крупном городе и климатические условия Крыма негативно влияют на срок жизни зданий такого типа. Неудовлетворительное техническое состояние или аварийность строительных конструкций может привести к неконтролируемому обрушению здания при разборке, поскольку устойчивость любой структуры зависит от взаимозависимости между его составными частями.

Сотрудниками Научно-исследовательского института строительных конструкций (НИИСК) были выполнены обследования и оценка технического состояния конструкций и всего здания в целом. Аварийную опасность представляют самонесущие конструкции кирпичных и железобетонных перегородок, балконных плит и ограждений, пилонов и солнцезащитных экранов. Основные несущие конструктивные элементы здания: конструкции стилобата, поперечные и продольные стены, монокричные и сборно-монокричные перекрытия, конструкции лестниц и лифтовых шахт находятся в удовлетворительном состоянии. По результатам обследования сделан вывод об удовлетворительном техническом состоянии (категория II) здания в целом.

Стесненность принимается в качестве основной характеристики для выбора схемы расстановки средств монтажа относительно демонтируемого здания [2], направления и очередности демонтажа, схемы вывоза демонтированных конструкций. При этом габариты монтажных блоков при разборке здания должны быть сопоставлены с параметрами стесненности объекта (табл. 1).

Таблица 1 – Оценка застройки территории Дома творчества «Актер»

Сторона расположения	Наименование прилегающих объектов (препятствий)	Расстояние, м
Восток	Пляж военного санатория	10
Северо-восток	Четырехэтажный спальный корпус – главный корпус	15
Юг	Напорный канализационный коллектор	–
Запад	Летний павильон № 2	30
Северо-запад	Трехэтажное здание клуба – столовой	50

Для прилегающих объектов существующей застройки снос здания может создать риск повреждений, нарушение условий нормальной эксплуатации, деформации конструкций, а иногда даже аварий вследствие влияния таких **опасных производственных факторов** как эрозия, сдвиги, осадка земной поверхности, изменение гидрогеологических условий; вибрационные или динамические воздействия от работы строительной и транспортной техники.

Строительство может создать риск нанесения **вреда окружающей среде** от выделения пыли и выхлопных газов во время работы транспорта, строительных машин и механизмов, выделение продуктов сгорания при использовании открытого огня, газовыделение при производстве электросварочных работ; загрязнение поверхностных и грунтовых вод продуктами строительного производства; уничтожение или повреждение зеленых насаждений [3].

Может существовать риск ухудшения **среды жизнедеятельности людей**, которые живут, работают или временно пребывают вблизи зоны строительства: чрезмерный шум; чрезмерное ночное освещение; ограничение в перемещении; появление радиационного излучения; риск нанесения вреда самим особам, их транспорту, если они попадают в зону опасных или вредных производственных факторов.

Для **строительного производства**, в том числе производственных работников, дополнительный риск обусловлен следующими факторами: усложненный характер совмещения работ; сложность размещения строительных машин и механизмов на стесненной площадке; затруднение заезда транспорта на стройплощадку и провоз грузов по ней; повышенная плотность одновременно занятых работников; сложность размещения санитарно-бытовых и административных помещений; увеличенное количество зон влияния опасных или вредных производственных факторов на ограниченной площади [4, 5]. Каждый этап строительства ведет к изменению индивидуальных разновидностей требований безопасности.

На основные технико-экономические показатели существенное влияние оказывает принятый комплект машин. Демонтажные работы довольно сложно механизировать. В условиях реконструкции существенное значение имеют такие характеристики механизмов, как их мобильность, габарит

в транспортном положении и собственная масса, простота переоснастки, способность маневрирования с грузом на крюке в ограниченном пространстве и др.

Использование **башенных кранов** при реконструкции связано с увеличением удельных затрат на устройство подкрановых путей, монтаж и демонтаж крана, с повышенной стесненностью монтажной зоны, ограничивающей возможности доставки крана на строительную площадку. Однако вертикальность башни крана и большая высота подъема крюка позволяют перемещать монтируемые конструкции над существующими и размещать их даже в узких коридорах, образованных существующими зданиями.

Средства малой механизации (монтажные мачты, порталы, шевры, переносные монтажные стрелы и мачтовые краны) используют для единичных подъемов, а также в случаях, когда применение монтажных кранов технически невозможно или экономически нецелесообразно.

Учитывая вышеперечисленные риски для строительства в условиях плотной существующей застройки, на основании анализа методов разборки высотных зданий были определены методы производства демонтажных работ и выбраны средства механизации для вариантного проектирования (табл. 2).

Таблица 2 – Технологическая структура методов разборки

Наименование	Варианты	
	№ 1	№2
1. Процессы		
Алмазная резка вертикальных и горизонтальных железобетонных конструкций	+	+
Демонтаж элементов перекрытий и стен	+	+
Перевод монтажного блока в устойчивое положение, подтаскивание к месту строповки	-	+
2. Грузоподъемные механизмы		
Кран башенный, 8 т	+	-
Шевр, 8 т	-	+

Работы ведутся двумя бригадами поточным методом в две смены. Первая бригада выполняет резку железобетонных конструкций на монтажные блоки, вторая – демонтаж элементов перекрытий и стен.

Железобетонные конструкции здания спального корпуса разделяются на монтажные блоки путем алмазной резки с применением ручных резчиков и стенорезных машин поэтажно по частям, начиная с верхнего этажа и двигаясь вниз. Демонтаж блоков производится башенным краном (вариант № 1) или с использованием средств малой механизации (вариант № 2).

Размеры монтажных блоков определялись из условий:

- транспортабельности;
- объемно-планировочных решений здания;
- способа строповки;
- параметров грузоподъемных механизмов.

На основании сметных расчетов, выполненных для трех типоразмеров монтажных блоков, были определены следующие технико-экономические показатели по вариантам (табл. 3–4).

Таблица 3 – ТЭП по варианту № 1

Наименование	Единица измерения	Количество при габаритах монтажных элементов, м		
		3×1,5	3×3	3×6
Сметная стоимость	тыс. грн	10 303	8 586	7 183
Сметная трудоемкость	тыс. чел-ч	67,907	56,606	47,380
Продолжительность	дн	386	322	269

Таблица 4 – ТЭП по варианту № 2

Наименование	Единица измерения	Количество при габаритах монтажных элементов, м	
		3×1,5	3×3
Сметная стоимость	тыс. грн	10 122	8440
Сметная трудоемкость	тыс. чел-ч	69,267	57,703
Продолжительность	дн	386	322

Комплексные показатели, оценивающие эффективность выбираемого метода производства работ с точки зрения стоимостных показателей и трудовых затрат, еще не разработаны. Поэтому более экономичный по стоимости метод может оказаться неэффективным по трудовым затратам или сложным по соблюдению требований техники безопасности. Эффективность метода производства монтажных работ будет оцениваться по одному из заданных критериев.

Сравнение вариантов производилось по максимально возможному габариту монтажного элемента. Для башенного крана максимальные размеры монтажного блока назначались исходя из его грузоподъемности, и составили – 3×6 м, для шевра – на основании удобства перевода вертикальных блоков в устойчивое положение, на что оказывало влияние объемно-планировочное решение. Размеры блоков для варианта с использованием малой механизации составили – 3×3 м.

ВЫВОДЫ

Результаты проведенных исследований показали, что наиболее эффективным по стоимости и трудоемкости является вариант с применением башенного крана, т. к. большие габариты монтажных блоков существенно снижают трудоемкость резки железобетонных конструкций. Экономический эффект по стоимости составил 1,26 млн. грн., по трудоемкости – 10,323 тыс. чел-ч.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Республиканские строительные нормы. Технология разрушения строительных конструкций при реконструкции промышленных предприятий [Текст] : РСН 343–86. – Вводится впервые ; введ. 1987–06–01. – К. : НИИСП Госстроя УССР, 1987. – 64 с.
2. Державні будівельні норми. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги безпеки [Текст] : ДБН В.1.2–12–2008. – Вводяться вперше ; чинні від 2009–01–01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2008. – 34 с. – (Система надійності та безпеки в будівництві).
3. Державні будівельні норми. Проектування. Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд [Текст] : ДБН А.2.2–1–2003. – На заміну ДБН А.2.2–1–95 ; введ. 2004–04–01. – К. : Держбуд України, 2004. – 21 с.
4. Державний нормативний акт про охорону праці. Правила безпеки під час реконструкції будівель та споруд промислових підприємств [Текст] : ДНАОП 6.1.00–1.12.01. – Затверджено Мінпраці України 02.04.01 Наказ № 151. – К. : Держнаглядохоронпраці, 2000. – 60 с.
5. Державні будівельні норми. Організація будівельного виробництва [Текст] : ДБН А.3.1–5.96. – Замість СНиП 3.01.01–85* ; введ. 1996–09–01. – К. : Укрархбудінформ, 1996. – 66 с.

Получено 10.10.2011

Д. О. ХОХРЯКОВА, Н. М. ШЕВЦОВА ВИБІР ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПО РУЙНУВАННЮ КОНСТРУКЦІЙ БУДИНКУ ТВОРЧОСТІ «АКТОР» В М. ЯЛТА Донбаська національна академія будівництва і архітектури

З метою підвищення ефективності виробництва робіт при розбиранні будівлі Будинку творчості «Актор» було проведено варіанте проектування організаційно-технологічних рішень. Для цього авторами був виконаний аналіз методів руйнування будівельних конструкцій та можливих факторів, що впливають на оптимальну технологію розбирання подібних будівель. За результатами аналізу були визначені методи виробництва монтажних робіт і обрані засоби механізації, які обмежили область подальших досліджень. Порівняння варіантів проводилось за максимально можливим габаритом монтажного блоку. Результати проведених досліджень показали, що застосування баштового крану більш ефективно, ніж використання засобів малої механізації. У статті наведений економічний ефект, сформульовані висновки.

розбирання, руйнування, конструкції, методи, фактори, варіанти

DARYA KHOKHRYAKOVA, NATALIA SHEVTSOVA
CHOICE OF ORGANIZATIONAL-TECHNOLOGICAL DECISIONS ON DESTRUCTION OF
DESIGNS OF THE HOUSE OF CREATIVITY «ACTOR» IN YALTA
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

For the purpose of increase of production efficiency of works at dismantling of a building of the House of creativity «Actor» alternative designing of organizational-technological decisions has been made. For this purpose authors had been made the analysis of methods of destruction of building designs and possible factors which influence optimum technology of dismantling of similar buildings. By results of the analysis methods of manufacture of dismantling works have been defined and means of mechanization which have limited area of the further researches are chosen. Comparison of variants was made on the greatest possible dimension of an assembly element. Results of the spent researches have shown that tower crane application has appeared more effectively a variant with use of means of mechanization of auxiliary operations. In article economic benefit is resulted, conclusions are formulated.

dismantling, destruction, designs, methods, factors, variants

Хохрякова Дар'я Олександрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: реконструкція промислових і цивільних будівель і споруд.

Шевцова Наталя Миколаївна – асистент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: підсилення металевих конструкцій в умовах реконструкції промислових підприємств; технологічне оснащення при підсиленні та заміні будівельних конструкцій.

Хохрякова Дарья Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: реконструкция промышленных и гражданских зданий и сооружений.

Шевцова Наталья Николаевна – ассистент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: усиление металлических конструкций в условиях реконструкции промышленных предприятий, технологическая оснастка при усилении и замене строительных конструкций.

Darya Khokhryakova – PhD (Eng.), the associate professor of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: reconstruction of industrial and civil buildings.

Natalia Shevtsova – the assistant of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: strengthening of metal designs in the conditions of reconstruction of the industrial enterprises, industrial equipment at strengthening and replacement of building designs.

УДК 658.562:69.003

А. М. ЮГОВ^а, П. Е. УВАРОВ^б, М. Е. ШПАРБЕР^б

^а Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ^б Восточноукраинский национальный университет им. В. Даля (г. Луганск)

УПРАВЛЕНИЕ ОЦЕНКОЙ КАЧЕСТВА ПРИНЯТИЯ (ВЫБОРА) ИНЖЕНЕРНЫХ РЕШЕНИЙ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ И УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ НА ОСНОВЕ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ (КОНЦЕПТУАЛЬНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ПРИНЦИПЫ)

В статье рассмотрены: системология экспертных систем для организационно-технологического проектирования инвестиционно-строительного производства; оценка качества принятия инженерных решений и интеллектуализации функций экономического анализа, планирования и управления проектом и деятельностью строительных организаций.

информационные технологии, анализ и оценка экспертных систем, проектная системология и комплексный инжиниринг баз знаний и данных, состав и структура экспертных систем, стадии, этапы и средства разработки

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В условиях рыночной экономики несоизмеримо более ощутимым становятся последствия от принимаемых проектными и строительными организациями управленческих, организационно-технологических и экономических решений.

Поэтому происходящие изменения должны сопровождаться коренным преобразованием систем научно-инженерного обеспечения и сопровождения (комплексного инжиниринга) организационно-технологической и экономической подготовки, проектирования, планирования и управления инвестиционно-строительным производством (ИСП).

Проектная системология в задачах планирования и управления производством с оценкой качества принятия различных видов инженерных решений в сфере инвестиционно-строительной деятельности (ИСД) на базе экспертных систем организационно-технологического проектирования (ЭС-ПР) рассматривается как одно из проблемных направлений, позволяющее разрабатывать научные принципы, методологические положения и практические основы создания и использования экспертных систем для овладения новыми знаниями и технологиями подготовки и переподготовки специалистов-экспертов с целью повышения эффективности и оценки качества инжиниринга в проектировании и управлении проектами и строительством [1–5].

ИСД представляет собой в условиях экономики рыночных отношений одну из наиболее благодатных сфер различных типов инженерной деятельности для разработки и применения ЭС-ПР. При оценке проектов по существу, более 70 % организационно-управленческих задач требуют не только расчетных процедур, сколько привлечения опыта, эвристических знаний и интуиции профессионалов специалистов, владеющих методами работы и средствами ЭС.

Так, по данным ЮНЕСКО, существует три сферы инженерной деятельности:

Инженер-исследователь-разработчик, выполняющий функции изобретателя, проектировщика и конструктора, связанные с НИОКР.

Инженер-производственник, выполняющий функции технолога, организатора производства и эксплуатационника.

Инженер-универсалист (системотехник широкого профиля) с функциями управления сложной инженерной деятельностью. Особенно здесь важна методологическая направленность, требующая изменений формы профессиональной подготовки инженеров, принципиально нового мышления для понимания и упорядочения знаний как результата синтеза.

Проведенными исследованиями установлено, что 50 % задач научно-технического проектирования и свыше 70 % задач организационно-технологической подготовки и инженерного и правового сопровождения ИСП независимо от сферы инженерной деятельности, особенно в современных условиях трансформаций и бифуркаций микрохозяйственных отношений рыночной экономики, требуют применения эвристических процедур, методов символического программирования, формальной логики, привлечения экспертных и качественных оценок опыта и знаний высококвалифицированных специалистов в комплексе услуг комплексного инжиниринга, связанного с формированием и принятием (выбором) различных видов инженерно-экономических решений (рис. 1) [3, 6].



Рисунок 1 – Формирование инженерных решений в проектной системологии ИСД, согласно учебно-образовательным стандартам строительных специальностей.

В числе основных причин этого явления следует прежде всего назвать: трудно формализуемый характер «стыковых» задач макро- и микропроектирования и управления ИСП; непредсказуемость и неопределенность многих факторов внешнего окружения, влияющих на динамику жизненного цикла ИСД; громоздкость и запутанность (противоречивость) структуры нормативной и законодательно-правовой базы существующей экономики рыночных отношений, ее многолетние попытки гармонизации со стандартами стран СНГ и Евросоюза; неадекватность логико-математических и аксиоматических методов и моделей реальным условиям и принципам комплексного интегрированного инжиниринга П-ОС и организационных форм управления их реализации в полном жизненном цикле развития (рис. 2).

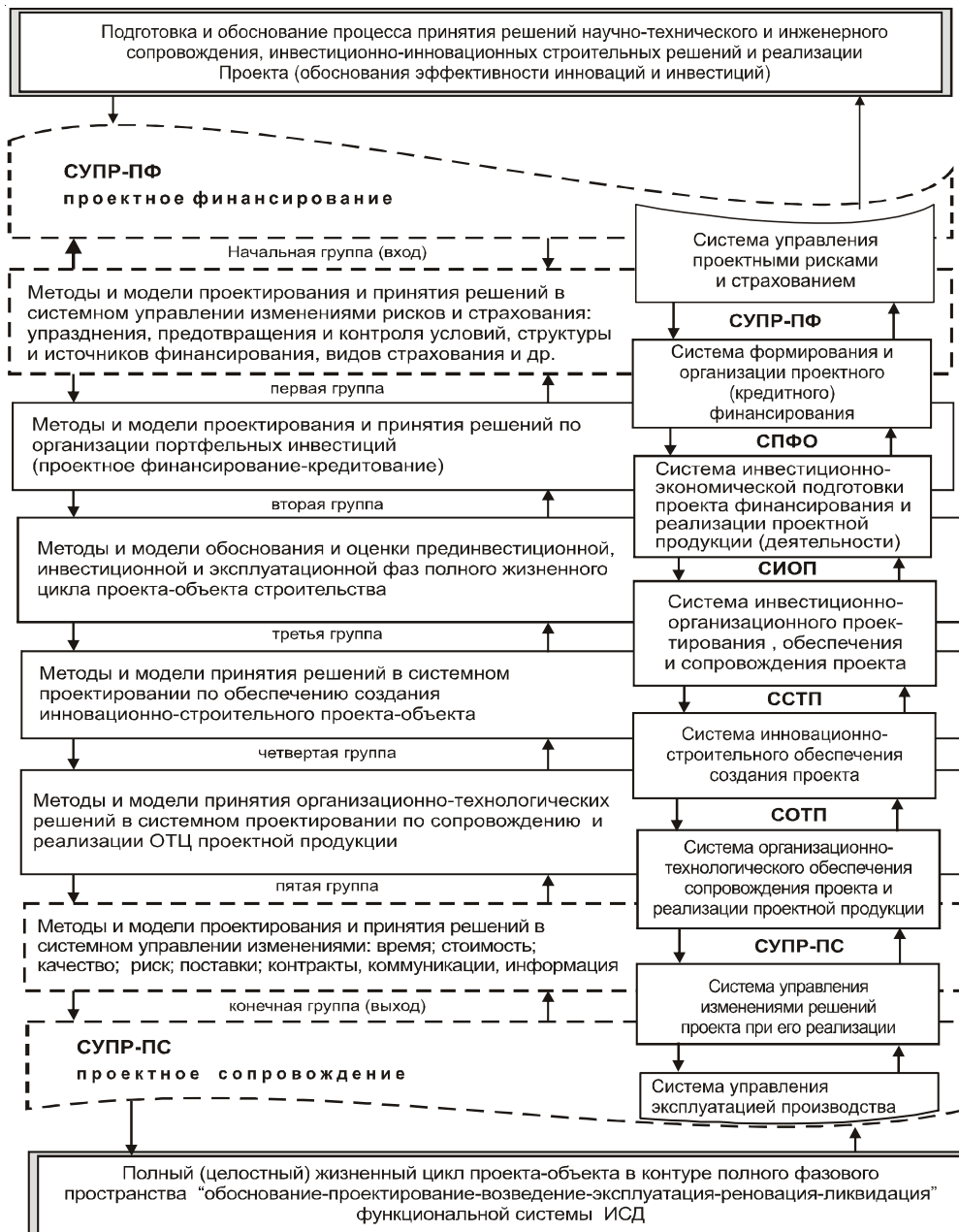


Рисунок 2 – Функциональная схема «стыковых» групп задач ИСД (в контексте концепции воссоединения принципов единства проектирования, рациональности и конструктивизма принятия научно-инженерных решений и управления поведением проекта.

Анализ сложившейся обстановки позволяет сделать вывод о своевременности и необходимости обобщения и систематизации отечественного и зарубежного опыта в аспекте разработки системотехнических подходов, актуализации методов и средств экспертных систем, использующих информациологические знания и процедуры их вывода для решения плохо формализуемых задач комплексного инжиниринга ИСП.

Поэтому знание методологии использования средств экспертных систем (ЭС-ПР), способных накапливать, хранить и целенаправленно преобразовывать информацию, «выводить» новые знания из совокупности имеющихся, обобщать и систематизировать опыт, самообучаться и адаптироваться к изменяющимся условиям инжиниринга, является актуальной проблемой как подготовки специалистов – магистров, так и реализации ее в управлении Проектом и производством.

Внедрение такой ЭС-ПР, обеспечивая оценку принятия инженерных и экономических решений проекта, в итоге способствует: объединению знаний информационных ресурсов ИСП с ресурсами всех участников этой деятельности и групп пользователей на основе накопления и обработки необходимых данных; организации оперативного доступа к инновационной (научно-технической), социально-экономической, текущей, ретроспективной и прогнозной информации, нужной для качественной оценки рассматриваемого проекта-объекта строительства (П-ОС), реализации различных методов оценки и управления измерениями адаптивными альтернативами проектных решений для повышения их полноты и достоверности; переходу на информациологическую технологию обработки базы данных и знаний; приближению потока информационного и инфографического ресурса ИСП к конечным пользователям (прямого доступа к показателям проекта и результатам его оценки) в жизненном цикле преобразований.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ДОСТИЖЕНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В проектной системологии ИСП и ее результате – комплексном инжиниринге П-ОС идут активные исследования по созданию и совершенствованию методов и средств экспертных систем-программ, оперирующих не алгоритмами, цифрами и формулами, а действующих на основе применения логики языка, семантических структур и символов, моделирующих поведение человека, использующих знания и процедуры вывода для решения плохо формализуемых задач. В методах экспертных систем используются, как правило, логико-лингвистические модели (рис. 3), а ее интерфейс должен выполнять две основные функции: давать советы и объяснения пользователю и управлять приобретением знаний [6, 7, 8, 12, 13].

Используя выводы из аналитических работ ведущих специалистов научной школы В. М. Глушкова, А. А. Гусакова, Н. И. Ильина, Ю. М. Богомолова, Дж. К. Джонс, Э. К. Завадскаса и др. ученых и специалистов отечественной и зарубежной школ системотехников экспертных систем в управлении и строительстве [2–5, 12], можно считать, что и до настоящего времени еще не выработан единый подход к комплексной оценке качества создания и реализации ЭС-ПР принятия инженерных и управленческих решений инженерного сопровождения проектов, не создано достаточно полной и социально-экономически – объективной системы показателей определения качеств проектов ИСП и управления готовой проектной, строительной и эксплуатационной продукцией производства (УПП) в зависимости от цели ее оценки в жизненном цикле ИСП. Целью такой оценки может быть один или ряд параметров УПП: удовлетворение потребительского спроса в продукции, отвечающей инновационному уровню мировых стандартов; жизнеспособность проекта; внедрение прогрессивных систем технологий и оборудования для обеспечения выпуска этой продукции; сокращение сроков ввода объекта в эксплуатацию и освоения мощностей; соблюдение строжайшей экономии всех видов ресурсов; сохранение экологического равновесия и др.

Особенно актуальна проблема синтеза решений и механизма адаптации управления их изменениями – гибкости оценки качества решений и проектов ИСП в условиях трансформаций экономики рыночных форм ориентации общества (рис. 4).

В организационно-технологическом развитии этапов полного жизненного цикла П-ОС на «стыке предпроектно-проектных отношений» инвестиционно-организационного проектирования (идеи, замысел инвестора-заказчика), инновационно-строительного проектирования (идеи, замысел проектировщика) и организационно-технологического проектирования (принципы, производственные структуры, методы строительства и технологичность проекта, замысел подрядчика), по данным отечественных и зарубежных источников, известно более 30 структурных схем управления ЭС-ПР, используемых в проектировании, прогнозировании и строительстве при обосновании проектов и решений и др. [7, 9, 13]. Они, как правило, различны по функциональному назначению, виду

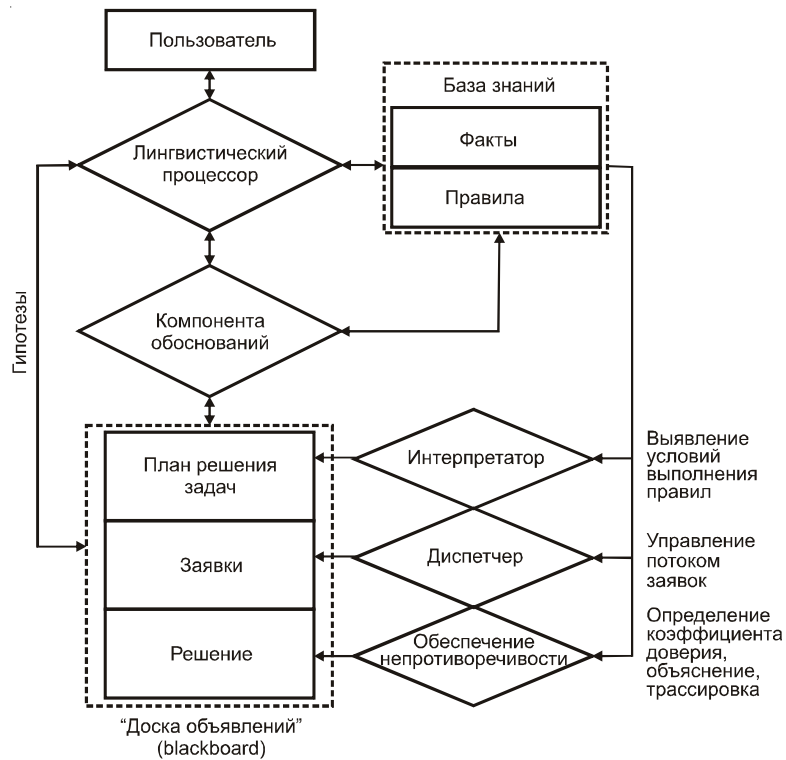


Рисунок 3 – Типовая схема экспертной системы оценки качества П-ОС инвестиционно-строительного проектирования.

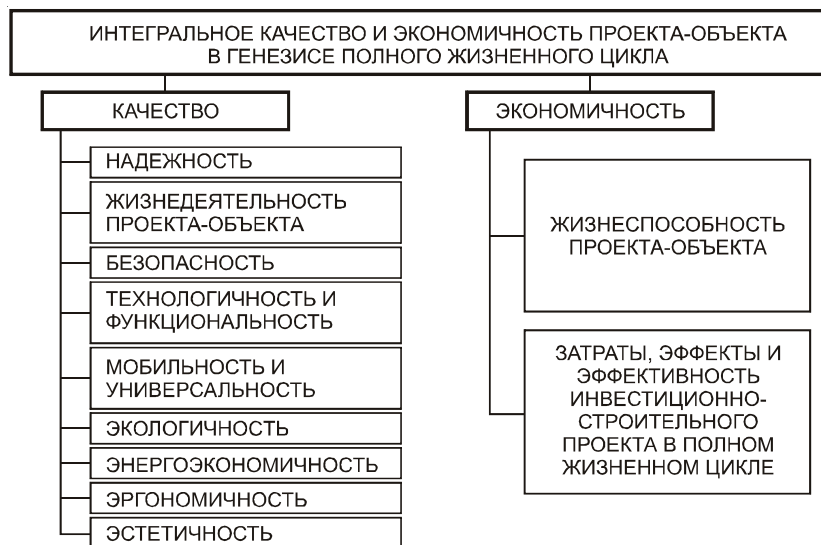


Рисунок 4 – Характеристики параметров оценки интегрального качества и экономичности проекта-объекта строительства (в схеме дерева инженерных знаний и решений).

прогнозирования предметной области, инструментальным средствам, типу интерфейса, степени интеллектуальности и др.

Инструментальным средством создания ЭС-ПР могут служить и ряд передовых зарубежных методов: оболочки («шеллы»); алгоритмические языки, логическое программирование; специальная программная среда и т. д. [1, 2, 4, 5, 8]. Экспертные системы прогнозирования и выбора решений оценки качества проектов ИСД внедряют, применяя любое из инструментальных средств, однако наиболее

удобны, как утверждают – это оболочки («шеллы»), содержащие пустую базу знаний (БЗ) заполняемую эвристическими логико-смысловыми правилами. Оболочка с внесенными в ее структуру изменениями, которые отвечают требованиям ЭС-ПР и управления оценкой качества П-ОС, позволяют значительно уменьшить сроки разработки ЭС-ПР в типовой схеме.

В работах [4, 5, 13] приводятся ряд наиболее известных базовых отечественных и зарубежных методов управления ресурсами проекта и оценки качества и видов прогнозирования проектов.

Первый регламентируется Положением об оценке качества проектно-сметной документации (ПСД) для строительства, утвержденным Госстроем и ГКНТ СССР еще в 1985 г.

Это Положение устанавливает порядок и номенклатуру основных показателей оценки качества проектно-сметной документации (ПСД) на новое строительство, расширение, реконструкцию и техническое перевооружение или ликвидацию действующих предприятий, зданий и сооружений.

Второй метод оценки проектных решений – по коэффициенту прогрессивности вложений (КПВ).

В качестве главного интегрального показателя, характеризующего уровень прогрессивности проектных решений (новое строительство, реконструкция, техническое перевооружение), авторы предлагают использовать КПВ, который рассчитывают как сравнения производительности труда и фондоотдачи по проекту и аналогу.

Следующий метод – «размытых множеств», предложенный учеными МГУ им. М. В. Ломоносова помогает в процессе анализа выделить «крайние» ситуации, когда инновационное проектное решение либо неприемлемо, либо прогрессивно.

Важная черта «расплывчатой» ситуации – это симметрия по отношению к целям и ограничениям. Решение, проектируемое как «расплывчатое» множество, – это «слияние» целей и ограничений. Тип или способ «слияния» должен быть выбран в каждой задаче исходя из ее смысла. После выбора способа «слияния» задается интегральный показатель, значение которого характеризует степень соответствия объекта совокупным требованиям. Применение понятия «расплывчатой» цели позволяет отказаться от сравнения с базой или аналогом, заменив их некоторой характеристикой тенденций инновационного развития. Непрерывность функции принадлежности дает возможность избежать неудобств дискретных ранговых методов, а параметрический характер придает методу «размытых множеств» гибкость и «чувствительность» оценок по отношению к незначительным изменениям целевых установок инвестора – заказчика.

Перечисленные методы управления оценкой качества П-ОС в сфере ИСД наряду с явными достоинствами имеют и недостатки. На практике при экспертизе проектов ИСП возникает проблема получения необходимой информации, часто неопределенной, и информации, которой нет в базе данных.

Отсутствие базы вариантов (альтернатив), работа с множеством критериев, нерешенные проблемы теоретического характера (качество проектов) сильно усложняют задачу. Стандартный, жесткий прескриптивный (нормативный) алгоритм решения в данном случае неприемлем, он должен носить эвристический, дескриптивный (аксиоматический), адаптивный характер механизма управления, позволяющий преодолевать сложности, связанные с неопределенностью и значительным объемом задачи.

Более прогрессивная ЭС-ПР предложена в [4, 5, 8, 9], которая включает сбор, хранение и использование знания обо всех критериях оценки качества проектов ИСП и прогрессивных значениях показателей. Система дает возможность общаться с базой или аналогом (наличие нормативных базовых показателей в проектировании ИСД в капитальном строительстве – открытая проблема), заменяя их некоторой характеристикой и «чувствительностью» логико-смысловой оценки по отношению к незначительным изменениям целевых установок («метод расплывчатых множеств»).

Рассматривая дуальность инновационного проекта ИСД-ИСП, эксперт может гибко изменять исходные показатели инвестиционно-организационного Проекта, производить расчеты, диагностировать и формировать новые альтернативы – варианты проектных решений в жизненном цикле развития.

Помимо работы со статистическими данными ЭС-ПР должна обеспечивать использование качественных критериев оценки (метод решения задач по лингвистическим критериям). Систему легко «обучить» пониманию терминологии эксперта, который может задать совокупность оценок виртуального проекта-объекта строительства (П-ОС) с помощью словесного описания: экспертиза превращается в творческий интеллектуальный процесс. Также она «способна» повысить эффективность решения многокритериальных задач, облегчить анализ и синтез большого числа вариантов решений в условиях неопределенной и неполной информации, а также «выводить» новые знания о

качестве проекта из совокупности имеющихся данных или данных, полученных в процессе экспертизы. В «проблемных» ситуациях, когда оценка проектных решений не приемлема из-за несоответствия нормам (стандартам), происходит выбор наиболее эффективного проектного решения или их совокупности с учетом факторов, оказывающих максимальное влияние на тот или иной показатель.

ЭС-ПР «реагирует на неуверенность». Легко изменяется, обосновывает и корректирует решения, изучает выводы и меняет в соответствии с ними свои действия. Важное ее свойство – способность сводить сложные заключения к последовательности утверждений, истинность которых легко проверить. Применение ЭС-ПР упрощает анализ и синтез решений по проекту, облегчает общение с ПЭВМ (с помощью языка команд, меню, ограниченного естественного языка, деловой инфографики).

Для увеличения быстродействия и уменьшения уровня неопределенности представляют решение задачи по оценке качества инженерных решений П-ОС как направленный поиск пути по ориентированному графу («дерево решений») – к поставленной цели «интегральному качеству» – результату (Р), расчленив и упорядочивая информацию, сложную задачу на более простые (стыковые), представив знания экспертов в виде блочных группировок решений структур показателей проекта, организованных в фреймы – фрагменты древовидной сети.

Введение критериев предпочтения, базирующихся на знаниях специалистов, позволяет отказаться от метода случайного поиска, исключить тупиковые ветви, тем самым увеличив эффект логического (ментального) вывода. При этом большое значение имеют критерии предпочтения, формируемые в процессе решения задачи. Знания специалистов (совокупность технических приемов, наборы специальных фактов, процедур, оценок, правил принятия решений и т. п.) формализуются в эвристические правила (продукцию).

Процедурные знания, образующие БЗ, возникают в процессе работы над фактами и, базируясь на аксиоматических знаниях ученых, специалистов, проектировщиков, являются основой базы знаний, с помощью процедурных знаний происходит генерация и интеграция декларативных знаний.

Характерная особенность ЭС-ПР состоит в том, что основное значение в решении задач отводится структуре интегрированных знаний, в которой формируется модель «стыковых задач» предметной области проектной системологии. Описание предметной области содержит декларативные знания – атрибуты и процедурные знания – правила, выводы.

Цель работы – предложить концепцию, методiku и принципы построения ЭС-ПР (состава и структуры) на основе методов научно-инженерного сопровождения формирования базы знаний и данных и обоснования подходов к задачам комплексного научного инжиниринга, связанных с формированием и принятием (выбором) решения из множества альтернативных вариантов с использованием баз знаний и данных как с целью повышения конкурентоспособности и качества проектной продукции, так и выполнения других работ, определяющих состав инженерного сопровождения на протяжении всего жизненного цикла ИСД.

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Как показали результаты проведенных информациологических исследований, целью научно-технического и инженерного сопровождения П-ОС в системе ИСД, как правило, является решение «стыковых» задач проблем проектной системологии, которые могут возникнуть на разных этапах и стадиях жизненного цикла (проектирование – строительство – эксплуатация – реновация – вывод – из эксплуатации и ликвидация) с минимальным риском ошибок в условиях неопределенности, которые не регламентированы действующими нормами и стандартами, или из-за отсутствия достаточного опыта, или прямых аналогов в отечественной или мировой практике.

При этом комплексное научно-техническое и инженерное сопровождение, как совокупность услуг, включает как консультационный, так и технологический, и строительный инжиниринг. Именно поэтому проектирование рассматривается как основное методическое звено обеспечения инженерного сопровождения, по результатам которого в конечном счете определяется, по многокритериальной оценке, эффективность инвестиций и инноваций в целом (как на макро- так и на микроуровнях). Это обусловлено тем, что именно через многокритериальную оценку качества комплексного инжинирингового проектного решения осуществляется реализация технических, организационно-технологических, управленческих и экономических и др. условий функционирования (эксплуатации) проекта-объекта строительства в полном жизненном цикле ИСД. Поэтому экспертные системы, основанные на базах знаний комплексного инжиниринга, являются одним из самых приоритетных научных направлений в мировой практике ИСП. Типичная для инжиниринга ЭС-ПР (рис. 5) обладает структурой, состоящей, как правило, из следующих основных компонентов: **решателя**

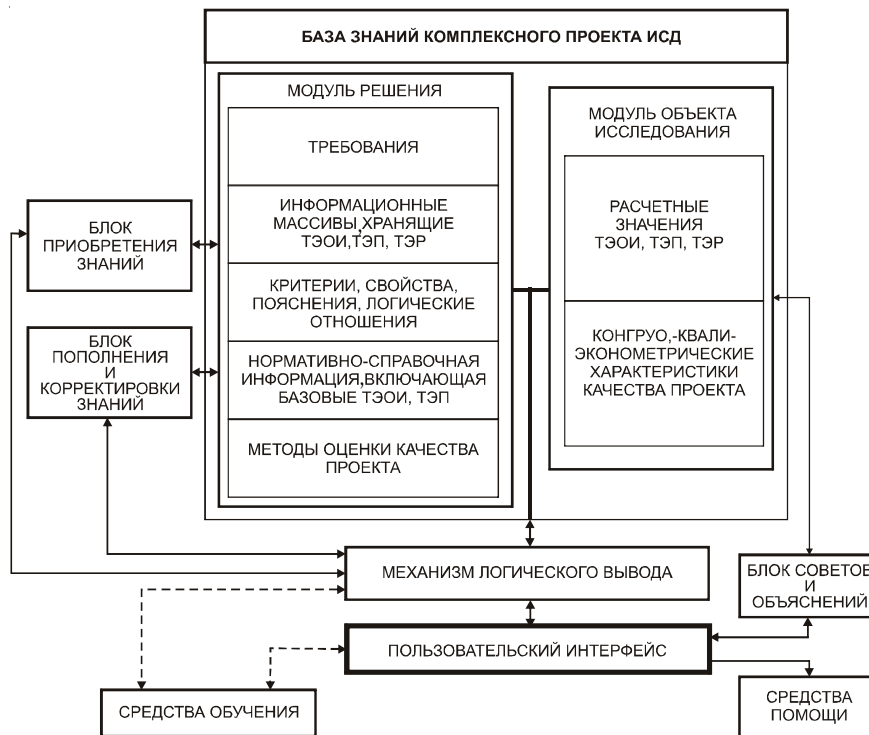


Рисунок 5 – Структурная схема управления ЭС-ПР оценки качества моделей комплексного инжиниринга инновационно-строительных проектов.

(механизма логико-смыслового вывода); **базы данных** (рабочая память); **базы знаний; средств приобретения знаний, объяснений и диалогового интерфейса** [7, 10, 12, 13]. Сердцевину экспертной системы составляет база знаний и данных инжиниринга, которая накапливается в процессе ее построения (рис. 6).

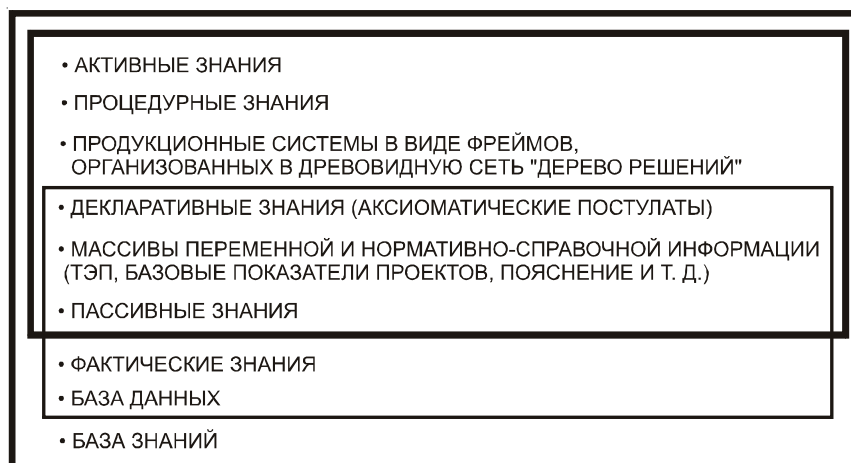


Рисунок 6 – Структурная схема базы знаний и данных инжиниринга организационно-технологического проектирования ИСД.

Основные принципы и технология построения ЭС-ПР требует взаимодействия создателя – «инженера знаний» и экспертов в предметной области проектной системологии ИСД.

Основной задачей «инженера знаний» является выбор формы представления знаний того или иного типа и вида инженерной деятельности и стратегии вывода решений (рис. 7). К задачам, связанным с обоснованием и принятием решений с использованием баз знаний, существуют два основных подхода: 1) выбор готового решения из множеств альтернатив вариантов, заложенных в базу знаний; и 2) формирование решения из хранящихся в базе знаний отдельных компонентов. При этом методически характерны три типа вариантов стратегий решения: прямая цепочка рассуждений (прямой вывод), обратный вывод и смешанная инициатива.

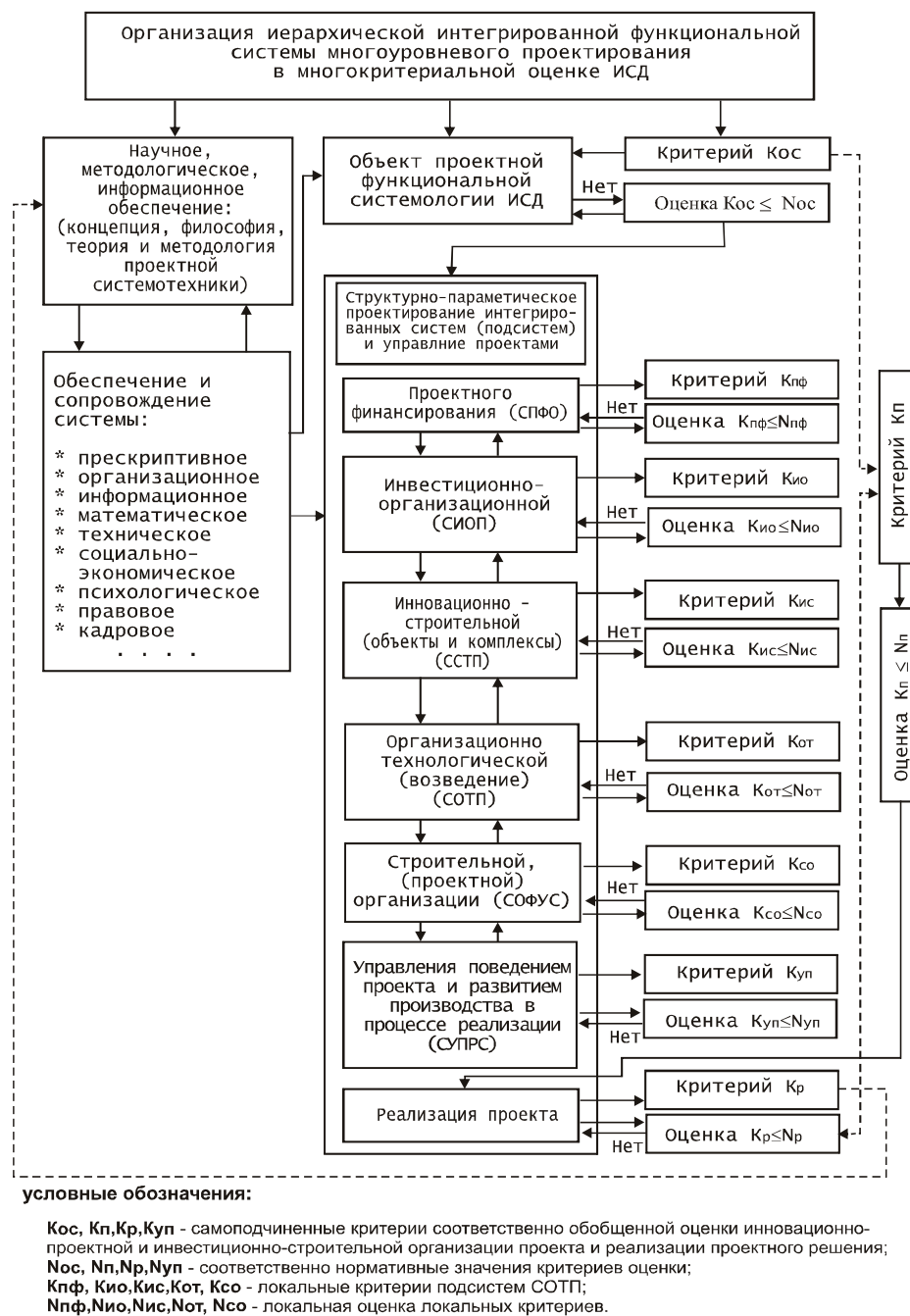


Рисунок 7 – Укрупненная схема прескриптивного (нормативного) критериально-экспертного выбора оценок в ЭС-ПР.

Стратегия прямого вывода предполагает поиск решения «снизу-вверх» от анализа прошлого к будущему, от известных фактов к конечной цели. Эта методология эффективна в ситуации, когда существует много альтернативных решений и относительно малый объем входной информации.

Обратный вывод – от последствий к причине в случаях, когда выясняют, подтверждается ли выдвинутые гипотезы известными фактами.

Смешанная инициатива применяется при комбинировании прямой и обратной цепочек логического вывода.

Концептуально технология разработки ЭС-ПР включает следующие основные этапы и методические рекомендации:

1. Идентификация – определение проблемы и выбор из видов инженерной деятельности предметной области ЭС-ПР.
2. Концептуализация – определение структуры ЭС-ПР, целей, гипотез, стратегии решения, компонентов формообразования, программных и технологических средств.
3. Формализация – определение круга экспертов, планирование экспертизы, приобретение и представление знаний в формальном символьном виде.
4. Тестирование – разработка прототипа ЭС, проверка работоспособности программы, логико-смысловые непротиворечия и результативность выводов.
5. Опытная эксплуатация – проверка эффективности работы ЭС-ПР на практике.
6. Усовершенствование – корректировка ЭС-ПР по результатам опытной эксплуатации и промышленная (программная) эксплуатация с пополнением банков знаний и данных, которые включают правила, данные и критериальные модели инжиниринга и различные аспекты организационно-технологических решений.

При этом, рассмотренные экспертные системы инжиниринга проектов (ЭС-ПР) методически могут выполнять те или иные функции ИСП:

- интерпретация данных с целью определения их значения;
- определение состояния технических и организационно-экономических систем;
- мониторинговые системы (в том числе радиационной и экологической безопасности) или непрерывная интерпретация проектных данных в реальном масштабе времени или фазовом пространстве ИСД;
- прогноз развития будущего на основе моделирования настоящего и прошлого;
- планирование и разработка мероприятий для достижения поставленной цели и ее научно-техническое сопровождение;
- комплексное проектирование и возведение зданий и сооружений в полном жизненном цикле их создания – эксплуатации – реновации – вывода из эксплуатации и ликвидации;
- судебная строительно-техническая экспертиза (ССТЭ) при расследовании причин аварий зданий и сооружений их частей и элементов.

Процесс работы ЭС-ПР представляет собой диалог пользователя с ЭВМ, когда, отвечая на поставленные машиной вопросы, пользователь имеет возможность получения квалифицированной консультации или совета с использованием опыта профессиональных экспертов, хранящегося в базе данных. Важно отметить, что экспертные системы позволяют существенно снизить сложность задач посредством работы с небольшой, ограниченной рамками конкретной предметной области, частью знаний человека.

Основными средствами диалога в разработке экспертных систем проектной системологии ИСП являются языки логико-семантического программирования, пустые экспертные оболочки (шеллы), среды программирования. Языки программирования LISP, PROLOG, OPS 5, OPS 83 и др. применяются, как правило, в исследовательских целях. К их достоинствам можно отнести возможность дополнения и развития программы новых стратегий управления.

Пустые экспертные системы, или оболочки, поддерживают только ограниченное число способов представления знаний, что является их достоинством при исследовании оболочки в однородных предметных областях.

Одной из наиболее известных экспертных оболочек является система *Expert – Ease* и ее более поздняя версия *Super Expert Plus*. Структура решений формируется с помощью множества иерархических связанных модулей (таблиц). Система эффективна для решения диагностических задач.

Оболочка экспертной системы *ESP FRAME ENGINE* разработана с применением языка *KRL* и поддерживает как прямую, так обратную логику вывода правил, а также фреймовую структуру базы знаний.

Из отечественных «оболочек экспертных систем» известны: СЕЛЕНА (ЦЭМИ АН СССР) предназначенная для оценки анализа и оптимизации производственных систем и структур управления; ЭКСПЕРТ (НПО, Центрпрограммсистем), инструментальная экспертная система ДИАМЕН, написанная на языках LISP и FRL, с сетевой фреймовой моделью представления знаний; ДИСПАСТ – имеющая встроенный процесс обработки естественного языка, с базой данных на основе фреймов. В последние годы появился многочисленный ряд экспертных оболочек, работающих в операционной системе WINDOWS. Как отмечают ведущие специалисты в области искусственного интеллекта, ценность экспертных систем определяется не типом ЭВМ и не выбранной программой оболочки, а прежде всего характером и комплексностью и ментальностью научно-инженерной информации, предоставленной в банке знаний от организации и от удачного представления опыта профессионалов в виде правил и эвристических алгоритмов или прямых аналогов в отечественной и зарубежной практике [2, 4, 12, 13].

ВЫВОДЫ

1. В условиях трансформаций экономики рыночных отношений, вследствие большого числа самостоятельно функционирующих организаций-участников ИСД, значительно возрастают последствия от принимаемых решений, объем и сложность «стыковых» задач проектной системологии формирования и принятия интегрированных инженерных и управленческих решений подготовки и научно-технического, и инженерного сопровождения проектов и программ инвестиционно-строительного производства на основе экспертных систем и программных средств их разработки с применением ЭВМ.

2. Определенные предметные области знаний комплексного инжиниринга в части разработки экспертных систем для подготовки инвестиционно-строительного производства и управления Проектом и программой строительства требуют не столько расчетных процедур и вычислительных операций, сколько логического (содержательного) анализа, синтеза и адаптивности, неформальных методов, качественных оценок и опыта специалистов.

3. В числе первоочередных направлений разработки могут быть избраны и практически реализованы те «стыковые» задачи, решение которых является определяющим для реализации Проектов-объектов строительства – это распределение объемов инвестиций и работ между участниками ИСД, технико-экономическое обоснование эффективности инвестиций ТЭОИ и ТЭО Проекта в выработке технического задания на проектирование объекта строительства, проектирование методов и средств строительства, эксплуатации и реноваций на этапах и стадиях жизненного цикла П-ОС, принятие рациональных интегрированных решений по монтажу технологической и строительной частей Проекта, мониторинг эксплуатации и реновации П-ОС и многие др.

4. Применение рассматриваемых информационных компьютерных технологий и экспертных систем позволят обеспечивать повышение качества интеграции знаний, образования и обоснованности оценок принимаемых организационно-технологических, управленческих и судебно-экспертных и др. решений в сфере проектной системологии ИСД.

5. Целесообразно ввести спецкурс учебных знаний для переподготовки специалистов и повышения их квалификации по теории и практике строительно-технической экспертизы в проектировании и управлении строительством.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абарыков, В. П. Оптимизация системы проектирования в строительстве [Текст] / В. П. Абарыков. – М. : Изд-во «Грааль», 2000. – 321 с.
2. Богомолов, Ю. М. Экспертные системы в управлении строительством [Текст] / Ю. М. Богомолов // Системотехника : сб. / под ред. А. А. Гусакова. – М. : Фонд «Новое тысячелетие», 2002. – С. 537–558.
3. Бутырин, А. Ю. Теория и практика судебной строительно-технической экспертизы [Текст] / А. Ю. Бутырин. – М. : Изд-во Дом «Городец», 2006. – 822 с.
4. Гмышинский, В. Г. Инженерное прогнозирование в технологии строительства [Текст] / В. Г. Гмышинский. – М. : Стройиздат, 1988. – 296 с.
5. Экспертные системы в проектировании и управлении строительством [Текст] / А. А. Гусаков, Н. И. Ильин (Россия), Х. Эдем (США) [и др.] ; Под редакцией А. А. Гусакова. – М. : Стройиздат, 1995. – 295 с.
6. Гусаков, А. А. Применение эвристического метода оценки показателей при экспертизе проектов [Текст] : Методические рекомендации / А. А. Гусаков, Д. С. Ткаченко. – М. : ЦНИПИИАСС, 1976. – 38 с.
7. Джонс, Дж. К. Методы проектирования [Текст] : перевод с английского языка / Дж. К. Джонс. – М. : Мир, 1986. – 326 с.

8. Емельянов, С. В. Многокритериальные методы принятия решений [Текст] / С. В. Емельянов, О. И. Ларычев // Математика, кибернетика : Сб. – 1985. – № 10. – М. : Знание, 1985. – С. 12–18.
9. Измайлова, О. В. Методы принятия богатокритерийных решений в информационных системах [Текст] / О. В. Измайлова. – К. : КНУБА, 2002. – 112 с.
10. Ильин, Н. И. Оценка качества проектов на базе экспертных систем [Текст] / Н. И. Ильин, С. Н. Замятина // Проектирование и инженерные изыскания. – 1991. – № 3. – С. 15–19.
11. Системы менеджмента качества. Требования [Текст] : ИСО 9001–2001. – М. : ИПК Издательство стандартов, 2002. – 16 с.
12. Литвак, Б. Г. Экспертиза информации – методы получения и анализа [Текст] / Б. Г. Литвак. – М. : Радио и связь, 1992. – 184 с.
13. Мастаченко, В. Н. Экспертные системы в проектировании, исследованиях и строительстве [Текст] / В. Н. Мастаченко // Проектирование и инженерные изыскания. – 1989. – № 4. – С. 17–20.
14. Манфред, Ю. Б. Использование экспертных оценок при решении экономико-организационных задач [Текст] / Ю. Б. Манфред. – М. : МИСИ, 1989. – 83 с.
15. Нейлор, К. Как построить свою экспертную систему [Текст] / К. Нейлор. – М. : Энергоатомиздат, 1990. – 231 с.
16. Нестеров, А. В. Экспертная деятельность [Текст] / А. В. Нестеров // Вопросы оценки. – 1997. – № 1. – С. 36–43.
17. Павлов, Н. Нормативно-правовое регулирование инженерного сопровождения инвестиций при реализации инвестиционно-строительных проектов [Текст] / Н. Павлов // Стройинформ. – 2000. – № 11/239. – С. 42–46.
18. Попов, Э. В. Экспертные системы. Решение неформализованных задач в диалоге с ЭВМ [Текст] / Э. В. Попов. – М. : Наука, 1987. – 288 с.
19. Программно-математические методы информатики в системном моделировании [Текст] : Сб. трудов ВНИИ системных исследований (1980–1990 гг.) / ВНИИ системных исследований. – М. : ВНИИСП, 1991. – 218 с.
20. Тимченко, А. А. Основы информатики системного проектирования объектов новой техники [Текст] / А. А. Тимченко, А. А. Родионов ; Институт кибернетики им. В. М. Глушкова. – К. : Наукова думка, 1991. – 152 с.
21. Системи технологій життєвого циклу інвестиційно-будівельної сфери діяльності [Текст] / Р. Б. Тяч, П. Е. Уваров, С. В. Иванов [и др.]. – Дніпропетровськ : Изд-во Маковецкий Ю. В., 2010. – 344 с.
22. Уваров, П. Е. Принципи інтегрованого організаційно-технологічного проектування інвестиційно-будівельної діяльності [Текст] : автореф. дис ... канд. техн. наук / П. Е. Уваров. – Дніпропетровськ : ПДАБА, 2008. – 20 с.
23. Экспертные системы: состояние и перспективы [Текст] / Под редакцией Д. А. Поспелова. – М. : Наукова думка, 1989. – 252 с.

Получено 14.10.2011

А. М. ЮГОВ ^а, П. Є. УВАРОВ ^б, М. Є. ШПАРБЕР ^б
 КЕРУВАННЯ ОЦІНКОЮ ЯКОСТІ ПРИЙНЯТТЯ (ВИБОРУ) ІНЖЕНЕРНИХ
 РІШЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЕКТУВАННЯ І УПРАВ-
 ЛІННЯ ПРОЕКТАМИ НА ОСНОВІ ЕКСПЕРТНИХ СИСТЕМ (КОНЦЕПТУАЛЬ-
 НО-МЕТОДИЧНІ ПРИНЦИПИ)

^а Донбаська національна академія будівництва і архітектури, ^б Східноукраїнський на-
 ціональний університет ім. В. Даля (м. Луганськ)

У статті розглянуті: системологія експертних систем для організаційно-технологічного проектування
 інвестиційно-будівельного виробництва; оцінка якості прийняття інженерних рішень і інтелектуалі-
 зації функцій економічного аналізу, планування й керування проектом і діяльністю будівельних органі-
 зацій.

**інформаційні технології, аналіз і оцінка експертних систем, проектна системологія й комплексний інжині-
 ринг баз знань і даних, склад і структура експертних систем, стадії, етапи й засоби розробки**

ANATOLIY YUGOV ^a, PAVLO UVAROV ^b, MARINA SHPARBER ^b
MANAGEMENT OF A MARK OF QUALITY OF ACCEPTANCE (CHOICE) OF
ENGINEERING DECISIONS OF ORGANIZATIONAL-TECHNOLOGICAL
DESIGNING AND MANAGEMENT OF PROJECTS ON THE BASIS OF EXPERT
SYSTEMS (CONCEPTUALLY-METHODICAL PRINCIPLES)

^a Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, ^b Dahl Easten Ukrainian National University (Lugansk)

In article there are: systemology constructions of expert systems for organizational-technological designing of investment-building manufacture; a mark of quality of acceptance of engineering decisions and intellectualization of functions of the economic analysis, planning and management of the project and activity of the building organizations.

information technology, the analysis and a mark of expert systems, design systemology and complex engineering of knowledge bases and the data, structure of expert systems, stages and working out means

Югов Анатолий Михайлович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проектування, монтаж, експлуатація, технічна діагностика, оцінка технічного стану, реконструкція та підсилення будівельних металевих конструкцій, технологія та організація робіт при будівництві та реконструкції будівель та споруд.

Уваров Павло Євгенович – к. т. н., доцент кафедри міського будівництва та господарства Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля, дійсний член Академії будівництва України. Наукові інтереси: розвиток загальної методики інтегрованого організаційно-технологічного проектування і управління проектами інвестиційно-будівельної діяльності. Участь у розробці будівельних норм проектування.

Шпарбер Марина Євгенівна – старший викладач кафедри міського будівництва та господарства Східноукраїнського національного університету ім. В. Даля. Наукові інтереси: підвищення ефективності керування вартістю реалізації проектів інвестиційно-будівельної діяльності

Югов Анатолий Михайлович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: проектирование, монтаж, эксплуатация, техническая диагностика, оценка технического состояния, реконструкция и усиление строительных металлических конструкций, технология и организация работ, при строительстве и реконструкции зданий и сооружений.

Уваров Павел Евгеньевич – к. т. н., доцент кафедры городского строительства и хозяйства Восточноукраинского национального университета им. В. Даля, действительный член Академии строительства Украины. Научные интересы: развитие общей методики интегрированного организационно-технологического проектирования и управления проектами инвестиционно-строительной деятельности. Участие в разработке строительных норм проектирования.

Шпарбер Марина Евгеньевна – старший преподаватель кафедры городского строительства и хозяйства Восточноукраинского национального университета им. В. Даля. Научные интересы: повышение эффективности управления стоимостью реализации проектов инвестиционно-строительной деятельности

Anatoliy Yugov – DSc (Eng.), Professor, Head of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: design, assembly, used, examination structural steelwork, technological processes at erection building.

Pavlo Uvarov – PhD (Eng.), the Associate Professor of the Municipal Facilities and Costruction Department of Dahl Easten Ukrainian National University, Academician of Academy of Civil Engineering of Ukraine. Scientific interests: development of the general methods of implementastion and processing design and projects management of investment-building activity. Participation in elaboration of building size standards of designing.

Marina Shparber – the senior lecturer of the Municipal Facilities and Costruction Department of Dahl Easten Ukrainian National University. Scientific interests: enhancing of management efficiency in cost of realization of projects of investment-building activity.

УДК 692.232.7:691.328

В. В. ТАРАН, Г. В. ІХНО, Д. Є. БЕРШАДСЬКА, Т. Г. ТИМОШКОВА
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

УЛАШТУВАННЯ ПЕРЕКРИТТІВ У НЕЗНІМНІЙ ОПАЛУБЦІ СИСТЕМИ PLASTBAU (ПЛАСТБАУ)

Одним з напрямків зниження енерговитрат під час експлуатації житлових будинків може бути використання сучасних матеріалів з високими теплоізолювальними властивостями. Завдяки улаштуванню перекриттів у незнімній опалубці системи PLASTBAU підвищуються тепло- та звукоізоляційні показники. У статті на прикладі системи «Термодім» розглянуто основні заходи щодо забезпечення геометричної сталості конструкцій перекриттів під час улаштування в незнімній опалубці. Наведено переваги цієї системи, сфери її застосування та поради фахівців.

незнімна опалубка, пінополістирол, пластбау, монтаж, сендвіч панелі.

Одним з варіантів вирішення енергонезалежності України могло б стати застосування енергоощадних технологій, передусім у будівництві як складової економіки держави.

На сьогодні на будівельному ринку України пропонуються різноманітні технологічні рішення, серед них:

- система будівельних блоків з легкого бетону з високими теплоізолювальними властивостями;
- ізоляція стін з повітряним прошарком, що заповнюється теплоізолювальним матеріалом;
- сендвіч-панелі;
- система під назвою «Термодім».

Розглянемо систему «Термодім» (відому ще як «Termohouse») з оригінальної назви технології «Insulating Concrete Form (ICF)», перекладається як «теплоізолювальна бетонна форма» (ТБФ).

ТБФ – є революцією глобального потенціалу галузі для житлових, комерційних і організаційних змін. На цей час на ринку будівництва США ТБФ складає близько 6 % нового житлового будівництва і зростає швидкими темпами. Будинок з ТБФ прискорює темпи будівництва в порівнянні з іншими методами, оскільки його перевагами є:

- неперевершена зручність;
- вільне планування;
- ефективність використання енергії.

Суть цієї системи полягає в сполученні залишеної пінополістирольної уніфікованої опалубки (ще відомої як модуль-блок (рисунк 1) розмірами 600×300×195 та монолітного залізобетону з використанням литих бетонних сумішей, що виключають або істотно зменшують вібрування. Залишена опалубка використовується в подальшому як тепло- і звукоізолювальний матеріал; волого-, морозо- та вогнестійкість забезпечуються зовнішнім та внутрішнім шарами штукатурки стін та стель, а також конструкціями підлог. Для подачі та укладки бетонної суміші застосовується комплект малої механізації.

Після улаштування арматури, замоноличування перекриттів та порожнин в залишеній опалубці виникають рамні або рамно-в'язеві каркасно-плитні конструкції, здатні сприймати всі види навантажень, що діють на будинок.

Армування несучих конструкцій перекриттів призначається за розрахунком на дію силових та вогневих впливів, при цьому розрахунковим сполученням є сума нормативного статичного навантаження при одночасній вогневій дії 1 годину.



Рисунок 1 – Типовий модуль-блок для перекриття.

Проектний клас бетону за міцністю на стиск може бути В15, В20, В25 та В30. Марка за зручністю укладки – П4, найбільша крупність заповнювачів – 10...15 мм.

При проектуванні, будівництві та експлуатації будинків системи «Термодім», необхідно враховувати вимоги чинних ДБН В.2.6-6-95 [1].

Для міжповерхових перекриттів і дахів незмінна опалубка системи PLASTBAU (ПЛАСТБАУ) виготовлена з пінополістиролу EPS 100, у подовжньому напрямку в неї три наскрізних канали (рис. 2 і 3). Ширина незмінної опалубки – 0,6 м, а довжина може бути різною – у межах від 2 до 12 м.

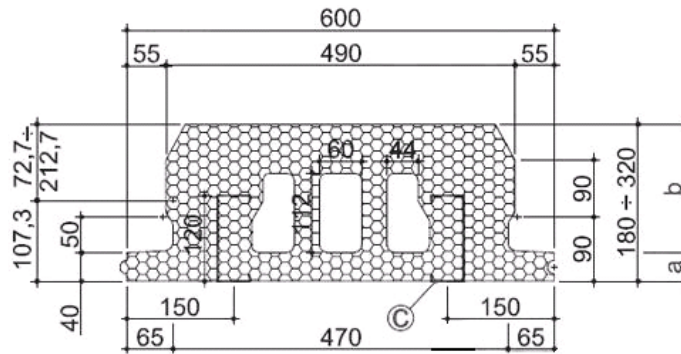


Рисунок 2 – Поперечний переріз незмінної опалубки PLASTBAU (ПЛАСТБАУ) для міжповерхових перекриттів і настилу даху.

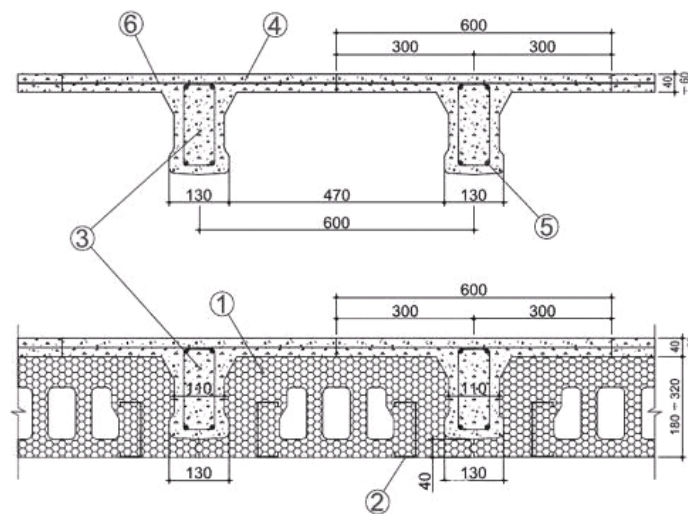


Рисунок 3 – Ребристе перекриття, створене з використанням незмінної опалубки: 1 – незмінна опалубка перекриття; 2 – оцинкований сталевий U-профіль; 3 – залізобетонні ребра перекриття; 4 – залізобетонна плита перекриття; 5 – робоча арматура ребер; 6 – арматура плити.

Висота опалубки – від 180 до 320 мм. Товщина нижнього шару (а) пінополістиролу опалубки незмінна – 40 мм, висота наскрізних каналів також однакова – 112 мм. Міняється товщина (b) верхнього пінополістирольного шару елементів – вона залежить і від теплотехнічного розрахунку, і від розрахунку несучої здатності. У подовжньому напрямку в незнімній опалубці розміщені два перфорованих оцинкованих сталевих U-профілі висотою (с) 120 мм, що призначені і для збільшення несучої здатності, і для кріплення оздоблювального облицювання. Слід зазначити, що цю опалубку використовують для бетонування як міжповерхових перекриттів, так і покрівельного настилу. Нахил даху може бути до 20°.

Важливість забезпечення високої якості вихідного продукту будівництва забезпечується насамперед системами контролю якості. Розглянемо основні заходи з забезпечення геометричної сталості конструкції перекриття.

По-перше, перед початком процесу бетонування (після закінчення нівелювання) середню зону плити між несучими конструкціями необхідно піднімати на 10–20 мм. Досягається це за допомогою підйому рівня гайками стійок. Точність зони перевищення й величина підйому опалубки не відіграють великої ролі, головне – виключити початковий прогин конструкції плити в середині прогону в порівнянні із зонами навколо колон (рисунок 4). Бажано перевірити 100 % поверхні, що формується, але не менш 50 %. У першу чергу перевіряти зони з великим прогином. Виявивши перевищення прогину більше 5 мм, варто перевірити рівень бетону верху плити в цьому ж квадраті, причому всі точки зафіксувати дюбелями.

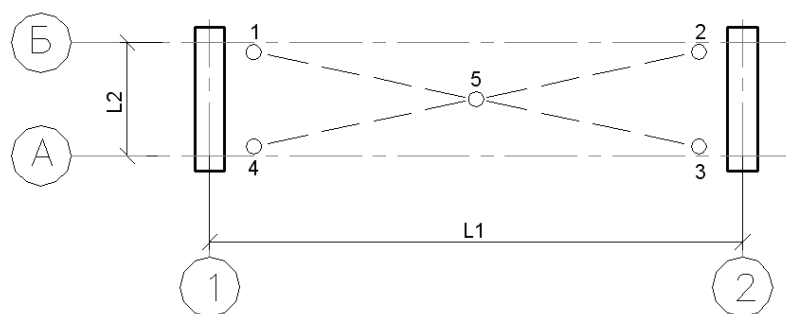


Рисунок 4 – Приклад виключення початкового прогину: положення точок 1, 2, 3, 4 – якнайближче до колон; положення точки 5 – якнайближче до центра.

Дуже важливий момент – демонтаж столів, цю операцію дозволяється робити тільки після набирання не нижче 80 % проектної міцності бетону. При класі бетону В-30 це становить 320 кг/см².

За результатами перевірок варто скласти виконавчу схему й вести контроль протягом усього будівництва. Виміри робити не рідше 1 разу на місяць, зняття страхувальних стійок обов'язкове.

Основні переваги перекриттів у незнімній опалубці системи PLASTBAU:

- елементи перекриття можна замовляти необхідної довжини, у цьому випадку немає необхідності в якому-небудь їхньому різанні чи подовженні;
- максимальна довжина елементів перекриття – 12 м;
- невелика маса елементів перекриття (~7 кг/м²) дозволяє всі роботи з їхнього переміщення виконувати вручну без використання піднімальних механізмів;
- кінці елементів перекриття спираються на несучі стіни тимчасові чи опори;
- опору можна виконувати на таких конструкціях стін, що витримують навантаження, яке створюється конструкціями важкого залізобетонного перекриття чи даху. Прикладом може бути незнімна опалубка для стін системи PLASTBAU (ПЛАСТБАУ), стіні з легкобетонних блоків чи цегли.

Будівництво вже давно є запорукою високого рівня життя населення. Житло, місця роботи, заклади культури, освіти, науки та шляхи сполучення – для всього цього необхідно будівництво нових і нових будівель і споруд.

Будівельна система «Термодім» призначена не тільки для зведення індивідуальних, блочних і багатоповерхових житлових будинків, але і шкіл, лікарень, дитячих садів, готелів, підприємств харчування, виробничих цехів, складів, овочесховищ, холодильників, гаражів, сервісних центрів, та ін., що відносить її до розряду універсальних будівельних систем.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Державні будівельні норми. Конструкції будинків та споруд. Проектування, будівництво та експлуатація будинків системи «ПЛАСТБАУ» [Текст] : ДБН В.2.6–6–95. – Вводяться вперше ; введ. 1995–01–01. – Київ : Держкоммістобудування, 1997. – 96 с.
2. Державні будівельні норми. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування [Текст] : ДБН В.1.2–2:2006. – Замість СНиП 2.01.07–85, за винятком розділу 10 ; надано чинності 2007–01–01. – Київ : Мінбуд України, 2006. – 75 с.
3. Государственные строительные нормы. Конструкции зданий и сооружений. Покрытия зданий и сооружений [Текст] : ДБН В.2.6–14–97. Том 1, 2, 3. – Введ. 2000–01–01. – К. : Госкомградостроительства Украины, 1998. – 109 с.
4. Строительные нормы и правила. Геодезические работы в строительстве [Текст] : СНиП 3.01.03–84. – Взамен СНиП III–2–75 ; введ. 1985–07–01. – М. : ЦИТП, 1985. – 28 с.
5. Строительные нормы и правила. Бетонные и железобетонные конструкции : СНиП 2.03.01–84*. – Взамен СНиП II–21–75 и СН 511–78 ; введ. 1986–01–01. – М. : Госстрой СССР, 1989. – 99 с.

Отримано 15.09.2011

В. В. ТАРАН, А. В. ИХНО, Д. Е. БЕРШАДСКАЯ, Т. Г. ТИМОШКОВА УСТРОЙСТВО ПЕРЕКРЫТИЯ В НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКЕ СИСТЕМЫ PLASTBAU (ПЛАСТБАУ)

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

Одним из направлений снижения энергозатрат во время эксплуатации жилых домов может быть использование современных материалов с высокими теплоизолирующими свойствами. Благодаря устройству перекрытий в несъемной опалубке системы PLASTBAU повышаются тепло- и звукоизоляционные показатели. В статье на примере системы «Термодом» рассмотрены основные мероприятия по обеспечению геометрического постоянства конструкций перекрытий во время устройства в несъемной опалубке. Приведены преимущества данной системы, области ее применения и советы специалистов.

несъемная опалубка, пенополистирол, пластбау, монтаж, сэндвич-панели

VALENTINA TARAN, ANNA IHNO, DARIA BERSHADSKAIA, TATYANA TIMOSHKOVA DEVICE OVERLAPPING IN NOREMOVE OPALUBKE SYSTEMS PLASTBAU (PLASTBAU)

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

One of the methods of energy eivation of block of flats can be application of present dfn building materials with high heat insulating properties. Heat and soundproof factors increase due to device of clabs in forms of system PLASTBAU. In article on example of the system «Termohouse» are considered main actions on provision geometric constancy design overlapping during device in noremove opalubke. There are the advantage of given system, area of using and advices of specialists.

fixed formwork, expanded polystyrene, plastbau, mounting, sandwich panels

Таран Валентина Володимирівна – асистент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: технологічний процес улаштування порожнин в монолітних плитах перекриття.

Іхно Ганна Володимирівна – асистент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проектування, монтаж, експлуатація, технічна діагностика, оцінка технічного стану, реконструкція та підсилення будівельних металевих конструкцій, технологія та організація робіт при будівництві та реконструкції будівель та споруд.

Бершадська Дар'я Євгенівна – старший лаборант кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: зведення монолітних перекриттів в незнімній опалубці.

Тимошкова Тетяна Григорівна – зав. лабораторії кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: зведення монолітних перекриттів в незнімній опалубці.

Таран Валентина Владимировна – ассистент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: технологический процесс устройства пустот в монолитных плитах перекрытия.

Ихно Анна Владимировна – ассистент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: проектирование, монтаж, эксплуатация, техническая диагностика, оценка технического состояния, реконструкция и усиление строительных металлических конструкций, технология и организация работ при строительстве и реконструкции зданий и сооружений.

Бершадская Дарья Евгеньевна – старший лаборант кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: возведение монолитных перекрытий в несъемной опалубке.

Тимошкова Татьяна Григорьевна – зав. лабораторией кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: возведение монолитных стен в несъемной опалубке.

Valentina Taran – assistant of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technological process of device of emptiness in the monolithic flags of ceiling.

Anna Ihno – assistant of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: designing, installation, operation, technical diagnostics, an estimation of a technical condition, reconstruction and strengthening of building metal designs, processing and technique at refurbishment of structures and constructions.

Daria Bershadskaiia – a laboratory assistant of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: erection of monolithic overlapping in a fixed timbering.

Tatiana Timoshkova – Head of the laboratory of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: erection of monolithic overlapping in a fixed timbering.

УДК 691.3:693.6

С. В. КОЖЕМЯКА, А. Н. КОСТЫРСКИЙ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА СУХИХ ШТУКАТУРНЫХ СМЕСЕЙ

В данной статье авторы анализируют требования украинских и европейских нормативных документов к поверхностям строительных конструкций, подлежащих оштукатуриванию. Приводят методику оценки качества поверхностей, изложенную в немецком промышленном стандарте DIN 18 202. Указывают на несоответствие нормативных документов, действующих в Украине, европейским нормам. Устанавливают влияние качества поверхности стен на расход штукатурной смеси при выполнении внутренней штукатурки стен механизированным способом. Предлагают метод определения расхода сухих штукатурных смесей в соответствии с основным положением DIN 18 202. Показывают повышение расхода штукатурных смесей в зависимости от качества поверхности стен.

сухая штукатурная смесь, поверхности, оценка качества, требования, неровности, отклонения, толщина слоя, расход

ВВЕДЕНИЕ

Штукатурка – самый распространенный способ выравнивания поверхностей строительных конструкций и их подготовки к дальнейшей отделке.

Применение гипсовых штукатурок позволяет добиться качества поверхностей, фактически исключая или предельно минимизирующего шпательные работы. Такие поверхности практически готовы к прямому нанесению декоративного покрытия (гладкие и структурные краски, декоративные штукатурки, обои и др.) [1, 2, 3].

Современные механизированные технологии по выполнению гипсовых штукатурок позволяют полностью исключить применение подсобной рабочей силы при работе автономного звена. Простота и надежность применяемого оборудования не требуют присутствия механиков, электриков, сантехников, грузчиков и т.д. в составе звена. Весь полный цикл производства работ выполняется самими штукатурками, что позволяет добиться максимальной эффективности проведения работ [4].

Свойства и качество смесей играют ключевую роль в механизированных технологиях и должны соответствовать требованиям действующих в Украине нормативных документов [2, 3, 5].

В соответствии с рекомендациями ведущих производителей нормы расхода сухих штукатурных смесей не учитывают отклонения поверхности стен от плоскости и вертикали. Поэтому фактический расход смеси значительно превышает расход, приведенный производителем в технических листах.

Исходя из этого был проведен анализ требований украинских и европейских нормативных документов по качеству поверхностей строительных конструкций, подлежащий дальнейшей отделке.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Основаниями для выполнения штукатурных работ служат поверхности сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций, а также конструкций из кирпича или естественных камней.

Наличие впадин и выступов, бугров и наплывов, а также отклонений поверхностей стен от вертикали или горизонтали ведет к увеличению затрат труда и материалов, ухудшению качества штукатурных работ.

В Украине приемку законченных конструкций или частей сооружений регламентируют строительные нормы – СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции (таблица 1).

© С. В. Кожемяка, А. Н. Костырский, 2011

Таблица 1 – Нормативные требования к качеству поверхностей из различных материалов

Контролируемые поверхности	Допуски
1. Монолитные железобетонные конструкции	
Отклонение линий плоскостей пересечения от вертикали или проектного наклона на всю высоту конструкций для:	
стен и колонн, поддерживающих монолитные покрытия и перекрытия	15 мм
стен и колонн, поддерживающих сборные балочные конструкции	10 мм
Отклонение горизонтальных плоскостей на всю длину выверяемого участка	20 мм
Местные неровности поверхности бетона	5 мм
2. Сборные железобетонные конструкции	
Отклонение от вертикали верха плоскостей: панелей несущих стен и объемных блоков	10 мм
крупных блоков несущих стен	12 мм
перегородок, навесных стеновых панелей	12 мм
3. Конструкции из кирпича	
Отклонение поверхностей и углов кладки от вертикали на один этаж для стен и столбов	10 мм
Неровности на вертикальной поверхности кладки	5 мм

Поверхности сборных элементов должны удовлетворять требованиям стандартов и технических условий на соответствующие изделия.

По мнению специалистов, даже при соблюдении нормативных допусков толщина штукатурного слоя в отдельных местах может составлять как минимум 20 мм при минимальной толщине намета 10 мм, что увеличивает объем наносимой штукатурной смеси до 30 % при высоте помещения 3 м. Целью проведенных экспериментальных исследований являлась проверка теоретических расчетов на численных моделях.

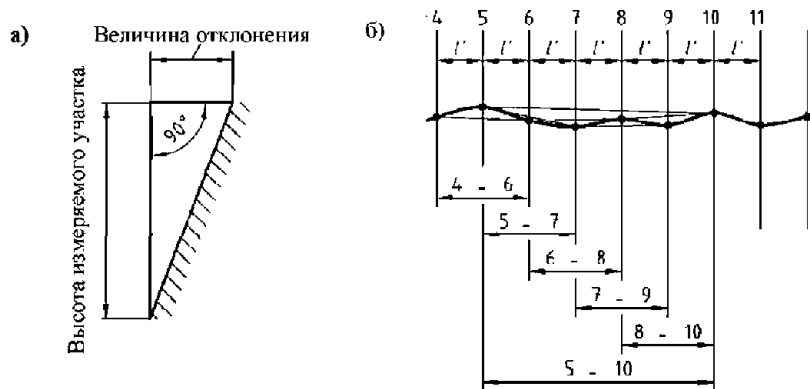


Рисунок 1 – Определение отклонений; а) от вертикали; б) неровностей путем нивелирования поверхности, где l – шаг линий модульной сетки; 4...11 – номера точек.

Расчет объемов штукатурной смеси производился по отклонениям, полученным путем нивелирования поверхности стен из различных материалов. Для провешивания поверхностей применялся лазерный линейный нивелир – построитель плоскости. Площадь стен делилась модульной сеткой с интервалами модульных линий 500 мм. Отклонения поверхности измерялись в точках, расположенных в вершинах образованных квадратов. Отклонения плоскостей стен от вертикали определялось на каждом участке, который при высоте помещения 3 м состоял из 6 квадратов (рис. 2, 3). Количество вертикальных участков зависело от длины провешиваемой стены.

Для оценки качества оснований под штукатурку была использована методика, изложенная в немецком стандарте DIN 18 202 (рис. 1).

Если на поверхности стены обнаружено особо выпуклое место, удалить которое не представляется возможным, то установку маяков следует начинать с выпуклости, чтобы на ней обеспечить необходимую минимальную толщину штукатурного слоя.

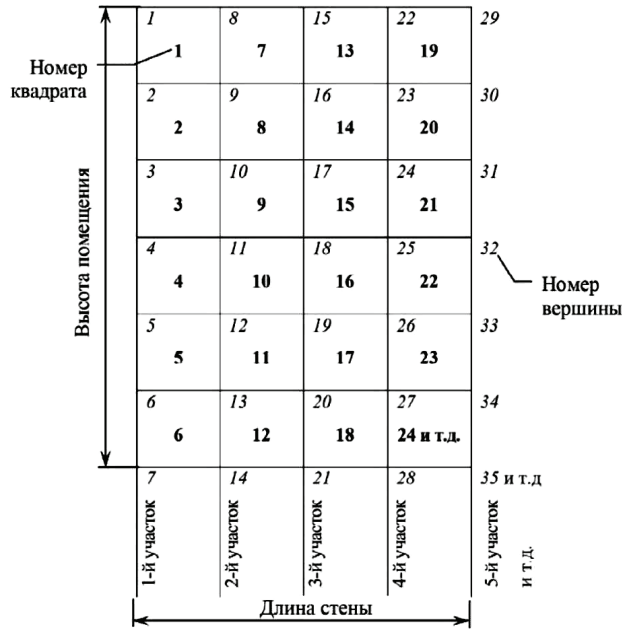


Рисунок 2 – Схема нивелирования поверхности основания.

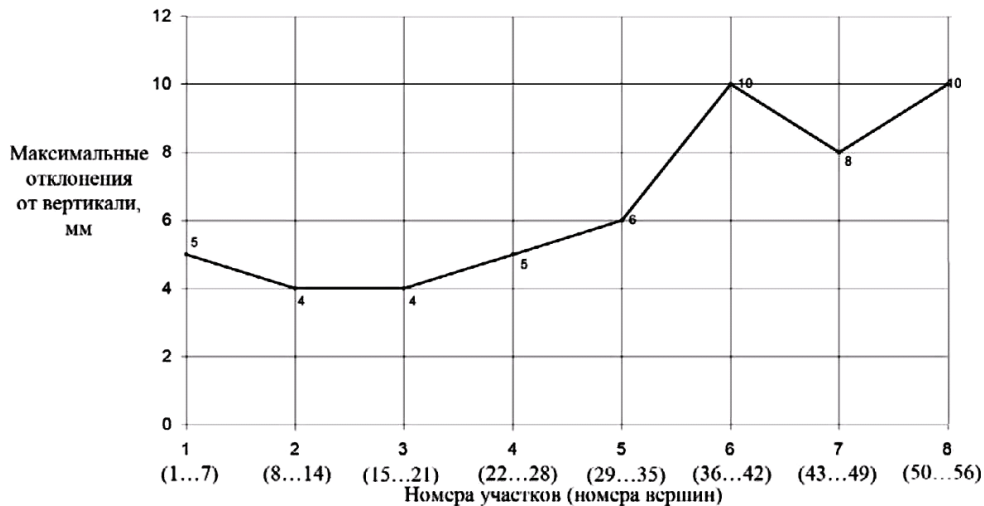


Рисунок 3 – Определение отклонения стены от вертикали по участкам.

Для монолитной бетонной стены (нормативные отклонения поверхности 5 мм) методом компьютерного моделирования был определен перерасход штукатурной смеси, который составил – 14 % (минимальная толщина штукатурного слоя 12 мм, площадь стены 12 м²). Что касается кирпичных стен (нормативные отклонения поверхности 10 мм), то перерасход составил 37 % при той же толщине слоя и площади поверхности. Полученные данные показали, что расход штукатурной смеси тесно связан с качеством основания под неё.

На основании экспериментальных исследований установили, что при средней толщине слоя 16...37 мм перерасход сухой смеси составил 49...80 %. Построен график зависимости расхода сухой смеси от средней толщины штукатурного слоя (рис. 4).

ВЫВОД

Анализ требований, предъявляемых к законченным строительным конструкциям, позволил выявить несоответствие нормативных документов, действующих в Украине, европейским нормам. Раз-

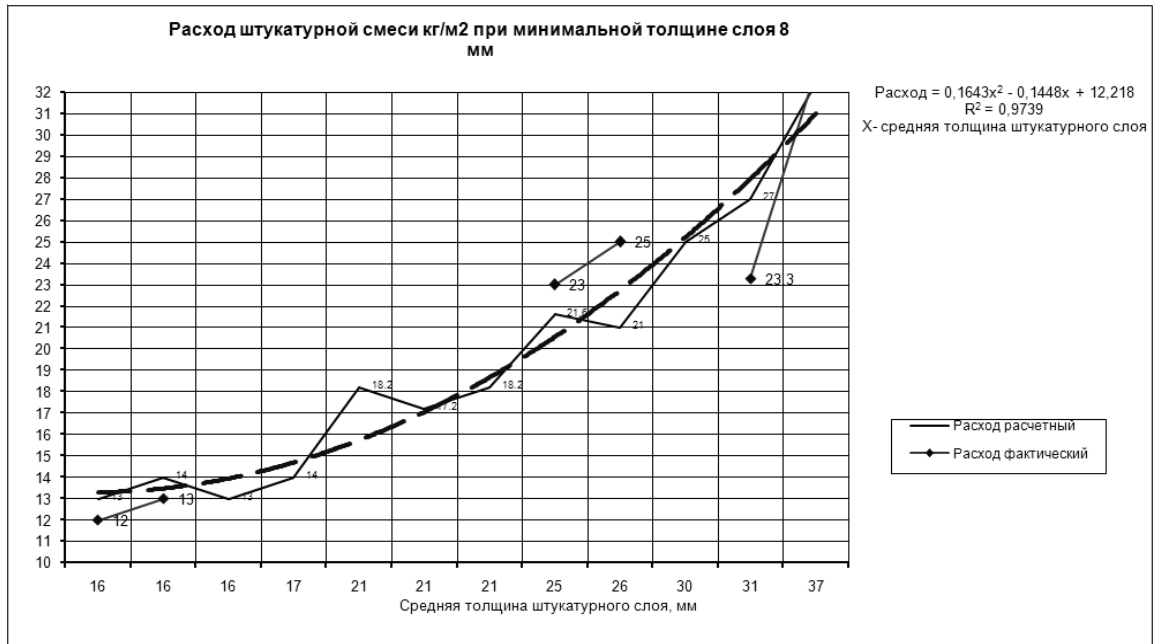


Рисунок 4 – Расход штукатурной смеси.

работана методика оценки качества оснований под штукатурку, соответствующая основным положениям европейских норм, которая позволила уточнить фактический расход сухих смесей. Полученные результаты исследований показывают повышение расхода штукатурных смесей на 49...80 % в зависимости от качества поверхности стен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Строительные нормы и правила. Несущие и ограждающие конструкции [Текст] : СНиП 3.03.01–87. – Взамен СНиП III–15–76, СН 383–67, СНиП III–16–80, СН 420–71, СНиП III–18–75, СНиП III–17–78, СНиП III–19–76, СН 393–78 ; введ. 1988–07–01. – М. : Госстрой СССР, 1988. – 190 с.
2. Державні будівельні норми. Конструкції будинків і споруд. Улаштування покриттів із застосуванням сухих будівельних сумішей [Текст] : ДБН В.2.6–22–2001. – Вводяться вперше ; введ. 2002–01–01. – К. : Державний комітет будівництва, архітектури і житлової політики України, 2001. – 49 с.
3. Строительные нормы и правила. Изоляционные и отделочные покрытия [Текст] : СНиП 3.04.01–87. – Взамен: СНиП III–20–74*, СНиП III–21–73*, СНиП III–В.14–72, ГОСТ 22753–77, ГОСТ 22844–77, ГОСТ 23305–78 ; введ. 1988–07–01. – М. : ЦИТП, 1988. – 67 с.
4. Кожемяка, С. В. Оценка качества штукатурных покрытий [Текст] / С. В. Кожемяка, Д. А. Хохрякова // Современные проблемы строительства : Ежегод. науч.-техн. сборник. – 2009. – Вып. № 7(12). – С. 185–190.
5. Будівельні матеріали. Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови [Текст] : ДСТУ П Б В.2.7.–126:2006. – Уведено вперше ; чинний від 2006–10–01. – К. : Міністерство будівництва, архітектури та житлово-комунального господарства України, 2006. – 35 с.

Получено 29.09.2011

С. В. КОЖЕМЯКА, А. М. КОСТИРСЬКИЙ
ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТ СУХИХ ШТУКАТУРНИХ СУМІШЕЙ
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У цій статті автори аналізують вимоги українських і європейських нормативних документів стосовно поверхонь будівельних конструкцій, що підлягають оштукатурюванню. Наводять методику оцінки якості поверхонь, викладену в німецькому промисловому стандарті DIN 18 202. Вказують на невідповідність нормативних документів, що діють в Україні, європейським нормам. Встановлюють вплив якості поверхні стін на витрату штукатурної суміші при виконанні внутрішньої штукатурки стін механізованим методом. Пропонують метод визначення витрат сухих штукатурних сумішей відповідно до основних положень DIN 18 202. Показують підвищення витрат штукатурних сумішей залежно від якості поверхні стін.

суха штукатурна суміш, поверхні, оцінка якості, вимоги, нерівності, відхилення, товщина шару, витрати

SERGIY KOZHEMYAKA, ANTON KOSTIRSKIY
DEFINITION OF DRY PLASTER MIXTURES CONSUMPTION
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

In given article author analyzes of the Ukrainian and European standard documents requirements for of the building structures surfaces which are subjected plastering has been carried out. Results a technique of quality estimation of the surfaces, has been given which stated in German industrial standard DIN 18 202. Specifies in discrepancy of the standard documents operating in Ukraine, to the European norms. Establishes influence of walls a surface of quality on the plaster mixture consumption internal plastering of walls by the mechanized way. Offers a method of definition of the expense of dry plaster mixes according to substantive provisions DIN 18 202. Shows the consumption of plaster mixtures increasing depending on of walls surface quality.

dry plaster mixture, surfaces, an estimation of quality, the requirement, roughness, unevenness, a layer thickness, the consumption

Кожемяка Сергій Вікторович – кандидат технічних наук, доцент; професор кафедри технології і організації в будівництві Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: технологія і організація робіт при реконструкції будівель і споруд, автоматизація технологічного проектування.

Костырський Антон Миколайович – магістр кафедри технології і організації в будівництві Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: технологія виконання опоряджувальних робіт.

Кожемяка Сергей Викторович – кандидат технических наук, доцент; профессор кафедры технологии и организации в строительстве Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: технология и организация работ при реконструкции зданий и сооружений, автоматизация технологического проектирования.

Костырский Антон Николаевич – магистр кафедры технологии и организации в строительстве Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: технология выполнения отделочных работ.

Sergiy Kozhemyaka – PhD (Eng), Associate Professor; a senior lecture of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: processing and technique at refurbishment of structures and construction, processing designing automation.

Anton Kostirskiy – student of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: processing and technique at refurbishment of structures and construction, processing designing automation.

УДК 624.072.2:69.059.32

А. В. КРУПЕНЧЕНКО, О. М. ПЕТРОСЯН

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

УСИЛЕНИЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ ПОДКРАНОВЫХ БАЛОК ПРИ КОРРОЗИОННОМ ИЗНОСЕ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВУЮЩИХ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

В статье рассматривается вопрос о необходимости усиления подкрановых балок при коррозионном износе в условиях действующих промышленных предприятий. Данная статья содержит результаты исследования изменения величины необходимых затрат при усилении подкрановых балок в зависимости от величины поражения коррозией.

усиление, подкрановые балки, коррозия

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Среди конструкций промышленных предприятий подкрановые балки являются наиболее повреждаемыми конструкциями в зданиях с мостовыми кранами тяжелого и весьма тяжелого режимов работы (6К...8К). Долговечность подкрановых балок определяется интенсивностью работы мостовых кранов. В связи с этим возникает вопрос о целесообразности применения того или иного метода усиления либо замены подкрановой балки.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Методы усиления металлических конструкций исследовали отечественные и зарубежные ученые: Валь В. Н., Горохов Е. В., Уваров Б. Ю., Брудка Я., Лубиньски М., Зюлко Е., Королев В.П., Каланин А. А., Гроздов В. Т., Ведеников В. С., Кикин А. И., Васильев А. А., Кошутин Б. Н., Вольберг Ю. Л. и др. В результате проведена классификация способов усиления по нескольким признакам и выделено шесть основных типов усиления подкрановых балок. В большинстве существующих методик основное внимание уделяется разработке и принятию конструктивных решений по усилению металлических конструкций. Нормативные документы систематизируют основные методы усиления и приводят методики расчета. Однако рекомендаций о выборе рационального способа усиления нет.

ЦЕЛИ СТАТЬИ

Цель данной работы – определение области рационального применения усиления стальных подкрановых балок методом увеличения сечения.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Принятию решений об усилении предшествует анализ фактического состояния конструкции (наличие дефектов и повреждений). Статистический анализ отчетов по обследованию стальных подкрановых конструкций показал, что самыми распространенными являются повреждения опорных креплений (26,1 %).

Поражение коррозией составляет 9 % и может возникнуть из-за нарушения правил эксплуатации, неудачных конструктивных форм, применение несоответствующих конкретной агрессивной среде антикоррозионных покрытий, несвоевременное восстановление конструкций. Коррозия приводит к

снижению срока службы конструкций, а при скорости распространения более 0,1 мм в год особенно опасна для стальных конструкций и может полностью вывести конструкцию из строя.

Для исследования был выбран дефект-коррозия стальной подкрановой балки как наиболее распространенный, и из методов усиления – увеличение сечения сплошным стальным листом (рис. 1).

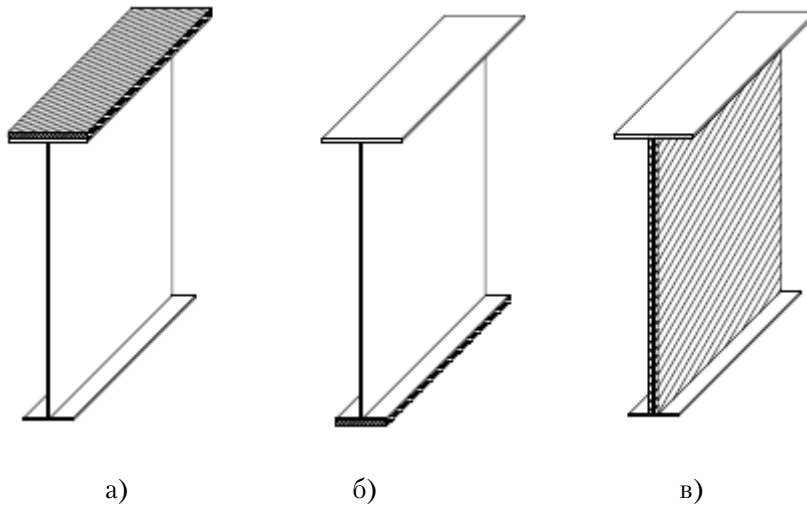


Рисунок 1 – Метод увеличения сечения: а – верхнего пояса; б – нижнего пояса; в – стенки.

В результате расчета стальных подкрановых балок с помощью разработанной методики инженерных расчетов были определены M_1, Q_1 – максимально возможная нагрузка, которую может воспринять сечение подкрановой балки без дефектов, M_2, Q_2 – тоже с учетом дефектов, а так же назначались M_3, Q_3 – нагрузка после усиления.

Произведен расчет 6 типов балок (табл. 1), которые имеют геометрические характеристики, представленные на рис. 2.

Таблица 1 – Исходные данные для расчета

№ п/п	Грузоподъемность крана, Q, т	Давление от колес крана, F, кН	№ подкрановой балки по альбому 1.426.2-3.	Характеристики балки
1.	30	255	12	$h_w = 1390$ мм; $t_w = 10$; $b_f^1 = 400$; $t_f^1 = 14$; $b_f^2 = 250$; $t_f^2 = 10$; $h = 1414$
2.	30	280	13	$h_w = 1390$ мм; $t_w = 12$; $b_f^1 = 400$; $t_f^1 = 14$; $b_f^2 = 250$; $t_f^2 = 10$; $h = 1414$
3.	30	315	14	$h_w = 1390$ мм; $t_w = 12$; $b_f^1 = 400$; $t_f^1 = 14$; $b_f^2 = 360$; $t_f^2 = 10$; $h = 1414$
4.	30	345	15	$h_w = 1390$ мм; $t_w = 12$; $b_f^1 = 400$; $t_f^1 = 18$; $b_f^2 = 400$; $t_f^2 = 10$; $h = 1418$
5.	30	360;380	16	$h_w = 1390$ мм; $t_w = 12$; $b_f^1 = 400$; $t_f^1 = 18$; $b_f^2 = 400$; $t_f^2 = 14$; $h = 1422$
6.	50	365	15	$h_w = 1390$ мм; $t_w = 12$; $b_f^1 = 400$; $t_f^1 = 18$; $b_f^2 = 400$; $t_f^2 = 10$; $h = 1418$

Расчет подкрановых балок выполнялся на нагрузку от двух сближенных кранов. Рассматривались варианты повреждения коррозией отдельно верхнего пояса, нижнего пояса и стенки. В результате получены необходимые объемы металла для усиления верхнего пояса (табл. 2), нижнего пояса (табл. 4) и стенки (табл. 6). На основании рассчитанных объемов работ получены данные по стоимости и трудоемкости усиления (табл. 3, 5, 7).

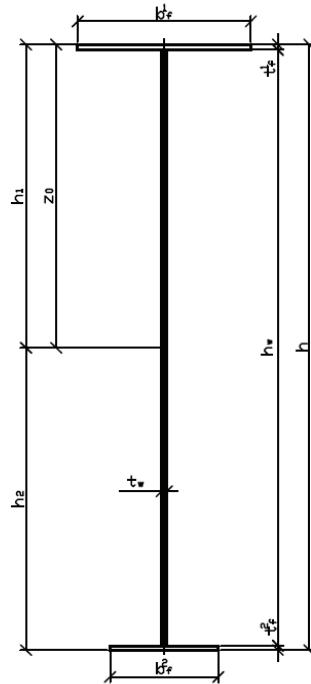


Рисунок 2 – Геометрические характеристики балок.

Таблица 2 – Результаты расчета для верхнего пояса подкрановых балок

Коррозия, %	10	20	30	40	50
	Количество металла усиления, см ²				
Балка 1, 2 (из табл. 1)	Усиление не требуется	–	10	15	20
Балка 3		15	15	20	30
Балка 4, 5, 6		10	15	20	30

Таблица 3 – Данные расчета стоимости и трудоемкости для верхнего пояса

Усиление, см ²	Трудоемкость, тыс.чел.-ч (чел.-дн)	Стоимость, тыс.грн
10	0,298 (37,25)	40,405
15	0,317 (39,625)	41,888
20	0,334 (41,75)	43,372
30	0,374 (46,75)	46,319

Таблица 4 – Результаты расчета для нижнего пояса подкрановых балок

Коррозия, %	10	20	30	40	50
	Количество металла усиления, см ²				
Балка 1, 2 (из табл. 1)	2	10	15	15	20
Балка 3	–	10	15	20	24
Балка 4	5	10	15	20	24
Балка 5	–	–	5	15	20
Балка 6	10	15	20	24	30

Таблица 5 – Данные расчета стоимости и трудоемкости для нижнего пояса

Усиление, см ²	Трудоемкость, тыс.чел.-ч (чел.-дн)	Стоимость, тыс.грн
2	0,449 (56,125)	44,722
5	0,461 (57,625)	45,660
10	0,483 (60,375)	47,219
15	0,503 (62,875)	48,777
20	0,521 (65,125)	50,336
24	0,537 (67,125)	51,508
30	0,562 (70,25)	53,375

Таблица 6 – Результаты расчета для стенки подкрановых балок

Коррозия, %	10	20	30	40	50
	Количество металла усиления, см ²				
Балка 1 (из табл. 1)	–	85	100	105	115
Балка 2, 3, 4, 5, 6	–	–	100	110	120

Таблица 7 – Данные расчета стоимости и трудоемкости для стенки

Усиление, см ²	Трудоемкость, тыс.чел.-ч (чел.-дн)	Стоимость, тыс.грн
85	0,669 (83,625)	66,001
100	0,727 (90,875)	70,582
105	0,749 (93,625)	72,108
110	0,770 (96,25)	73,638
115	0,788 (98,5)	75,163
120	0,808 (101)	76,689

ВЫВОДЫ

Анализ результатов расчетов, выполненных для стальных подкрановых балок, позволил установить, что величина дефектов балок влияет на трудоемкость и стоимость методов усиления.

Данные расчета количества металла усиления показывают, что типовые подкрановые балки имеют запасы прочности и не всегда требуют усиления при коррозионном износе 20 %.

Данная работа показала, что необходимо проанализировать ряд методов усиления подкрановых балок для определения области их рационального применения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Державні будівельні норми. Оцінка технічного стану сталевих конструкцій виробничих будівель і споруд, що знаходяться в експлуатації [Текст] : ДБН 362-92. – Введ. 1992-07-01. – К. : Укрархбудінформ, 1995. – 18 с.
2. Державні будівельні норми. Ремонт і підсилення несучих та огорожувальних будівельних конструкцій і основ промислових будинків та споруд [Текст] : ДБН В.3.1-1-2002. – Вводяться вперше ; введ. 2003-07-01. – К. : Укрархбудінформ, 2003. – 168 с.
3. Строительные нормы и правила. Стальные конструкции. Нормы проектирования [Текст] : СНиП II-23-81*. – Введ. 1981-08-14. – М. : Центральный институт типового проектирования, 1991. – 96 с.
4. Пособие по проектированию стальных конструкций (к СНиП II-23-81* «Стальные конструкции») / ЦНИИСК им. Кучеренко Госстроя СССР. – М. : ЦИТП Госстроя СССР, 1989. – 148 с.
5. Рекомендации по оценке состояния и усилению строительных конструкций промышленных зданий и сооружений [Текст] / НИИСК. – М. : Стройиздат, 1989. – 85 с.
6. Бельский, М. Р. Усиление стальных конструкций [Текст] / М. Р. Бельский, А. Н. Лебедев. – К. : Будівельник, 1981. – 117 с.
7. Валь, В. Н. Усиление стальных каркасов одноэтажных производственных зданий при их реконструкции [Текст] / В. Н. Валь, Е. В. Горохов, Б. Ю. Уваров. – М. : Стройиздат, 1987. – 220 с.
8. Повышение долговечности металлических конструкций промышленных зданий [Текст] / А. И. Кикин, А. А. Васильев, Б. Н. Кошутин [и др.]. – М. : Стройиздат, 1984. – 301 с.

Получено 13.09.2011

Г. В. КРУПЕНЧЕНКО, О. М. ПЕТРОСЯН
ПІДСИЛЕННЯ МЕТАЛЕВИХ ПІДКРАНОВИХ БАЛОК ПРИ КОРОЗІЙНОМУ
ЗНОСІ В УМОВАХ ДІЮЧИХ ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті розглядається питання про необхідність підсилення підкранових балок при корозійному зносі в умовах діючих промислових підприємств. Дана стаття містить результати дослідження зміни величини необхідних витрат при посиленні підкранових балок залежно від величини ураження корозією.
підсилення, підкранові балки, корозія

ANNA KRUPENCHENKO, OLEG PETROSYAN
STRENGTHENING STEEL CRANE RUNWAY BEAMS AT CORROSIVE WEAR IN
THE CONDITIONS OF THE OPERATING INDUSTRIAL ENTERPRISES
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Article examines the necessity of strengthening of crane runway beams at a corrosive wear in the conditions of operating industrial enterprises. This article contains the results of research of change of size of necessary expenses at strengthening of crane runway beams, depending on the size of defeat corrosion.
strengthening, crane runway beams, corrosion

Крупенченко Ганна Вікторівна – асистент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: реконструкція промислових і цивільних споруд.

Петрося Олег Мурадович – к. т. н., доцент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: металеві конструкції промислових і цивільних споруд.

Крупенченко Анна Викторовна – ассистент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: реконструкция промышленных и гражданских зданий.

Петросян Олег Мурадович – к. т. н., доцент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: металлические конструкции промышленных и гражданских зданий.

Anna Krupenchenko – the assistant of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: reconstruction of industrial and civil buildings.

Oleg Petrosyan – PhD(Eng.), the associate professor of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: metallic constructions of industrial and civil buildings.

УДК 624.074.2:624.012.45

Д. В. БЕЛОВ, В. И. МОСКАЛЕНКО

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

СПОСОБ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ КУПОЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

В данной статье приводятся основные причины, затрудняющие возведение монолитных железобетонных купольных конструкций с помощью традиционных опалубочных систем. Показаны преимущества купольных конструкций в области энергосбережения и экономии строительных материалов при возведении перед традиционными решениями. Предложена принципиально новая опалубка, которая позволяет решить некоторые технические трудности при возведении монолитных железобетонных куполов. Детально показано устройство опалубки и принцип её работы на различных стадиях использования, освещена технология возведения монолитных куполов с помощью данной системы. Отражены универсальность, высокая технологичность и основные преимущества подъемной опалубки перед пневматической.

монолитный купол, опалубка купола, кружала, бетонирование, подъемная опалубка, торкретирование**АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ**

Важный путь снижения веса железобетонных зданий и сооружений – применение тонкостенных пространственных конструкций.

В железобетонных пространственных покрытиях, преимущественно двоякой кривизны, резко уменьшается толщина бетонных элементов, а значит и расход бетона и арматуры. В результате вес конструкций снижается на 25–30 %. Однако, при большой экономии материалов и резком снижении веса по сравнению с обычными массивными конструкциями, тонкостенные пространственные конструкции пока еще не дают соответствующего снижения их стоимости в деле. Причина – в трудоемкости их возведения, в необходимости устройства подмостей и опалубки для бетонирования на месте возведения. Следовательно, необходимо совершенствовать прогрессивные пространственные конструкции, чтобы снизить затраты материалов, труда и средств на их возведение.

Железобетонные монолитные купола получили широкое распространение. Для них имеются вполне надежные методы расчета и конструирования. Однако возведение их требует устройства сложной опалубки, стоимость которой соизмерима со стоимостью обшивки оболочки.

Предложения по возведению куполов с пневматической опалубкой к настоящему времени нашли применение для куполов до 30 м. При устройстве деревянной опалубки оборачиваемость её крайне мала.

Поэтому целью статьи является предложение усовершенствованных организационно-технологических решений возведения большепролетных монолитных купольных сооружений за счет применения принципиально нового конструктивно-технологического решения купольной опалубки.

В данной статье предлагается вариант способа возведения монолитных куполов с использованием подъемной опалубки.

Основная задача подъемной опалубки – увеличение пролетов куполов и упрощение технологии их изготовления.

ПОРЯДОК РАБОТЫ ОПАЛУБОЧНОЙ СИСТЕМЫ**I стадия**

При устройстве нижнего опорного кольца купола в нем выполняют симметричные ниши, делящие его на сегменты 1 (рис 1). Стенки ниш имеют углубления для последующего замоноличивания.

© Д. В. Белов, В. И. Москаленко, 2011

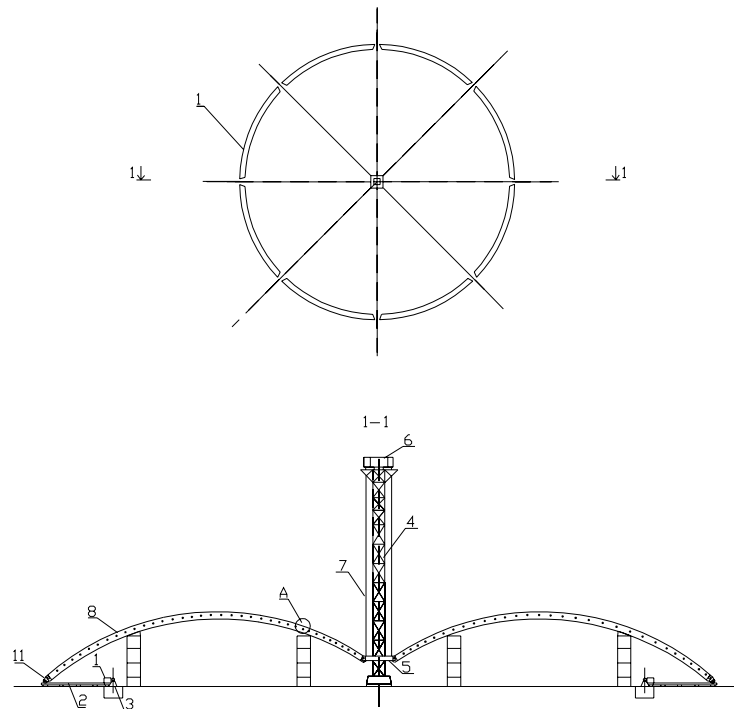


Рисунок 1 – Монтаж кружал и временной опоры купола: 1 – сегменты опорного кольца; 2 – роликовые пути; 3 – опорный шарнир; 4 – временная опора; 5 – подъемное кольцо; 6 – лебедка; 7 – тросы; 8 – кружала.

Через них проходят роликовые пути 2 к опорному шарниру 3. В геометрическом центре конструкции монтируется временная опора 4 с подъемным кольцом 5, лебедкой 6 и тросами 7. Кружала 8 собираются из прокатных двутавров № 10 и имеют отверстия диаметром 10 мм в стенке двутавра по всей длине кружала шагом 150–200 мм (рис. 2).

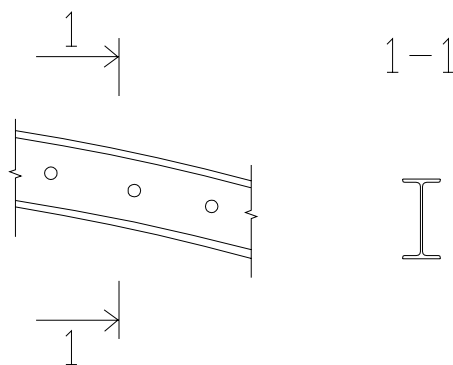


Рисунок 2 – Фрагмент кружала.

II стадия

После сборки кружал 8 выполняется монтаж арматуры купола 10 (рис. 3).

Арматурой является непрерывная гладкая проволока диаметром 6 мм, которая последовательно продевается в отверстия кружал, каждая проволока продевается последовательно в определенный уровень отверстий. Концы проволоки не закреплены и свободно располагаются с нахлестом друг на друга в верхней части сектора и некоторым разрывом в нижней части сектора. На концах арматуры выполнены петли для сцепления с бетоном после бетонирования.

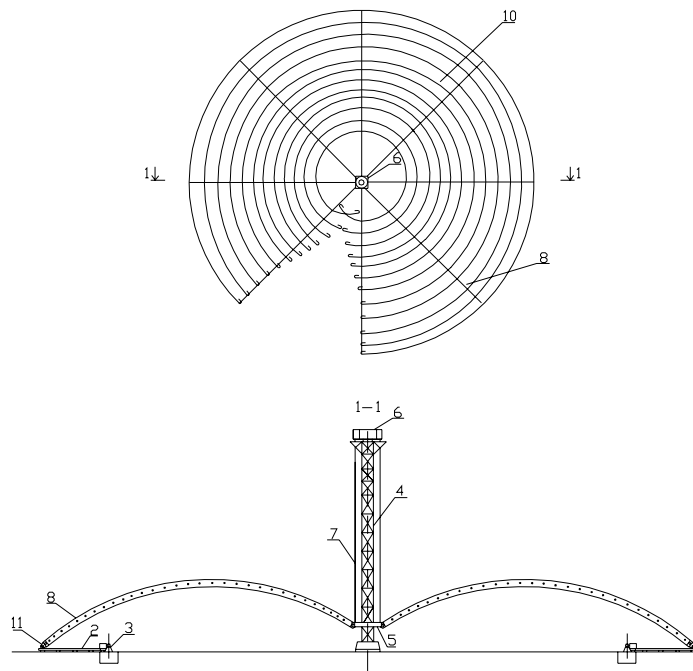


Рисунок 3 – Армирование купола: 2 – роликовые пути; 3 – опорный шарнир; 4 – временная опора; 5 – подъемное кольцо; 6 – лебедка; 7 – тросы; 8 – кружала; 10 – арматура; 11 – ролик.

По окончании армирования производят устройство палубы опалубки купола. Опалубка представляет собой восемь секторов купола и выполнена из легкого листового материала ДВП или тонколистового металла. Сектора опалубки крепятся к оголовку временной опоры с внешней стороны купола с помощью проволочных скруток (рис. 4).

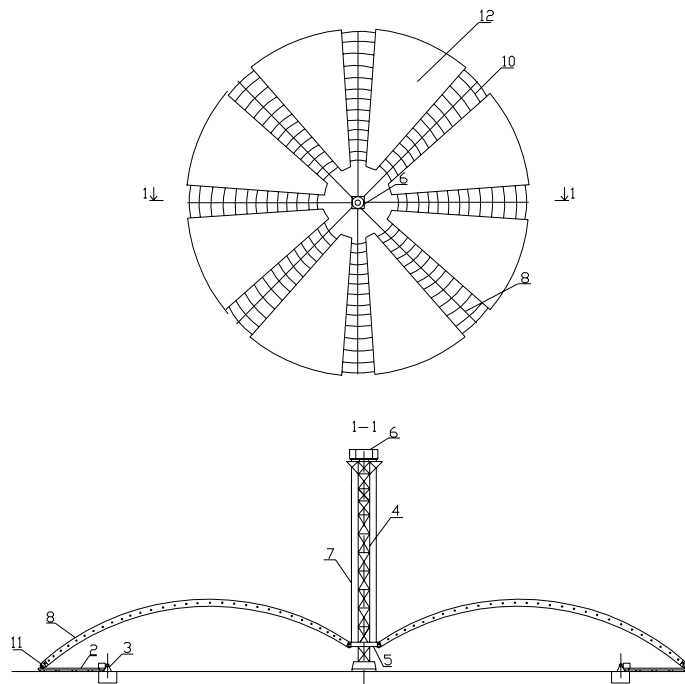


Рисунок 4 – Опалубка в сборе до подъема: 2 – роликовые пути; 3 – опорный шарнир; 4 – временная опора; 5 – подъемное кольцо; 6 – лебедка; 7 – тросы; 8 – кружала; 10 – арматура; 11 – ролик; 12 – палуба опалубки.

III стадия

Подъемная лебедка 6 с помощью тросов 7 поднимает кольцо 5, которое свободно скользит по временной опоре 4. При этом верхний конец кружала 8 поворачивается в шарнирах подъемного кольца 5, а нижний конец с помощью ролика 11 подходит к опорному шарниру 3 в крайнюю проектную точку. Происходит изменение диаметра опалубки в плане. Стержни проволоки при подъеме совершают свободное скольжение в отверстиях кружал. Арматура верхней части сектора и нижней части движется в противоположных направлениях. По мере подъема края арматуры в нижней части «пустого» сектора подходят друг к другу, а в верхней части расходятся, постепенно уменьшая свой нахлест. Расстояния между секторами опалубки при подъеме сокращаются (рис. 5).

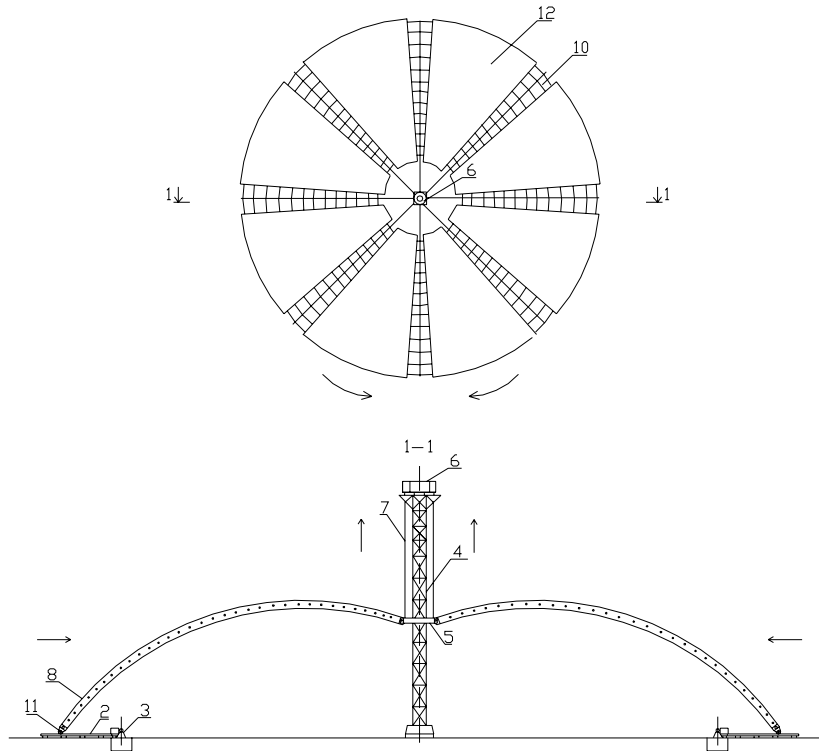


Рисунок 5 – Опалубка при подъеме: 2 – роликовые пути; 3 – опорный шарнир; 4 – временная опора; 5 – подъемное кольцо; 6 – лебедка; 7 – тросы; 8 – кружала; 10 – арматура; 11 – ролик; 12 – палуба опалубки.

IV стадия

При окончании подъема (рис. 6) производится фиксация ролика 11 в опорном шарнире 3. Свободные края арматуры, которые сомкнулись в результате подъема, сцепляют между собой с помощью петель на их концах, образуя замкнутые кольца по всему сечению купола. Края секторов палубы опалубки также сомкнулись в результате подъема, швы между ними проклеивают изнутри клейкой лентой. Выполняется замоноличивание ниш в нижнем опорном кольце.

После подъема опалубочной системы производят бетонирование. Бетонирование производят методом торкретирования изнутри купола. Бетон наносится последовательно от основания до вершины купола. Отскоку и пролету бетонной смеси сквозь сетку 10 препятствует палуба опалубки 12.

V стадия

После набора бетоном необходимой прочности производится распалубка в такой последовательности (рис. 7). Палубу 12 отсоединяют от оголовка временной опоры и последовательно демонтируют. Временная опора 4 разбирается поэлементно внутри купола, либо строится за оголовок и с помощью крана выносится через верхний проем купола, предварительно демонтировав крепление базы опоры.

Кружала 8 остаются в теле монолитного купола и выполняют функцию поперечной арматуры конструкции. Подъемное кольцо 5 становится верхним опорным кольцом купола.

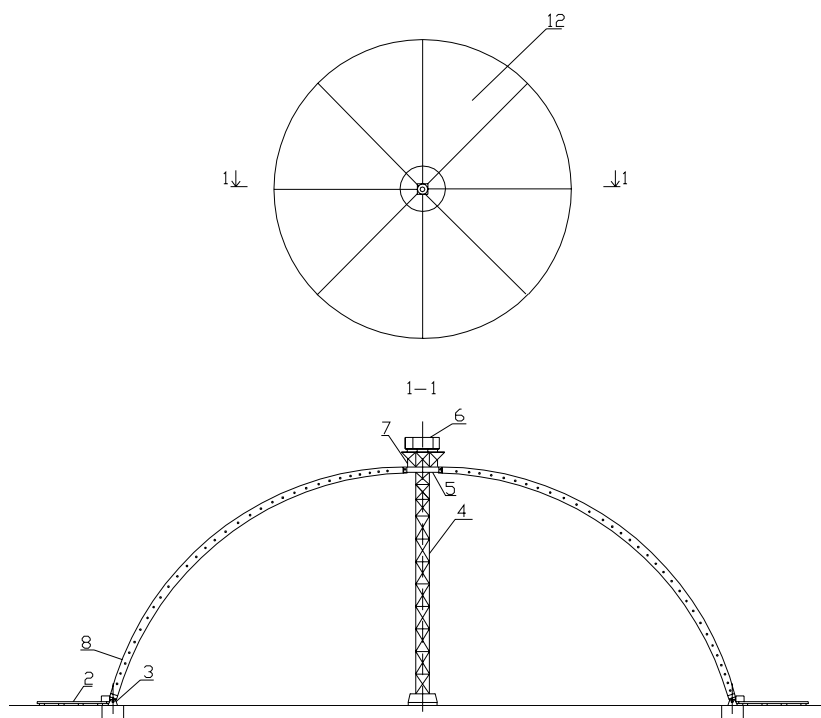


Рисунок 6 – Опалубка после подъема: 1 – сегменты опорного кольца; 2 – роликовые пути; 3 – опорный шарнир; 4 – временная опора; 5 – подъемное кольцо; 6 – лебедка; 7 – тросы; 8 – кружала; 12 – палуба опалубки.

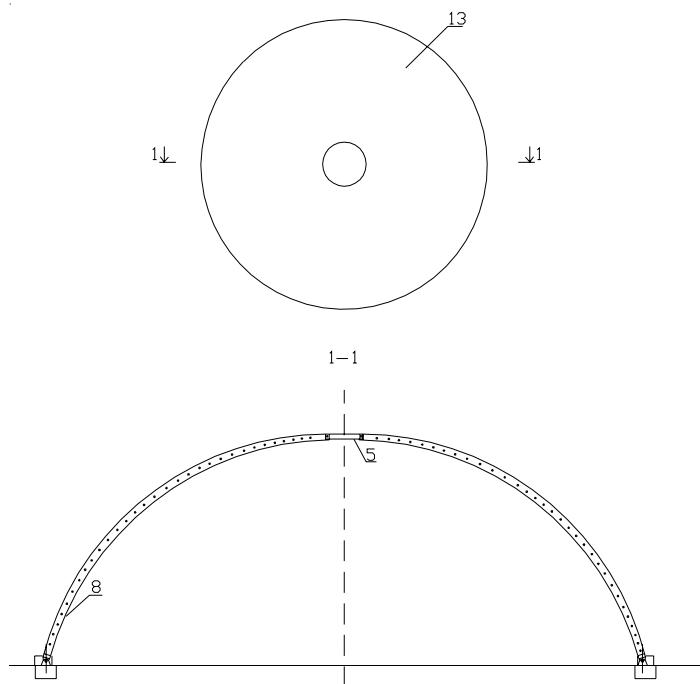


Рисунок 7 – Купол после демонтажа опалубки: 5 – подъемное кольцо; 8 – кружала; 13 – бетонная оболочка купола.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Возведение купольных объектов с помощью предложенной принципиально новой подъемной опалубки дает возможность снизить трудоемкость опалубочных работ, значительно увеличить пролет купольного объекта, повысить оборачиваемость и универсальность опалубки. Технология не требует сложной спецтехники, опалубка собирается из легких элементов.

Подъем бетонной смеси купола происходит не с использованием пневмосистемы, как в пневмоопалубке, а механически. При этом нет необходимости в поддержании избыточного давления воздуха под опалубкой в процессе набора бетоном распалубочной прочности (2–3 дня).

Арматурные и опалубочные работы производятся внизу в удобных условиях, а метод торкретирования внутри оболочки позволяет проводить бетонирование практически при любых погодных условиях. Опалубка изготавливается из относительно недорогих материалов, проста и технологична в использовании, позволяет выполнять купольные объекты с различными пролетами и формами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пат. 48589 Україна, МПК E04G 11/04. Опалубка для зведення великопролітних куполів [Текст] / Д. В. Белов, А. М. Югов ; заявитель и патентообладатель Д. В. Белов, А. М. Югов. – № 200909928 ; заявл. 29.09.09 ; опубл. 25.03.10, Бюл. № 6. – 4 с.
2. Липницкий, М. Е. Купола (расчет и проектирование) [Текст] / М. Е. Липницкий. – Ленинград : Стройиздат, 1973. – 129 с.
3. Лебедев, Н. В. Фермы, арки, тонкостенные пространственные конструкции [Текст] / Н. В. Лебедев. – Москва : Архитектура-С, 2006. – 120 с.
4. Тур, В. И. Купольные конструкции [Текст] / В. И. Тур. – М. : АСВ, 2004. – 96 с.
5. Зверев, А. Н. Большепролетные конструкции покрытий общественных и промышленных зданий [Текст] / А. Н. Зверев ; Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 1998. – 15 с.

Получено 09.10.2011

Д. В. БЕЛОВ, В. І. МОСКАЛЕНКО СПОСІБ ЗВЕДЕННЯ МОНОЛІТНИХ КУПОЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У цій статті наводяться основні причини, що утрудняють зведення монолітних залізобетонних купольних конструкцій за допомогою традиційних опалубних систем. Показані переваги купольних конструкцій в сфері енергозбереження і економії будівельних матеріалів при зведенні перед традиційними рішеннями. Запропонована принципово нова опалубка, яка дозволяє вирішити деякі технічні труднощі при зведенні залізобетонних куполів. Детально показана будова опалубки і принцип її роботи на різних стадіях використання, освітлена технологія зведення монолітних куполів за допомогою цієї системи. Відображені універсальність, висока технологічність і основні переваги підйомної опалубки перед пневматичною.

монолітний купол, опалубка купола, кружала, бетонування, підйомна опалубка, торкретування

DENIS BELOV, VOLODYMYR MOSKALENKO ERECTION METHOD OF MONOLITHIC DOME CONSTRUCTIONS Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Principal reasons, hampering erection, are presented in this article monolithic reinforced-concrete dome structures by the traditional panel systems. Advantages of dome structures are rotined in area of energy-savings and economy of build materials at erection before traditional decisions. The new form which allows to decide some technical difficulties at erection of reinforced-concrete domes is offered. In detail the device of form and principle of its work is given on the different stages of the use, technology of erection of monolithic domes is lighted up by this system. Universality, high technologicalness and basic advantages of the lift form, is reflected before pneumatic.

monolithic dome, form of dome, cross-beam, concreting, lift form, guniting

Белов Денис Вікторович – аспірант, асистент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: технологія і організація робіт при будівництві монолітних споруд.

Москаленко Володимир Іванович – к. т. н., академік Академії будівництва України. Генеральний директор ТОВ Фірма «Промбудремонт». Наукові інтереси: технології приготування бетонних сумішей експериментально-статичного моделювання.

Белов Денис Вікторович – аспірант, ассистент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: технология и организация работ при строительстве монолитных сооружений.

Москаленко Владимир Иванович – к. т. н., академик Академии строительства Украины. Генеральный директор ООО Фирма «Промбудремонт». Научные интересы: технологии приготовления бетонных смесей экспериментально-статического моделирования.

Denis Belov – graduate student, assistant of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technological processes at erection of monolithic constructions.

Volodymyr Moskalenko – PhD (Eng.), Academician Academy of building in Ukraine, Chief Executive officer of the «Prombudremont» Ltd. Scientific interests: technologies of preparing concrete mixtures of an experimental and statistical simulation.

УДК 658.27

Д. А. ХОХРЯКОВА, Д. Н. КОЛУПАЕВ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

**ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ЖИЛОГО
КОМПЛЕКСА В КУЙБЫШЕВСКОМ РАЙОНЕ Г. ДОНЕЦКА**

Для обеспечения комплексности застройки жилого микрорайона в Донецке проведены исследования, направленные на выбор рациональной системы организации строительного производства. Для этого авторами был выполнен анализ практического опыта использования календарных планов в строительстве, критериев качества организационных решений и методов оценки комплексности застройки. Исследование факторов, влияющих на технико-экономические показатели строительства, позволило авторам классифицировать их по двум группам: технологические и организационные. На основные технико-экономические показатели строительства существенное влияние оказывает принятый вариант комплекта машин. Качественный и количественный состав парка машин определяет темпы строительства, стоимость и качество выполняемых работ. В статье представлены варианты комплектования парка машин строительной организации самоходными кранами, которые ограничили область дальнейших исследований. Определено количество градостроительных комплексов в составе микрорайона и очередность их поточной застройки. Разработаны альтернативные календарные графики и выполнен расчет критериев качества организационных решений по вариантам. На основании результатов исследований было определено оптимальное количество самоходных кранов для строительства микрорайона.

организация строительства, застройка, комплексность, специализированные комплекты машин, градостроительный комплекс**ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ**

Комплексная застройка городов Украины, несмотря на очевидные преимущества, не получила массового распространения. Для большинства городов характерны незавершенность жилых районов и микрорайонов, непропорциональное развитие отраслей городского хозяйства, отставание строительства инженерных сооружений, дорог и объектов по обслуживанию населения от строительства жилья.

Несмотря на актуальность, до настоящего времени не разработаны научные основы и практические рекомендации, увязывающие в единую систему весь комплекс теоретических, организационно-технических, социально-экономических, финансовых и других вопросов, обуславливающих решение указанной проблемы.

Требуется: повысить степень обоснованности и непрерывности планирования, финансирования и строительства; усовершенствовать механизм взаимодействия основных участников инвестиционного процесса: ввести существенные изменения в практику организационно-технологического проектирования комплексной поточной реконструкции городской жилой застройки; усилить ориентацию участников реконструкции на достижение конечных целей; повысить надежность функционирования строительных потоков и технологических линий заводов строительной индустрии, обеспечить ритмичность и непрерывность протекания строительных процессов при наличии многочисленных рисков, неизбежно возникающих при производстве работ.

Комплексность застройки в условиях отсутствия госбюджетного финансирования в научном плане не изучалась, что объясняется недостаточным вниманием исследователей к данной проблеме.

ЦЕЛИ

Цель исследования – повышение эффективности строительства жилого микрорайона за счет выбора рациональной системы организации строительного производства.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Целым рядом исследователей Афанасьевым В. А., Гусаковым А. А., Будниковым М. С. и др. велась интенсивная научная разработка теории и методологии, формирования, расчета и оптимизации по принятому критерию методов организации работ [1–4]. Современный подход к организации работ требует разработки всех конкурентоспособных вариантов их оценки и выбора наиболее эффективного, то есть наиболее соответствующего конкретным условиям производства.

Анализ критериев оптимальности календарных планов и практического опыта их использования показывает, что они способствуют сокращению сроков выполнения работ и равномерности использования ресурсов. Однако они носят частный характер и не обеспечивают достижения лучших результатов по всей совокупности технико-экономических показателей выполняемых работ.

Отсюда возникает задача поиска оптимального календарного плана по принятому критерию.

При оценке качества организационно-технологических решений могут применяться как индивидуальные критерии, так и дифференциальные (частные), объединяемые с учетом значимости каждого из них в интегральный.

Индивидуальные критерии представляются, как правило, в абсолютных величинах (в показателях стоимости, времени, затрат труда и других натуральных показателях).

Дифференциальные критерии представляются всегда в относительных величинах, ограниченных определенным пределом (от 0 до 1, от 0 до 6 и т. п.). К этим критериям относятся: своевременность работ, эффективность использования ресурсов во времени, совмещение работ, непрерывность освоения фронтов работ, эффективность динамики капитальных вложений и др.

В большинстве трудов по календарному планированию строительно-монтажных работ в качестве дифференциальных критериев оптимизации выбираются коэффициент комплексности застройки и показатель концентрации ресурсов [5].

Существующие методы решения задач календарного планирования подразделяются на точные и приближенные.

К числу **точных** методов относятся:

- сведение задачи календарного планирования к целочисленной задаче линейного программирования;
- использование комбинаторных методов (направленного перебора, последовательного конструирования, анализа и отсеивания вариантов, а также метод ветвей и границ).

К **приближенным** методам оптимизации задач календарного планирования относят: частичный и направленный перебор, метод Монте-Карло, аналитико-приоритетные, эвристические и др. методы.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Обобщая проведенные исследования, предлагается классифицировать факторы, влияющие на технико-экономические показатели строительства, по следующим группам: технологические и организационные.

Технологические факторы:

- разработка принципиально новых и совершенствование существующих технологических процессов (в том числе, при производстве в сложных климатических и гидрогеологических условиях);
- развитие средств механизации и автоматизации (малогобаритных, маневренных, с большой удельной мощностью);
- повышение технического уровня рабочих мест, совершенствование средств труда (применение передвижных, инвентарных, блочных, сборно-разборных временных жилых и производственных зданий и сооружений, приспособлений, инвентаря, оснастки и оборудования, бетонно-растворных узлов, котельных, мастерских, обеспечивающих резкое сокращение подготовительных периодов в строительстве);
- внедрение новых эффективных материалов и конструкций, широкой сети мини-заводов по производству местных строительных материалов, полимерных и пневматических конструкций;
- снижение веса строительных материалов (монтажных блоков).

Организационные факторы:

1. Организационные факторы, влияющие на составление проектов организации строительства:
 - масштабы применяемой техники (количество монтажных кранов или других ведущих механизмов);
 - размеры фронта работ, предоставляемого подразделениям и бригадам;
 - количественный и качественный состав бригад;
 - сменность работ;
 - степень совмещения процессов.
2. Организационные факторы, влияющие на реализацию проектов:
 - сетевое управление производством в рамках локальных компьютерных сетей,
 - своевременная поставка материально-технических ресурсов;
 - сокращение транспортных расходов;
 - сокращение затрат на управление;
 - сокращение производственных потерь от брака.

Из анализа рассмотренных методов формирования, расчета и оптимизации конкурентоспособных вариантов организации строительства по различным критериям, отраженных в трудах отечественных ученых, установлено, что на основные технико-экономические показатели строительства существенное влияние оказывает принятый вариант **комплекта машин**.

Качественный и количественный состав парка машин определяет темпы строительства, стоимость производства работ, качество выполняемых работ.

Комплекты машин объединяются в комплексы – систему машин, предназначенную для выполнения всего технологического процесса по строительству объекта (устройство дорог, прокладка подземных коммуникаций, возведение подземной и надземной частей жилых и гражданских зданий) с заданным темпом строительства в запроектированные сроки. Особое внимание должно быть уделено правильному подбору по мощности и количеству машин, работающих в одном комплексе.

Специализированные комплекты машин (СКМ) могут состоять как из отдельных машин, так и звеньев машин – объединения однотипных машин для выполнения рабочей операции (звено экскаваторов, звено катков, звено самоходных кранов и т. п.).

При комплектовании парка машин для производства работ комплексно-механизированным способом необходимо соблюдать следующие условия:

- число машин должно быть минимальным, их конструкция и параметры соответствовать условиям работы и габаритам возводимого сооружения;
- в каждом СКМ выделяются одна или несколько ведущих машин, которые в основном определяют организацию работ, производительность и темп производства работ;
- состав СКМ должен обеспечивать непрерывность технологического процесса; производительность вспомогательных машин, эффективную работу ведущей машины.

Результатом проектирования механизации строительства является обоснование технологического обеспечения процесса средствами механизации, обеспечивающими выполнение работ на объекте в плановые сроки с минимальными затратами.

Вопрос обоснования структуры и количества машин в комплектах решается проектной организацией при разработке проекта организации строительства и подрядной организацией в проекте производства работ. Во многих случаях его решение сводится к расчету необходимого количества машин по упрощенным методикам. Сопоставление вариантов механизации или совсем не производится, или ограничивается двумя-тремя, что не может обеспечить оптимальности решений. Между тем убытки от недоиспользования потенциальных возможностей машин, входящих в комплекты, настолько значительны, что все решения в области организации производства работ должны быть не просто удачными, а оптимальными.

В условиях конкуренции и стремления подрядчиков уложиться в договорные сроки наиболее важным становится применение методов вариантного календарного планирования на разных стадиях подготовки строительства, основанного на комплексном использовании современных методов математического и организационно-технологического моделирования.

Исходными данными для вариантного проектирования являются:

- разбивка микрорайона на градостроительные комплексы (ГСК) (табл. 1);
- очередность ввода объектов в эксплуатацию;
- объемно-планировочные и конструктивные решения зданий, входящих в ГСК;

Таблица 1 – Ведомость градостроительных комплексов

Обозначение	Состав
ГСК № 1	Супермаркет, физкультурно-оздоровительный комплекс, два 3-секционные, три 2-секционные жилые дома, один 4-секционный четырехэтажный жилой дом.
ГСК № 2	Детские ясли-сад на 130 мест, три 3-секционные, два 4-секционные четырехэтажные жилые дома.
ГСК № 3	Школа на 22 класса, один 4-секционный и один 5-секционный четырехэтажные жилые дома, один 15-секционный и один 16-секционный двухэтажные жилые дома.
ГСК № 4	Два гаража манежного типа на 693 машиноместа, блок производственно-технического обслуживания жилищного фонда (административный корпус, мастерские, профилакторий для технического обслуживания спецмашин), один 6-секционный и один 3-секционный четырехэтажные жилые дома.
ГСК № 5	Гипермаркет, один 13-секционный и один 14-секционный двухэтажные жилые дома, два 4-секционные четырехэтажных жилых дома.
ГСК № 6	Три 3-секционные, три 4-секционные и один 2-секционный четырехэтажные жилые дома.
ГСК № 7	Два 3-секционные, один 2-секционный и четыре 4-секционные четырехэтажные жилые дома.
ГСК № 8	Три 3-секционные, три 4-секционные, один 2-секционный четырехэтажные жилые дома.

– директивные сроки строительства отдельных жилых и гражданских зданий и микрорайона в целом (табл. 1).

Директивный срок строительства микрорайона «Флора» 10 лет.

Расчет продолжительности строительства ГСК производился по директивным срокам возведения отдельных объектов в его составе, исходя из следующих предпосылок:

- все краны в пределах ГСК работают параллельно;
- передвижение кранов по фронту работ в пределах ГСК происходит последовательно;
- возведение двух четырехэтажных секций производится одним самоходным краном;
- возведение трех двухэтажных секций производится одним самоходным краном.

В таблице 2 представлены варианты организационных решений, которые ограничили область дальнейших исследований, с расчетом критериев оптимизации.

Эффективность каждого из намеченных вариантов (табл. 2) определялась по основным технико-экономическим показателям:

- продолжительности строительства;
- концентрация ресурсов;
- комплексности застройки.

Анализ результатов исследований показал, что вариант № 1 не является оптимальным, т. к. продолжительность строительства составляет 12,25 года и не соответствует директивным срокам. Коэффициент комплексности застройки по первому варианту низкий и равен 0,39, что меньше оптимального значения 0,5.

При организации строительства по варианту № 4 возведение комплекса будет произведено в кратчайшие сроки, но с высоким уровнем концентрации ресурсов. Строительная организация должна иметь в своем парке строительных машин не менее 12 самоходных кранов.

Анализ показателей эффективности по вариантам № 3 и № 2 показал, что сроки строительства микрорайона составляют примерно 9 лет и соответствуют планируемому. Коэффициенты комплексности застройки одинаковы по рассматриваемым вариантам и равны 0,47, что приближается к оптимальному значению 0,5.

На основании результатов исследований были построены зависимости, представленные на рисунке 1.

За оптимальный вариант была принята точка пересечения двух графиков, соответствующих основным параметрам эффективности: продолжительности застройки и коэффициента концентрации ресурсов.

Оптимальное количество кранов по графику составляет 9 или 10, что соответствует варианту № 2.

ВЫВОДЫ

Анализ результатов исследований показал, что строительство комплекса жилых и гражданских зданий в г. Донецке рационально выполнять тремя звеньями самоходных кранов, по три крана в

Таблица 2 – Расчет критериев качества организационных решений по вариантам

Варианты		1								2	3								4
ГСК		1	2	3	4	5	6	7	8	1...8	1	2	3	4	5	6	7	8	1...8
Количество кранов на ГСК		3								3	4								4
Количество звеньев кранов		2								3	2								3
Общее количество кранов на микрорайон		6								9	8								12
Продолжительность строительства	ГСК, мес	37	27	37	42	39	34	36	34	тоже	25	20	30	30	31	25	27	25	тоже
	Микрорайона, год	12,25								8,75	8,92								6,66
Коэффициент комплексности		0,39								0,47	0,47								0,53
Коэффициент концентрации ресурсов		0,5								0,75	0,66								1

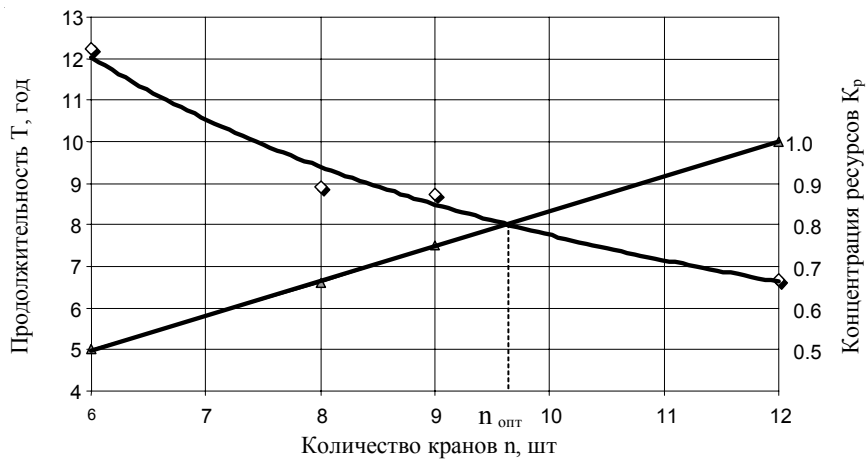


Рисунок 2 – Зависимость продолжительности потока и потребления ресурсов от общего количества кранов на стройплощадке.

каждом. При этом все краны в пределах ГСК должны работать параллельно, а их передвижение по фронту работ должно происходить последовательно. Максимальное количество кранов при такой организации строительства составляет 9.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афанасьев, В. А. Алгоритмы формирования, расчета и оптимизации методов организации работ [Текст] / В. А. Афанасьев. – Л. : ЛИСИ, 1980. – 96 с.
2. Новые разновидности поточной организации работ [Текст] / В. А. Афанасьев, А. В. Афанасьев, В. К. Валева, В. Н. Власов. – Л. : ЛИСИ, 1991. – 120 с.

3. Будников, М. С. Основы поточного строительства [Текст] / М. С. Будников, П. И. Недавний, В. И. Рыбальский. – Киев : Госстройиздат, 1961. – 74 с.
4. Организационно-технологическая надежность строительства [Текст] / А. А. Гусаков, А. В. Гинзбург, С. А. Веремеенко [и др.]. – М. : SVR-Аргус, 1994. – 472 с.
5. Дикман, Л. Г. Организация жилищно-гражданского строительства [Текст] / Л. Г. Дикман. – М. : Стройиздат, 1990. – 495 с.

Получено 10.10.2011

Д. О. ХОХРЯКОВА, Д. М. КОЛУПАЄВ
ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ ОРГАНІЗАЦІЇ БУДІВНИЦТВА ЖИТЛОВОГО КОМПЛЕКСУ В КУЙБИШЕВСЬКОМУ РАЙОНІ М. ДОНЕЦКА
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Для забезпечення комплексності забудови житлового мікрорайону у Донецьку проведені дослідження, що направлені на вибір раціональної системи організації будівельного виробництва. Для цього авторами був виконаний аналіз практичного досвіду використання календарних планів у будівництві, критеріїв якості організаційних рішень та методів оцінки комплексності забудови. Дослідження факторів, що впливають на техніко-економічні показники будівництва, дозволило авторам класифікувати їх за двома групами: технологічні та організаційні. На основні техніко-економічні показники будівництва істотно впливає прийнятий варіант комплекта машин. Якісний та кількісний склад парку машин визначає темпи будівництва, вартість і якість робіт, що виконуються. У статті наведені варіанти комплектування парку машин будівельної організації самохідними кранами, які обмежили область подальших досліджень. Визначена кількість містобудівельних комплексів у складі мікрорайону та послідовність їх поточної забудови. Розроблені альтернативні календарні графіки та виконаний розрахунок критеріїв якості організаційних рішень за варіантами. На основі результатів досліджень була визначена оптимальна кількість самохідних кранів для будівництва мікрорайону.

організація будівництва, забудова, комплектність, спеціалізовані комплекти машин, містобудівельний комплекс

DARYA KHOKHRYAKOVA, DMITRY KOLUPAEV
CHOICE OF THE OPTIMUM ORGANIZATION OF BUILDING OF A HOUSING ESTATE IN KUIBYSHEV AREA OF DONETSK
Donbas National Academy of Engineering and Architecture

For maintenance of integrated approach of building of inhabited microdistrict the researches directed on a choice of rational system of the organization of building manufacture are conducted in Donetsk. For this purpose authors had been made the analysis of practical experience of use of planned schedules in building, criteria of quality of organizational decisions and methods of an estimation of integrated approach of building. Research of the factors influencing technical and economic indicators of building, has allowed authors to classify them on two groups: technological and organizational. On the basic technical and economic indicators of building essential influence renders the accepted variant of the complete set of cars. The qualitative and quantitative structure of park of cars defines rates of building, cost and quality of carried out works. In article variants of acquisition of park of cars of the building organization are presented by self-propelled cranes which have limited area of the further researches. The quantity of town-planning complexes as a part of microdistrict and sequence of their line building is defined. Alternative schedule diagrams are developed and calculation of criteria of quality of organizational decisions by variants is executed. On the basis of results of researches the optimum quantity of self-propelled cranes for microdistrict building has been defined.

the building organization, building, integrated approach, specialized complete sets of cars, town-planning complex

Хохрякова Дарья Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: реконструкция промышленных и гражданских зданий и сооружений.

Колупаев Дмитрий Николаевич – начальник инспекции ГАСК Запорожской области. Научные интересы: реконструкция городской жилой застройки.

Хохрякова Дар'я Олександрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: реконструкція промислових і цивільних будівель і споруд.

Колупаєв Дмитро Миколайович – начальник інспекції ДАБК Запорізьської області. Наукові інтереси: реконструкція міської жилої забудови.

Darya Khokhryakova – PhD (Eng.), the associate professor of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: reconstruction of industrial and civil buildings.

Dmitry Kolupaev – the chief of inspection SABC of the Zaporozhye area. Scientific interests: reconstruction of a city housing estate.

УДК 693.61

А. А. БАРМОТИН, С. В. КОЖЕМЯКА, А. Б. КОСИК, Л. Р. ХАФИЗОВА

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

НОРМИРОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ УСТРОЙСТВЕ НАЛИВНЫХ ГИПСОВЫХ ПОЛОВ KNAUF

В статье приведен сопоставительный анализ различных типов наливных полов. Приведены результаты исследований по техническому нормированию комплексного процесса по устройству наливного гипсового пола FE-30 KNAUF с учетом рекомендаций производителя и требований действующих нормативов Украины. В соответствии с системой ценообразования и правил определения стоимости строительства приведен порядок расчета единичной стоимости.

наливные полы, качество поверхности, расход материалов, сметные нормы, затраты труда

АКТУАЛЬНОСТЬ

Приоритетным направлением в государственной инвестиционной политике развития строительной отрасли Украины является возобновление темпов строительства доступного жилья для населения и объектов социальной сферы.

Повышение требований к качеству, скорости и стоимости работ на фоне увеличения конкурентоспособности в отрасли приводит к необходимости применения строителями экологически чистых, безопасных и ресурсосберегающих инновационных технологий. Особое внимание уделяется совершенствованию технологий и материалов в процессе отделки зданий, ответственным и трудоемким этапом которой является устройство полов. Стабильно высоким спросом пользуются самовыравнивающиеся стяжки. Основываясь на тщательной стандартизации базовых конструктивных решений и достаточную оснащенность возможных комплектаций штукатурных машин, фирма Кнауф является одним из лидеров в данном сегменте продаж.

Однако внедрение современных технологий, в большинстве случаев, опережает процесс разработки, согласования и утверждения сметных государственных нормативов, что является актуальной проблемой для строительных организаций. Для решения этого вопроса наиболее целесообразно, в рамках правил определения стоимости строительства, использовать методику разработки индивидуальных краткосрочных норм для отдельных строек в соответствии с технологическими картами процесса производства работ.

Целью данной статьи является изучение технологических особенностей наливных полов, техническое нормирование и разработка индивидуальной ресурсной сметной нормы для отдельных строек.

В зависимости от назначения здания к полам предъявляют различные требования. В зданиях промышленного типа полы должны обладать высокой огнестойкостью, прочностью и иметь устойчивость к действию химических веществ. В гражданских зданиях они должны обладать высокими теплотехническими и звукоизоляционными свойствами. Полы должны создавать комфортные условия для людей, находящихся в помещении. Покрытие пола – плитка, паркет, ламинированная доска, линолеум и т. д., является лишь видимой частью конструкции, которое должно быть уложено на ровную и прочную основу. Идеально-ровного состояния стяжки для дальнейшего качественного покрытия отделочными материалами сложно добиться, используя традиционные методы устройства стяжек полов.

Самовыравнивающиеся смеси для пола – это современная альтернатива традиционным густым растворам, требующим выравнивания и затирания вручную. На поверхность самовыравнивающихся

смесей после их застывания укладывают как деревянные, керамические, каменные, так и синтетические напольные покрытия.

Существуют два основных вида смесей для выравнивания пола: цементные и гипсовые (ангидридные). Цементные самовыравнивающиеся смеси пригодны для любых помещений, а также для наружных работ (например, паркинги, площадки под открытым небом, реконструкция промышленных объектов). Из них можно делать тонкий выравнивающийся слой толщиной от 2 до 30 мм, а при необходимости – до 50 мм. Благодаря их небольшой толщине время, необходимое для первичного застывания, по прошествии которого на пол можно становиться и укладывать верхний слой покрытия, сокращается. Однако цементные выравнивающиеся смеси дороже гипсовых.

Область применения гипсовых наливных полов – это идеальный пол для частных домов, коттеджей, многоэтажных жилых и офисных зданий. Следует обратить внимание, что самовыравнивающиеся наливные полы не должны эксплуатироваться без настила, под открытым небом. Наливные полы на основе гипса являются экологически чистыми, так как производятся из натуральных материалов.

Гипсовые полы имеют целый ряд преимуществ перед цементно-песчаными, таких как, экологичность, пластичность, текучесть, высокую прочность на изгиб и низкую усадку. Благодаря хорошей текучести они легче и лучше выравниваются, поэтому финишное выравнивание нивелирмассой уже не требуется, в отличие от цементно-песчаных полов, которые выравнивать нужно практически всегда. Гипсовые материалы вдвое быстрее сохнут, передвижение по гипсовым полам возможно, как правило, уже через 3–5 часов. Гипсовая стяжка легче и не сдавливает звукоизоляционный слой. При заливке полов с подогревом гипсовые смеси имеют в 20 раз меньшее температурное расширение, чем у цементно-песчаных стяжек. Кроме того, системы обогрева пола, залитого гипсовой смесью, в отличие от цементных, можно включать еще до полного высыхания стяжки, с соблюдением скорости нагревания.

Высокая прочность на изгиб препятствует растрескиванию гипсовых стяжек. Это особенно важно для стяжек, уложенных на большепролетные межэтажные перекрытия, также снижается объем работ по нарезке деформационных швов – в гипсовых полах они нужны только в помещениях сложной формы. Благодаря высокой текучести гипсовые смеси наливных полов хорошо подходят для механического нанесения.

Для заливки гипсовых полов применяется высокопроизводительная техника фирмы «Кнауф – PFT» (рис. 1, 2). Машинное нанесение дает возможность не только ускорить заливку полов, но и существенно повысить качество поверхности, поверхность получается значительно ровнее, чем при работе вручную. Все это стимулирует распространение машинного способа нанесения наливных полов.



Рисунок 1 – Штукатурная станция PFT G-5 Super с комплектом оборудования для заливки полов

Одним из лидеров на мировом рынке гипсовых строительных материалов является фирма «Кнауф».

В зависимости от условий монтажа, наливные полы «Кнауф» представлены следующими системами (рис. 3):

- пол наливной контактный – применяется в тех случаях, когда наливной пол укладывается на прочное несущее основание (междуэтажные перекрытия);
- пол наливной на разделительном слое – укладывается на промежуточный слой специальной подстилающей бумаги;



Рисунок 2 – Подготовка машин Кнауф-ПФТ и процесс заливки гипсового пола.

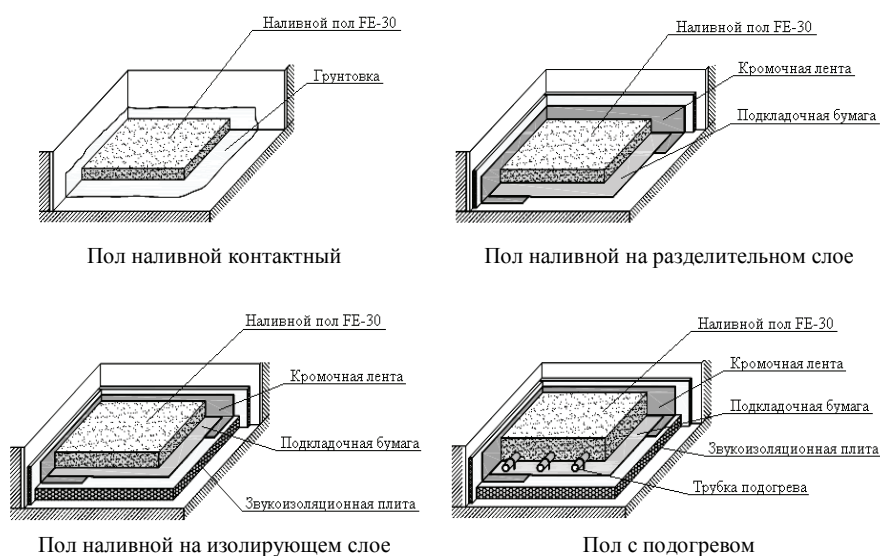


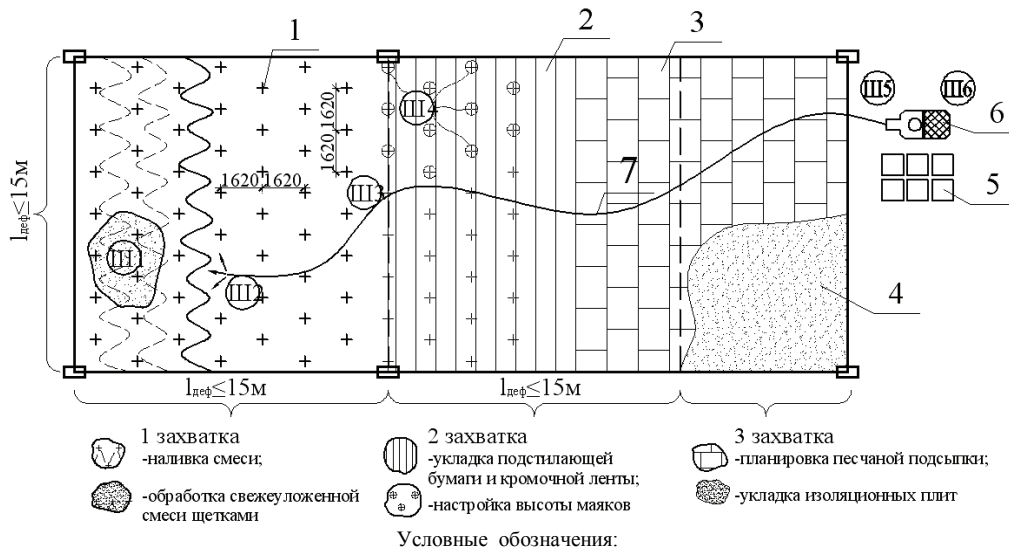
Рисунок 3 – Конструктивные схемы устройства наливных полов Кнауф.

– пол наливной на изолирующем слое – применяется в тех случаях, когда имеется ровное основание базового слоя и когда необходимо обеспечить должную тепло- или звукоизоляцию пола, а также в случае необходимости устройства отапливаемого пола, может применяться с подстилающим слоем (засыпкой);

– пол с подогревом – это монолитный пол на изолирующем слое в сочетании с системой подогрева пола.

В рамках магистерской дипломной работы были проведены исследования технологических параметров комплексного процесса устройства наливных гипсовых полов Кнауф, которые предусматривали выбор рациональной схемы организации работ, хронометражные наблюдения, разработку технологической карты процесса и индивидуальной ресурсной элементно-сметной нормы. Сметная норма, особенно для строительства объектов финансируемых за счет госбюджета, должна быть технически и экономически обоснована, обеспечивать оптимальные расходы необходимых ресурсов, иметь максимальную простоту и удобство в применении.

Работы проводились в реальных условиях реконструкции учебно-производственных мастерских Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Учитывая имеющиеся неровности базового бетонного пола и требования теплоизоляции, было предусмотрено устройство наливного пола на изолирующем слое с предварительным выравниванием основания в виде песчаной подсыпки.



4 – песчаное основание; 5 – склад; 6 – штукатурная станция PFT; 7 – шланг подачи готовой смеси к месту укладки.

Рисунок 4 – Технологическая схема на устройство гипсовых наливных полов.

На первом этапе был выполнен подбор оптимальной технологической схемы нормируемого процесса (рис. 4), исходя из проектной документации и практического опыта производства такого вида работ.

Приоритетной задачей на втором этапе было выявление рациональных приемов и методов работы, поэтому устройство наливного пола и хронометражные наблюдения выполнялись при непосредственном участии мастеров учебного центра Кнауф – ДонНАСА, имеющих высокую профессиональную подготовку и большой практический опыт по данному направлению. Состав звена исполнителей определялся с учетом методических рекомендаций по нормированию труда в строительстве и требований к квалификационным характеристикам профессий строителей (табл. 1).

Проведенные исследования по техническому нормированию позволили с учетом рекомендаций и передового опыта фирмы Кнауф, а также требований действующих нормативов Украины по охране труда, контролю качества, стандартизации и нормированию в строительстве разработать технологическую карту и в соответствии с системой ценообразования и правил определения стоимости строительства выполнить расчет единичной стоимости на устройство наливного гипсового пола FE-30 KNAUF на изолирующем слое с подсыпкой.

ЕД1-43-5-1 УСТРОЙСТВО НАЛИВНОГО ГИПСОВОГО ПОЛА FE-30 KNAUF НА ИЗОЛИРУЮЩЕМ СЛОЕ С ПОДСЫПКОЙ

Состав работ: разметка поверхности пола, устройство песчаного основания, устройство кромочной ленты, укладка пенополистирола с планировкой, расстилка подкладочной бумаги, подготовка штукатурной станции с пробным пуском, нанесение и выравнивание смеси, промывка станции.

п/п	Шифр ресурса	Наименование затрат и ресурсов	Ед. изм.	Кол-во
		Зарплата		
1	1	Затраты труда рабочих строителей	чел/час	62,51
2	2	Средний разряд работ-3,7		
4		Эксплуатация машин и механизмов		
	C234-302-1	Штукатурная станция PFT G-500	маш/час	3,28
		Материалы, изделия и конструкции		
5	C111-29-1	Наливной пол FE-30	кг	6600,0
6	C111-1679-2	Лента кромочная	м. пог	60,0
7	C114-97-1	Экструдированный пенополистирол	м. кв.	105,0
8	C1545-12-1	Бумага подкладочная	м. кв.	110,0
9	C111-1679-1	Скотч	м. пог.	90,0
10	C1421-9551-1	Песок	м. куб	5,3
11	C142-10-2	Вода	м. куб	1,35

Таблица 1 – Хронометражные карты на устройство гипсового наливного пола

№	Наименование работ	Ед. изм.	Объем изм.	Время наблюдения			Кол-во чел	Т/з чел.-мин
Разметка поверхности пола								
1	Съемка высотной отметки	м. кв.	100	9:00	9:45	45	2	90
2	Обработка результатов	м. кв.	100	9:45	10:15	30	1	30
	Итого							120
Устройство кромочной ленты								
1	Раскладка ленты по периметру	м. п.	100	9:00	9:25	25	2	50
2	Крепление кромочной ленты стиплером	м. п.	100	9:25	10:39	74	2	148
	Итого							198
Устройство пенополистирола								
1	Укладка пенополистирола	м. кв.	100	9:00	12:00	180	4	720
	Итого							720
Укладка подстилающей бумаги								
1	Укладка подстилающей бумаги	м. п.	100	9:00	11:00	120	1	120
2	Подрезка	м. п.	100	11:00	12:30	90	1	90
3	Проклеивание стыков	м. п.	100	12:30	14:45	135	2	270
	Итого							480
Подготовка станции, пробный пуск, нанесение смеси, очистка и промывка станции								
1	Осмотр станции и подключение к сети			11:00	11:01	1,0	2	2,0
2	Проверка фильтра, подключение шланга			11:10	11:14	4,0	2	8,0
3	Загрузка приемного бункера			11:20	11:21	1,1	2	2,2
4	Регулировка консистенции смеси			11:30	11:32	2,0	2	4,0
1	Установка маяков	м. кв.	100	11:32	14:32	180	1	180
2	Нанесение смеси	м. кв.	100	14:32	17:32	180	4	720
3	Выравнивание смеси	м. кв.	100	9:00	12:00	180	1	180
1	Очистка и промывка станции			12:00	12:17	17	2	34
2	Отключение станции			12:17	12:18	1	2	2
	Итого							1132,2

Средний разряд работ

	Разряды рабочих	Межразрядные коэффициенты	Затраты труда по разрядам	Произведение гр. 2 × гр. 3	Средний межразрядный коэффициент (Кс) Σ гр. 4: Σ гр. 3	Средний разряд
$R_c = R_n + (K_c - K_n) / (K_v - K_n)$	1	1				
	2	1,087				
	3	1,185	31,255	37,037		
	4	1,337	21,92	29,307		
	5	1,543	9,335	14,404		
	6	1,793				
	Итого		62,51	80,748	1,292	3,7
R_n – разряд, соответствующий низшему межразрядному коэффициенту по отношению к среднему межразрядному коэффициенту; K_c – средний межразрядный коэффициент; K_v , K_n – высший и низший межразрядные коэффициенты по отношению к среднему межразрядному коэффициенту.						

Сводка потребности в машинах и механизированном инструменте

п/п	Обоснование	Машины и механизмы		Коэффициент непредвиденных затрат	Время эксплуатации машин маш-час		Затраты труда машинистов чел-час
		Наименование	Кол-во		согласно калькуляции	принимаемое	
1	C234–302–1	PFT G–500	3,28		3,28	3,28	3,28
	Итого					3,28	3,28

№ п	Наименование технологических операций	Шифр	Единиц. измер.	Объем работ	Кол-во и квалификация звена рабочих	Затраты труда чел./час		Время эксплуатации механизмов, маш. час		Рабочие смены														
						на ед.	всего	на ед.	всего	часы														
										1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	Выгрузка материала и монтаж инвентаря	§ 1-19	м.	7	Шпукатур Эр Шпукатур 4р	2 2	1,5	10,5	-	-	ШЗ №2; №3 Ш4 №1; №2													
2	Разметка поверхности пола	хромметр	100м2	1	Шпукатур Эр Шпукатур 5р	1 1	2	2	-	-	ШЗ №1 Ш5													
3	Устройство песчаного основания	§ 19-36	100 м2	1	Шпукатур Эр Шпукатур 4р	3 2	13,14	13,14	-	-	ШЗ №1; №2; №3 Ш4 №1; №2; Ш5													
4	Устройство краевой ленты	хромметр	100м.п.	0,6	Шпукатур Эр	2	3,3	2	-	-	ШЗ №1 ШЗ №2													
5	Укладка пенополистерола, с пландробкой	§ 7-14	103 м2	1	Шпукатур Эр Шпукатур 4р	1 2	12	12	-	-	ШЗ №3; Ш5 Ш4 №1; №2													
6	Укладка подстилающей бумаги	хромметр	100м.п.	0,5	Шпукатур Эр	2	8	4	-	-	ШЗ №1 ШЗ №2													
7	Подготовка станции и пробный пуск, нанесение смеси, очистка и пропылес. штукатурной станции	хромметр	100м2		Шпукатур 5р Шпукатур 4р	1 2	18,87	18,87	3,28	3,36														
	Всего																							

Условные обозначения

ШЗ, Ш4, Ш5 – штукатур соответственно 3-го, 4-го, 5-го разряда №1, №2, №3 – количество рабочих данной квалификации

Рисунок 5 – Пооперационный график устройства наливного пола.

Сводка расхода строительных материалов, изделий и конструкций

п/п	Обоснование	Шифр ресурса	Наименование строительных материалов, изделий	Ед. изм.	Кол-во
1	Технологическая карта на устройство наливного гипсового пола FE-30	C111-29-1	Наливной пол FE-30	кг	6600,0
2		C111-1679-2	Лента кромочная	м. пог	60,0
3		C114-97-1	Экструдированный пенополистирол	м. кв.	105,0
4		C1545-12-1	Бумага подкладочная	м. кв.	110,0
5		C111-1679-1	Скотч	м. пог.	90,0
6		C1421-9551-1	Песок	м. куб	5,3
7		C142-10-2	Вода	м. куб	1,35

ВЫВОДЫ

Цементные наливные смеси пригодны для применения как внутри, так и снаружи любых типов зданий. Однако они дороже гипсовых, требуют большего количества деформационных швов и времени для набора необходимой прочности.

Гипсовые смеси обладают высокой пластичностью, лучше выравниваются, имеют высокую прочность на изгиб и короткие сроки схватывания. По сравнению с цементными смесями имеют низкую усадочность и температурное расширение, не требуют финишного выравнивания, но используются только внутри зданий.

В строительной отрасли Украины внедрение перспективных технологий, в большинстве случаев, опережает процесс разработки, согласования и утверждения сметных нормативов, поэтому для обоснования расхода бюджетных средств оптимальным решением является разработка и согласование краткосрочных сметных норм для отдельных строок.

Проведенные хронометражные наблюдения технологических операций позволяют нормировать и обосновывать реальные затраты при устройстве наливных полов в соответствии с системой ценообразования и правил определения стоимости строительства в Украине независимо от объекта и источника финансирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Правила определения стоимости строительства [Текст] : ДБН Д.1.1-1-2000 : (с изменениями, внесенными в соответствии с Дополнением № 3, утвержденными приказом Госстроя Украины от 07.05.2002 № 80; Изменением № 2, утвержденным приказом Госстроя Украины от 17.06.2003 № 85, Приказом Госстроя Украины от 13.06.2005 № 94). – Взамен ДБН IV-16-98, части I, II ; введ. 2003-07-01. – Киев : Госстрой Украины, 2000. – 163 с.
2. Методические рекомендации по разработке ресурсных элементных сметных норм / Украинский государственный научно-исследовательский центр ценообразования в строительстве «Цінобуд». – Одобрены решением Научно-технического совета Госстроя Украины от 12.04.2002 № 21. – К. : Цінобуд, 2002. – 36 с.
3. Методичні рекомендації з проектування та перегляду норм часу на будівельно-монтажні роботі / Держбуд України. – К. : Держбуд України, 2004. – 42 с.
4. Наливные полы Кнауф – Конструкция и технология устройства / ДФ Кнауф. – К. : Кнауф-Маркетинг, 2007. – 67 с.
5. Циприанович, И. В. Комплексные системы сухого строительства [Текст] / И. В. Циприанович, А. Ю. Старченко. – Киев : ОАО «Мастер», 1999. – 272 с.

Получено 06.10.2011

**О. О. БАРМОТИН, С. В. КОЖЕМЯКА, О. Б. КОСИК, Л. Р. ХАФИЗОВА
НОРМУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ПРИ УЛАШТУВАННІ НАЛИВНОЇ ГІПСОВОЇ ПІДЛОГИ КНАУФ**

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті наведено порівняльний аналіз різних типів наливних підлог. Наведено результати досліджень з технічного нормування комплексного процесу по влаштуванню наливної гіпсової підлоги FE-30 KNAUF з урахуванням рекомендацій виробника та вимог чинних нормативів України. Відповідно до системи ціноутворення та правил визначення вартості будівництва наведено порядок розрахунку одиничної вартості.

наливні підлоги, якість поверхні, витрата матеріалів, кошторисні норми, витрати праці

ALEXANDER BARMOTIN, SERGEI KOZHEMYAKA, ALEXEY KOSIK, LILYA KHAFIZOVA
NORMALIZATION OF TECHNOLOGICAL INDICATORS IN THE DEVICE LIQUID
OF GYPSUM FLOOR KNAUF

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The article presents a comparative analysis of different types of floor. The results of restudies on technical regulation in the complex process of self-leveling gypsum floor unit FE-30 KNAUF, taking into accounts the manufacturer's recommendations and requirements of current regulations of Ukraine. In according with the pricing system and rules for determining the cost of construction is shown the procedure for calculating the unit cost.

Fluid floors, quality to surfaces, consumption material, estimated rates, expensive of the labour

Бармотін Олександр Олександрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проектування та організація робіт при реконструкції цивільних будівель.

Кожемяка Сергій Вікторович – к. т. н., доцент; професор кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: реконструкція промислових і цивільних споруд.

Косік Олексій Борисович – асистент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проектування та організація робіт при реконструкції цивільних будівель.

Хафізова Лілія Ринатовна – магістрант кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: перспективні напрямки механізованого улаштування підлог.

Бармотин Александр Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: проектирование и организация работ при реконструкции гражданских зданий.

Кожемяка Сергей Викторович – к. т. н., доцент; профессор кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: реконструкция промышленных и гражданских зданий.

Косик Алексей Борисович – ассистент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: проектирование и организация работ при реконструкции гражданских зданий.

Хафизова Лилия Ринатовна – магистрант кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: перспективные направления механизированного устройства полов.

Alexander Barmotin – PhD (Eng.), associate Professor of the Technology and Management in Construction Department of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: designing and implementation of the refurbishment activities.

Sergei Kozhemyaka – PhD (Eng), associate Professor of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: reconstruction of industrial and civil buildings

Alexey Kosik – assistant of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: designing and implementation of the refurbishment activities.

Lilya Khafizova – Master of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Research interests: promising directions of mechanized unit of the flooring.

УДК 624.014

В. Ф. МУЩАНОВ, И. Н. РУДНЕВА

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

**ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ КОНСТРУКТИВНОЙ СХЕМЫ ВИСЯЧЕГО
ПОКРЫТИЯ К ОСАДКАМ ОСНОВАНИЯ**

В статье представлены результаты численного эксперимента при анализе чувствительности конструктивной схемы к осадкам основания, что будет использовано в изучении совместной работы несущей пространственной стержневой оболочки и ограждающей конструкции из пластика, которые имеют, как правило, различные прочностные и деформативные свойства.

осадка фундаментов, напряженно-деформированное состояние, пространственно-стержневая висячая оболочка, изгибно-жесткие нити сквозного сечения, расчет и проектирование

При эксплуатации несущих большепролетных конструкций, таких как висячие оболочки, возникают значительные перемещения отдельных узлов, что может быть вызвано как внешними нагрузками, так и чувствительностью опорных конструкций к осадкам основания.

Рассмотрим конструктивную схему стационарного висячего покрытия над трибунами стадиона, выполненную в виде пространственной стержневой системы на эллиптическом плане с осями 246×170 м. Рамы расположены с шагом 6,1 м (по внешнему опорному контуру), 4,2 м (по внешнему опорному контуру). Радиальные элементы представляют собой висячие фермы, пролётная часть радиального элемента составляет 30–35 м. Конструкция покрытия имеет блоки жесткости в виде связевых элементов, которые располагаются через каждый блок из двух радиальных элементов.

Опыт наблюдений, проведенных на таких сооружениях, как стадион «Шахтер» в г. Донецке и спортивный комплекс Днепр-Арена в г. Днепропетровске позволил предположить, что наиболее характерными смещениями опор являются смещения близкие 4 см. Поскольку конструкция радиальных элементов по короткой оси имеет наибольший пролёт, то, вероятней всего, эта часть покрытия будет наиболее чувствительна к осадкам, так как вертикальные перемещения узлов радиальных элементов (ферм) включают в работу всю часть покрытия. В связи с этим, было принято, что для выполнения анализа чувствительности конструктивной схемы к осадкам основания, четыре опорные точки радиальных элементов по внешнему контуру (рис. 1), расположенные ближе к короткой оси, вертикально переместить на 4 см, тем самым смоделировать осадку основания. Расчёт конструкций покрытия производился при помощи программного комплекса SCAD 11.1, реализация расчёта на заданные перемещения осуществляется при помощи нуль-элементов.

Одним из главных этапов проводимых исследований является получение усилий и деформаций в элементах покрытия.

Поперечное сечение основных несущих элементов подобрано с использованием существующих методик Кирсанова, Веденикова-Телояна, Мущанова-Гибаленко для расчета изгибно-жестких нитей. В таблице 1 приведены геометрические характеристики площадей сечений основных несущих элементов.

Сопряжение элементов модели выполнено следующим образом:

- радиальных элементов (висячие фермы) с кольцевыми (прогонами) – шарнирное,
- диагональных элементов с радиальными – жесткое,
- радиальных элементов с опорными частями – шарнирное.

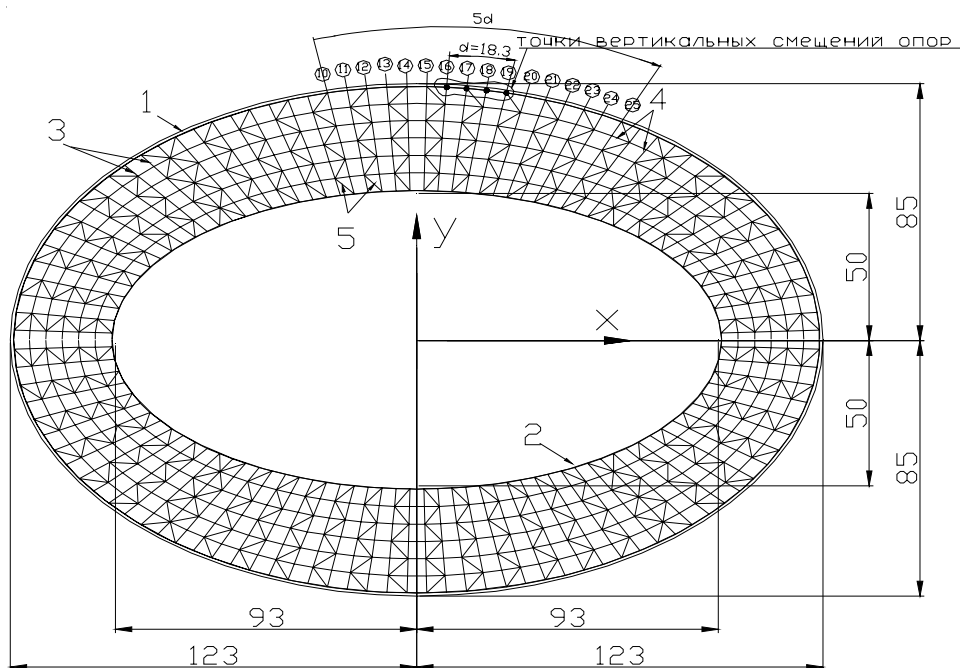
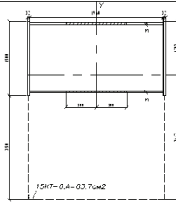


Рисунок 1 – Конструктивная схема пространственно-стержневого покрытия: (основные несущие элементы конструкции покрытия: внешний (1) и внутренний (2) опорные контуры, радиальные в виде жестких нитей сквозного сечения (3), кольцевые (4) и диагональные (5) элементы).

Таблица 1 – Геометрические характеристики площадей сечений основных элементов

Тип элемента	$A, \text{см}^2$	$I_y, \text{см}^4$	$I_z, \text{см}^4$
Радиальные элементы – висячие фермы			
Верхний и нижний пояса \perp 25ШТ1	72,49	3320	3380
Раскосы \perp 100×10	19,24	283,83	74,08
Прогонь между фермами фермы			
Верхний и нижний пояса \perp 20ШТ1	60,84	1530	3150
Раскосы \perp 100×10 (1-ый ярус)	6,13	36,8	9,52
Раскосы \perp 63×5 (2–5-ый яруса)	6,13	36,8	9,52
Внешний опорный контур			
	1428	11902055	4209293
Внутренний опорный контур			
	1831	15975195	27277139

- В качестве расчетных нагрузок и воздействий для проведения исследований принимаем:
- собственный вес (в соответствии с жесткостными характеристиками принятых в таблице 1 сечений);
 - собственный вес + вертикальное перемещение 4 см.

Для определения правильности результатов расчетов покрытия на чувствительность к осадкам основания сравним внутренние усилия по результатам расчета при действии собственного веса, от вертикальных перемещений, действия собственного веса и от вертикальных перемещений для элементов, удаленных от зон смещения опор. На рисунках 2–4 приведено распределение усилий в основных несущих элементах покрытия.

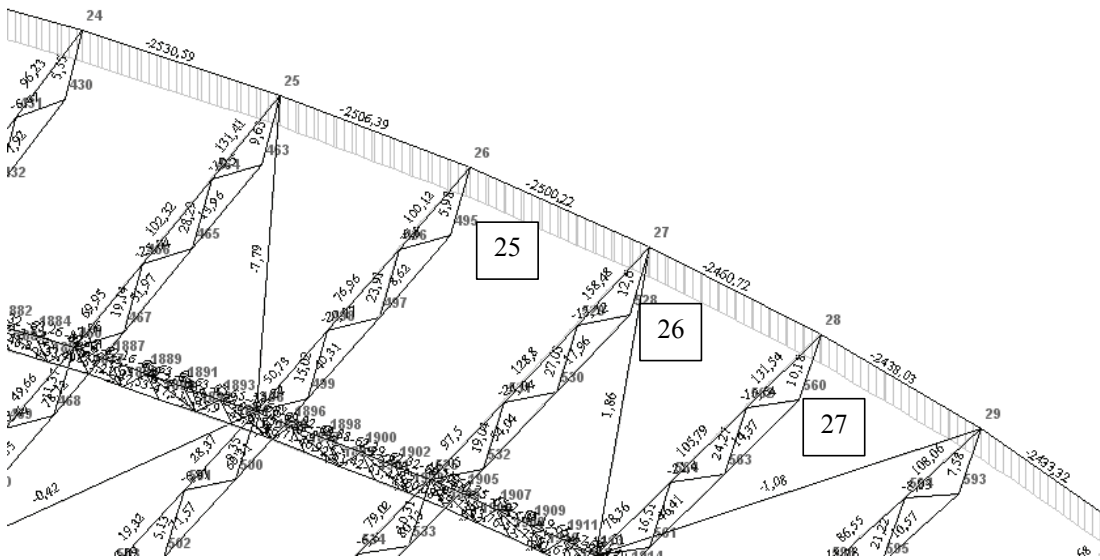


Рисунок 2 – Продольные усилия в элементах покрытия при воздействии собственного веса (25–27 – номера элементов) N, кН.

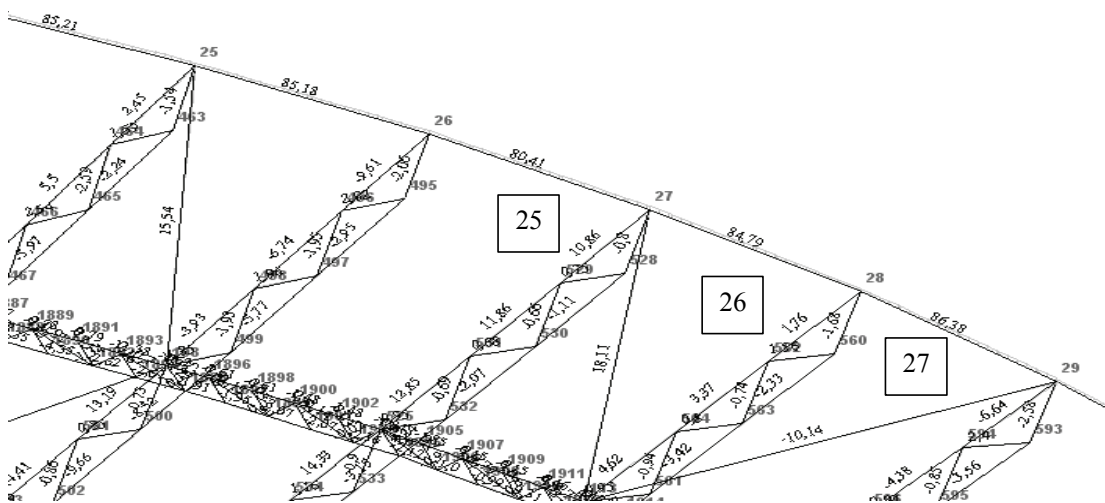


Рисунок 3 – Продольные усилия в элементах покрытия при воздействии осадки опор (25–27 – номера элементов) N, кН.

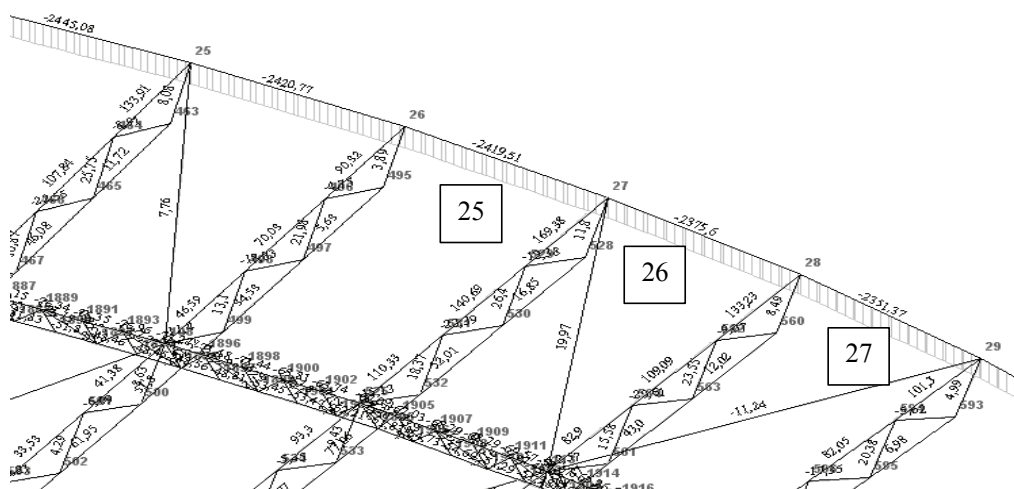


Рисунок 4 – Продольные усилия в элементах покрытия при воздействии осадки опор и с учетом собственного веса (25–27 – номера элементов) N, кН.

В таблице 2 приведены внутренние усилия в элементах внешнего опорного контура покрытия от действия собственного веса, от вертикальных перемещений, а также от действия собственного веса и от вертикальных перемещений.

Таблица 2 – Внутренние усилия в элементах внешнего опорного контура

Номер эл-та	Внутренние усилия от действия собственного веса	Усилия от вертикальных перемещений	Усилия от действия собственного веса и от вертикальных перемещений
	Ng, кН	Nv, кН	Nv+g, кН
25	-2500,22	80,41	-2419,51
26	-2460,72	84,79	-2375,6
27	-2438,03	86,38	-2351,37

Полученные данные, приведенные в таблице 2, показали, что отдельные результаты расчетов от действия собственного веса и от вертикальных перемещений в сумме дают внутренние усилия при действии собственного веса и вертикальных перемещений.

На основе проведенных расчетов можно сделать вывод, что смещения опор вызывают как изменение линейных размеров конструкций, так и возникновение усилий. На рисунках 4–5 приведены значения продольных усилий в опорных контурах, поясах и решетке ферм от влияния собственного веса (рис. 5) и от осадки опор (рис. 6).

На основе проведенных расчетов можно сделать вывод, что в радиальных элементах максимальные усилия наблюдаются в изгибно-жестких нитях по осям 15 и 20, расположенных непосредственно за зоной смещения опор. На рисунке 7 показана нумерация в радиальном элементе по оси 20, а внутренние усилия при воздействии собственного веса и при воздействии собственного веса и вертикальных перемещений на рисунках 8 и 9 соответственно.

Результаты расчёта покрытия в программном комплексе SCAD 11.1 приведены в таблицах 3–7.

ВЫВОДЫ

1. Анализ усилий в радиальных элементах покрытия, определенных с учетом осадки опор (в т. 16–19), показал, что наибольшее влияние наблюдается в радиальных элементах по осям 15 и 20, расположенным непосредственно за зоной смещения опор. При этом в радиальном элементе по оси 20:

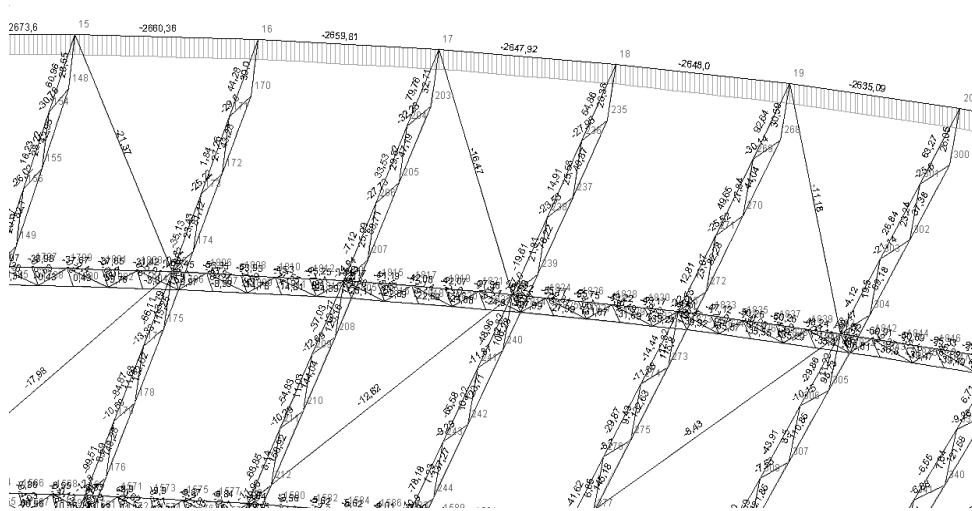


Рисунок 5 – Внутренние усилия в элементах покрытия при воздействии собственного веса.

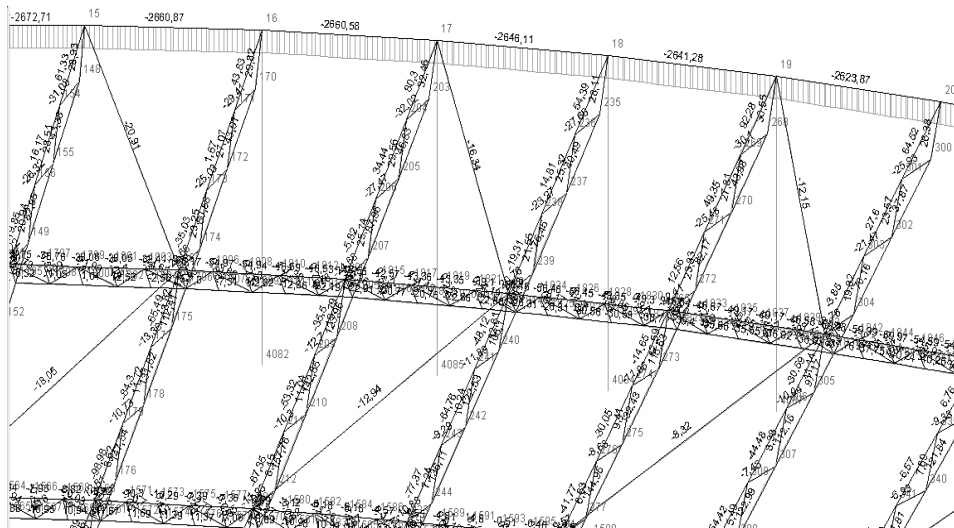


Рисунок 6 – Внутренние усилия в элементах покрытия при воздействии собственного веса и от вертикальных перемещений.

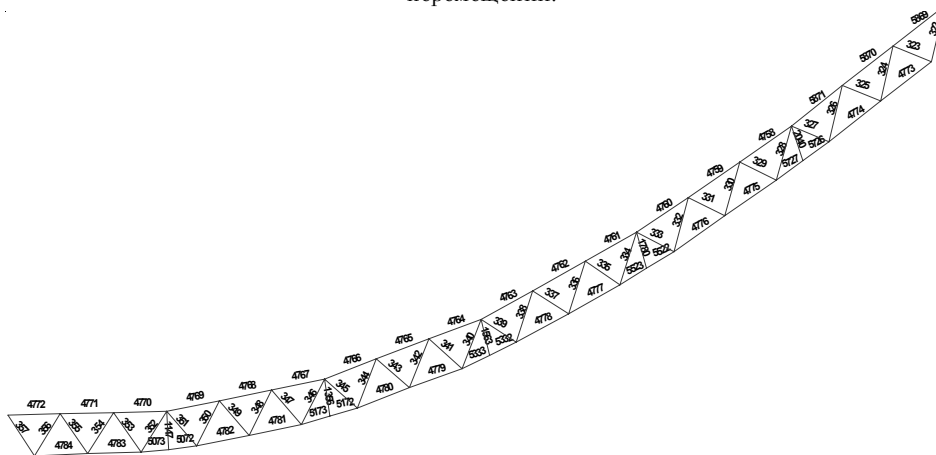


Рисунок 7 – Нумерация в радиальном элементе по оси 20.

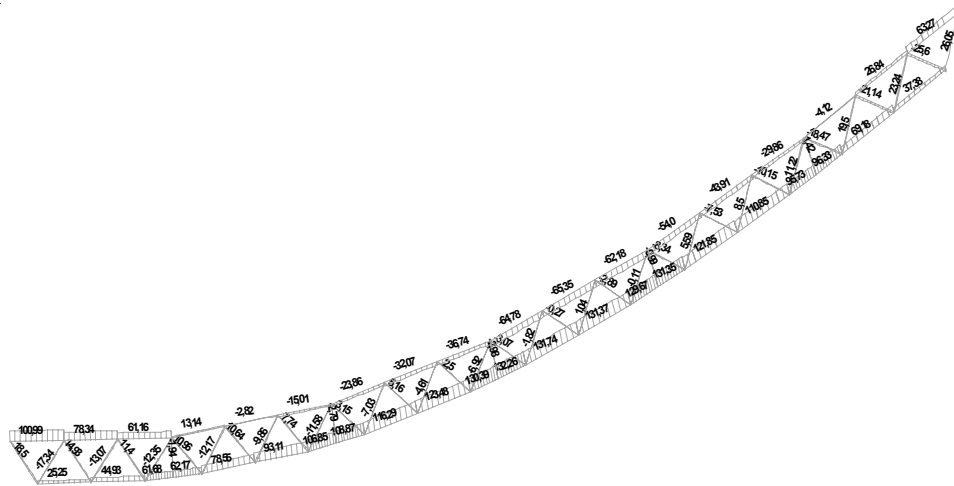


Рисунок 8 – Усилия в радиальном элементе по оси 20 при воздействии собственного веса.

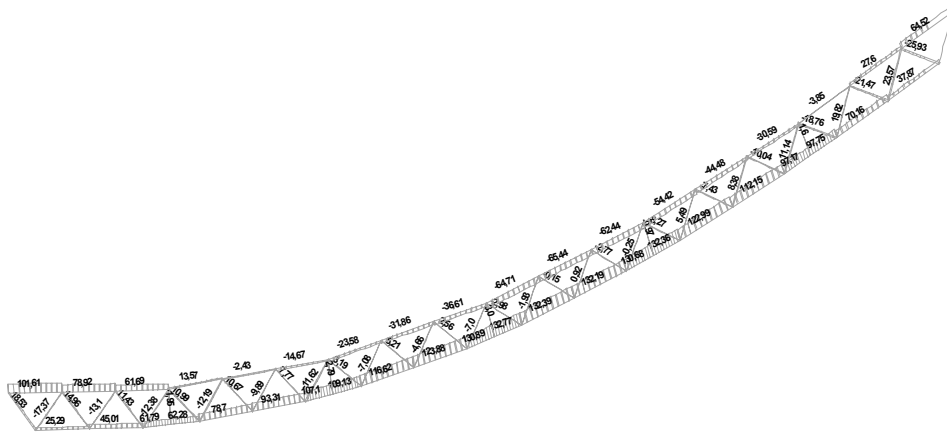


Рисунок 9 – Усилия в радиальном элементе по оси 20 при воздействии собственного веса и от вертикальных перемещений.

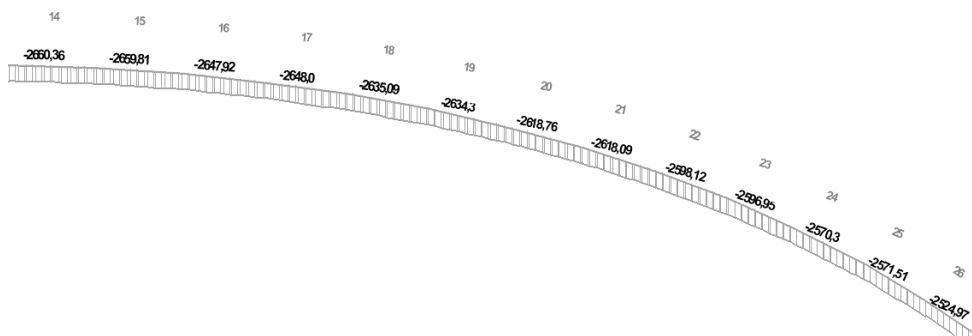


Рисунок 10 – Внутренние усилия N (кН) во внешнем опорном контуре при воздействии собственного веса.

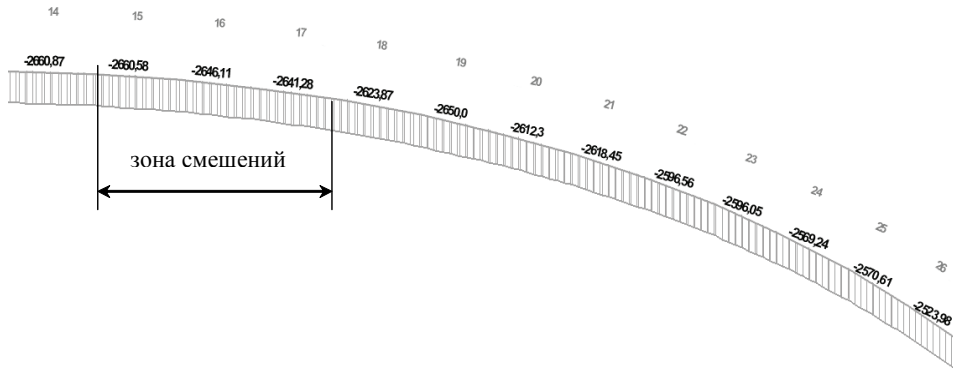


Рисунок 11 – Внутренние усилия N (кН) во внешнем опорном контуре при воздействии собственного веса и от вертикальных перемещений.

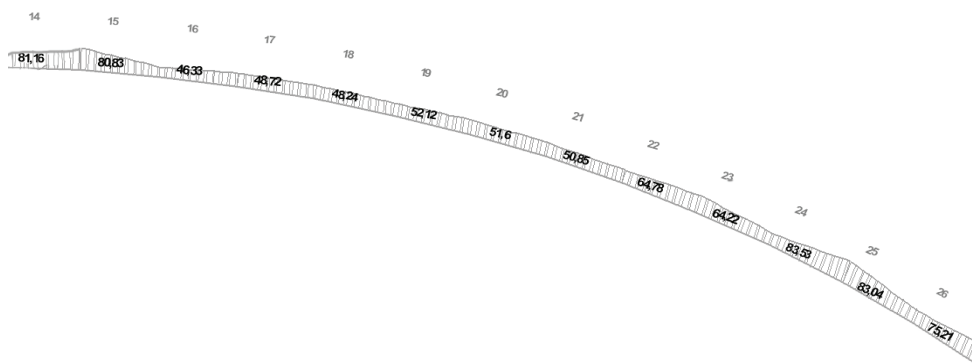


Рисунок 12 – Эпюра изгибающих моментов M_z (кН) во внешнем опорном контуре при воздействии собственного веса.

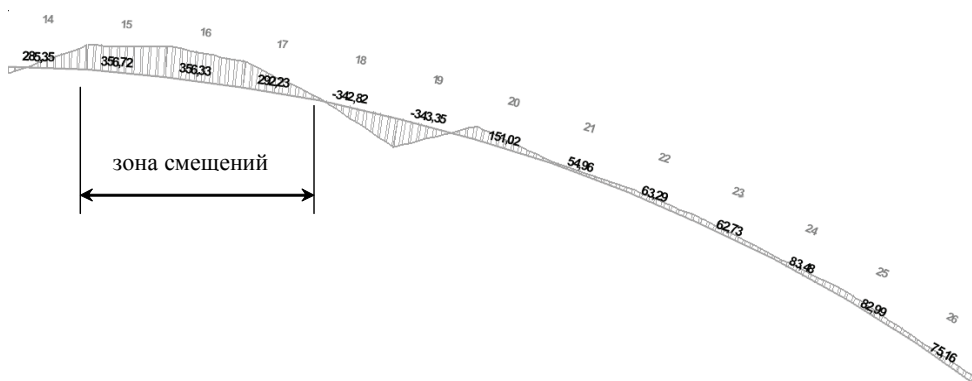


Рисунок 13 – Эпюра изгибающих моментов M_z (кН) во внешнем опорном контуре при воздействии собственного веса и от вертикальных перемещений.

Таблица 3 – Внутренние усилия в элементах верхнего пояса радиальных элементов (ферм) при воздействии собственного веса, вертикальных смещений опор

Номер элемента	Внутренние усилия от действия собственного веса				Внутренние усилия от действия собственного веса и вертикальных перемещений				$\frac{N_v - N_g}{N_v} \cdot 100\%$
	Ng, кН	My, кНм	Mz, кНм	σ_g , кН/см ²	Nv, кН	My, кНм	Mz, кНм	σ_v , кН/см ²	
5869	63,27	0,21	0,43	0,87	64,52	0,2	0,44	0,89	1,94
5870	26,84	-0,45	0,19	0,37	27,6	-0,46	0,19	0,38	2,75
5871	-4,12	0,76	-0,12	-0,06	-3,85	0,78	-0,13	-0,05	7,01
4758	-29,86	0,79	-0,09	-0,41	-30,59	0,8	-0,1	-0,42	2,39
4759	-43,91	0,83	-0,09	-0,61	-44,48	0,84	-0,09	-0,61	1,28
4760	-54,0	1,07	-0,07	-0,74	-54,42	1,07	-0,07	-0,75	0,77
4761	-62,18	1,08	-0,61	-0,86	-62,44	1,09	-0,61	-0,86	0,42
4762	-65,35	0,96	-0,22	-0,90	-65,44	0,97	-0,22	-0,90	0,14
4763	-64,78	1,09	0,52	-0,89	-64,71	1,09	0,52	-0,89	0,11
4764	-36,74	1,03	-0,57	-0,51	-36,61	1,03	-0,58	-0,51	0,36
4765	-32,07	0,74	0,24	-0,44	-31,86	0,75	0,24	-0,44	0,66
4766	-23,86	0,8	0,66	-0,33	-23,58	0,8	0,66	0,33	1,17
4767	-15,0	0,8	-0,2	-0,21	-14,52	0,8	-0,21	-0,20	3,31
4768	-2,82	0,5	-0,1	-0,04	-2,43	0,5	-0,1	-0,03	16,05
4769	13,14	0,37	0,05	0,18	13,57	0,37	0,06	0,19	3,17
4770	61,16	-0,29	-0,31	0,84	61,69	-0,29	-0,31	0,85	0,86
4771	78,34	-0,59	0,32	1,08	78,92	-0,59	0,33	1,09	0,73
4772	100,9	-0,53	0,7	1,39	101,61	-0,53	0,71	1,40	0,70

Таблица 4 – Внутренние усилия в элементах нижнего пояса радиальных элементов (ферм) при воздействии собственного веса, вертикальных смещений опор

Номер элемента	Внутренние усилия от действия собственного веса				Внутренние усилия от действия собственного веса и вертикальных перемещений				$\frac{N_v - N_g}{N_v} \cdot 100\%$
	Ng, кН	My, кНм	Mz, кНм	σ_g , кН/см ²	Nv, кН	My, кНм	Mz, кНм	σ_v , кН/см ²	
4773	37,38	0,37	-0,25	0,52	37,87	0,37	-0,26	0,52	1,29
4774	69,18	0,23	-0,51	0,95	70,16	0,23	-0,52	0,97	1,40
5726	96,33	1,8	-0,75	1,33	97,75	1,8	-0,75	1,35	1,45
5727	95,73	1,68	-0,48	1,32	97,17	1,68	-0,48	1,34	1,48
4775	110,85	0,88	0,32	1,53	112,15	0,89	0,32	1,55	1,16
4776	121,85	0,86	-0,12	1,68	122,99	0,87	-0,13	1,70	0,93
5222	131,35	2,11	0,11	1,81	132,36	2,11	0,11	1,83	0,76
5223	129,67	2,07	-0,66	1,79	130,68	2,07	-0,66	1,80	0,77
4777	131,37	1,06	-0,44	1,81	132,19	1,06	-0,41	1,82	0,62
4778	131,74	1,05	0,37	1,82	132,39	1,05	0,37	1,83	0,49
5332	132,26	2,16	0,55	1,82	132,77	2,16	0,55	1,83	0,38
5333	130,39	2,17	-0,45	1,80	130,89	2,17	-0,45	1,81	0,38
4779	123,48	0,86	-0,3	1,70	123,88	0,86	-0,3	1,71	0,32
4780	116,29	0,89	0,37	1,60	116,62	0,89	0,37	1,61	0,28
5172	108,87	1,85	0,47	1,50	109,13	1,85	0,47	1,51	0,24
5173	106,85	1,93	0,02	1,47	107,1	1,93	0,02	1,48	0,23
4781	93,11	0,53	0,03	1,28	93,31	0,53	0,03	1,29	0,21
4782	78,55	0,58	0,04	1,08	78,7	0,58	0,04	1,09	0,19
5072	62,17	1,0	0,07	0,86	62,28	1,01	0,07	0,86	0,18
5073	61,68	1,12	-0,03	0,85	61,79	1,12	-0,03	0,85	0,18
4783	44,93	-0,52	0,06	0,62	45,01	-0,53	0,06	0,62	0,18
4784	25,25	-0,24	0,06	0,35	25,29	-0,24	0,06	0,35	0,16

Таблица 5 – Внутренние усилия в раскосах радиальных элементов (ферм) при воздействии собственного веса, вертикальных смещений опор.

Номер эл-та	Внутренние усилия от действия собственного веса	Внутренние усилия от действия собственного веса и от верг. перемещений	$\frac{N_v - N_g}{N_v} \cdot 100\%$
	Ng, кН	Nv, кН	
322	26,045	26,377	1,26
323	-25,6	-25,934	1,29
324	23,243	23,573	1,40
325	-21,14	-21,474	1,56
326	19,499	19,824	1,64
327	-18,473	-18,758	1,52
328	11,221	11,137	0,75
329	-10,152	-10,041	1,11
330	8,497	8,378	1,42
331	-7,533	-7,431	1,37
332	5,59	5,488	1,86
333	-8,343	-8,266	0,93
334	-0,107	-0,253	57,71
335	-2,889	-2,771	4,26
336	1,036	0,916	13,10
337	-0,266	-0,154	42,11
338	-1,819	-1,929	5,70
339	-3,067	-2,977	3,02
340	-6,921	-7	1,13
341	2,502	2,559	2,23
342	-4,605	-4,662	1,22
343	5,16	5,212	1,00
344	-7,03	-7,08	0,71
345	3,15	3,194	1,38
346	-11,578	-11,619	0,35
347	7,736	7,769	0,42
348	-9,86	-9,893	0,33
349	10,642	10,671	0,27
350	-12,166	-12,194	0,23
351	10,96	10,99	0,27
352	-12,354	-12,38	0,21
353	11,399	11,426	0,24
354	-13,072	-13,098	0,20
355	14,935	14,962	0,18
356	-17,343	-17,372	0,17
357	18,503	18,532	0,16

Таблица 6 – Внутренние усилия в элементах внешнего опорного контура

Номер эл-та	Внутренние усилия от действия собственного веса				Внутренние усилия от действия собственного веса и от вертикальных перемещений				$\frac{N_v - N_g}{N_v} \cdot 100\%$	$\frac{\sigma_v - \sigma_g}{\sigma_v} \cdot 100\%$
	Ng, кН	My, кНм	Mz, кНм	σ_g , кН/см ²	Nv, кН	My, кНм	Mz, кНм	σ_v , кН/см ²		
14	-2660,4	0,14	81,16	2,01	-2660,9	126,05	285,35	2,48	0,63	18,97
15	-2659,8	0,24	80,83	2,01	-2660,6	159,88	356,72	2,63	0,95	23,78
16	-2647,9	0,28	46,33	1,94	-2646,1	160,26	356,33	2,62	3,91	26,14
17	-2648	0,31	48,72	1,94	-2641,3	125,34	292,23	2,48	13,79	21,58
18	-2635,1	0,37	48,24	1,93	-2623,9	-278,18	-342,82	2,68	23,26	27,98
19	-2634,3	0,37	52,12	1,94	-2650	-277,88	-343,35	2,70	30,12	28,25

– в верхнем поясе увеличение внутренних усилий N составляет до 16 % по отношению к усилиям от собственного веса конструкций;

– в нижнем поясе увеличение внутренних усилий N составляет до 1,48 % по отношению к усилиям от собственного веса конструкций;

Таблица 7 – Внутренние усилия в элементах внутреннего опорного контура

Номер эл-та	Внутренние усилия от действия собственного веса			Внутренние усилия от действия собственного веса и от вертикальных перемещений			$\frac{N_v - N_g}{N_v} \cdot 100 \%$
	Ng, кН	My, кНм	Mz, кНм	Nv, кН	My, кНм	Mz, кНм	
41	2592,86	20,84	295,44	2591,93	20,85	295,33	0,04
42	2588,48	-42,44	462,49	2587,54	-42,41	461,03	0,04
43	2599,02	-108,23	797,32	2598,23	-108,03	796,41	0,03
44	2587,78	-155,32	984,19	2586,98	-154,88	983,03	0,03
45	2592,87	-202,47	1342,15	2592,14	-201,65	1341,9	0,03

– в решетке ферм увеличение внутренних усилий N составляет до 57 % по отношению к усилиям от собственного веса конструкций;

2. Наибольшее влияние осадка опор оказывает на изгибающие моменты во внешнем опорном контуре в элементах 12–25:

– для M_z они составляют до 87 % от собственного веса конструкций;

– для M_y они составляют до 99 % от собственного веса конструкций.

3. В целом увеличение напряжений во внешнем опорном контуре действия осадки составляет до 29 %.

4. Зона влияния осадки опор на усилия и напряжения во внешнем опорном контуре составляет участок длиной до $5d$ (где d – длина участка осадки).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Конструкции стационарных покрытий над трибунами стадионов [Текст] / Е. В. Горохов, В. Ф. Муцанов, Р. И. Кинаш [и др.] ; Под общей редакцией Е. В. Горохова и А. В. Шимановского. – 2-е изд. – Макеевка : ДонНАСА, 2008. – 404 с. : с ил. – ISBN 978–966–7477–81–3.
2. Муцанов, В. Ф. Теоретическое исследование закономерностей работы висячей стержневой оболочки с вырезом на эллиптическом плане [Текст] / В. Ф. Муцанов, И. Н. Прядко // Вісник Донбаської держ. академії будівництва і архітектури : зб. наук. праць / М-во освіти і науки України, ДонДАБА. – Макіївка, 2003. – Вип. 2003–3(40) : Будівлі та споруди із застосуванням нових конструкцій та матеріалів. Том 1. – С. 49–51. – ISSN 1814–3296.
3. Отчет по результатам мониторинга несущих металлических конструкций покрытия. Стадион «Донбасс Арена» [Текст] : Шифр 110–01ПК–МК.О/2010 / Донбасская нац. академия строительства и архитектуры. – Макеевка : ДонНАСА, 2010. – 90 с.
4. К расчету и проектированию пространственных конструкций стационарных покрытий над трибунами стадионов [Текст] / Е. В. Горохов, В. Ф. Муцанов, В. Р. Касимов [и др.] // Материалы VIII Украинской научно-технической конференции «Металлические конструкции: взгляд в прошлое и будущее», посвященной 60-летию образования ОАО «УкрНИИпроектстальконструкция им. В. Н. Шимановского» / ОАО «УкрНИИпроектстальконструкция им. В. Н. Шимановского». – К. : ОАО «УкрНИИпроектстальконструкция им. В. Н. Шимановского», 2004. – С. 323–332.
5. Еремеев, П. Г. Особенности проектирования уникальных большепролетных зданий и сооружений [Текст] / П. Г. Еремеев // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2006. – Том 2, № 1. – С. 5–15.

Получено 13.10.2011

В. П. МУЦАНОВ, І. М. РУДНЄВА ЧУТЛИВІСТЬ КОНСТРУКТИВНОЇ СХЕМИ ВИСЯЧОГО ПОКРИТТЯ ДО ОСІ- ДАНЬ ФУНДАМЕНТІВ Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті представлені результати чисельного експерименту при аналізі чутливості конструктивної схеми до осідань фундаментів, що буде використано у вивченні спільної роботи несучої просторової стрижньової оболонки і огорожувальної конструкції з пластику, які мають, як правило, різні міцнісні і деформативні властивості.

осідання фундаментів, напружено-деформований стан, просторово-стрижньова висяча оболонка, згинально-жорсткі нитки наскрізного перерізу, розрахунок і проектування

VOLODYMYR MUSHCHANOV, IRINA RUDNEVA
SENSITIVENESS OF STRUCTURAL CHART OF SUSPENDED ROD SHELL TO
SINKING OF FOUNDATION

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

In the articles presented results of numeral experiment are at the analysis of sensitiveness of structural chart to settling of foundations, that will be utilized in the study of joint work of the bearing spatial cored shell and non-load-bearing constructions from the plastic arts, which have, properly, different strength and nonrigid properties.

settling of foundations, it is intense – the deformed condition, a spatial – rod trailing environment, hard thread of open section, calculation and planning

Мущанов Володимир Пилипович – д. т. н., професор, завідувач кафедри теоретичної і прикладної механіки, проректор з наукової роботи Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Член міжнародної організації «Інститут цивільних інженерів» та міжнародної асоціації «Просторові конструкції», аудитор системи сертифікації УкрСЕПРО. Академік Академії будівництва України. Наукові інтереси: теорія надійності, розрахунок, проектування та технічна діагностика просторових металевих конструкцій.

Руднева Ірина Миколаївна – кандидат технічних наук, доцент кафедри теоретичної і прикладної механіки Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: особливості просторової роботи висячого покриття, утвореного системою згинально-жорстких ниток.

Мущанов Владимир Филиппович – д. т. н., профессор, заведующий кафедрой теоретической и прикладной механики, проректор по научной работе Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Член международной организации «Институт гражданских инженеров» и международной организации «Пространственные конструкции», аудитор системы сертификации УкрСЕПРО. Академик Академии строительства Украины. Научные интересы: теория надежности, расчет, проектирование и техническая диагностика пространственных металлических конструкций.

Руднева Ирина Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной механики Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: особенности пространственной работы висячего покрытия, образованного системой изгибно-жестких нитей.

Volodymyr Mushchanov – DSc (Eng.), a Professor, the Head of the Theoretical and Applied Mechanics Department, vice-principal on the scientific work of Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. A member of the international organization «Institute of Civil Engineer» and international organization of «Spatial Structures», an auditor of certification UKRSEPRO system. The academician of the Engineering Academy in Ukraine. His research interests include the reliability theory, calculation, designing and engineering diagnostics of spatial metal structures.

Irina Rudneva – PhD (Eng.), associate professor of the Theoretical and Applied Mechanics Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: features of spatial work of hanging coverage, formed the system of flexurally-hard filaments.

УДК 69.059.4.003+624.012.45

В. Н. ЛЕВЧЕНКО, Д. В. ЛЕВЧЕНКО, В. Ф. КИРИЧЕНКО, Е. В. ГРИДИНА
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ПОВЫШЕНИЕ УРОВНЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ НАДЕЖНОСТИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ СРОКОВ СЛУЖБЫ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Экономическая оценка надежности строительных конструкций – сложная комплексная задача. Она должна решаться с учетом затрат, направленных на обеспечение требуемых показателей качества в процессе проектирования, возведения и эксплуатации зданий и сооружений. В статье приводятся пути получения равнонадежных конструкций при их проектировании, как производится технологическое обеспечение надежности конструкций и чем обеспечивается надежность в процессе эксплуатации конструкций. Приведены необходимые теоретические предпосылки и практические рекомендации, на основании которых могут быть сделаны важные шаги по пути коренного улучшения качества строительства при одновременном уменьшении его стоимости. По данным научно-исследовательских институтов Украины, из общего количества строительных конструкций, выполненных из железобетона, примерно 25 % эксплуатируются в агрессивных средах. При этом четверть из них в слабоагрессивной среде, где, как правило, не предусматривается защита от коррозии, т. е. конструкции должны быть запроектированы и изготовлены так, чтобы их долговечность обеспечивалась за счет собственной стойкости. В статье предложена методика расчета долговечности строительных железобетонных конструкций.

надежность, эффективность, долговечность, вероятностная оценка, ремонтпригодность, безотказная работа, коррозия

Повышение уровня теоретической надежности, снижение расчетного коэффициента надежности и, следовательно, уменьшение затрат на возведение зданий и сооружений может быть достигнуто за счет:

- максимального (с учетом возможностей производственной базы) укрупнения элементов сборных конструкций и соответственного уменьшения числа их сопряжений;
- создания конструктивных схем, обеспечивающих резервирование надежности, т. е. таких схем, при которых отказ одного или даже нескольких элементов не означал бы отказа всей конструкции;
- применения пространственных конструкций;
- максимального использования стандартных и унифицированных элементов, которые, как правило, изготавливаются по более совершенной технологии и имеют высокий уровень надежности;
- применения элементов железобетонных конструкций с учетом их контрольной (конструктивной) прочности;
- расположения однотипных элементов сборных конструкций, имеющих разные характеристики начальной безотказности, в расчетных участках конструктивно-монтажных цепей таким образом, чтобы обеспечить приблизительно равный уровень надежности во всех звеньях конструкции;
- проектирования узлов сопряжений с характеристиками надежности, близкими к соответствующим характеристикам элементов;
- применения монолитных конструкций. Заметим, что несмотря на то, что эти конструкции в силу однородности материала, элементов и узлов должны быть более надежными, они обладают одним существенным недостатком: при их возведении труднее управлять качеством, так как невозможно обеспечить равнонадежность конструкции путем рационального размещения в ней элементов с разными уровнями надежности и учесть их конструкционную прочность;

– проектирования долговечности и ремонтпригодности. При этом длительность межремонтных периодов определяется путем подсчета долговечности защитных покрытий и изменчивости прочности материала во времени;

– обеспечения технологичности конструкций и рабочих чертежей. Это требование обусловливается созданием конструкций, приспособленных для рациональной организации подготовительных, строительного-монтажных и ремонтных работ с учетом пооперационного предупредительного контроля качества.

Непрерывным условием уменьшения расчетного коэффициента надежности при заданном уровне надежности конструкции является получение надлежащих гарантий в том, что действительные характеристики качества (надежности) возведенной в натуре конструкции будут соответствовать расчетной модели. Эта задача решается путем организации активного производственного контроля качества и стабилизации технологических процессов, что связано с некоторыми материальными затратами.

Обычно при расчете железобетонных конструкций проектом устанавливается один класс бетона для всего элемента, а величина сечения обычно принимается постоянной по длине. Естественно, что прочность необходимая в расчетном сечении, оказывается излишней для других сечений. В силу особенностей технологии производства железобетонных конструкций имеет место изменчивость характеристик прочности в пределах элемента. Задача состоит в том, чтобы учесть вероятность совпадения действительных характеристик прочности в некоторых сечениях с расчетными усилиями, действующими в тех же сечениях.

Н. А. Крыловым [4] предложена методика вероятностной оценки этих совпадений, позволяющая уменьшить расчетный класс бетона или, что то же, расчетный коэффициент надежности и получить существенный экономический эффект.

Так, например, для сопоставления действительных характеристик прочности бетона однопролетной железобетонной балки (рис. 1) с сопротивлениями, допускаемыми по расчету для различных её сечений, строится специальная контрольная эпюра R_x . Ординаты этой огибающей эпюры определены по результатам расчета бетона на сжимающие усилия от действующих моментов, а также сжимающие или перерезывающие усилия от поперечных сил при условии восприятия арматурой действующих усилий и обеспечения надежного ее сцепления с бетоном. Расчеты выполнены с учетом изменения величин изгибающих моментов и перерезывающих сил по длине балки (см. эпюры M и Q).

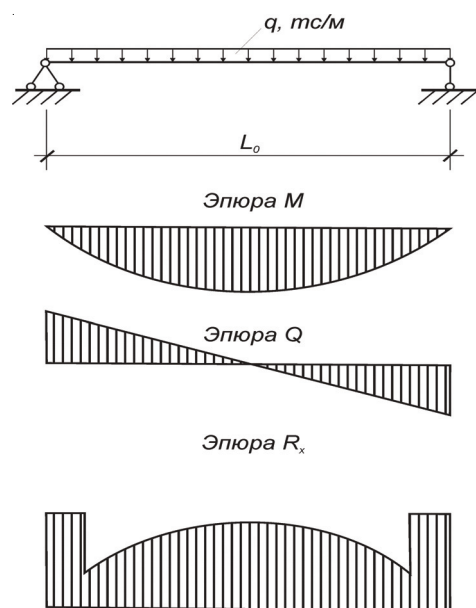


Рисунок 1 – Расчетные и контрольные эпюры для однопролетной железобетонной балки.

При сплошном контроле прочности бетона в изделиях для каждого контролируемого сечения должно быть соблюдено условие:

$$R\theta_{изм.} < R\theta_x, \quad (1)$$

где $R\theta_{изм.}$ – действительная (измеренная) прочность бетона в контролируемом сечении элемента;
 $R\theta_x$ – расчетное сопротивление бетона в том же сечении.

Задача службы эксплуатации строительных конструкций в конечном счете сводится к поддержанию заданного уровня их надежности в течение всего срока службы. С повышением уровня надежности увеличиваются капитальные затраты, связанные с их возведением, а затраты на эксплуатацию соответственно уменьшаются. Во временных сооружениях, рассчитанных на короткий срок службы, затраты на эксплуатацию могут оказаться близкими к нулю. В зданиях высокого класса, рассчитанных на длительный период эксплуатации, эти расходы составляют существенную часть общей стоимости строительства. Экономическая эффективность затрат на проведение профилактических осмотров и ремонтов может быть оценена путем сопоставления этих затрат с первоначальной стоимостью строительства.

Как известно, периодичность профилактических ремонтов зависит от интенсивности постепенного износа элементов и узлов конструкции. Интенсивность износа в свою очередь зависит от качества материалов, совершенства конструктивных решений, степени воздействия внешней среды и условий эксплуатации конструкции. Последние определяются уровнем ее ремонтпригодности и организацией эксплуатационной службы. В отдельных случаях (например, при работе в агрессивных средах) высокий уровень ремонтпригодности и надежная эксплуатация позволят свести к минимуму расчетный коэффициент условий работы.

Объем работ, стоимость выполнения плановых текущих ремонтов и их количество за весь период эксплуатации должна определяться на стадии проектирования объекта. Эти соотношения могут быть определены по формуле [1]:

$$C'_э = C''_э n, \quad (2)$$

где $C'_э$ – сумма затрат на проведение профилактических ремонтов;
 $C''_э$ – средняя стоимость одного профилактического ремонта;
 n – количество профилактических ремонтов на весь срок службы конструкции.

Таким образом, служба эксплуатации, организуемая применительно к функциональным особенностям здания или сооружения и степени его ремонтпригодности, является регулятором долговечности конструкции. Расходы на ее содержание (жилищно-эксплуатационные конторы, ремонтно-строительные цехи предприятий, инженерная служба общественных зданий и т. п.) компенсируются экономией, достигаемой за счет увеличения срока службы объекта.

Чтобы точно определить показатель долговечности, необходимо как можно больше знать обо всех факторах, которые влияют на срок эксплуатации каждого элемента, имея надежные данные об интенсивности действий каждого из этих факторов на показатели, которые отвечают за предельные состояния (прочность, износ и т. п.). Но, даже имея такую информацию, можно найти решение только по одному конкретному элементу. Для сложных конструкций зданий и сооружений в целом очень трудно теоретически рассчитать срок эксплуатации каждого следующего элемента, поскольку нельзя создать идентичные условия для всех строительных элементов. Поэтому за основу расчета целесообразно взять положение статистического распределения сроков эксплуатации большого количества однотипных элементов зданий и сооружений. Чтобы количественно охарактеризовать распределение, используют вероятность всего события, при наступлении которого функция распределения сроков эксплуатации T_x будет иметь значение меньше, чем заданное заранее конкретное значение x . Тогда интегральную функцию распределения записывают

$$F_{(x)} = P(T_x < x). \quad (3)$$

Чтобы рассчитать средний срок эксплуатации элементов зданий и сооружений, берут сумму сроков эксплуатации конструктивных элементов, которые вышли из строя, и относят эту сумму к числу всех обследованных элементов зданий и сооружений.

$$T_x = \sum_{i=1}^n \frac{x_i m_i}{m} \quad (i=1,2,\dots,n), \quad (4)$$

где T_x – средний срок эксплуатации данного элемента (математическое ожидание);
 x_i – конкретный срок эксплуатации этого элемента;
 m_i – число элементов, которые имеют данный срок эксплуатации;
 m – общее количество элементов, которые вышли из строя.

Иногда отношение m_i / m заменяют его приближенным значением P_i , т. е. вероятностью конкретного значения срока эксплуатации. Тогда

$$T_x = \sum_{i=1}^n x_i P_i. \quad (5)$$

Устанавливая сроки ремонта по мере отключения конкретных сроков эксплуатации от их среднего значения, берут дисперсию D_x :

$$D_x = \sum_{i=1}^n (x_i - T_x)^2 P_i, \quad (6)$$

где x_i – конкретный срок эксплуатации i -го элемента;
 P_i – вероятность конкретного срока эксплуатации.

На практике удобнее пользоваться среднеквадратическим отклонением или стандартом срока эксплуатации

$$\sigma_x = \sqrt{D_x}. \quad (7)$$

Пределы отклонения сроков эксплуатации от их средних значений определяют неравенством

$$P\left(x_i - T_x \geq Q \leq \frac{D_x}{Q^2}\right), \quad (8)$$

где $Q = x_i - T_x$.

Если выразить Q через среднеквадратические отклонения σ , придав им конкретный характер, например, взять $Q = \sigma$, то вероятность того, что срок эксплуатации элемента, который нас интересует, отклоняется больше чем на 2σ , составит:

$$P = [(x_i - T_x) \geq 2\sigma] \leq \frac{\sigma^2}{4\sigma^2} = \frac{1}{4}. \quad (9)$$

При $Q = 3\sigma$ получим $P = \frac{1}{9}$, при $Q = 4\sigma - P = \frac{1}{16}$ и т. д.

Таким образом, чем больше отклонение конкретного срока эксплуатации от среднего значения, тем меньше оно вероятно. Особенность зданий и сооружений в том, что они состоят из отдельных элементов и инженерных систем, которые, исходя из эксплуатационных качеств, подразделяются на восстанавливаемые и невосстанавливаемые.

Надежность является обязательным свойством для любого элемента здания. Различают параллельное и последовательное соединение элементов конструкций. Например, в крыше, которая состоит из двух элементов – кровельного листа и красильного слоя, соединение этих элементов параллельное, и кровля как конструкция выходит из строя только в случае отказа обоих элементов. Безотказность каждого элемента должна рассматриваться отдельно, поэтому в данном случае может выйти из строя только красильный слой. Только после нарушения водонепроницаемости металлического листа выйдет из строя вся конструкция. При последовательном соединении элементов отказ хотя бы одного из них означает выход из строя конструкции в целом. Например, течь в стыке трубопровода послужит отказом всей системы.

Основное уравнение надежности

$$P_{(t)} = e^{-\int_0^t \lambda(t) dt}. \quad (10)$$

Функцию $\lambda(t)$ рассчитывают на основе статистических данных при обследовании большого количества элементов за достаточно долгий промежуток времени. Среднее время безотказной работы определяют по формуле

$$T_{cp} = \int_0^{\infty} P(t) dt. \quad (11)$$

Чтобы определить закономерности, которые обуславливают зависимость интенсивности отказа от времени, необходимо обследовать как можно большее количество однотипных элементов. Тогда влияние некоторых доминирующих факторов в общей сложности сужается и не искажает общей закономерности сроков эксплуатации зданий и сооружений. Функция интенсивности отказов, которые наиболее часто встречаются, изображена на рис. 2, где 1 – период приспособления ($0-t_1$); 2 – период нормальной работы (t_1-t_2), когда разброс эксплуатационных свойств незначителен и интенсивности отказов постоянна; 3 – период ускоренного старения и износа элемента, который характеризуется повышением интенсивности отказов. Вероятность отказа элемента за некоторое время t_e как интегральную функцию распределения сроков эксплуатации определяют по уравнению:

$$q(t) = 0,5 + F(x), \quad (12)$$

где $x = \frac{(t_e - T_x)}{\sigma}$.

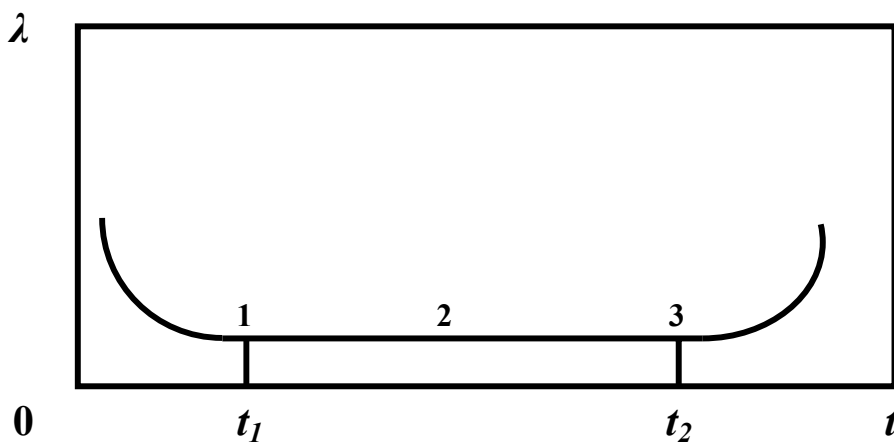


Рисунок 2 – Зависимость интенсивности отказов λ от времени t .

Поскольку вероятность безотказной работы $P(t) = 1 - q(t)$, то для периода 3

$$P(t) = 1 - q(t) = 0,5 - F(x). \quad (13)$$

Для системы, которая состоит из N последовательно соединенных элементов, вероятность безотказной работы

$$P(t) = \prod_{s=1}^N [0,5 - F(x)]. \quad (14)$$

Имея значения T_x , N и σ по формуле (12) можно определить вероятность работы всей системы за время t_e с учетом только процессов нормального износа и старения материала конструкций. В общем же случае надежность систем зависит от вероятности постепенных и внезапных отказов $P_{n(t)}$ и $P_{p(t)}$. Чтобы определить вероятность отказа элемента в момент t_e с промежутком времени $t_e - t$ вследствие его нормального износа, нужно знать средний срок эксплуатации элемента, т. е. его долговечность T_x и среднеквадратичное отклонение σ . В период нормальной эксплуатации элементов и систем основное влияние на их надежность имеют внезапные отказы, а в период износа и старения – постепенные.

Если значения σ небольшие, то период нормальной эксплуатации увеличивается и более четко отделяется от периода старения. При больших значениях σ износные отказы охватывают более широкую зону: распределение периодов нормальной эксплуатации и старения затруднительно. Для практики очень важен тот факт, что при большом количестве разнотипных элементов в системе значение σ возрастает, и процесс износа начинает проявляться в начале эксплуатации. Поэтому, рассчитывая надежность сложных систем, их стоит расчленять на узлы.

Можно считать, что основными особенностями, которые следует учитывать, анализируя отказы строительных конструкций, являются: продолжительность сроков эксплуатации, нестационарность потоков отказов, неполнота данных относительно эксплуатации. Особенность эксплуатации несущих строительных конструкций состоит в том, что в случае сбоев их ремонтируют или заменяют, а во время капитальных ремонтов в них заменяют даже исправные элементы.

Рассматривая статистические и вероятностные задачи определения надежностных характеристик, совершают, как правило, простейшие расчеты средних значений сроков эксплуатации конструкций и зданий в целом без учета ремонтных работ и межремонтных сроков эксплуатации. Иногда анализируют средние значения свойства или показателя надежности или, используя методы расчета распределения вероятностей случайных величин, находят среднюю наработку к отказу. Результаты экспериментальных исследований эксплуатационной надежности однотипных конструктивных элементов достаточно точные, но нельзя точно спрогнозировать длительность эксплуатации каждого отдельного строительного элемента. С другой стороны, долговечность относительно большого количества элементов можно прогнозировать с достаточной мерой вероятности, что дает возможность намечать мероприятия для правильной и надежной эксплуатации.

Вероятность отказа конструкций при постепенном их износе является монотонно возрастающей функцией времени. Методика, которая дает возможность установить закономерность увеличения темпов износа конструкций во времени и оценить надежность зданий, заимствована из работы [3]. Эта методика включает в себя определения таких вероятностей:

1. Повреждения строения за время T :

$$\gamma = \lambda_{(T)}\Delta T + 0_{(\Delta T)}, \quad (15)$$

где $\lambda_{(T)}$ – некоторая функция от T ;

$0_{(\Delta T)}$ – безмерно малая более высокого порядка малости, чем ΔT .

2. Неповрежденные строения $\lambda_{(T)} \Delta T$.
3. Повреждение строения только один раз $\lambda_{(T)} \Delta T$.
4. Повреждение более одного раза $0_{(\Delta T)}$.

При маленьких значениях ΔT можно записать: $\lambda \approx \lambda_{(T)}\Delta T$. Обозначим через $P_{(T)}$ вероятность того, что за время T не было повреждения. После соответствующих превращений получим уравнение:

$$P_{(T)} = e^{-\int_0^T \lambda_{(t)} dt}. \quad (16)$$

Оно является правильным для схемы, в которой предусмотрено постепенное нагромождение повреждений основных конструкций зданий или сооружений при нормальных условиях эксплуатации.

Если же рассматривать стационарные процессы с дискретным временем, то

$$P_{(T)} = e^{-\lambda T}. \quad (17)$$

ВЫВОДЫ

Решение проблемы надежности несущих и ограждающих конструкций зданий и сооружений позволит получить значительный технико-экономический эффект в области капитального строительства. Этот эффект может быть достигнут как за счет уменьшения расчетного коэффициента надежности при гарантированном качестве элементов и узлов строительных конструкций, так и за счет увеличения срока их службы.

Непрерывным условием решения проблемы надежности является четкое взаимодействие процессов проектирования, возведения и эксплуатации строительных конструкций. Особо большое значение здесь имеет проектирование характеристик надежности с учетом технического уровня производственной базы и организация производства, обеспечивающей безусловное соответствие действительных показателей качества проектным величинам.

Решение рассматриваемой проблемы в области проектирования сводится к проверке надежности элементов и конструкций, которая может служить одним из технических и экономических критериев рациональности решения задачи на этой стадии.

В данной статье рекомендуется методика расчета сроков эксплуатации отдельных конструктивных элементов зданий и сооружений, обследуемых объектов. Дана рекомендация по определению среднего времени безотказной работы конструкций и, с достаточной вероятностью по определению времени, безотказной работы всей системы конструкций зданий или сооружений. Долговечность

относительно большого количества элементов можно прогнозировать с достаточной мерой вероятности, что дает возможность намечать мероприятия для правильной и надежной эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанов, В. И. Экономика повышения долговечности и коррозионной стойкости строительных конструкций [Текст] / В. И. Агаджанов. – М. : Стройиздат, 1988. – 173 с.
2. Барашиков, А. Я. Оценка технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений [Текст] / А. Я. Барашиков, А. Н. Малишев. – К. : НМЦ Держнаглядохоронпраці України, 1998. – 232 с.
3. Колотилкин, Б. М. Проблемы долговечности и надежности зданий [Текст] / Б. М. Колотилкин. – М. : Знание, 1969. – 46 с.
4. Крылов, Н. А. Радиотехнические методы контроля качества железобетона [Текст] / Н. А. Крылов, В. А. Калашников, А. М. Полищук. – М. : Стройиздат, 1966. – 121 с.
5. Рекомендации по обеспечению надежности и долговечности железобетонных конструкций, промышленных зданий и сооружений при их реконструкции восстановлении [Текст] / Харьковский проектный и научно-исследовательский институт (Промстройинипроект) Госстроя СССР. – М. : Стройиздат, 1990. – 176 с.
6. Руководство по определению экономической эффективности повышения качества и долговечности строительных конструкций [Текст] / НИИ ЖБ Госстроя СССР. – М. : Стройиздат, 1981. – 55 с.
7. Bosoku, Gijutes. Report of the Committee on Corrosion and Protection. A survey of the cost of corrosion to Japan [Текст] / Bosoku Gijutes // Corrosion Engineering Journal. – 1977. – Vol. 26, No. 7. – P. 401–428. – ISSN 0010–9355.

Получено 05.10.2011

В. М. ЛЕВЧЕНКО, Д. В. ЛЕВЧЕНКО, В. Ф. КИРИЧЕНКО, О. В. ГРІДІНА ПІДВИЩЕННЯ РІВНЯ ТЕОРЕТИЧНОЇ НАДІЙНОСТІ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ТЕРМІНУ СЛУЖБИ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Економічна оцінка надійності будівельних конструкцій – складне комплексне завдання. Воно повинне вирішуватися з урахуванням витрат, спрямованих на забезпечення потрібних показників якості в процесі проектування, зведення та експлуатації будівель і споруд. У статті наводяться шляхи одержання рівнонадійних конструкцій при їх проектуванні, як відбувається технологічне забезпечення надійності конструкцій і яким чином забезпечується надійність у процесі експлуатації конструкцій. Наведені необхідні теоретичні передумови та практичні рекомендації, на підставі яких можуть бути зроблені важливі кроки на шляху до корінного покращення якості будівництва при одночасному зменшенні його вартості. За даними науково-дослідних інститутів України, із загальної кількості будівельних конструкцій, виконаних із залізобетону, приблизно 25 % експлуатуються в агресивних середовищах. При цьому чверть із них у слабоагресивному середовищі, де, як правило, не передбачається захист від корозії, тобто конструкції повинні бути запроектовані і виготовлені так, щоб їхня довговічність забезпечувалася за рахунок власної стійкості. У статті запропоновано методику розрахунку довговічності будівельних залізобетонних конструкцій.

надійність, ефективність, довговічність, ймовірна оцінка, ремонтпридатність, безвідмовна робота, корозія

VICTOR LEVCHENKO, DMITRY LEVCHENKO, VLADIMIR KIRICHENKO, TATYNA GRIDINA INCREASING THE LEVEL OF THEORETICAL RELIABILITY AND DETERMINING THE SERVICE LIFE OF BUILDING STRUCTURES Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

To analyze the reliability of construction is a difficult task. It should be solved taking into account expenses to provide the required quality while designing, constructing and operating a building. The methods of designing of equally reliable structures, of technical providing of reliability and of ensuring reliability while operating are described in the article. Necessary theoretical feedbacks and practical advice are given which can improve the construction quality and reduce its price at the same time.

According to scientific institutes of Ukraine about 25 % structures made of reinforced concrete is operated environment. And a quarter of them is in slightly corrosive environment where as a rule corrosion protection is not provided. It means that structures are to be designed and made so that their operation life can be ensured at the expense of their own cost. The paper presents methods of building ferroconcrete structures durability analysis.

reliability, efficiency, probability analysis, operational life, maintainability, spotless operation, corrosion

Левченко Віктор Миколайович – кандидат технічних наук, професор, проректор з науково-педагогічної і виховної роботи Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

Левченко Дмитро Вікторович – кандидат технічних наук, доцент кафедри металевих конструкцій Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

Кириченко Володимир Федорович – старший викладач кафедри технології і організації в будівництві Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

Гридіна Тетяна Сергіївна – студентка Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

Левченко Виктор Николаевич – кандидат технических наук, профессор, проректор по научно-педагогической и воспитательной работе Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Левченко Дмитрий Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры металлических конструкций Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научный интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Кириченко Владимир Федорович – старший преподаватель кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Гридина Татьяна Сергеевна – студентка Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Victor Levchenko – PhD (Eng.), Professor, Vice-rector in education and pedagogic activities the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

Dmitry Levchenko – PhD (Eng.), Associated Professor of the Metal Structures Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

Vladimir Kirichenko – senior lecturer of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

Tatyna Gridina – the student of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

УДК 693.32

В. И. БРАТЧУН, А. А. БАРМОТИН, А. Б. КОСИК

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ИССЛЕДОВАНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЦЕМЕНТНОЙ ПЛИТЫ КНАУФ AQUAPANEL® OUTDOOR

В статье приведены условия и результаты испытания на морозостойкость и коррозионную стойкость цементной плиты AQUAPANEL® Outdoor в сильноагрессивных жидких средах, а также анализ возможного максимального содержания агрессивных газов в атмосфере промышленных и селитебных территорий.

метод испытания, водопоглощение, цементная плита, коррозия, морозостойкость

АКТУАЛЬНОСТЬ

При проектировании фасадных систем основным вопросом является изучение характеристик окружающей среды и обоснованный подбор материалов по долговечности и коррозионной стойкости, обеспечивающих гарантированный срок эксплуатации для данного района строительства. Степень агрессивного воздействия на бетонные и железобетонные конструкции (композитные материалы с использованием цементных вяжущих) определяется для жидких сред – наличием и концентрацией агрессивных агентов, температурой, величиной напора или скоростью движения жидкости у поверхности; для газовых сред – видом и концентрацией газов, растворимостью их в воде, влажностью и температурой среды; для твердых тел (соли, аэрозоли, пыли) – дисперсностью, растворимостью в воде, влажностью окружающей среды. Степень и агрессивность воздействия на цементные композитные материалы определяется нормами по антикоррозионной защите строительных конструкций [3].



Рисунок 1 – Дефекты фасадов зданий.

Отсутствие надежных экспериментальных данных о коррозионной стойкости материалов приводит к необоснованному увеличению сметной стоимости и искажению реальной оценки фактической долговечности конструкций.

ЦЕЛЬ

Проведение экспериментальных исследований на морозостойкость и коррозионную стойкость цементной плиты AQUAPANEL® Outdoor (производитель – фирма «Knauf USG Systems GmbH & Co. KG») для наружных работ размером 900,0×2 500,0×12,5 мм (код ДКПП 26.65.12) в соответствии с нормативными требованиями [1, 2, 3, 4, 5, 6].

ПОДГОТОВКА ОБРАЗЦОВ

Контрольные испытания проводились на образцах размерами: 12×95×245 мм, которые были выпилены из плиты на расстоянии не менее 50 мм от кромки. Образцы перед испытанием выдерживались в помещении лаборатории не менее 24 ч на расстоянии не менее 10 мм друг от друга. Образцы осматривались на наличие внешних дефектов в виде трещин, вздутий и раковин. Средняя плотность ρ_m отдельных образцов одной серии контролировалась в пределах $\pm 1\%$. При отклонении в пределах больше, чем $\pm 3\sigma$ (σ – среднеквадратичное отклонение средней плотности) образцы отбраковывались. Перед испытанием торцы защищали холодной битумной мастикой. Эталонные образцы высушивали при температуре $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ до постоянной массы и взвешивали до 0,01 г. Кроме этого, определяли прочность на растяжение при изгибе, водонепроницаемость и общую пористость.

ИСПЫТАНИЯ НА МОРОЗОСТОЙКОСТЬ

Кассеты с образцами погружали на 48 ч в емкость с водой так, чтобы уровень воды был выше образцов на 50 мм. После насыщения водой проводили попеременное замораживание и оттаивание образцов [1, 2]:

- 1) замораживание – не менее 4 ч при температуре $-18 \pm 2^\circ\text{C}$;
- 2) оттаивание – не менее 4 ч в воде при температуре $18 \pm 2^\circ\text{C}$.

При проведении испытания на морозостойкость образцы осматривали через каждые 10 циклов после их оттаивания. Оценка морозостойкости производится по внешнему виду (степени повреждений) и потере прочности. При оценке морозостойкости по внешнему виду (степени повреждений) образцы считали выдержавшими испытание, если после требуемого числа циклов испытания они не разрушались или на их поверхности не было обнаружено видимых повреждений. Признаки повреждений (расслоение, шелушение, отколы, сквозные трещины, выкрашивания) (рис. 2).

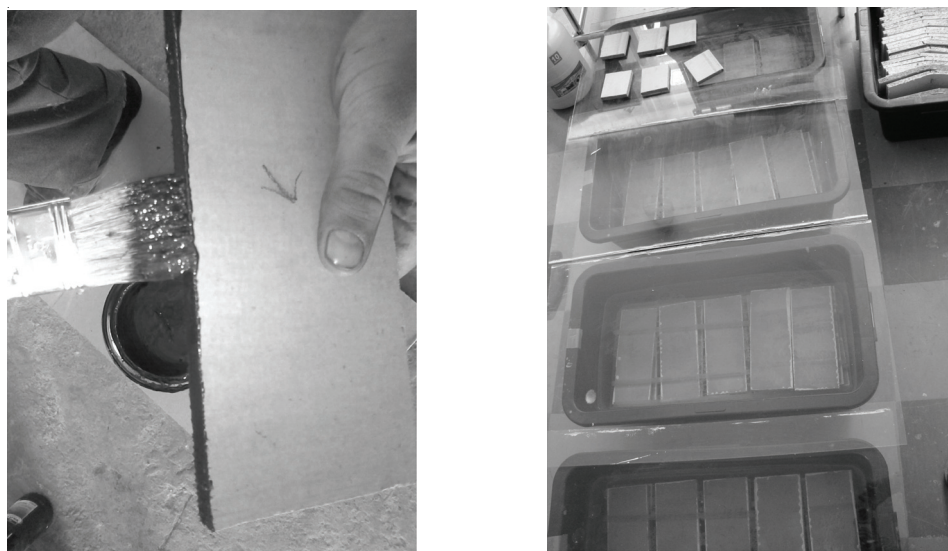


Рисунок 2 – Подготовка образцов и процесс оттаивания при испытаниях на морозостойкость.

Марка образцов по морозостойкости устанавливалась, если потеря прочности основных образцов после испытания не превышает 10 %. Остаточную прочность в процентах вычисляли как отношение предела прочности при изгибе образцов, подвергшихся замораживанию, к пределу прочности при изгибе контрольных образцов. За предел прочности при изгибе образцов, подвергшихся замораживанию и оттаиванию, принимали среднее арифметическое значение результатов испытаний всех образцов (табл. 1).

Таблица 1 – Результаты испытаний на морозостойкость

Наименование вида продукции	Нормативное значение	Предел прочности при изгибе после количества циклов замораживания / оттаивания Н/мм ²						
		0	10	20	30	40	50	75
Прочность AQUAPANEL® Outdoor, Н/мм ²	≥ 6,2	9,91	9,69	9,48	9,43	9,42	9,05	8,95
Уменьшение прочности при изгибе, ΔR _{огтн} , %	≤ 10	–	2,22	4,34	4,84	4,94	8,68	9,7

В процессе замораживания на 41-ом цикле, на отдельных образцах с тыльной стороны плит, были обнаружены незначительные повреждения в виде лущения размером до 1 мм, которые на 75-ом цикле составляли до 2 % от общей площади образцов. Повреждение лицевой стороны плит (лущение, сквозные трещины, выкрашивания) не зафиксированы (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты испытаний на водопоглощение

Наименование вида продукции	Единица измерения	Фактическое значения			
		1 образец	2 образец	3 образец	Среднее значение
Водопоглощение по массе цементной плиты AQUAPANEL® Outdoor	%	7,55	7,4	8,0	7,65

Согласно требованиям [1, 2, 4] образцы цементной плиты AQUAPANEL® Outdoor выдержали испытание 75 циклов попеременного замораживания и оттаивания.

ИСПЫТАНИЯ НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ

С учетом возможных условий эксплуатации были приняты следующие агрессивные среды:

- выщелачивающая (вымывание свободного Ca(OH)₂ под действием дождевых вод);
- кислотная H₂SO₄ (промышленные регионы: Донецк, Запорожье, Днепропетровск);
- углекислая CO₂ (промышленные регионы: Донецк, Запорожье, Днепропетровск);
- магниезальная Mg²⁺ (прибрежные районы Черного и Азовского морей);
- аммонийная NH₄⁺ (действие биохимических процессов);
- сульфатная SO₄²⁻ (действие грунтовых вод).

Образцы помещали в неагрессивную и агрессивную среды, таким образом, чтобы они не соприкасались друг с другом и был обеспечен равномерный доступ жидкой среды со всех сторон. Слои раствора над образцами были не менее 2–3 см. В качестве неагрессивной среды принимали питьевую воду и постоянные условия воздействия агрессивной среды:

- концентрация агрессивной среды не должна изменяться более чем на 5 %;
- жесткость не должна превышать 2°;
- pH не должно изменяться в пределах более чем ±0,2;
- отклонение температуры агрессивной среды не должно превышать ±3 °С;
- соотношение объема агрессивного раствора в кубических сантиметрах к 1 см² поверхности образцов должно быть не менее 5:1.

Через 30 суток проверялась концентрация агрессивных веществ в растворе. В случае снижения концентрации более чем на 5 % от установленной, среду полностью меняли. По истечении установленного срока нахождения в условиях воздействия жидкой агрессивной среды образцы извлекали из емкости, ополаскивали водопроводной водой и протирали тканью, после чего взвешивали и определяли прочность на растяжение при изгибе.

Результаты испытаний оценивали, сравнивая значения показателей характеризующих коррозионную стойкость испытываемых образцов, помещенных в жидкую агрессивную среду, со значениями показателей образцов, помещенных в неагрессивную среду (сравнение параллельных образцов). Оценка коррозии производилась по внешнему виду (степени повреждений), по потере массы и изменению предела прочности при изгибе.

При оценке коррозии по внешнему виду (степени повреждений) образцы считались выдержавшими испытание, если после требуемого числа суток испытания они не разрушались или на их поверхности не было обнаружено видимых повреждений. Признаки повреждений (расслоение, трещины, выкрашивания, вздутия, раковины).

По результатам испытаний в пределах каждой серии находили среднearифметическое значение показателей прочности образцов на растяжение при изгибе и их массы (табл. 3). Коэффициент химической стойкости $K_{х.с}$ определяли по изменению прочности образцов на растяжение при изгибе после каждого срока испытаний:

$$K_{х.с} = \frac{R_{\tau}}{R_0},$$

где R_0 – предел прочности серии образцов на растяжение при изгибе, не погружавшихся в среду;
 R_{τ} – предел прочности серии образцов на растяжение при изгибе после выдержки в среде в течение времени τ , сут.

Таблица 3 – Результаты испытаний на коррозионную стойкость

Наименование агрессивной среды и контрольных параметров	Значение контрольных параметров в зависимости от количества суток в агрессивной среде						
	0	30	60	90	120	150	180
Прочность AQUAPANEL® Outdoor, Н/мм ² в выщелачивающей среде 60 мг·л⁻¹	10,71	10,47	10,35	10,33	10,01	9,73	9,61
Уменьшение прочности при изгибе, $\Delta R_{отг.}$, %	–	2,24	3,36	3,55	6,54	9,15	10,3
Уменьшение массы образца, Δm , %	–	0,15	0,34	0,4	0,64	1,68	2,2
Коэффициент химической стойкости, $K_{х.с}$	–	0,98	0,97	0,96	0,93	0,91	0,9
Прочность AQUAPANEL® Outdoor, Н/мм ² в кислотной среде H₂SO₄ , pH 4,5	10,71	10,45	10,06	9,73	9,01	8,38	7,73
Уменьшение прочности при изгибе, $\Delta R_{отг.}$, %	–	2,43	6,07	9,15	15,5	21,75	28
Уменьшение массы образца, Δm , %	–	0	0,42	0,86	1,8	2,82	4,97
Коэффициент химической стойкости, $K_{х.с}$	–	0,98	0,94	0,91	0,84	0,8	0,72
Прочность AQUAPANEL® Outdoor, Н/мм ² в углекислой среде CO₂ , 40 мг·л⁻¹	10,71	10,3	9,81	9,27	8,98	8,52	6,23
Уменьшение прочности при изгибе, $\Delta R_{отг.}$, %	–	3,8	8,4	13,44	16,15	20,4	42
Уменьшение массы образца, Δm , %	–	0,27	0,67	0,98	1,1	3,8	4,16
Коэффициент химической стойкости, $K_{х.с}$	–	0,96	0,92	0,87	0,84	0,8	0,6
Прочность AQUAPANEL® Outdoor, Н/мм ² в магнезильной среде Mg²⁺ , 5000 мг·л⁻¹	10,71	10,52	9,94	9,65	9,09	8,91	8,7
Уменьшение прочности при изгибе, $\Delta R_{отг.}$, %	–	1,8	7,2	9,9	15,13	16,81	18,8
Уменьшение массы образца, Δm , %	–	0,31	0,78	1,0	1,7	2,8	4,77
Коэффициент химической стойкости, $K_{х.с}$	–	0,98	0,93	0,9	0,85	0,83	0,81
Прочность AQUAPANEL® Outdoor, Н/мм ² в аммонийной среде NH₄⁺ , 1000 мг·л⁻¹	10,71	10,48	9,98	9,7	8,89	8,66	8,18
Уменьшение прочности при изгибе, $\Delta R_{отг.}$, %	–	2,14	6,82	9,43	17,0	19,14	23,6
Уменьшение массы образца, Δm , %	–	0,48	0,67	0,98	1,2	2,7	5,45
Коэффициент химической стойкости, $K_{х.с}$	–	0,98	0,93	0,91	0,83	0,81	0,76
Прочность AQUAPANEL® Outdoor, Н/мм ² в сульфатной среде SO₄²⁻ , 3000 мг·л⁻¹	10,71	10,19	9,95	9,73	9,19	8,61	6,98
Уменьшение прочности при изгибе, $\Delta R_{отг.}$, %	–	4,85	7,1	9,15	14,2	19,61	34,8
Уменьшение массы образца, Δm , %	–	0,32	0,71	0,85	1,1	2,7	4,19
Коэффициент химической стойкости, $K_{х.с}$	–	0,95	0,93	0,91	0,86	0,8	0,65
Общая пористость, %	52–55						

Изменение массы образцов m после каждого срока испытания Δm в процентах вычисляли по формуле:

$$\Delta m = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100,$$

где m – масса образцов до погружения в среду;
 m_1 – масса образцов после выдержки в среде.

Характеристики составов агрессивных сред, принятых согласно [3, 5], используются при испытаниях на коррозионную стойкость бетонов, работающих в условиях жидких сильноагрессивных сред. В то же время атмосферные воды, выпадающие в виде осадков, содержат обычно ничтожное количество солей: хлор-ионов, как правило, в пределах 1,5–4,0 мг/л, а сульфатов в расчете на SO_3 от 1 до 16 мг/л [7]. Количество SO_3 может быть значительно выше в районе городов, где воздух загрязняется дымовыми газами. Кроме этого, атмосферные воды содержат некоторое количество растворенной CO_2 , снижающей pH в результате образования в воде угольной кислоты. Обычная воздушная среда неагрессивна по отношению к композиционным цементным материалам [8]. В газовой атмосферной среде при средней относительной влажности $\varphi = 61\text{--}75\%$ (нормальная влажность среды) максимальная концентрация агрессивных ионов и оксидов по отношению к цементному камню составляет: CO_2 до 2 000 мг/м³; SO_2 до 0,5 мг/м³; H_2S до 0,01 мг/м³; Cl^- до 0,1 мг/м³; HCl до 0,05 мг/м³ (среда группы А).

Анализ испытаний на коррозионную стойкость цементной плиты AQUAPANEL® Outdoor показал, что плита выдерживает такое воздействие сильноагрессивных сред в течение 3 месяцев. С увеличением длительности воздействия с 3 месяцев до полугода образцы отвечают требованиям по степени повреждений, но значения по потере массы и прочности при изгибе превышают нормативные.

Применительно для фасадов, в период проектного срока службы, такое воздействие может носить только эпизодический характер, в случае аварийной ситуации в промзоне или стихийного наводнения (опытная концентрация сульфатной и магниальной среды выше, чем среднестатистическая в морской воде и минерализованных грунтовых водах).

Анализ зарубежных и отечественных исследований показывает (рис. 3), что при умеренной концентрации углекислой CO_2 и сульфатной сред SO_4^{2-} средняя плотность цементно-песчаных растворов увеличивается, общая пористость и водопоглощение по объему уменьшаются, растет предел прочности при сжатии в течение года эксплуатации при благоприятных условиях ($T = 20\text{ }^\circ\text{C}$, $\varphi = 90\text{--}100\%$).

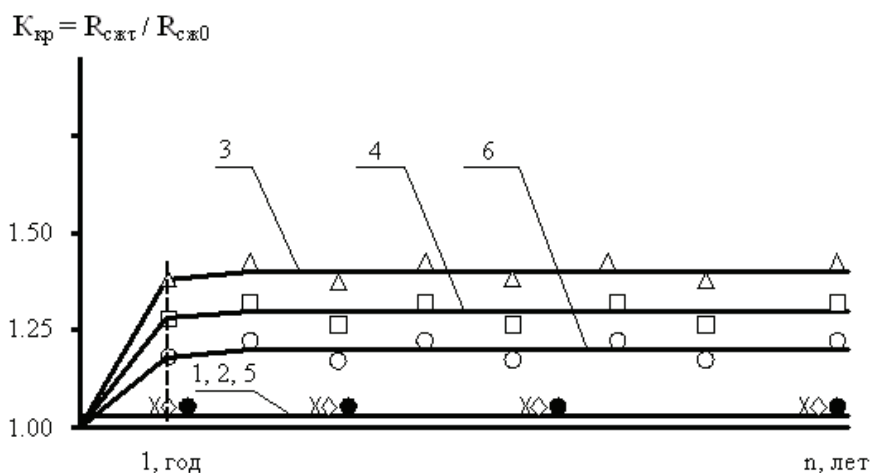


Рисунок 3 – Зависимость коррозионной стойкости бетонных образцов от концентрации агрессивной среды ($R_{сжт}$ – предел прочности при сжатии плиты после нахождения в агрессивной среде в течение времени τ ; $R_{сж0}$ – начальный предел прочности при сжатии плиты): 1 – в щелочной среде $\text{Ca}(\text{OH})_2 = 20$ мг/л; 2 – в кислой среде HCl (H_2SO_4) pH = 5,7; 3 – в углекислой среде H_2CO_3 pH = 5,7; 4 – в магниальной среде; $\text{MgSO}_4 = 16$ мг/л; 5 – аммонийной среде NH_4^+ pH = 5,7; 6 – в сульфатной среде $\text{CaSO}_4 = 50$ мг/л.

ВЫВОДЫ

1. Согласно требованиям [1, 2, 4] образцы цементной плиты AQUAPANEL® Outdoor (производитель – фирма «Knauf USG Systems GmbH & Co. KG») выдержали испытание 75 циклов попеременного замораживания и оттаивания, что применительно к требованиям для лицевого кирпича соответствует одной из высоких марок по морозостойкости.

2. Результаты и условия испытания в сильноагрессивных средах, а также анализ возможного максимального содержания агрессивных газов в атмосфере промышленных и селитебных территориях, показывают, что цементная плита AQUAPANEL® Outdoor относится к коррозионно стойким материалам для проектного срока службы фасадов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Державні будівельні норми. Методи визначення водопоглинання, густини і морозостійкості будівельних матеріалів і виробів [Текст] : ДСТУ Б В.2.7-42-97. – Введ. вперше ; чинний від 1997-07-01. – К. : Держбуд України, 1997. – 27 с.
2. Бетони. Методи визначення морозостійкості. Загальні вимоги [Текст] : ДСТУ Б В.2.7-47-96 (ГОСТ 10060.0-95). – На заміну ГОСТ 10060-87 в частині загальних вимог визначення морозостійкості ; чинний від 1997-04-01. – К. : Держкоммістобудування, 1996. – 11 с.
3. Строительные нормы и правила. Защита строительных конструкций от коррозии [Текст] : СНиП 2.03.11-85. – Взамен СНиП П-28-73, СН 65-76 ; введ. 1986-01-01. – М. : Госстрой СССР, 1986. – 46 с.
4. Изделия асбестоцементные листовые. Методы испытаний [Текст] : ГОСТ 8747-88. – Взамен ГОСТ 87-47-83 ; введ. 1989-07-01. – М. : Изд-во стандартов, 1989. – 22 с. – (Гос. стандарт Союза ССР).
5. Защита от коррозии в строительстве. Бетоны. Общие требования к проведению испытаний [Текст] : ГОСТ 27677-88 (СТ СЭВ 5852-86). – Введен впервые ; введ. 1988-07-01. – М. : Изд-во стандартов, 1988. – 6 с. – (Гос. стандарт Союза ССР).
6. Бетоны химически стойкие. Методы испытаний [Текст] : ГОСТ 25881-83. – Взамен ГОСТ 25246-82 в части приложения 5 ; введ. 1984-07-01. – М. : Изд-во стандартов, 1983. – 7 с. – (Гос. стандарт Союза ССР).
7. Коррозия бетона и железобетона, методы защиты [Текст] / В. М. Москвин, Ф. М. Иванов, С. Н. Алексеев, Е. А. Гузев. – М. : Стройиздат, 1980. – 536 с.
8. Чехов, А. П. Захист будівельних конструкцій від корозії [Текст] / А. П. Чехов, В. М. Глущенко. – К. : Вища школа, 1994. – 224 с.

Получено 06.10.2011

В. І. БРАТЧУН, О. О. БАРМОТИН, О. Б. КОСИК
ДОСЛІДЖЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ЦЕМЕНТНОЇ ПЛИТИ КНАУФ
AQUAPANEL® OUTDOOR
Донбаська національна академія будівництва та архітектури

У статті наведені умови і результати випробувань на морозостійкість і корозійну стійкість цементної плити AQUAPANEL® Outdoor у сильноагресивних рідких середовищах, а також аналіз можливого максимального вмісту агресивних газів в атмосфері промислових і сільбищних територій.
метод випробування, водопоглинення, цементна плита, корозія, морозостійкість

VALERY BRATCHUN, ALEXANDER BARMOTIN, ALEXEY KOSIK
LONGEVITY STUDY OF AQUAPANEL® OUTDOOR CEMENT SLAB PRODUCED
BY KNAUF
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The paper presents conditions and findings of freezing and corrosion testing of AQUAPANEL® Outdoor cement slab in corrosive liquid medium. It also gives analysis for approximate content of corrosive gases in the atmosphere of both industrial and residential areas.

The Method of the test, water absorption, cement plate, corrosion, freeze resistance

Братчун Валерій Іванович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технологій будівельних матеріалів, виробів та автомобільних доріг Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Заслужений діяч науки і техніки України. Наукові інтереси: фізико-хімічна механіка отримання технологічних і довговічних дорожніх бетонів для будівництва конструктивних шарів нежорстких дорожніх одягів на основі модифікування органічних в'язучих та комплексного модифікування мікроструктури бетонів; розробка ефективних технологій переробки техногенної сировини у компоненти композиційних матеріалів.

Бармотін Олександр Олександрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проектування та організація робіт при реконструкції цивільних будівель.

Косік Олексій Борисович – асистент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проектування та організація робіт при реконструкції цивільних будівель.

Братчун Валерій Іванович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологий строительных материалов, изделий и автомобильных дорог Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Заслуженный деятель науки и техники Украины. Научные интересы: физико-химическая механика получения технологичных и долговечных дорожных бетонов для строительства конструктивных слоев нежестких дорожных одежд на основе модифицирования органических вяжущих и комплексного модифицирования микроструктуры бетонов; разработка эффективных технологий переработки техногенного сырья в компоненты композиционных материалов.

Бармотин Александр Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: проектирование и организация работ при реконструкции гражданских зданий.

Косик Алексей Борисович – ассистент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: проектирование и организация работ при реконструкции гражданских зданий.

Valery Bratchun – DSc (Eng.), Professor, Head of the Technologies of Building Materials Technology, Products and Motorways Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: physical and chemical mechanics of receipt of technological and lasting travelling concretes for building of structural layers of non-rigid travelling clothes on the basis of modification of organic astringent and complex modification of microstructure of concretes; development of effective technologies of processing of man-made raw material in the components of materials of compositions.

Alexander Barmotin – PhD (Eng.), associate Professor of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: designing and implementation of the refurbishment activities.

Alexey Kosik – assistant of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: designing and implementation of the refurbishment activities.

УДК 691.624.01:625.7/9

Н. В. ГРАНО, В. П. КОЖУШКО

Сумський національний аграрний університет

ПОЛІПШЕННЯ БУДІВЕЛЬНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ГРУНТОВИХ ОСНОВ ДОРОЖНІХ ПОКРИТТІВ ХІМІЧНОЮ ДОМІШКОЮ СИСТЕМИ «РЕЛАКСОЛ»

У статті розглянуті питання поліпшення техніко-експлуатаційних показників основ дорожніх покриттів із ґрунтів, укріплених вапном та хімічною домішкою «Релаксол». Для підтвердження результатів використані фізико-механічні та рентгенографічні дослідження.

рентгенограма, дериватограма, вапно, цемент, зв'язний ґрунт, релаксол, доменний шлак, структуроутворення

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ ТА АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Протягом останніх десятиліть розвиток будівельної індустрії здійснюється під знаком зростаючих вимог до раціонального та ефективного використання енергетичних ресурсів. Повною мірою практичне вирішення проблеми ефективного використання сировинних та енергетичних ресурсів можливе лише при широкому і всебічному використанні при виготовленні різноманітних будівельних матеріалів та виробів хімічних домішок.

Використання хімічних домішок при створенні штучних композитів будівельних матеріалів дозволяє свідомо управляти процесами структуроутворення, забезпечувати їх високу міцність, морозостійкість, водонепроникність, хімічну стійкість, прогнозувати термін служби конструкцій.

Розробкою та пошуком нових видів ефективних домішок займаються десятки науково-дослідних груп у різних країнах світу. Наприклад, до кінця 90-х років минулого століття частка бетону з добавками різного призначення в Японії становила понад 80 %, у США, Німеччині, Франції та Італії – понад 70 % і близько 40 % в Україні.

В практиці дорожнього будівництва широко розповсюджені комплексні методи укріплення ґрунтів мінеральними в'язучими матеріалами та в сполученні з органічними добавками та полімерами.

Залежно від сфери використання укріплених ґрунтів в різних природних умовах та конструкціях розробка комплексних методів їх укріплення відкрила більш широкі можливості по відношенню направлено регулювання процесів структуроутворення, створення підвищеної міцності та інших необхідних властивостей.

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Відомі способи укріплення ґрунтів мінеральними та органічними в'язучими матеріалами, що наведені у відомчих будівельних нормах України ВБН В.2.3-218-002-95 «Проектування і будівництво основ та покриттів автомобільних доріг із кам'яних матеріалів, промислових відходів і ґрунтів, укріплених цементом».

Щодо застосування в дорожньому будівництві ґрунтів, укріплених органічними та мінеральними в'язучими матеріалами, у розробку наукових основ вагомий внесок внесли відомі вчені: В. М. Безрук, М. І. Волков, О. К. Біруля, В. Б. Ратінов, П. А. Ребіндер, Д. В. Єрмакович та багато інших вчених [1, 2].

У Сумському національному аграрному університеті на будівельному факультеті проводиться ряд досліджень по вивченню різноманітних ґрунтів, укріплених мінеральними в'язучими з домішками системи «Релаксол» ТОВ «Будіндустрія ЛТД» м. Запоріжжя. Дослідження відносяться не тільки до області будівельних матеріалів, а можуть бути використані як для влаштування конструктивних прошарків автомобільних доріг та аеродромів, так і для укріплення ґрунтів під споруди промислового та цивільного будівництва [3].

Найближчим аналогом є патент на корисну модель № 17559 «Суміш для влаштування дорожнього покриття для автомобільних доріг та аеродромів», зареєстрований в Державному реєстрі України на корисну модель 16 жовтня 2006 року. Як мінеральне в'язуче в суміші присутній цемент. У цій суміші недостатньо використовуються відходи промислового виробництва. Цей недолік усувається за рахунок вмісту в композицію додатково доменного шлаку (продукт відходу металургійного виробництва).

ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

За допомогою рентгенівського аналізу виявити структуру та фазовий склад композиції для укріплення зв'язних ґрунтів.

ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕНЬ

Досліджено наступне співвідношення компонентів: ґрунт – суглинок оптимальної вологості, вапно – 10 % від маси композиції, доменний шлак – 30 % від маси ґрунту, 1,5 % домішки «Релаксол» від маси вапна. Патентом на корисну модель № 58654 «Композиція для укріплення зв'язних ґрунтів», зареєстрованим в Державному реєстрі України на корисні моделі 21.04.2011 року, підтверджено такий склад.

Запропонована композиція дозволяє укріпляти зв'язні ґрунти, підвищити міцність композиції як в ранні строки тужавіння, так і в наступні, зменшити витрати мінерального в'язучого.

Результати випробування запропонованої композиції наведені на рис. 1.

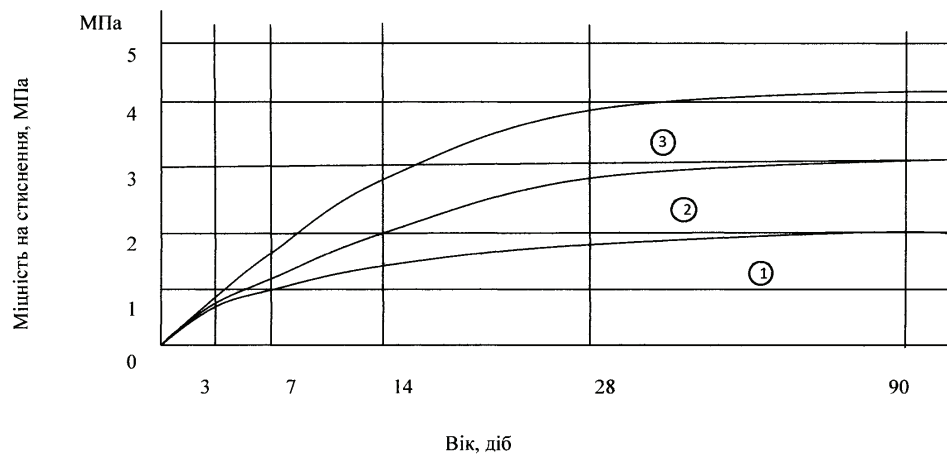


Рисунок 1 – Динаміка набору міцності зразків композиції на стиснення, МПа: 1 – Ґрунт оптимальної вологості, 10 %, вапно активності 96. 2 – Ґрунт оптимальної вологості, 10 %, вапно активності 96, 1,5 % релаксол С-3р. 3 – Ґрунт оптимальної вологості, 10 %, вапно активності 96, 1,5 % релаксол С-3р, 30 % доменних шлак.

Джерело: особисті дослідження аспірантки в лабораторії Сумського Облавтодору.

Випробування проведені в лабораторних умовах згідно з вимогами норм ВБН В.2.3–218–002–95.

На рис. 1 наведена динаміка набору міцності ґрунту – мінеральної композиції на третю, сьому, чотирнадцяту двадцять восьму та дев'яносту добу.

Рентгенофазовий аналіз [4] зразків ґрунтів виконано на порошковому дифрактометрі Siemens D 500 у мідному вилученні з графітовим монохроматором. Використано близько 0,5 см³ кожного зразка. Цю кількість ретельно розтирали і перемішували в алундовій ступці протягом 20 хвилин, після

чого одержаний порошок розміщували у скляну кювету з робочим об'ємом $2,0 \times 1,0 \times 0,1 \text{ см}^3$ для реєстрації дифрактограм. Повнопрофільні дифрактограми виміряні в інтервалі кутів $5 < 2\theta < 105^\circ$ із шагом $0,02^\circ$ та часом накопичення 40 секунд. Первинний пошук фаз виконаний за картотекою PDF – 1, після чого був виконаний розрахунок рентгенограм за методом Рітвельда та використанням програми FullProf. Передісторія зразків: 1, 4 – вапно, шлак, релаксол + ґрунт; 2, 5 – вапно, релаксол + ґрунт; 3, 6 – вапно + ґрунт; 1, 2, 3 – вік 14 діб; 4, 5, 6 – вік 180 діб.

ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТУ

Одержані дифрактограми зразків показані на рис. 2.

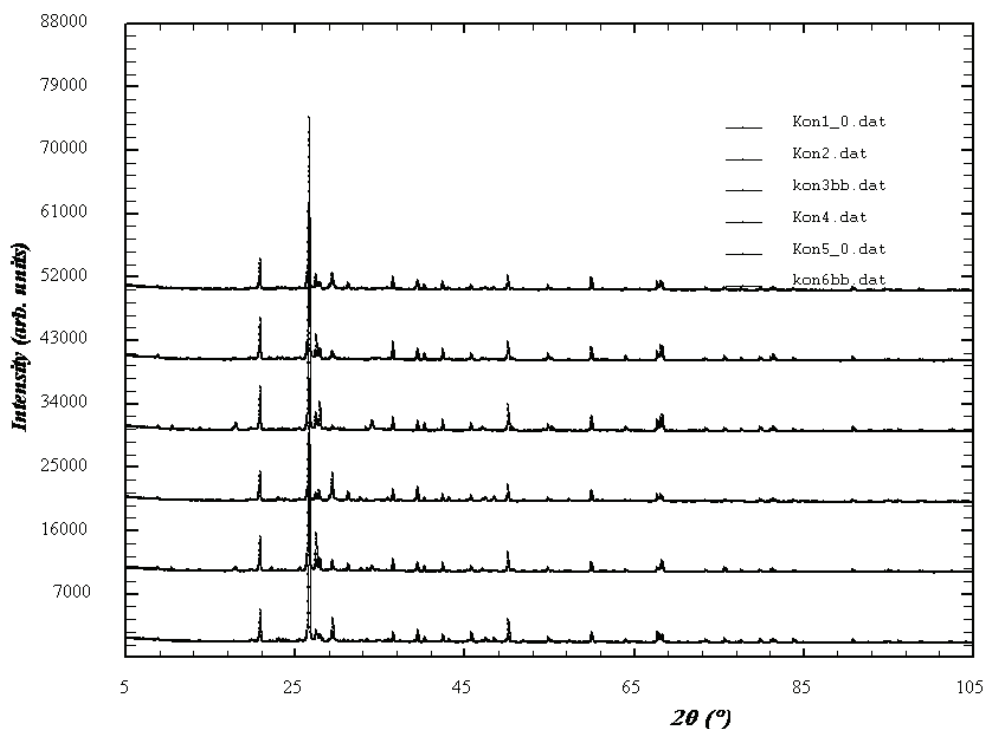


Рисунок 2 – Рентгенограми зразків 1×6 (нумерація зверху вниз).

Джерело: особисті дослідження аспірантки у Харківському відділенні інституту кристалографії Академії наук України.

За результатами пошуку в картотеці PDF – 1 знайдені фази були перевірені розрахунками за методом Рітвельда у зв'язку з не зовсім задовільної відповідності виявленим на дифрактограмах пікам: кварц SiO_2 , бредигіт $\text{Ca}_{14}\text{Mg}_2(\text{SiO}_4)_8$ (Bredigite), кальцит CaCO_3 , геленіт (Gehlenite) $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7$, альбіт $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$, мікроклін (Microcline) $\text{KAl}_3\text{Si}_3\text{O}_9$, мусковіт $\text{K}_{0,94}\text{Al}_{1,96}(\text{Al}_{0,95}\text{Si}_{2,85}\text{O}_{10})(\text{OH})_{1,744}\text{F}_{0,256}$ та інші. Розрахунок проводився з уточненням параметрів решітки та параметрів, які описують профіль рентгенівських ліній.

Джерело: особисті дослідження аспірантки у Харківському відділенні інституту кристалографії Академії наук України.

Наведені в таблиці 1 дані показують, що зразки мають схожий фазовий склад. Основними фазами в цих зразках є кварц та кальцит, решта фаз присутні в незначних кількостях. Всі зразки містять також помітну кількість мусковіту.

Необхідно відзначити, що вирахований вміст мусковіту, можливо, дещо завищений, так як фаза є нанокристалічною (середній розмір кристалів, знайдений за методом Рітвельда, складає 30–50 нм). Зразки у віці 180 діб більш структуровані, в той час як зразки 14 діб містять більше аморфні компоненти. Різниця у вмісті основних фаз може бути обумовлена не тільки хімічними процесами у зразках, але і нерівномірним перемішуванням, оскільки у зразках спостерігаються білі смуги. Вміст шпатових порід (мікроклін та альбіт), а також акерманіт відрізняються не в значній мірі, що свідчить про інертність цих мінералів в умовах експерименту.

Таблиця 1 – Результати фазового аналізу зразків ґрунту за методом Рітвельда

Фаза / зразок	1	4	2	5	3	6
Кварц SiO_2	56,9(7)	49,2(6)	64,8(5)	53,4(7)	53,8(7)	53,5(9)
Кальцит CaCO_3	13,6(3)	17,6(3)	7,5(2)	5,2(2)	1,8(1)	10,9(2)
Акерманіт $\text{Ca}_2\text{MgSi}_2\text{O}_7$	4,8(3)	7,9(4)		4,8(2)		4,8(2)
Ранкініт $\text{Ca}_3\text{Si}_2\text{O}_7$	6,1(5)	9,2(6)		4,4(3)		3,5(4)
Мікроклін $\text{KA}_3\text{Si}_3\text{O}_9$	2,5(2)	3,1(3)	3,3(1)	5,2(1)	3,5(3)	3,3(3)
Силікат натрія $\alpha\text{-Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$						1,01
Альбіт $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$	4,0(2)	3,5(2)	3,8(1)	4,4(2)	4,1(2)	5,4(4)
Силікат кальція-заліза-алюмінія $\text{Ca}_{2,8}\text{Fe}_{8,7}\text{Al}_{1,2}\text{Si}_{10,8}\text{O}_{20}$					6,98	
Куспідін $\text{Ca}_4\text{F}_2(\text{Si}_2\text{O}_7)$	2,3(3)	2,3(4)				
Бредігіт $\text{Ca}_{14}\text{Mg}_2(\text{SiO}_4)_8$					1,0(1)	1,0(1)
Мусковіт $\text{K}_{0,94}\text{Al}_{1,96}(\text{Al}_{0,95}\text{Si}_{2,85}\text{O}_{10})((\text{OH})_{1,744}\text{F}_{0,256})$	9,9(6)	7,2(6)	16,6(6)	14(1)	16,1(8)	16,7(8)
Тіосульфат натрія $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$			1,63			
Кумінтоніт $(\text{Fe}_{3,58}\text{Mg}_{3,36}\text{Na}_{0,06})(\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2)$				0,8(1)		
Портландит $\text{Ca}(\text{OH})_2$			2,3(3)	7,7(3)	12,8(3)	

Про хімічні процеси, які проходять у зразках, можна сказати наступне. У порах зразків 1–4 та 2–5 спостерігається значне зменшення вмісту кварцу у зразках 180 діб, що свідчить про його участь у хімічних процесах. Використаний у експерименті доменний шлак містить аморфну речовину, на рентгенограмах зразків 1 та 4 не спостерігається додаткових фаз. Разом з тим, аморфність шлаку повинна покращити протікання хімічних процесів [5]. Необхідно також відзначити, що продукти взаємодії ґрунту, шлаку та релаксолу є аморфними або нанокристалічними, так як суттєвої зміни складу та появи нових фаз не виявлено. У зразках 3 та 6 основним процесом, що проходить з часом, є перехід вапна в кальцит (вапна у зразку 6 не виявлено); вміст кальциту збільшується від 1,8 до 10,9 %.

Електронномікроскопічні дані, одержані в растровому скануювальному мікроскопі JEOL, свідчать про те, що у вологих зразках міститься велика кількість дрібних кристалів, що узгоджується з результатами рентгенофазового аналізу стосовно мусковіту.

На електронномікроскопічних даних зразків 5 і 6 присутні нитковидні структури, що утворюються в результаті взаємодії ґрунту з домішками.

ВИСНОВОК

Будівельні властивості ґрунтомінеральних основ дорожніх покриттів з хімічною домішкою системи «Релаксол» за техніко-експлуатаційними показниками поліпшуються, що підтверджується фізико-механічними, рентгенографічними та дериватографічними дослідженнями.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Бируля, А. К. Механические свойства цементогрунта и использование его в конструктивных слоях дорожной одежды [Текст] / А. К. Бируля, Д. В. Ермакович // Материалы к V совещанию по закреплению и укреплению грунтов. – Новосибирск : НИИЖТ, 1966. – С. 46–50.
2. Безрук, В. М. Развитие методов укрепления грунтов [Текст] / В. М. Безрук // Автомобильные дороги. – 1976. – № 6. – С. 3–8.
3. Саницкий, М. А. Физико-химические особенности гидратации портландцементов с комплексными модификаторами системы «Релаксол» [Текст] / М. А. Саницкий, У. Д. Марущак // Химические и минеральные добавки в бетон / под общей редакцией проф. А. Ушера-Маршака. – Х. : Колорит, 2005. – С. 160–175.
4. Бокий, Г. Б. Рентгеноструктурный анализ. Том 1 [Текст] : учебное пособие / Г. Б. Бокий, М. А. Порай-Кошиц. – 2-е изд. – М. : Московский университет, 1964. – 490 с.
5. Шукин, Е. Д. Коллоидная химия [Текст] / Е. Д. Шукин, А. В. Перцов, Е. А. Амелина. – М. : Высшая школа, 2004. – 445 с.

Отримано 14.10.2011

Н. В. ГРАНО, В. П. КОЖУШКО
УЛУЧШЕНИЕ СТРОИТЕЛЬНЫХ СВОЙСТВ ГРУНТОВЫХ ОСНОВАНИЙ
ДОРОЖНЫХ ПОКРЫТИЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИМЕСЬЮ СИСТЕМЫ
«РЕЛАКСОЛ»

Сумской национальный аграрный университет

В статье рассмотрены вопросы улучшения технико-эксплуатационных показателей оснований дорожных покрытий из грунтов, укрепленных известью и химической добавкой «Релаксол». Для подтверждения результатов применены физико-механические и рентгенографические исследования. **рентгенограмма, дериватограмма, известь, цемент, связной грунт, релаксол, доменный шлак, структурообразование**

NATALIYA GRANO, VALERIY KOZHUSHKO
IMPROVEMENT OF THE CONSTRUCTION PROPERTIES OF THE GROUND
FOUNDATIONS OF ROAD SURFACES WITH THE CHEMICAL ADMIXTURE OF
THE «RELAXOL» SYSTEM

Sumy National Agrarian University

Points of technical-operative indicators improvement of road-covers basis made of grounds strengthened by lime and chemical addition «Relaxol» have been considered in the article. X-ray investigations have been used to confirm the results.

sciagram, derivatogram, lime, cement, bound ground, relaxol, blast-furnace slag, structure formation

Грано Наталія Володимирівна – магістр-будівельник, аспірантка кафедри будівельного виробництва Сумського національного аграрного університету. Наукові інтереси: будівельні матеріали та вироби за спеціальністю 05.23.05.

Кожушко Валерій Петрович – кандидат технічних наук, професор кафедри будівельного виробництва Сумського національного аграрного університету. Академік академії будівництва України, академік Транспортної академії України, член-кореспондент Інженерної академії України, Заслужений будівельник України. Наукові інтереси: використання місцевих матеріалів та відходів промислового виробництва у будівництві.

Грано Наталия Владимировна – магистр-строитель аспирант кафедры строительного производства Сумского национального аграрного университета. Научные интересы: строительные материалы и изделия по специальности 05.23.05.

Кожушко Валерий Петрович – кандидат технических наук, профессор кафедры строительного производства Сумского национального аграрного университета. Академик Академии Строительства Украины, Академик Транспортной академии Украины, член-корреспондент Инженерной академии Украины, Заслуженный строитель Украины. Научные интересы: использование местных материалов и отходов промышленного производства в строительстве.

Nataliya Grano – Master-Builder, postgraduate student at the Building Production Department of Sumy National Agrarian University. Scientific interests: building materials and manufactured articles in speciality 05.23.05.

Valeriy Kozhushko – PhD(Eng.), Professor of Building Production Department of Sumy National Agrarian University. Academician of Building Academy of Ukraine, Academician of Transport Academy of Ukraine; Associate Member of Engineering Academy of Ukraine, Honored Builder of Ukraine. Scientific interests: usage of local materials and waste material of industrial production in building.

УДК 69.059.1

В. И. КАБАНЕЦ, Д. Е. БЕРШАДСКАЯ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ПРИЧИНА НЕСЧАСТНОГО СЛУЧАЯ – ОТСУТСТВИЕ ПРОЕКТА ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ

Статья посвящена вопросам безопасного производства работ и роли проекта выполненных работ в обеспечении безопасности и безвредности строительных процессов. В статье на примере несчастного случая рассмотрены все возможные причины, которые привели к аварии во время ремонта фасада здания, и сделан вывод: главная из них – отсутствие проекта производства работ.

несчастный случай, фасадный подъемник, причины несчастного случая, проект производства работ, ремонт фасада

ВСТУПЛЕНИЕ

Предотвращение несчастных случаев и аварий на производстве является важнейшей социальной и экономической задачей. Большую роль в обеспечении безопасных и безвредных условий труда играет наличие проекта производства работ (ППР).

15 июля 2011 года на ПАО шахта «Ждановская» произошел групповой несчастный случай со смертельным исходом, в результате которого погибло два человека.

В результате обследования установлено, что здание установки по обогащению угля на участке, где производились ремонтные работы представляет в плане прямоугольник со сторонами 19,09×6,70 м.

В 2010 году Донецким экспертным центром на основании договора с ООО «Гормаш-Уголь» было проведено обследование технического состояния конструкций здания и выданы рекомендации по ремонту с целью продления его безопасной эксплуатации, результаты которого представлены Техническим отчетом [1] и Паспортом технического состояния здания [2].

Однако в материалах Технического отчета [1] не нашли отражения вопросы неудовлетворительного состояния элементов крепления козырьковой плиты и кирпичной кладки, на которую опиралась плита, и отсутствовали рекомендации по их усилению для обеспечения безопасных условий эксплуатации здания.

На основании указанных документов владелец здания обогатительной установки ООО «Гормаш-Уголь» заключил договор с ООО «ПКФ Техноцентр» на выполнение работ по ремонту фасада здания обогатительной установки по ряду А в осях 1–4.

В то же время руководство ООО «ПКФ Техноцентр» для организации работ на значительной высоте до +32,000 м заключило договор на аренду фасадного подъемника GEDA AB-650 с ООО «Рамирэнд Украина» и заключило договора-подряда с гражданами Украины на выполнение работ по ремонту фасада здания по ряду А в осях 1–4 на свой страх и риск.

Приглашенные работники не были аттестованы на знание правил охраны труда при выполнении работ на высоте, не были обучены, не имели лицензии на право выполнения работ повышенной опасности приступили к выполнению работ практически не ознакомившись с техническим состоянием конструкций здания и особенно козырьковых плит здания и кирпичной кладки стены, на которую опираются эти плиты.

Работы по ремонту фасада выполнялись по ряду А в осях 1–4. Данный участок здания имеет высоту по верху +32,300 м.

В качестве средств подмащивания при производстве работ по ремонту здания использовался фасадный подъемник (самоподъемная люлька) GEDA AB-650, предоставленный по договору ООО «Рамирент Украина».

Первый раз фасадный подъемник была смонтирована представителями ООО «Рамирент Украина» и передан по договору аренды ООО ПКФ «Техноцентр».

Работы по ремонту фасада были начаты 16.06.2011 г. Технологическая документация (проект производства работ) на выполнения ремонтных работ, в которой должны были быть отражены вопросы безопасности при выполнении работ, при этом отсутствовала.

До 07.07.2011 года работы были закончены на половине фасада в осях 1–3 и возникла необходимость в переустановке фасадного подъемника на новое рабочее место для обеспечения фронта работ на второй половине фасада по ряду А в осях 2–4.

Работу по переустановке фасадного подъемника GEDA AB-650 выполнили приглашенные для выполнения ремонтных работ работники в соответствии с рекомендациями, которые при первичной установке им дали представители ООО «Рамирент Украина».

К концу рабочего дня 8.07.2011 г. фасадный подъемник был переустановлен в соответствии со схемой представленной на рис. 1.

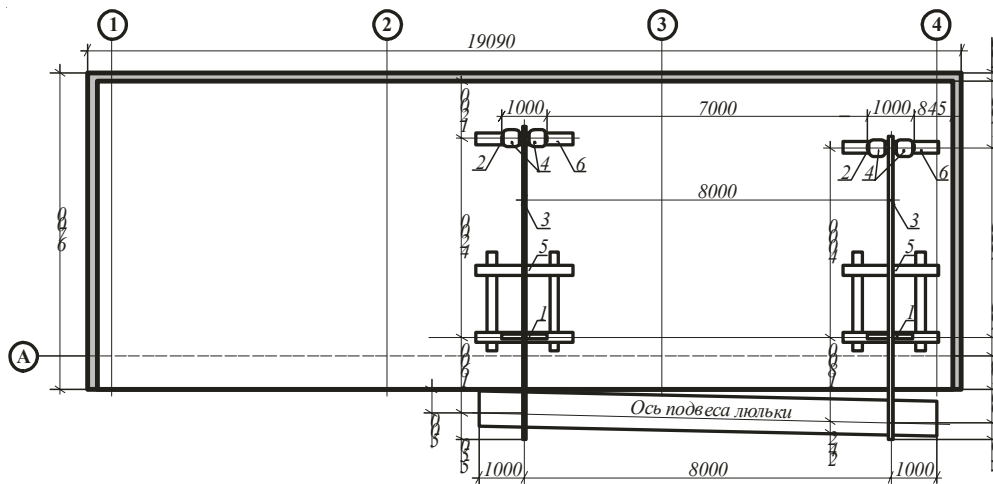


Рисунок 1 – Схема установки кронштейнов при переустановке фасадного подъемника: 1 – передняя опора кронштейна; 2 – задняя опора кронштейна; 3 – выносная консоль; 4 – балластные противовесы; 5 – шпалы балочной клетки под переднюю опору кронштейна; 6 – доска подкладка под заднюю опору кронштейна; 7 – люлька.

С 11.07.2011 г. работы по ремонту фасада в осях 2–4 были возобновлены. 15.07.2011 г. при выполнении работ на отм. +20,0 м произошло обрушение козырьковой плиты в осях 3–4, опрокидывание кронштейна подъемника, установленного у оси 4 и опрокидывание фасадного подъемника. В результате этого работавшие в люльке подъемника выпали с люльки, так как работали без монтажных поясов, и получили несовместимые с жизнью травмы.

При обследовании места происшествия было установлено следующее:

1. На земле в районе производства работ на расстоянии примерно 1,5–3,0 м лежит козырьковая плита под углом 45° развернутая по отношению к проектному состоянию на 180°. В результате удара об люльку и об землю произошло разрушение плиты, благодаря чему удалось установить ее армирование.

При обследовании упавшей плиты удалось установить, что плита представляет собой сборную железобетонную конструкцию длиной 6,0 м и шириной 0,7 м, сечение которой представлено на рис. 2.

Путем анализа удалось установить, что в качестве козырьковой плиты применен конструктивный элемент, являющийся характерным для фундаментных плит подпорных стен, так как имеет паз, куда заводится лицевая плита подпорной стены и усиленное армирование. Для козырьковых плит такая степень армирования не требуется.

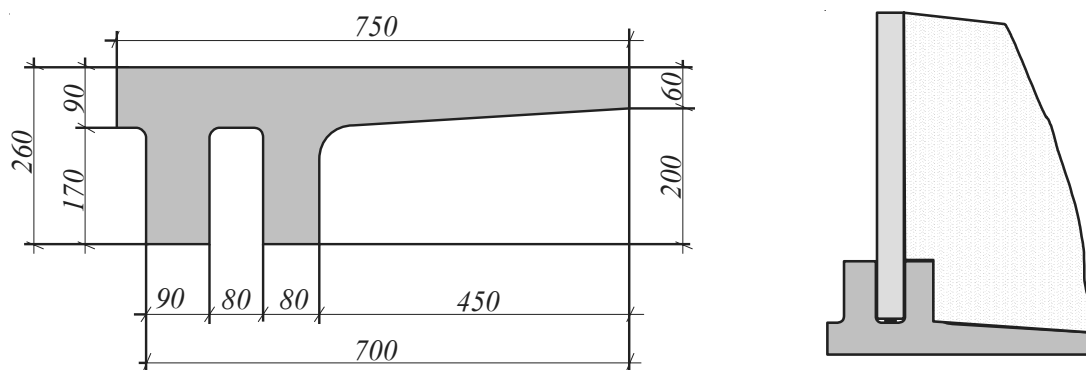


Рисунок 2 – Схема упавшей карнизной плиты в разрезе.

При осмотре упавшей козырьковой плиты было установлено, что в ней сохранился в истлевшем состоянии деревянный брус, который при бетонировании устанавливали для образования прямоугольного паза после удаления бруса.

В конструктивном решении стены здания применены стеновые сборные железобетонные панели, не имеющие специального выступа («зуба»), который мог быть использован для установки на нее с целью зацементирования данной козырьковой плиты. Кроме того, верхний участок стены выполнен из кирпича в несколько рядов.

Поэтому данные карнизные плиты были оперты на кирпичную кладку поверхностью с пазом, заполненным брусом.

При этом никаких специальных приспособлений для закрепления козырьковой плиты в кладке строителями не было предусмотрено. Для обеспечения ее устойчивого положения при монтаже было выполнено временное раскрепление с использованием скруток из проволоки диаметром 6 мм в 2 проволоки, которые прикреплялись к монтажным петлям козырьковых плит и ребристых плит покрытия. В козырьковой плите, оставшейся на месте после аварии в осях 2–3, из-за отсутствия монтажной петли при монтаже было пробито отверстие неправильной формы ближе к краю козырька и таким образом скрутка была привязана к ней.

При осмотре было установлено, что и в упавшей козырьковой плите, и в оставшихся на месте (при 100%-ной коррозии) скрутках была нарушена их целостность, т. е. они никак не удерживали плиты карниза от опрокидывания.

Целостность системы «козырьковая плита» – «плиты покрытия» обеспечивалась лишь за счет собственной устойчивости плиты от опрокидывания и рулонным ковром рубероида кровли, поскольку на полосу его на козырьковой плите наклеивалась полоса на плите покрытия с нахлесткой до 40 мм. Это четко видно на крыше и на упавшей с козырьковой плитой полосе. На большей части свеса оставшейся козырьковой плиты эта связь легко разрушилась (фото 1).

Поэтому, при возникновении сравнительно небольшой силы давления на козырек козырьковой плиты эта связь легко разрушилась.

С учетом этого следует иметь в виду, что кирпичная кладка, на которую опиралась упавшая козырьковая плита, частично была разрушена за счет деструкции материала кирпича и раствора при многочисленных циклах «замораживания-размораживания» за период эксплуатации. Кроме того в углу опирания упавшей плиты у оси 4 отмечается вывал кирпича, что значительно ослабило опирание плиты в этом узле.

2. На земле рядом с упавшей козырьковой плитой также располагаются элементы разрушенного и упавшего кронштейна фасадного подъемника, установленного у оси 4 согласно рис. 1.

Передняя опора кронштейна в деформированном состоянии располагается в непосредственной близости к зданию обогатительной установки. Труба кронштейна при падении совершила оборот на 180° и упала вместе с задней опорой на значительном расстоянии от стены здания.

3. На крыше здания обогатительной установки располагается второй кронштейн, установленный в осях 2–3.



Фото 1 – Состояние (100 % коррозия) скруток, использованных для временного закрепления упавшей козырьковой плиты.

В результате динамического воздействия на кронштейн обрушившейся люльки кронштейн опрокинулся на бок и отдельные элементы кронштейна были деформированы. Шпальная клетка вызвала деформацию ковра (прогрузание составило более 30 мм).

В результате выполненных замеров удалось установить, что упавший кронштейн был выставлен таким образом, что расстояние между опорами составляло 4,0 м, а канаты подвески люльки были закреплены на расстоянии 1,8 м от оси передней опоры, в то время, как оставшийся на кровле кронштейн имеет те же размеры, соответственно, 4,2 и 1,6 м.

В результате проведенного анализа материалов специального расследования, нормативной и технической документации, а также результатов выполненного обследования и проверочного расчета обрушившихся козырьковой плиты и одного из кронштейнов фасадного подъемника, а также оставшегося на кровле кронштейна, удалось установить, что причинами обрушения карнизной плиты и, соответственно, несчастного случая являются:

1) Применение строителями при возведении здания нестандартной козырьковой плиты. Выполненные расчеты устойчивости козырьковой плиты показывают, что она нуждалась в надежном постоянном закреплении к конструкциям здания. При строительстве здания было выполнено лишь временное закрепление козырьковых плит. Для временного закрепления были использованы по 2 скрутки на каждую плиту из арматуры класса А-I диаметром 6 мм.

2) 100 %-ый коррозионный износ в нескольких сечениях элементов временного крепления, в результате чего козырьковая плита удерживалась в состоянии равновесия только за счет сил сцепления с кирпичной кладкой через цементный раствор и рулонным рубероидным ковром, которые с течением времени разрушились и плита упала.

3) Неудовлетворительное состояние кирпичной кладки в зоне опирания козырьковой плиты.

ВЫВОД

Несчастного случая можно было бы избежать, если бы до начала ремонта был разработан проект производства работ, чему должно было предшествовать тщательное обследование технического состояния строительных конструкций, и предусмотрены мероприятия по обеспечению устойчивости всех конструкций, как это предусмотрено требованиями ДБН А.3.1-5-96 [3]. Поэтому однозначно можно ответить, что причиной несчастного случая является отсутствие проекта производства работ на ремонт здания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технический отчет № 14.–08.–15.–4044.10 о результатах обследования и оценки технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений, находящихся на балансе ООО «Гормаш-Уголь», выполненный Государственным предприятием «Донецкий экспертно-технический центр национального научно-исследовательского института промышленной безопасности и охраны труда» в соответствии с договором между ООО «Гормаш-Уголь» и ДЭТЦ от 13.10.2010 г № 8957 [Текст] / Государственным предприятием «Донецкий экспертно-технический центр национального научно-исследовательского института промышленной безопасности и охраны труда». – Донецк : ГП ДЕТЦНННППБОТ, 2010. – 42 с.
2. Подъемник фасадный [Текст] : Паспорт оборудования GEDA AB 650. – Магдебург : [б. и.], 2007. – 84 с.
3. Типове положення про порядок проведення навчання з охорони праці [Текст] : Затв. наказом Держнагляд охорони праці № 15 від 26.01.2005. – К. : Основа, 2006. – 30 с.
4. Порядок розслідування та ведення обліку нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на виробництві [Текст] : НПАОП 0.00–6.02–04 : затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 25 серпня 2004 р. № 1112. – К. : Основа, 2005. – 35 с.
5. Державні будівельні норми. Управління, організація і технологія. Організація будівельного виробництва [Текст] : ДБН А.3.1–5–96. – Замість СНиП 3.01.01–85* ; введ. 1996–09–01. – К. : Укрархбудінформ, 1996. – 66 с.

Получено 12.10.2011

В. І. КАБАНЕЦЬ, Д. Є. БЕРШАДСЬКА
ПРИЧИНА НЕЩАСНОГО ВИПАДКУ – ВІДСУТНІСТЬ ПРОЕКТУ
ПРОВАДЖЕННЯ РОБІТ
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Стаття присвячена питанням безпечного виконання робіт і ролі проекту проведення робіт щодо забезпечення безпеки і нешкідливості будівельних процесів. У статті на прикладі нещасного випадку розглянуті всі можливі причини, що призвели до аварії при виконанні під час ремонтних робіт фасаду будинку і зроблений висновок: головна з них – відсутність проекту проведення робіт.

нешасливий випадок, фасадний підйомник, причини нещасливого випадку, проект провадження робіт, ремонт фасаду

VICTOR KABANETS, DARIA BERSHADSKAIA
REASON ACCIDENT – AN ABSENCE OF THE PROJECT CONSTRUCTION
Donbas National Academy of Engineering and Architecture

The Article is dedicated to questions safe construction and dug the project of the executed work in provision of safety and harmlessness of building processes. In article on example of the accident are considered all possible reasons, which have brought about damages at construction on repair of the facade of the building and is made conclusion about the main in this list – an absence of the project construction.

accident, facadelift, reasons of the accident, project construction, repair of the facade

Кабанець Віктор Іванович – доцент кафедри охорони праці, безпеки життєдіяльності та цивільного захисту Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: охорона праці в будівництві, обстеження будівель і споруд.

Бершадська Дар'я Євгенівна – старший лаборант кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: охорона праці в будівництві.

Кабанець Виктор Иванович – доцент кафедры охраны труда, безопасности жизнедеятельности и гражданской обороны Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: охрана труда в строительстве, обследование зданий и сооружений.

Бершадская Дарья Евгеньевна – старший лаборант кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: охрана труда в строительстве.

Victor Kabanets – the associate professor of the Guard of the Labour, Safety to Vital Activity and Civil Protection Department of the Donbas National Academy of civil Engineering and Architecture. Scientific interest: labour protection in building, examination of buildings and structures.

Daria Bershadskaja – a laboratory assistant of the Technology and Management in Construction Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: labour protection in building.

УДК 624.8

В. О. ПЕНЧУК, М. С. ДЬОМОЧКІНА

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

КЛАСИФІКАЦІЯ ТА ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ РОЗВІДНИХ МОСТІВ

У статті наведено приклади різноманітності ландшафтів річок різних регіонів України. Визначено напрямки, які необхідно враховувати при проектуванні річкових гідротехнічних споруд. Проведено аналіз публікацій про результати досліджень ряду авторів, які визначили значно нижчі розрахункові межі міцності льоду стисненню і вигину. Наведено приклади використання розвідних мостів, їх класифікація, а також приклади заходів щодо забезпечення безаварійного пропуску льоду під час весняної повені на річках України.

розвідний міст, прогони моста, транспорт, механізм

ФОРМУЛЮВАННЯ ПРОБЛЕМИ

Україна має досить густу річкову систему. Всього річок з довжиною понад 100 км в Україні 123, а великих річок (довжина понад 500 км) – 14.

Усі річки України відносяться до одного кліматичного типу – переважно снігового живлення з весняною повінню. Через різноманітність ландшафтів, річки різних регіонів України сильно відрізняються між собою: за нахилом русла, характером течії, наявністю і складністю перешкод.

У весняний період рух льоду приводить до значних руйнувань гідротехнічних споруд, зокрема мостів. При проектуванні гідротехнічних споруд I класу і великих мостів, що перебувають в складних льодових умовах, льодові навантаження, визначені за технічними умовами, рекомендується уточнювати на основі більш тривалих натурних спостережень.

При проектуванні річкових гідротехнічних споруд і мостів потрібно враховувати:

- динамічний тиск льоду при ударі крижин;
- динамічний тиск заторних мас льоду;
- статичний тиск суцільного крижаного покриву при його термічному розширенні;
- статичний тиск вільно плаваючого крижаного поля при навалюванні (під впливом вітру або течії);
- дію крижаного покриву, що примерзнув до споруди (при коливанні рівня води);
- стираючу дію крижин на поверхню споруди при русі крижин під впливом вітру, течії або коливання рівня води [1].

АНАЛІЗ ПУБЛІКАЦІЙ

Широкий розвиток транспортного будівництва вимагає уважного ставлення до урахування можливих льодових навантажень на споруди і особливе на опори мостів, що знаходяться у більш важких умовах в порівнянні з масивними гідротехнічними спорудами.

Важкі умови весняного льодоходу характеризуються міцним льодом, заторами, значними швидкостями руху крупних крижаних полів.

Широке застосування прогресивних збірних конструкцій опор вимагає дослідження їх роботи на льодові дії. На основі ряду наукових розробок авторів (Коржавін К. Н., Парізе Е., Хаузер Р., Ганон А.) встановлені істотно нижчі розрахункові межі міцності льоду стисненню і вигину [3, 4].

МЕТА

Встановлення можливостей використання розвідних мостів на гірських річках.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Розвідний міст – міст з рухомою (розвідною) прогоною будовою для проходження суден значної висоти. Призначення такого моста полягає в тому, щоб в потрібний час його конструкція повинна «розкритися», щоб не заважати проходженню суден або льоду під ним [2].

Перевага розвідних мостів (в порівнянні з нерухомими мостами) полягає в тому, що для забезпечення безперешкодного пропуску суден розвідному мосту не потрібен високий прогін (а отже високі опори і довгі в'їзди).

Недоліками є:

механізми розвідного моста вимагають ремонту і технічного обслуговування;
наземний транспорт не може переміщатися через міст під час проходу суден.

Існує велика кількість типів розвідних мостів, при цьому їх можна класифікувати за такою ознакою, як вздовж або навколо якої осі моста рухається прогін.

Розвідні мости бувають: поворотні (прогонова будова моста може повертатися навколо вертикальної осі), вертикально-підйомні і розкривні (одно- або двокрилі), у тому числі коромислові та відкотні.

При цьому осі моста визначаються наступним чином.

Вісь X лежить в горизонтальній площині і збігається з напрямком проїжджої частини моста. Вісь Y лежить в горизонтальній площині і проходить перпендикулярно до проїжджої частини моста. Вісь Z перпендикулярна до горизонтальної площини.

Таким чином, теоретично можливих є шість рухів рухомого прогону моста (зрушення і поворот по кожній з осей). На практиці використовуються п'ять рухів, оскільки рух прогону уздовж осі Y не має сенсу (не звільняє прохід для суден).

Крім того, існують типи мостів, в яких використовують комбінацію з декількох рухів.

Мости з обертанням біля осі X (рисунок 1).

Розвідні мости обладнують механічними або гідравлічними механізмами переміщення прогонової установки, світловою і звуковою сигналізацією, а також блокувальними пристроями. Конструкцію рухомої прогонової установки роблять полегшеною (балки або ферми із сталі чи легких сплавів). Таким чином, спорудження розвідного моста в особливих умовах місцевості, навіть з урахуванням підвищеної вартості експлуатації його, виявляється найбільш вдалим рішенням. Підняття або відкриття прогонової установки для пропуску високогабаритних суден може здійснюватися різними способами.



Рисунок 1 – Міст Gateshead Millenium Bridge у Великій Британії, Палацевий міст в Санкт-Петербурзі.

Мости з переміщенням прогону уздовж осі X: відсувний міст, відсувний понтонний міст, складний міст, літаючий паром.

Мости з поворотом навколо осі Y: підйомний міст, міст, який розкривається, міст відкотом, міст Пегас (комбінований рух: також переміщення уздовж осі X).

Мости з поворотом навколо осі Z: поворотний міст, мости з переміщенням уздовж осі Z, вертикально-підйомний міст, столоподібний міст, затоплюваний міст.

Ілюстрація типів розвідних мостів (рисунок 2).

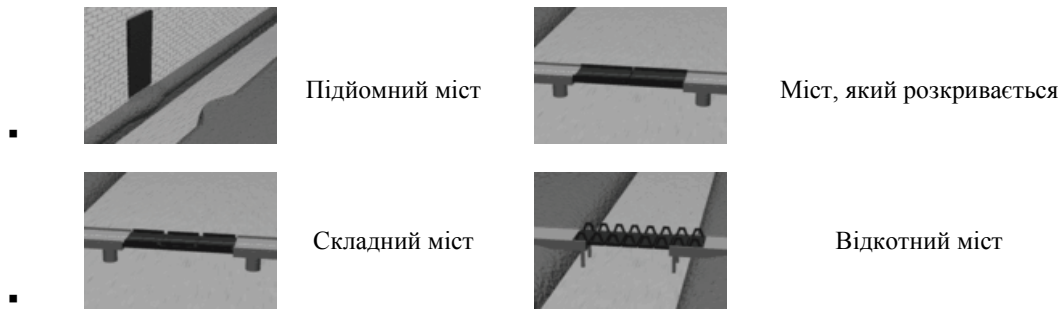


Рисунок 2 – Ілюстрації типів розвідних мостів.

Розвідні мости мають велику різноманітність систем, кожна з яких характеризується своєю будовою конструкції, схемами механізмів, а також різним рухом прогонової установки при розведенні моста. На сьогодні найбільш поширені: а – вертикально-підйомні, б – поворотні і в – такі, що розкриваються (рисунок 3).

Вертикально-підйомні мости застосовують майже для всіх довжин прогонів. У закритому положенні вони працюють як звичайні розрізні балочні системи, і для них часто застосовують типові прогонові установки.

Поворотні мости характеризуються обертанням прогонової установки навколо вертикальної осі. Частина прогону, що відходить від осі обертання, називається рукавом. Застосовуються системи дво-рукавні, симетричні без противаги і однорукавні з улаштуванням противаги, несиметричні мости із застосуванням противаг.

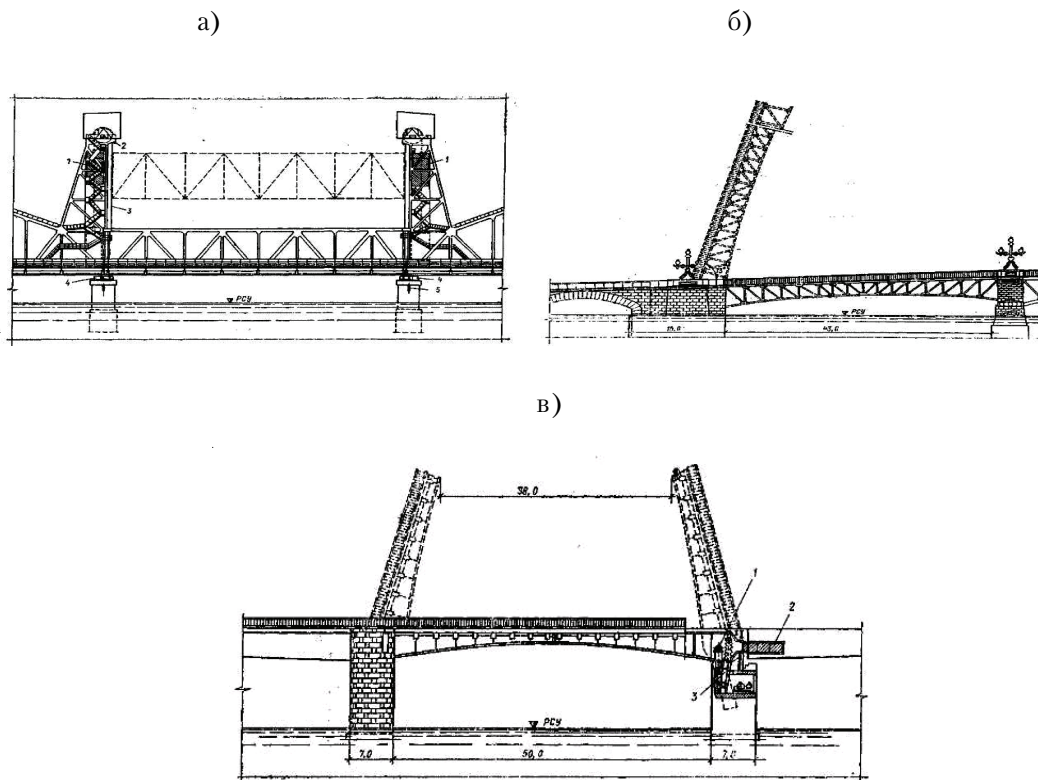


Рисунок 3 – Розвідні мости: а – вертикально-підйомні; б – поворотні; в – такі, що розкриваються.

Поворотні мости мають ряд переваг: необмежений по висоті габарит для проходу морських суден, велика жорсткість системи в закритому положенні, відсутність противаг в симетричних конструкціях, що дозволяє застосовувати більш просту схему механізмів. Недоліком поворотних мостів вважається можливість навалювання суден на прогін моста, що знаходиться в розкритому стані. Крім того, поворотні мости мають проміжні широкі опори, зазвичай круглої форми, що ускладнюють рух по судноплавній частині річки. Прохід суден здійснюється з великою обережністю і малою швидкістю.

У всіх системах розвідних мостів (крім симетричних поворотних) маса прогонових установок врівноважується противагами. Це робиться з метою зменшення потужності двигунів. У цьому випадку енергія витратиться тільки на подолання сил тертя, вітру, а також на рух маси прогону.

Особливість роботи розвідних мостів вимагає урахування ряду навантажень, що, як правило, не беруться до уваги при розрахунку інших мостів. Наприклад, окрім постійного і тимчасового навантажень, треба враховувати вагу механізмів, що знаходяться на прогоновій установці; сили інерції рухомих мас; вертикальні сили вітру, направлені вгору або вниз; вагу льоду і снігу на проїжджій частині; сили тертя в направляючих пристосуваннях, замках, осях, катках і роликах; вага невірної частини канатів.

Робота розвідного моста здійснюється за графіком з урахуванням інтенсивності руху протягом доби по мосту і водному шляху [5].

В Україні існує декілька розвідних мостів у містах, наприклад у місті Миколаїв (рисунок 4).



а)



б)

Рисунок 4 – Розвідні мости в м. Миколаїв: а) Варварівський міст через річку Південний Буг; б) Інгільський міст через річку Інгул.

В останні роки зими в Україні стали більш суворими. Прикладом може бути зима 2010 року, коли по-справжньому склалась надзвичайна ситуація: снігові замети на дорогах, ожеледиця, обвалення дахів, залишені без електропостачання та зв'язку населені пункти. Шар льоду на річках сягав від 20 до 40 сантиметрів завтовшки. З настанням потепління виникла загроза підтоплення населених пунктів та руйнування мостів. Так виникла загроза підтоплення 16-ти населених пунктів, руйнування двох наплавних мостів у Снігурівському районі та підтоплення трьох населених пунктів у Березнігуватському районі. Під час паводка у зоні підтоплення могли опинитись близько 1 500 осіб та 2 тисячі гектарів землі. Для безаварійного пропуску льодоходу та повені група піротехнічних та спеціальних водолазних працівників аварійно-рятувального загону спеціального призначення ГУ МНС України в Миколаївській області проводила роботи з підризу льоду в районі наплавних мостів через річку Інгuleць, які знаходяться на балансі ДП «Миколаївський облавтодор», у селах Новоти-мофіївка та Нововасилівка Снігурівського району. Таким чином, рятувальники запобігли руйнуванню мостів та підтопленню населених пунктів (рисунок 5).

ВИСНОВКИ

Існує велика кількість різноманітних конструкцій мостів, які забезпечують проходження суден.

Умови рік України досить часто загрожують руйнуванням звичайним мостам та іншим гідротехнічним спорудам.

Для пропуску більшого об'єму води та льоду доцільно на короткий період зняти з напрямку руху мостові споруди.

Одним з можливих технічних рішень, які забезпечують захист гідротехнічних споруд від руйнування, є використання розвідних мостів.



Рисунок 5 – Рятувальники МНС підривають лід біля мостів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Коржавин, К. Н. К расчету динамических ледовых нагрузок от заторных и зажорных масс [Текст] / К. Н. Коржавин // Воздействие льда на сооружения и расчет отверстий малых мостов : сборник научных трудов. Серия: Труды Новосибирского ин-та инженеров железнодорожного транспорта; вып. 49. – Новосибирск : Западно-Сибирское книжное изд-во, 1966. – С. 204.
2. Українська радянська енциклопедія [Текст] : У 12 т. Т. 12 : Функціоналізм-Ящур : [Том на руском языкі] / М. П. Бажан (голов. редактор) [та ін.]. – 2-е вид. – К. : Головна редакція Української радянської енциклопедії, 1985. – 624 с.
3. Надёжин, Б. М. Мосты и путепроводы в городах [Текст] / Б. М. Надёжин. – М. : Стройиздат, 1964. – 324 с.
4. Евграфов, Г. К. Проектирование мостов [Текст] : учебник для вузов / Г. К. Евграфов, Н. Н. Богданов. – М. : Транспорт, 1966. – 663 с.
5. Невский, В. В. Исследование конструктивных мероприятий по защите мостовых опор от местного размыва [Текст] / В. В. Невский, В. С. Алтунин, Ю. В. Писарев // Гидравлика речных потоков и мостов. Труды МИИТ / Под ред. проф. Г. В. Железнякова. – М., 1973. – Вып. 434. – С. 94–102.

Отримано 14.10.2011

В. А. ПЕНЧУК, М. С. ДЕМОЧКИНА КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ РАЗВОДНЫХ МОСТОВ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

Приведены примеры с разнообразием ландшафтов рек разных регионов Украины. Определены направления, которые необходимо учитывать при проектировании речных гидротехнических сооружений. Проведен анализ публикаций исследований ряда авторов, которые определили значительно низшие расчетные границы прочности льда сжатию и изгибу. Приведены примеры использования разводных мостов, их классификация, а также примеры мероприятий обеспечения безаварийного пропуска льда во время весеннего наводнения на реках Украины.

разводной мост, пролеты моста, транспорт, механизм

VALENTYNE PENCHUK, MARGARET DEMOCHKINA CLASSIFICATION AND FEATURES OF APPLICATION OF DRAWBRIDGES Donbas National Academy of Engineering and Architecture

The examples of variety of landscapes of the rivers of different regions of Ukraine are resulted. Directions which must be taken into account at the river hydrotechnical civil engineering are certain. The analysis of publications of researches of row of authors which defined lower calculation scopes of durability of ice to the compression and bend is conducted. The examples of the use of drawbridges, their classification, are resulted. The examples of measures of providing of accident-free admission of ice are resulted during a spring flood on the rivers of Ukraine.

drawbridge, bridge spans, transport, mechanism

Пенчук Валентин Олексійович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх машини та обладнання Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Академік ПТМ України. Наукові інтереси: наукові основи модернізації будівельних машин.

Дьомочкіна Маргарита Сергіївна – магістрант Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: економічна ефективність використання розвідних мостів.

Пенчук Валентин Алексеевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой подъемно-транспортных, строительных дорожных машин и оборудования Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Академик ПТМ Украины. Научные интересы: научные основы модернизации строительных машин.

Демочкина Маргарита Сергеевна – магистрант Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: экономическая эффективность использования разводных мостов в Украине.

Valentyne PENCHUK – DSc (Eng.), Professor, Head of the Hoisting-transport, Building, Road Construction Machinery and Equipment Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Academician of PTM of Ukraine. Scientific interests: scientific bases of modernization of build machines.

Margaret Demochkina – ungraduate of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economic efficiency of the use of bridges on the rivers of Ukraine.

УДК 621.87

Т. В. ЛУЦЬКО, А. Л. ЛЕБОШКІН

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

**ДОСЛІДЖЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНИХ СТАНІВ ПІДЙОМНОЇ
І БАЛКОВОЇ СТІЛ БАШТОВОГО КРАНА**

За допомогою програми SolidWorks досліджено напружено-деформований стан металокопструкції підйомної і балкової стріл тригранних та чотиригранних поперечних перерізів. Запропоновано рекомендації щодо вибору типу стріли для баштового крана.

баштовий кран, металокопструкція, стріла, напруження, деформація, переміщення**АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Потреба у баштових кранах досить велика. За інформацією Держгірпромнагляду України 86 % баштових кранів відпрацювали нормативний строк служби. Середній вік баштового крана цієї групи перевищує 20 років [1].

У копструкції кранів закладені деякі запаси та резерви, які можна використовувати, застосувавши сучасні методи розрахунків. Гарантом безпечної роботи кранового обладнання у ряді випадків може стати їх правильний вибір, адже для кожного конкретного випадку будівництва передбачена своя модель крана, яка оптимально відповідає вимогам будівельників. Провідні кранобудівні фірми випускають багато типів кранів, що включають велику кількість моделей та виконань, технічні характеристики і параметри яких задовільняють будь-які запити споживачів [2–3].

Проблема зниження металоємності кранів є в наш час достатньо актуальною. Проведемо порівняння металокопструкцій підйомної і балкової стріл баштового крана з точки зору їх металоємності та міцності.

МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Питанням оптимізації копструкцій баштових кранів присвячені роботи Ліфшиця В. Л., Смородинського І. М., Невзорова Л. О. [4, 5]. Зокрема у роботі [4] відзначається, що дослідженням підйомних гратчастих стріл з труб з метою визначення їх оптимальних параметрів займався ВНДІбуддормаш. Результати досліджень показали, що чотиригранні стріли завжди масивніші за тригранні. Різниця у масі складає 11...18 % від маси чотиригранної стріли.

Розглянемо напружено-деформований стан металокопструкцій наступних гратчастих стріл з кутків:

- 1) підйомна стріла тригранного поперечного перерізу (рис. 1а);
- 2) підйомна стріла чотиригранного поперечного перерізу (рис. 1б);
- 3) балкова стріла тригранного поперечного перерізу (рис. 2а);
- 4) балкова стріла чотиригранного поперечного перерізу (рис. 2б).

Довжина цих стріл однакова і складає 25 м, навантаження на кінці стріли 3 т, поперечний переріз у всіх стріл однаковий і складає 1 м, використовувалась вуглецева сталь з межею текучості 220 МПа. Відповідно до цих даних у програмі SolidWorks розраховані напруження, залишкові деформації та переміщення металокопструкцій стріл.

Результати досліджень дозволили порівняти маси цих стріл (рис. 3), відповідно до яких можна зробити висновок, що меншу масу мають тригранні стріли порівняно з чотиригранними, у відсотковому відношенні тригранні менші на 7...11 % від чотиригранних. Причому підйомні стріли мають

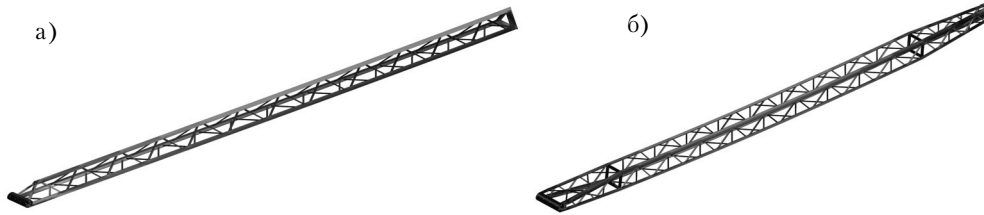


Рисунок 1 – Підйомні стріли баштового крана: а – тригранна; б – чотиригранна.

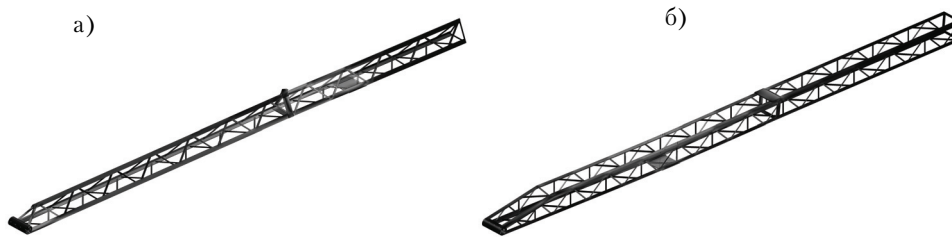


Рисунок 2 – Балкові стріли баштового крана: а – тригранна; б – чотиригранна.

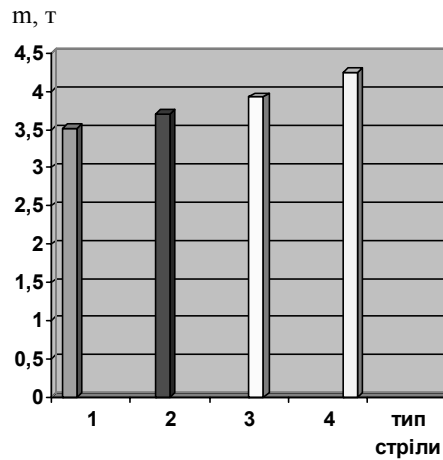


Рисунок 3 – Маси стріл: 1 – тригранна підйомна; 2 – чотиригранна підйомна; 3 – тригранна балкова; 4 – чотиригранна балкова.

меншу масу ніж балкові незалежно від типу поперечного перерізу (різниця складає приблизно 10 %). Слід також відмітити, що чотиригранна підйомна стріла за масою займає середнє положення між балковими стрілами і підйомною тригранною.

В процесі розгляду максимальних напружень металоконструкцій стріл виявлено, що підйомна стріла чотиригранного поперечного перерізу має найменші напруження приблизно у 1,5–2,0 рази порівняно з іншими стрілами (рис. 4). Максимальні значення напружень виявилися у балковій тригранній стрілі 166 МПа, які спостерігаються у місці кріплення стрілової відтяжки до стріли при підйомі вантажу на кінці стріли масою 3 т (рис. 5).

Переміщення металоконструкцій під навантаженням можуть суттєво впливати на вантажні характеристики стрілових кранів і, як наслідок, на точність монтажу будівельних об'єктів [6].

Результати розрахунків переміщень оголовок стріл показали, що найменші переміщення при підйомі вантажу на максимальному вильоті 25 м характерні для підйомної чотиригранної стріли,

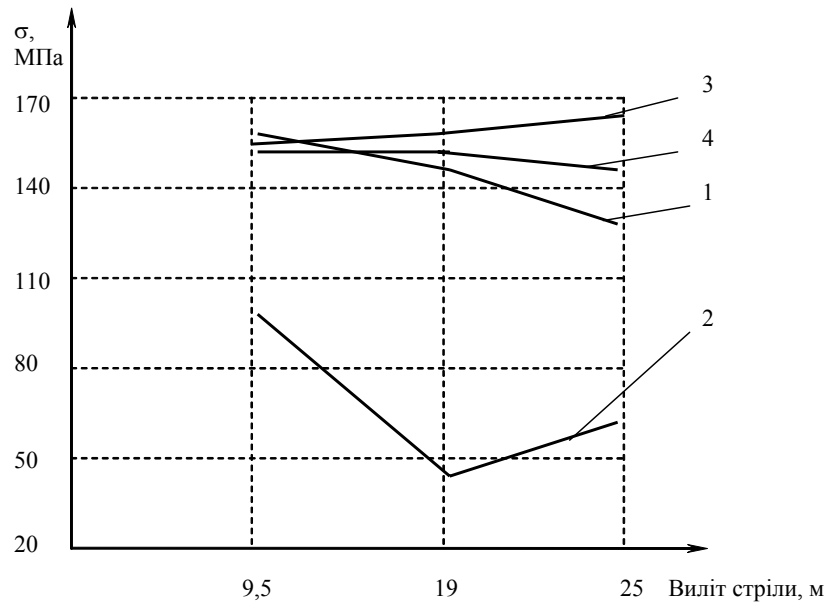


Рисунок 4 – Максимальні напруження металоконструкцій стріл: 1 – тригранна підйомна; 2 – чотиригранна підйомна; 3 – тригранна балкова; 4 – чотиригранна балкова.

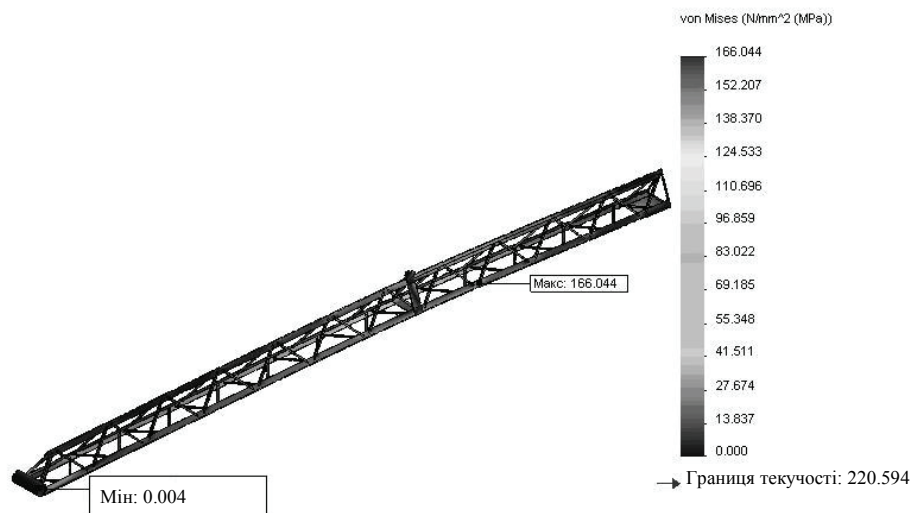


Рисунок 5 – Напруження тригранної балкової стріли при підйомі на максимальному вильоті 3 т.

які склали 0,13 м (рис. 6). Найбільші значення переміщень на максимальному вильоті характерні для балкової тригранної, що склали 0,355 м. При підйомі максимального вантажу на мінімальному вильоті 9 м найбільші переміщення виявилися у підйомної тригранної стріли, що склали 0,63 м, а найменші переміщення у балкової чотиригранної – 0,149 м.

ВИСНОВКИ

Таким чином, за результатами досліджень напружено-деформованого стану і мас стріл можна зробити висновок, що найбільш прийнятним варіантом є підйомна чотиригранна стріла, яка за масою хоча і більша ніж підйомна тригранна, але менша за балкові стріли (і тригранні, і чотиригранні). Крім цього, для чотиригранної підйомної стріли характерні найбільші міцності характеристики в порівнянні з іншими стрілами.

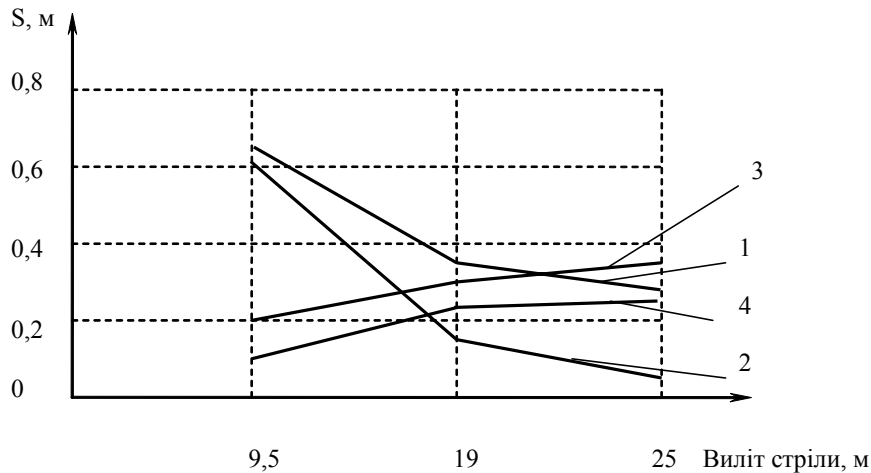


Рисунок 6 – Максимальні переміщення оголовків стріл: 1 – тригранна підйомна; 2 – чотиригранна підйомна; 3 – тригранна балкова; 4 – чотиригранна балкова.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Информационные материалы к семинару-симпозиуму «Современная строительная техника». Одесса, 25–26 сентября 2008 [Текст] / Научно-техническая ассоциация «Подъемные сооружения». – Одесса: [б. и.], 2008. – 17 с.
2. Башенные краны: проблемы и перспективы [Электронный ресурс]. – Электрон. дан. – ООО «Оливин», 2010. – Режим доступа : <http://kran.olivin.su/article23.php>. – Загл. с экрана.
3. Пашин, В. Российский рынок башенных кранов. Под ударами кризиса [Текст] / Вадим Пашин // Техномагazine. – 2009. – март. – С. 6–12.
4. Лифшиц, В. Л. Оптимальное проектирование крановых металлоконструкций [Текст] : обзор / В. Л. Лифшиц, Л. А. Невзоров, И. М. Смородинский. – М. : [б. и.], 1974. – 56 с.
5. Башенные краны [Текст] / Л. А. Невзоров, А. А. Зарецкий, Л. М. Волин [и др.]. – М. : Машиностроение, 1979. – 292 с. : ил. – 30 000 экз.
6. Луцько, Т. В. Грузовые характеристики тяжелых стреловых кранов типа СКР с учетом деформативности конструкции [Текст] / Т. В. Луцько // ИНТЕРСТРОЙМЕХ-2007 : материалы Международной научно-технической конференции, 11–14 сентября 2007 г. / Самарск. гос. арх.-строит. ун-т. – Самара, 2007. – С. 59–63.

Отримано 05.10.2011

Т. В. ЛУЦКО, А. Л. ЛЕБОШКИН
 ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННЫХ СОСТОЯНИЙ
 ПОДЪЕМНОЙ И БАЛОЧНОЙ СТРЕЛ БАШЕННОГО КРАНА
 Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

С помощью программы SolidWorks исследовано напряженно-деформированное состояние металлоконструкций подъемной и балочной стрел трехгранных и четырехгранных поперечных сечений. Предложены рекомендации по выбору типа стрелы для башенного крана.

башенный кран, металлоконструкция, стрела, напряжение, деформация, перемещение

TATYANA LUTSKO, ANDREY LEBOSHKIN
INVESTIGATION OF THE STRAIN-DEFORMED STATE OF LIFTING AND JOIST
JIBS OF THE TOWER CRANE

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The stress-deformed state of metal constructions of lifting and joist jibs is investigated for trihedral and tetrahedral cross-sections using the program SolidWorks. The recommendations on the choice of the type of jib is offered for the tower crane.

tower crane, metal construction, jib, strain, deformation, displacement

Луцько Тетяна Василівна – к. т. н., доцент кафедри підйомно-транспортних, будівельних, дорожних машин та обладнання Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: статика і динаміка вантажопідйомних кранів.

Лебошкін Андрій Леонідович – магістрант кафедри підйомно-транспортних, будівельних, дорожних машин та обладнання Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: статика і динаміка вантажопідйомних кранів.

Луцко Татьяна Васильевна – к. т. н., доцент кафедры подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: статика и динамика грузоподъемных кранов.

Лебошкин Андрей Леонидович – магистрант кафедры подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: статика и динамика грузоподъемных кранов.

Tatyana Lutsko – PhD (Eng.), associate professor of Lifting-Transport, Building, Road Machines and Equipment Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Research interests: statics and dynamics of loading cranes.

Andrey Leboshkin – undergraduate of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Research interests: statics and dynamics of loading cranes.

УДК 621.43.001

Д. В. ПОПОВ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

ПІДВИЩЕННЯ ЕКОЛОГІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН

У статті наведені результати досліджень роботи бензинового двигуна будівельних машин при використанні біоетанолу як добавки до бензину та його вплив на екологічні показники двигуна.

біоетанол, бензиновий двигун, відпрацьовані гази, шкідливі речовини

ВСТУП

Багато питань, пов'язаних із екологією в межах міста, пов'язано із експлуатацією вже збудованих споруд, автомобілів, промислових виробництв. Сучасні масштаби розвитку будівництва безперечно пов'язані з використанням будівельних та дорожніх машин, що обладнані двигунами внутрішнього згоряння. Ступінь їх багатократного впливу на навколишнє середовище багато в чому залежить від конструктивних особливостей окремих вузлів та агрегатів паливної системи, регулювань, режимів та умов експлуатації машин під час виконання дорожньо-будівельних робіт, а також якості паливно-мастильних матеріалів. Ці фактори визначають викиди шкідливих речовин відпрацьованих газів машин, випускні системи яких не мають засобів очистки газів від токсичних речовин. Це в повній мірі стосується машин, що обладнані бензиновими двигунами. Тому забезпечення зниження шкідливих речовин, що виробляються дорожніми та будівельними машинами з бензиновими двигунами, є актуальною проблемою.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Шляхів її вирішення декілька. Один із них, це подальше удосконалення систем випуску відпрацьованих газів із використанням ефективних систем нейтралізації [1]. Другий шлях, це використання альтернативних видів палива.

Найбільш перспективним з альтернативних є паливо з відновлювальних джерел, зокрема, біоетанол. Застосування біопалива спрямоване в першу чергу на те, щоб зменшити викид надлишкового вуглекислого газу в атмосферу. Необхідно пам'ятати, що Європейська комісія також визначила вимоги щодо вмісту шкідливих речовин у відпрацьованих газах двигунів внутрішнього згоряння, а саме CO , C_nH_m , SO_x , NO_x . Використання біопалива дозволить виконувати ці вимоги без додаткового переобладнання систем двигуна.

Відомо, що заміна частини вуглеводнів у нафтовому паливі кисневмісними сполуками забезпечує прийнятну потужність і більш чистий вихлоп без модернізації існуючих бензинових двигунів [2]. Про можливість і властивості сумішей бензинової фракції нафти з етанолом відомо давно. Основна проблема використання як частини бензину для моторного палива нижчих спиртів полягає в тому, що такі моторні палива схильні до фазового розшарування, особливо при наявності в системі води й при температурах нижче 0 °С.

Однак усі роботи, присвячені багатокомпонентним кисневмісним бензиновим паливам, мають досить обмежену інформацію про експлуатаційні характеристики таких палив і практично нічого не говорять про склад вихлопних газів, які утворюються при роботі стандартних двигунів, що використовували запропоновані паливні склади.

За результатами попередніх досліджень отримані обнадійливі дані щодо використання етилового спирту в двигунах внутрішнього згоряння з іскровим запалюванням. При роботі на бензоспиртових

сумішах енергетичні та екологічні показники двигунів не погіршуються в порівнянні з бензином при додаванні біоетанолу до 15 % об'ємних до бензину. Більше використання етанолу викликає деякі труднощі, і в першу чергу це пов'язано із фізико-хімічними властивостями продукту. По-перше, низька теплотвірна здатність етанолу призведе до необхідності переналаштування або модернізації паливної системи. По-друге, більш висока густина бензину призведе до розшарування бензоспиртової суміші. Однак, проведені в Українському науково-дослідному інституті нафтопереробної промисловості «МАСМА» дослідження показали, що в сумішевих паливах можна використовувати до 50 % кисневмісних добавок, зокрема біоетанолу.

Метою проведення цієї роботи стало дослідження роботи двигуна на бензоспиртовій суміші із додавання різної кількості біоетанолу.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В Національному транспортному університеті протягом останніх років проводяться дослідження щодо використання в двигунах з іскровим запалюванням етилового спирту як в суміші з бензином, так і в чистому вигляді.

При проведенні випробувань двигунів визначався вміст у відпрацьованих газах (ВГ), оксидів вуглецю (CO , CO_2), вуглеводнів (C_mH_n), оксидів азоту (NO_x). Прилади та обладнання, що використовувались під час випробувань, відповідають вимогам ГОСТ 14846–81.

Випробування роботи ДВЗ на чистому етанолі проводились на двигуні ЗМЗ–53–12 [2]. Запуск та прогрів двигуна проводився на бензині з подальшим переведенням живлення на спирт. Крім того, спиртовоповітряна суміш підігрівалась.

Робота прогрітого двигуна в усіх навантажувальних та швидкісних режимах була чіткою та стабільною, особливо в режимі холостого ходу (х. х.) при досягнутій мінімальній частоті обертання колінчастого вала 500 хв^{-1} .

Переведення двигуна на етанол дозволяє забезпечити його стабільну роботу, про це свідчать низькі концентрації вуглеводнів C_mH_n , в усьому навантажувальному діапазоні. Коефіцієнт надлишку повітря α при роботі на етанолі змінюється в межах 1,04...1,35, при роботі на бензині – 0,96...1,12. Про кращу стабільність роботи свідчить зниження концентрацій вуглеводнів C_mH_n та оксиду вуглецю CO в усьому діапазоні навантажень. Деяке підвищення температури ВГ ($t_{ВГ}$) при переході на суміш вірогідно пояснюється збідненням паливоповітряної суміші в порівнянні з бензином.

З характеристик двигуна (рис. 1) видно, що заміна бензину сумішшю практично не вплинула на годинну G_n та питому g_c витрати палива. Пояснюється це тим, що на суміші двигун працює більш стабільно, хоча паливоповітряна суміш дещо збідніла.

Незважаючи на те, що на етанолі двигун працював на більш збідненій суміші, концентрації оксидів азоту NO_x у ВГ значно нижчі порівняно з бензином, що можна пояснити більш низьким температурним режимом в процесі згоряння.

Концентрації CO в ВГ при роботі двигуна на бензині і етанолі практично однакові.

Позитивним при переході на живлення етанолом є більш низькі концентрації у ВГ CO_2 .

Концентрація вуглеводнів у ВГ при роботі на етанолі незначна і практично незмінна в усьому діапазоні навантажень.

Концентрації вуглеводнів при потужності двигуна 22 кВт і вище у випадку роботи на бензині великі $60...90 \text{ млн.}^{-1}$ і дещо нижчі – $40...60 \text{ млн.}^{-1}$ на бензоспиртових сумішах.

Одним з токсичних компонентів у відпрацьованих газах є альдегіди. Особливо на режимах холостого ходу та неповного навантаження, що найчастіше спостерігається під час роботи основної роботи будівельних машин [5]. Сумарні масові зведені до CO викиди альдегідів на навантажувальних режимах роботи двигуна перевищують в 1,5–4,0 рази порівняно з сумою продуктів неповного згоряння палива, на режимах холостого ходу – 21 % від загальної приведеної до CO сумарної токсичності шкідливих речовин, що входять у ВГ [6].

Вміст альдегідів у ВГ двигуна для обох випадків випробувань не високі.

Спостерігається тенденція більш високого вмісту у ВГ формальдегіду і більш низького значення вмісту ацетальдегіду при роботі двигуна на бензині порівняно з роботою на бензоспиртових сумішах.

Вміст формальдегіду при роботі на бензині коливається в межах $37...52 \text{ млн.}^{-1}$, а на бензоспиртових сумішах – $13...51 \text{ млн.}^{-1}$, ацетальдегіду $75...88 \text{ млн.}^{-1}$ і $90...95 \text{ млн.}^{-1}$.

Під час випробування відмічалась стабільна робота двигуна на суміші бензину і спирту як в штатних режимах з постійними навантаженнями, так і в перехідних режимах роботи. Особливо

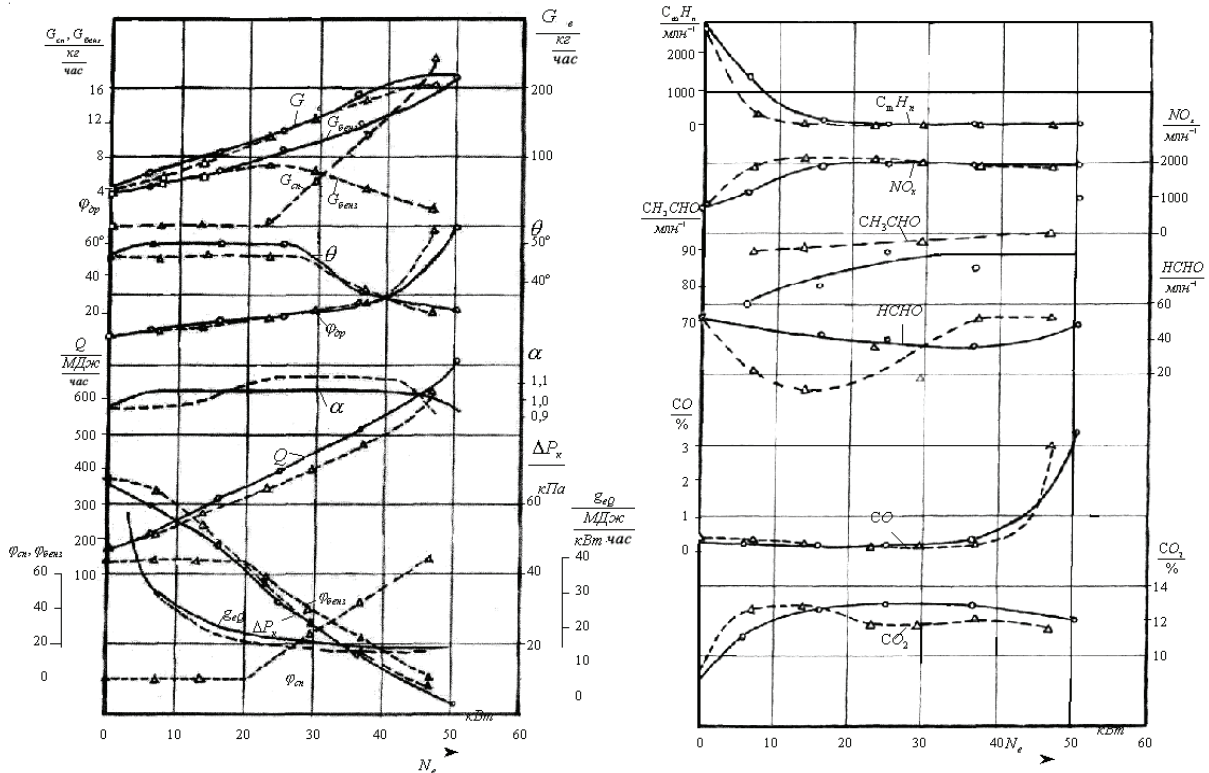


Рисунок 1 – Навантажувальні характеристики двигуна ЗМЗ-53 ($n = 2000$ хв⁻¹) при роботі на бензині (—), з біоетанолом (— —).

необхідно відзначити стабільну роботу двигуна на суміші в зоні малих навантажень, де при збідненій суміші (концентрація CO до 1,3 %) не спостерігалось підвищення концентрації $C_m H_n$. При роботі на бензині стабільна робота двигуна в цій зоні досягається збагаченням суміші (концентрація CO сягає 4,4 %).

При використанні етилового спирту або його сполук біоетанолу на будівельних машинах в чистому вигляді виникає ряд труднощів, пов'язаних з:

- погіршеним запуском двигуна, а при мінусових температурах навколишнього середовища (0 °C і нижче) запуск практично неможливий через більшу в 3,24 раз теплоту пароутворення спирту в порівнянні з бензином;
- нестабільною роботою двигуна практично на всіх режимах роботи при відсутності спеціального підігріву спиртоповітряної суміші;
- погіршенням екологічних показників при роботі двигуна без підігріву суміші;
- підвищеною агресивною дією спиртових сполук на деякі деталі системи живлення двигуна.

Тому використовувати етиловий спирт або спиртові сполуки замість бензину без зміни систем і вузлів двигуна неможливо. Однак, незначне переобладнання, пов'язане із підігрівом паливо-повітряної суміші, що надходить до циліндрів, усуває усі вказані недоліки.

ВИСНОВКИ

Для підвищення екологічних показників будівельних машин, що обладнані бензиновими двигунами доцільно використовувати як паливо штатний бензин із додаванням біоетанолу. Це забезпечить стабільну роботу двигуна на холостих оборотах та режимах часткового навантаження без погіршення екологічних показників, у тому числі за викидами формальдегіду.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Исаенко, П. В. Повышение экологической безопасности дорожных и строительных машин путем совершенствования систем выпуска отработавших газов [Текст] : дис. ... канд. техн. наук : 05.05.04, 01.04.14 / П. В. Исаенко. – Томск, 2004. – 166 с.
2. Використання бензоспиртових сумішей в двигунах з іскровим запалюванням [Текст] / Ю. Ф. Гутаревич, А. Г. Говорун, А. О. Корпач, О. Г. Мороз // Автошляховик України. – 2002. – № 2. – С. 8–10.
3. Гутаревич, Ю. Ф. Порівняльна оцінка токсичності двигуна з іскровим запалюванням при роботі на бензині й етиловому спирті [Текст] / Ю. Ф. Гутаревич, А. Г. Говорун, А. О. Корпач // Автошляховик України. – 2003. – № 2. – С. 18–21.
4. Дитятъев, А. В. Образование альдегидов в автомобильных двигателях [Текст] / А. В. Дитятъев // Сб. научных трудов ХАДИ / ХАДИ. – К. : Техника, 1992. – Вып. 29. – С. 65–68.
5. Гутаревич, Ю. Ф. Вплив виду палива на вміст формальдегіду й ацетальдегіду у відпрацьованих газах двигуна з іскровим запалюванням [Текст] / Ю. Ф. Гутаревич, А. Г. Говорун, А. О. Корпач // Автошляховик України. – 2002. – № 4. – С. 10–13.

Отримано 22.09.2011

Д. В. ПОПОВ

ПОВЫШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИИ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

В статье приведены результаты исследования работы бензинового двигателя строительных машин при использовании биоэтанола в качестве добавки к бензину и его влияние на экологические показатели двигателя.

биоэтанол, бензиновый двигатель, отработавшие газы, вредные вещества отработавших газов

DMITRIY POPOV

INCREASE OF ECOLOGICAL INDEXES OF BUILDING MACHINES

Donbas National Academy of Engineering and Architecture

The results of researches of work of gasoline engine of the building machine by use bioethanol as motor fuel and influence it on ecological indicators of engine are presented in the article.

bioethanol, gasoline engine, fulfilled gases, harmful emissions

Попов Дмитро Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри автомобілів та автомобільного господарства Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: екологічність автомобільних двигунів.

Попов Дмитрий Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры автомобилей и автомобильного хозяйства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: экологичность автомобильных двигателей.

Dmitriy Popov – PhD (Eng.), the associate professor of Automobiles and Automobiles Facility Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Research interests: ecology of automobiles engine.

УДК 621.873

В. А. ПЕНЧУК, Н. А. ЮРЧЕНКО

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОЙ АТТЕСТАЦИИ МАШИНИСТОВ ГРУЗОПОДЪЕМНЫХ МАШИН

Дан анализ методике присвоения разрядов машинистам грузоподъемной техники. Представлены данные о состоянии парка кранового оборудования в Украине. Показано, что только системный анализ безопасности эксплуатации грузоподъемных машин, квалификации операторов машин и надежности работ операторов и машин с учетом временного фактора может обеспечить решение указанной проблемы.

машинист крана, разряд, изношенность механизмов, аварийность

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Грузоподъемные машины являются ведущими практически на всех строительных объектах и на промышленных предприятиях. От их надежности работы зависят темпы производства работ и, главное, безопасность людей. Вопросам безопасности эксплуатации грузоподъемных машин всегда уделялось и будет уделяться должное внимание.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Последние статистические данные по аварийности и травматизму при выполнении работ с использованием грузоподъемных машин приведены в исследованиях [1]. Отмечено, что основной причиной аварий (до 70 %) является человеческий фактор.

В работах [2, 3, 4, 5, 6] показано, что качество знаний машинистов кранов, конструкция которых непрерывно усложняется, требует непрерывного повышения. Квалифицированный специалист по эксплуатации кранов должен постоянно обновлять и пополнять свои знания.

Целью работы является обоснование необходимости учета в квалификационных требованиях к машинистам кранов временного фактора эксплуатации машин.

Для достижения указанной цели необходимо решить следующие задачи:

- выполнить системный анализ современных условий эксплуатации кранов;
- установить особенности существующей методологии присвоения квалификационных разрядов машинистам кранов;
- обосновать необходимость учета временного фактора при оценке безопасности эксплуатации грузоподъемных машин.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

Рост аварийности и травматизма в начале XXI века на стройках и предприятиях связан, в первую очередь, с переменами в экономике страны. Быстрый переход плановой экономики Украины на рыночные отношения привел к распаду крупных строительных объединений, домостроительных комбинатов, промышленных предприятий на различные мелкие фирмы, которые не в состоянии содержать специальные структуры по ремонту и обслуживанию грузоподъемных машин, службу охраны труда, обеспечивать обучение и переобучение персонала. Значительный рост количества

предприятий усложнил контроль за их эксплуатацией Госгортехнадзором. Перестройка длилась довольно долго (10...12 лет), что привело к старению основного фонда грузоподъемных машин [1, 5].

Грузоподъемные машины, выработавшие нормативный срок службы, становятся опасными в эксплуатации.

В качестве важнейших аспектов в общем решении проблемы обеспечения безопасной эксплуатации грузоподъемных машин необходимо выделить следующее:

- надзор и контроль за состоянием техники;
- своевременное и качественное обслуживание и ремонт оборудования;
- обучение специалистов, работающих с грузоподъемными машинами, а также контроль за уровнем их квалификации.

В отличие от существующей методологии обеспечения безопасности эксплуатации грузоподъемных машин с продленным сроком службы, когда основные усилия для решения этой проблемы направлялись изолированно на каждую подпроблему без учета их взаимовлияния, новизна комплексного подхода к решению проблемы заключается в учете связей между надежностью основных узлов и механизмов машины и квалификацией операторов таких сложных технических систем, как грузоподъемные машины.

На рис. 1 показана взаимосвязь основных квалификационных характеристик крановщиков с разрядом и грузоподъемностью крана.

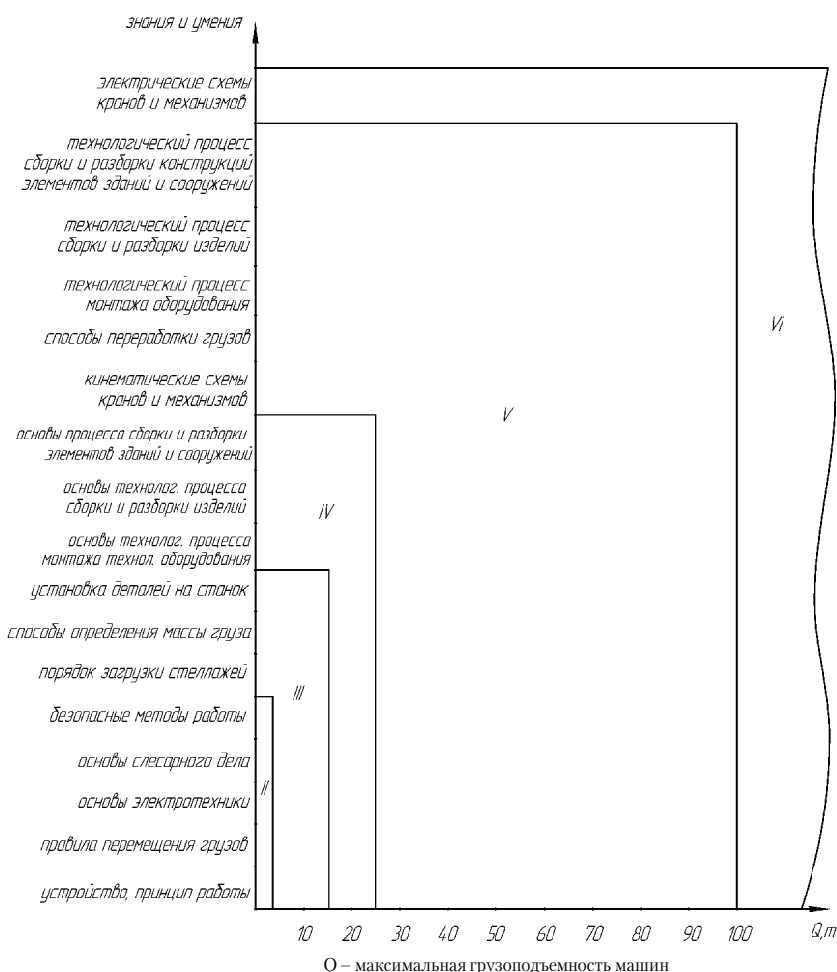


Рисунок 1 – Зависимость знаний и умений машинистов кранов от разряда.

Как видно из представленных данных, основным критерием разрядности является грузоподъемность крана, а временный фактор – эксплуатация машины – вообще не учитывается.

В работах [7, 8, 9, 10] детально рассматриваются вопросы надежности и долговечности конструкций и машин с учетом вероятностного характера различных нагрузок. Впервые в работе [7] для оценки надежности конструкций машин в вероятностных условиях эксплуатации вводится понятие «характеристика безопасности» γ , которая определяется статистическими характеристиками, такими как математическое ожидание и дисперсия нагрузок.

Дальнейшее развитие методологии оценки безопасности работ грузоподъемной машины с учетом вероятностных условий эксплуатации дано в работе [7], где показано, что надежность функционирования грузоподъемной машины зависит от квалификации оператора-крановщика. Предлагается зависимость для функции безопасности в виде

$$\gamma = \frac{n / \kappa (\bar{P}_f(t) - \sigma_{P_{01}})}{\sqrt{D_f + D_p}} \quad (1)$$

где n – разряд оператора-крановщика;
 κ – количество разрядов в квалификационной характеристике крановщика;
 $\bar{P}_f(t)$ – среднее значение нагрузки, создаваемой двигателем;
 $\sigma_{P_{01}}$ – математическое ожидание внешней нагрузки $P_{01}(t)$;
 D_f и D_p – соответственно дисперсии величины $P_f(t)$ и $P_{01}(t)$.

Указанная методика показывает необходимость учета влияния квалификации оператора-крановщика на безопасность эксплуатации машины, однако еще не отмечает зависимости ее от времени эксплуатации машины.

Грузоподъемные машины имеют довольно длительный жизненный цикл, после чего возможно продление срока их эксплуатации. Работа оператора такой технической системы, как грузоподъемный кран, представляет труд определенной сложности, требующий специальной подготовки. Каждый грузоподъемный кран – это специфическая техническая система, которая имеет начало и конец своего существования. Сравнение условий эксплуатации нового, только поступившего на предприятие, и старого (уже заканчивающего свой жизненный цикл) крана можно представить следующим образом

$$C_K = \frac{T_{об} + T_{III} + T_C}{T_{IT}} \rightarrow \max, \quad (2)$$

где C_K – коэффициент, определяющий степень подготовленности машиниста крана для работы на конкретной машине;
 $T_{об}$ – продолжительность общеобразовательной подготовки машинистов крана;
 T_{III} – длительность профессиональной подготовки машиниста по разряду, соответствующему эксплуатации конкретного крана;
 T_C – стаж работы по специальности крановщика;
 T_{IT} – длительность общеобразовательной и специальной подготовки конкретного специалиста-крановщика.

Чем выше значение коэффициента C_K , тем безопаснее будет эксплуатация грузоподъемной машины. В действительности, зависимость между работой на грузоподъемной машине и степенью подготовленности оператора более сложная. Кроме того, в указанной зависимости не учитывается возраст самого крана.

Учитывая различие в надежности узлов крана во времени эксплуатации, можно записать уточненную зависимость (2) следующим образом

$$C_K^y = \frac{T_{об} - T_{III} + T_C - T_{IT}}{1 - (B_K - B_{KB})} \quad (3)$$

где B_K – период эксплуатации крана до приема на работу оператора;
 B_{KB} – период работы оператора на данном кране.

Как видно, зависимости (2) и (3) оценивают не только срок службы крана, но и уровень квалификации оператора.

ВЫВОДЫ

В дальнейших исследованиях необходимо провести оценку фактического уровня подготовки специалистов-крановщиков конкретных предприятий, а также взаимосвязь временного фактора эксплуатации крана с его безопасностью.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасимова, Т. Ризик аварій можна знизити [Текст] / Т. Герасимова // Безпека праці. – 2010. – № 1. – С. 45–46.
2. Библиотека управляющего персоналом: мировой опыт. Профессиональная ориентация, подготовка и оценка персонала [Текст] : Обзорная информация / Сост. В. И. Яровой; Под ред. Г. В. Шекина. – К. : МАУП, 1995. – 120 с.
3. Еськов, А. Л. Управление деловой карьерой [Текст] : Монография / А. Л. Еськов, В. С. Савельева. – Краматорск : ДГМА, 2005. – 438 с.
4. Еськов, А. Л. Мотивационный механизм в системе производственного менеджмента: проблемы и решения [Текст] : Монография / А. Л. Еськов ; НАН Украины, Ин-т экономики пром-ти. – Донецк, 2005. – 390 с.
5. Борисов, В. А. Организация производственного контроля за обеспечением безопасности грузоподъемных машин [Текст] / В. А. Борисов // Безопасность труда в промышленности. – 2009. – № 10. – С. 30–37.
6. Пенчук, В. А. Повышение безопасности эксплуатации грузоподъемных машин с продленным сроком эксплуатации [Текст] / В. А. Пенчук, В. В. Пенчук // Подъемно-транспортная техника. – 2009. – № 4. – С. 183–193.
7. Федоров, Д. И. Надежность рабочего оборудования землеройных машин / Д. И. Федоров, Б. А. Бондарович [Текст]. – М. : Машиностроение, 1981. – 280 с.
8. Колісник, М. П. Основи розробки, виробництва, монтажу, випробувань та обстежень підйомно-транспортних машин [Текст] / М. П. Колісник, А. Ф. Шевченко, В. В. Мелашич. – Дніпропетровськ : Пороги, 2007. – 191 с.
9. Надежность и долговечность машин [Текст] / Б. И. Костецкий, И. Г. Носовский, Л. И. Бершадский, А. К. Караулов. – Киев : «Техника», 1975. – 408 с.
10. Технічна діагностика та запобігання аварійним ситуаціям конструкцій будівель і споруд [Текст] / О. В. Шимановський, В. М. Гордєєв, В. П. Корольов [та ін.]. – К. : Вид-во «Сталь», 2008. – 463 с.

Получено 11.10.2011

В. О. ПЕНЧУК, Н. А. ЮРЧЕНКО
ОСОБЛИВОСТІ СУЧАСНОЇ АТЕСТАЦІЇ МАШИНІСТІВ ВАНТАЖОПІДЙОМ-
НИХ МАШИН
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Проведений аналіз методики присвоєння розрядів машиністам вантажопідйомної техніки, представлені дані про стан парку кранового обладнання в Україні. Показано, що тільки системний аналіз безпеки експлуатації вантажопідйомних машин, кваліфікації операторів машин і надійності робіт оператора і машини з урахуванням тимчасового фактора може забезпечити розв'язання вказаної проблеми.
машиніст крана, розряд, зношеність механізмів, аварійність

VALENTIN PENCHUK, NATALIA YURCHENKO
FEATURES OF MODERN CERTIFICATION OF MACHINISTS OF LOAD-LIFTING
CARS
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The analysis of methods of appropriation of digits is given machinists of load-lifting technics, data are presented about the state of park of crange in Ukraine. It is shown, what only analysis of the systems of safety of exploitation of load lifting machines, qualifications of operators of machines and reliability of works of operator and machine taking into account a temporal factor can provide the decision of the indicated problem.
the machinist of the crane, the category, a deterioration of mechanisms, breakdown susceptibility

Пенчук Валентин Олексійович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх машин та обладнання Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Академік ПТМ України. Наукові інтереси: наукові основи модернізації будівельних машин.

Юрченко Наталія Андріївна – магістр, асистент кафедри підйомно-транспортних, будівельних, дорожніх машин та обладнання Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: підвищення безпеки експлуатації вантажопідйомних машин.

Пенчук Валентин Алексеевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой подъемно-транспортных, строительных дорожных машин и оборудования Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Академик ПТМ Украины. Научные интересы: научные основы модернизации строительных машин.

Юрченко Наталія Андреевна – магистр, ассистент кафедры подъемно-транспортных, строительных дорожных машин и оборудования Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: повышение безопасности эксплуатации грузоподъемных машин.

Valentyne Penchuk – DSc (Eng.), Professor, Head of the Hoisting-transport, Building, Road Construction Machinery and Equipment Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Academician of PTM of Ukraine. Scientific interests: scientific bases of modernization of build machines.

Natalia Yurchenko – a holder of a master's degree, an assistant of the Hoisting-transport, Building, Road Construction Machinery and Equipment Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: increase of safety of operation of load-lifting cars.

УДК 666.9.022.3+691.33

О. Ю. КРОТ

Харківський державний технічний університет будівництва та архітектури

ДОСЛІДЖЕННЯ БАРАБАННО-ВАЛКОВОГО ПЕРЕРОБНИКА БУДІВЕЛЬНИХ СУМІШЕЙ З РІЗНИМИ ЛІНІЙНИМИ ШВИДКОСТЯМИ РОБОЧИХ ОРГАНІВ

Для барабанно-валкової машини, що використовується для механічної активації, підтверджено ефективність реалізації різних швидкостей робочих поверхонь, досліджено вплив різниці швидкостей на якість переробки та на енергоємність процесу; на основі аналізу процесу запропоновано методика визначення потрібної потужності привода машини.

барабанно-валкова машина, активація, привод, математична модель, методика розрахунку

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Все більш популярною останнім часом стає ідея активації речовин з метою зміни їх властивостей для використання в різних сферах виробництва і науки. Багато інформації в науково-технічних джерелах присвячується технології і машинам для активації в'язучих речовин. Значно менше прикладів реалізації в обладнанні активації всієї суміші разом з заповнювачем і зволоженою кінцевою кількістю води. Така активація дозволяє розв'язувати багато проблем, що впливають на якість товарних виробів чи матеріалів: якісне змішування компонентів, активація заповнювача з досягненням більш ефективної його форми, поточне коригування гранулометричного складу та ін.

На кафедрі механізації будівельних процесів Харківського національного університету будівництва та архітектури (у минулому ХДТУБА, ХІБІ) під керівництвом проф. Болотських М. С. розроблено конструкцію барабанно-валкової машини (рис. 1), яку запропоновано застосовувати як активатор будівельних сумішей [1, 2, 3 та ін.].

Машина складається з циліндричного барабана 1, який встановлено на роликах 2 і обертається з закритичною швидкістю від спеціального привода. В середині барабана розташовано валок 3, здатний котитися по внутрішній поверхні барабана. Валок 3 притискається до барабана пристроєм 4, наприклад, пневматичним. Можливе виконання валка 3 неприводним, при цьому до його обертання буде приводити тільки його кочення по матеріалу, так і зв'язаним з приводом. В останньому варіанті лінійна швидкість руху поверхні валка буде визначатися його приводом і можна досягти різних швидкостей поверхні валка 3 і поверхні перероблюваного матеріалу. При цьому буде відбуватися проковзування поверхні валка по матеріалу або проковзування між шарами матеріалу під валком. В останньому випадку може досягатися покращення переробки матеріалу у порівнянні з варіантом вільного кочення валка по матеріалу. Конструктивно **можна здійснити як більшу швидкість поверхні валка, ніж поверхні барабана, так і навпаки.**

У верхній частині до барабана притискається ніж 6. Завантаження і розвантаження матеріалу здійснюється лотками 5 і 7. У середині барабана встановлено напрямні елементи 8 для регулювання швидкості пересування матеріалу вздовж барабана.

Матеріал (будівельна суміш) завантажується в барабан через лоток 5, прокатується між валком 3 і барабаном 1, зазнаючи механічного тиску, піднімається разом з барабаном, зрізається ножем 6, падає і знову піддається дії валка 3. Цей цикл багаторазово повторюється, при цьому матеріал пересувається

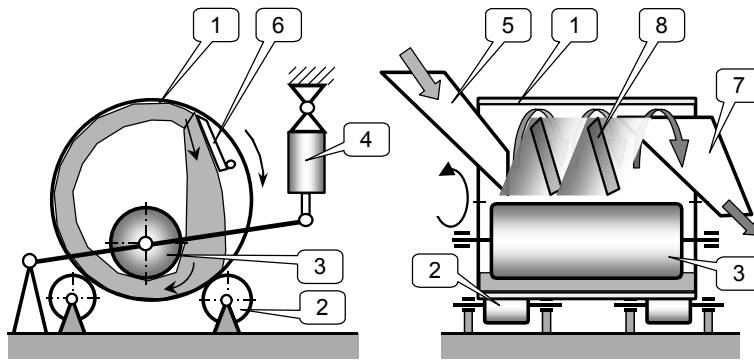


Рисунок 1 – Схема барабанно-валкової машини безперервної дії: 1 – барабан, 2 – ролики, 3 – валок, 4 – пристрій для притискання валка до внутрішньої поверхні барабана, 5 – завантажувальний лоток, 6 – ніж, 7 – розвантажувальний лоток, 8 – напрямний елемент для регулювання осевого переміщення матеріалу.

вздовж барабана за рахунок підпору або за допомогою спеціальних пристроїв, після чого розвантажуються через лоток 7.

Інший можливий варіант виконання машини – конструкція періодичної дії.

Тиск у матеріалі під валком 3 значно (на порядок) менший, ніж у млинах схожої конструкції. Найбільший тиск у матеріалі може становити 1 МПа. Товщина шару матеріалу між валком 3 і барабаном 1, яка залежить від їх розмірів, повинна бути значною – у кілька разів більшою за розмір найбільшого шматка в перероблюваній суміші. Уявлення щодо процесів, які відбуваються при переробці, – на рис. 2.

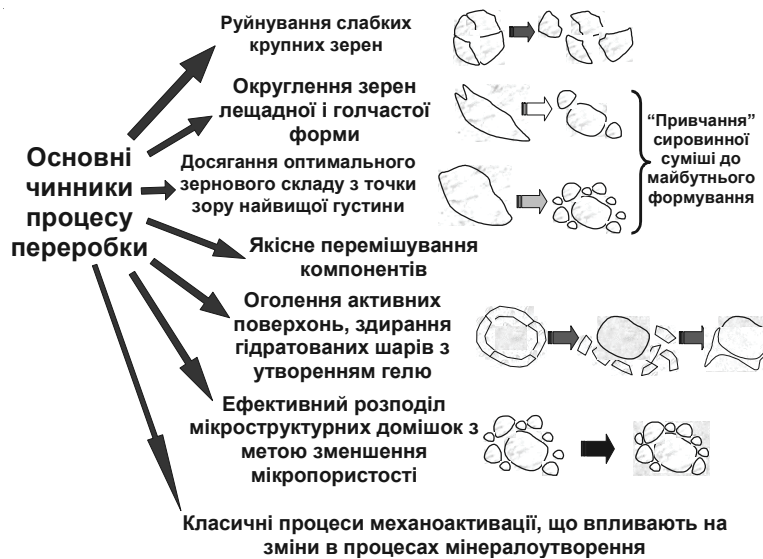


Рисунок 2 – Уявлення щодо процесів, які відбуваються в матеріалі при його переробці в барабанно-валковій машині.

Зсув шарів матеріалу один відносно одного під валком суттєво впливає на ефективність переробки, причому активність зсувів шарів може бути більшою у випадку, коли поверхні барабана 1 і валка 3 рухаються з неоднаковою швидкістю. На рис. 3 – ілюстрація механізму зміни форми та розміру частинок матеріалу при їх прокатуванні між робочими органами.

Метою дослідження було підтвердити ефективність реалізації різних швидкостей робочих поверхонь, дослідити вплив різниці швидкостей на ефективність переробки та на енергоємність процесу; на основі аналізу процесу запропонувати методику визначення потрібної потужності привода машини.

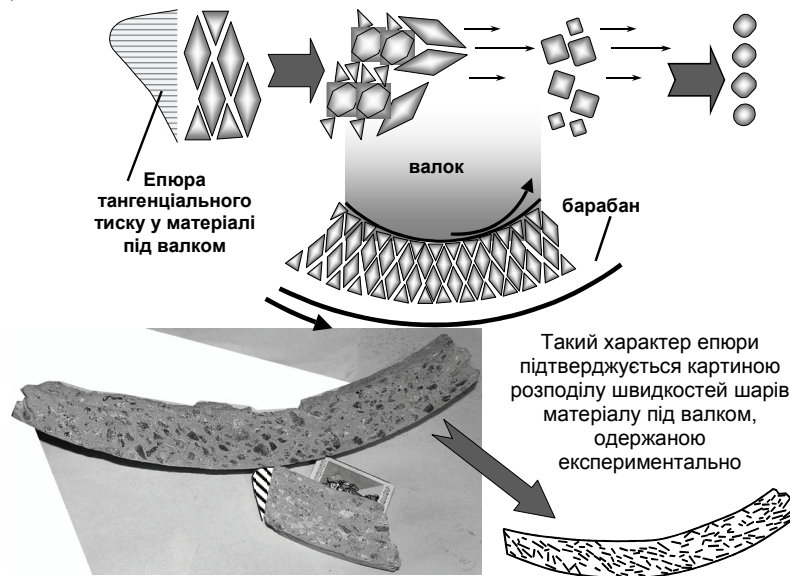


Рисунок 3 – Механізм впливу переробки в барабанно-валковій машині на зернистий матеріал.

ОСНОВНА ЧАСТИНА

Для підтвердження гіпотези про вплив взаємного зсуву шарів матеріалу на переробку проведено експериментальні дослідження на лабораторній установці барабанно-валкової машини періодичної дії (рис. 4). В установці різниця швидкостей робочих органів досягається примусовим механічним гальмуванням валка 3 за допомогою гальмівної системи, що містить гальмівний диск 5, супорт 8 з гальмівними колодками та гідравлічний привод притискання гальмівних колодок. Швидкість обертання барабана 1 визначалася у процесі експериментів безпосереднім підрахунком кількості обертів за проміжок часу. Частота обертання барабана в номінальному режимі складала 100 об/хв, неістотно змінювалася при зміні параметрів гальмування. Швидкість обертання валка 3 визначалася кількістю обертів диска 5, що закріплений на валку 3, за допомогою тензобалки 6, що відхилялася (деформувалася) під час контактування з нею виступу 14 на диску 5 (рис. 4). Сигнал з тензодавача направлявся на тензопідсилювач 11, оцифровувався за допомогою аналогово-цифрового перетворювача (АЦП) 5 та записувався на комп'ютер 13 з використанням програмного забезпечення власної розробки. Приклади отриманих діаграм наведено на рис. 5 (для варіанта без гальмування та для тиску в гідросистемі 0,4 МПа) та на рис. 6 (для варіанта для тиску в гідросистемі 1,2 МПа). Для розшифрування діаграм (для перерахунку кількості замірів у частоту обертання) здійснювалося тарування системи з застосуванням вбудованої у тензопідсилювач функції – кожні 1,4 секунди тензопідсилювач генерує «нульовий» сигнал (рис. 5).

Використовувалася цементно-піщана суміш, як найбільш дешева і найбільш стабільна з точки зору повторюваності результатів експериментів. Параметри проведення експерименту – у таблиці 1. Формування зразків здійснювалося методом напівсухого пресування (тиск 20 МПа) за загальноприйнятою методикою на гідравлічному пресі з пресформою з розмірами вікна в плані 50×50 мм. Твердіння зразків відбувалось у нормальних умовах протягом 14 діб, потім визначалася міцність зразків на стиск на цьому ж гідравлічному пресі.

$$\text{Проковзування валка: } c = \left(1 - \frac{V_{\text{розрах}}}{V_{\text{факт}}}\right) \cdot 100\%,$$

де $V_{\text{розрах}}$ – розрахункова швидкість робочої поверхні валка м/с,
 $V_{\text{факт}}$ – фактична поточна швидкість робочої поверхні валка, м/с.

$$V_{\text{факт}} = 2 \cdot \pi \cdot n_i \cdot r_o, \text{ м/с,}$$

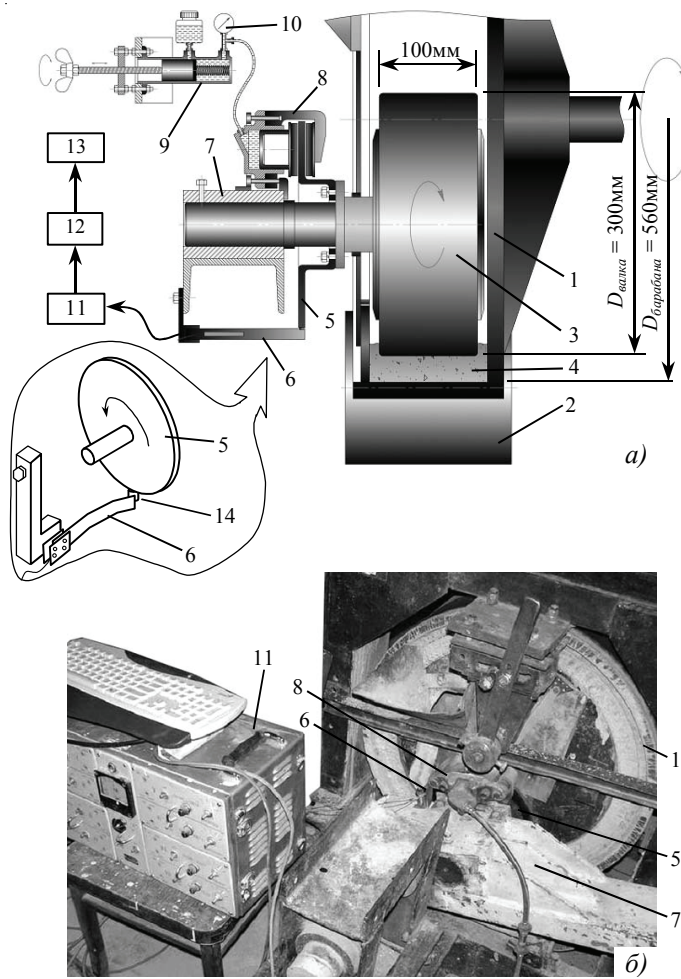


Рисунок 4 – Схема барабанно-валковий машини періодичної дії: *а* і *б* – схема і фото лабораторної установки; 1 – барабан; 2 – ролики; 3 – валок; 4 – матеріал; 5 – гальмівний диск; 6 – тензобалка; 7 – рама валка; 8 – супорт; 9 – гідроциліндр; 10 – манометр; 11 – тензопідсилювач; 12 – АЦП; 13 – комп'ютер з програмою реєстрації; 14 – виступ (штифт) на гальмівному диску.

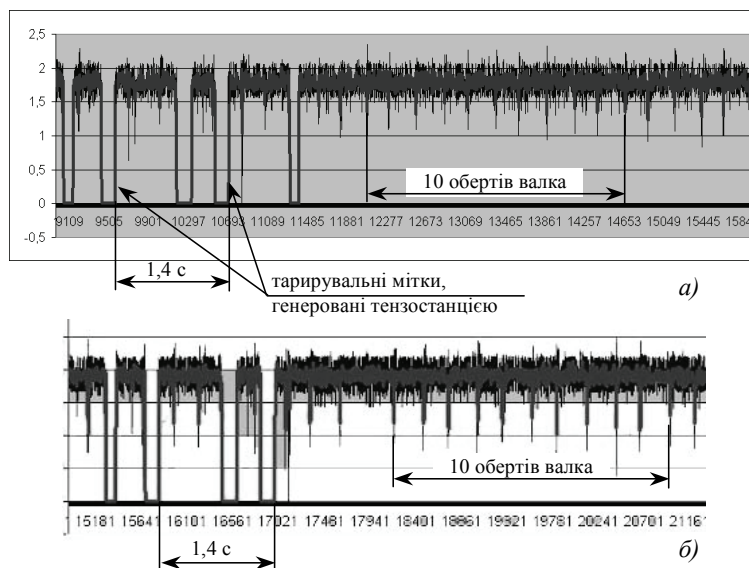


Рисунок 5 – Діаграма для визначення частоти обертання валка: *а* – варіант без гальмування (гальмівні колодки відведені); *б* – варіант з гальмуванням; тиск у гідросистемі гальмування 0,4 МПа.

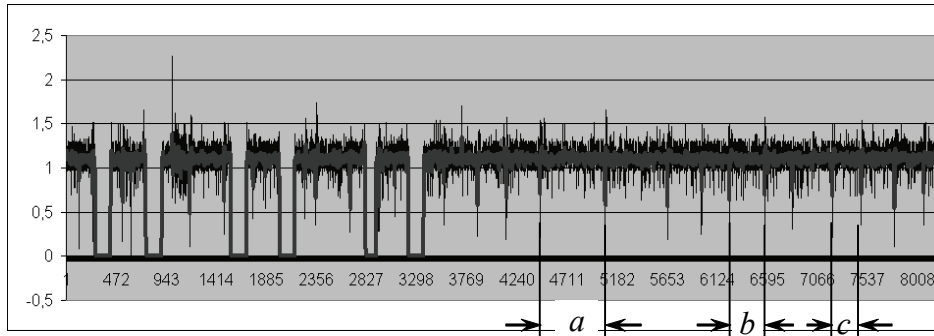


Рисунок 6 – Діаграма для визначення частоти обертання валка для варіанта з тиском у гідросистемі гальмування 1,2 МПа; $a \neq b \neq c$ – проковзування нестабільне (утворюються хвилі матеріалу, на яких «підстрибує» валок).

де n_i – фактична поточна частота обертання валка (визначається експериментально з діаграм обертання валка (приклади – на рис. 4, 5), *об/с*;
 r_g – радіус валка, $r_g = 0,15$ м;

$$n_i = \frac{Y_t}{Y_1^p}, \text{ об/с,}$$

де Y_t – кількість значень вимірів у діаграмі, що відповідають проміжку часу в одну секунду;
 Y_1^p – кількість значень вимірів у діаграмі, що відповідають одному оберту валка (проміжку між двома «стрибками» на діаграмі, при відповідному тиску у гідросистемі пристрою гальмування валка p , МПа).

$$V_n = \frac{\pi \cdot n_g \cdot (R_g - h_m)}{30}, \text{ м/с,}$$

де n_g – частота обертання барабана, $n_g = 108$ *об/м*;
 R_g – радіус барабана, $R_g = 0,3$ м;
 h_m – товщина шару ущільненого матеріалу, $h_m = 0,015$ м.

Проковзування валка c , % при тиску в гідросистемі $p = 0$ МПа

$$c_0 = \left(1 - \frac{60 \cdot Y_t \cdot r_g}{Y_1^0 \cdot n_g \cdot (R - h)} \right) \cdot 100\% = \left(1 - \frac{60 \cdot 830 \cdot 0,15}{255 \cdot 108 \cdot (0,3 - 0,02)} \right) \cdot 100\% = 3,128\% , *$$

$$c_{0,4} = 9,515\% , c_{0,8} = 14,525\% , c_{1,2} = 18,474\%$$

Аналогічно розраховані проковзування валка c , % при інших тисках p , МПа у гідросистемі пристрою гальмування валка, результати заносимо до таблиці 1.

Таблиця 1 – Параметри проведення експерименту

Склад сировинної суміші (маса суміші 7 кг)			Зусилля притискання валка P_g , кН	Тиск у матеріалі під валком q_{max} , МПа	Число циклів ущільнень рихлень $Z_{\text{ц}}$	Тиск пресування зразків p_n , МПа	Тривалість твердіння, діб
Цемент 6 %	Пісок 84 %	Вода 10 %					
0,42 кг	5,88 кг	0,7 кг	4	1	150	20	14
0,42 кг	5,88 кг	0,7 кг	3	0,75	150	20	14
0,42 кг	5,88 кг	0,7 кг	2	0,5	150	20	14

* – нижній індекс після «с» позначає тиск у гідросистемі у МПа.

Аналитична залежність гальмівного моменту $M_z, H \cdot м$ від тиску в гальмівній гідросистемі $p, МПа$ (залежність лінійна):

$$M_z(p) = \frac{2 \cdot \pi \cdot d_n^2 \cdot p \cdot f_k \cdot r \cdot 10^6}{4},$$

де d_n – діаметр робочого циліндра супорта, $d_n = 0,048 м$;
 f_k – коефіцієнт тертя фрикційних колодок по гальмівному диску, $f_k = 0,3$;
 r – радіус встановлення осі поршня супорта, $r = 0,105 м$.

На рисунках 7 і 8 наведено результати одного з експериментів. Активна потужність двигуна визначалася експериментально (комплексом К-505).

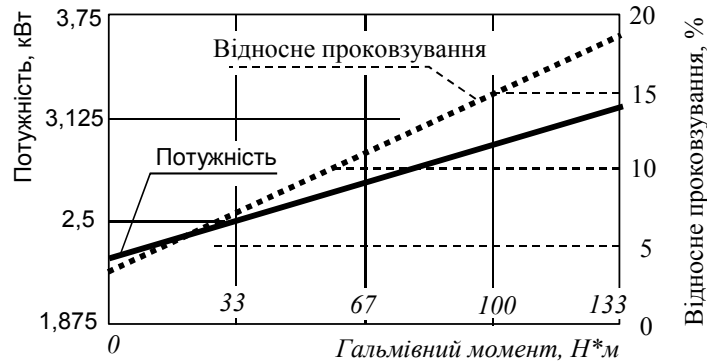


Рисунок 7 – Залежності активної потужності двигуна (експериментальна величина) та проковзування валка (експериментальна величина) від гальмівного моменту (розрахункова величина).

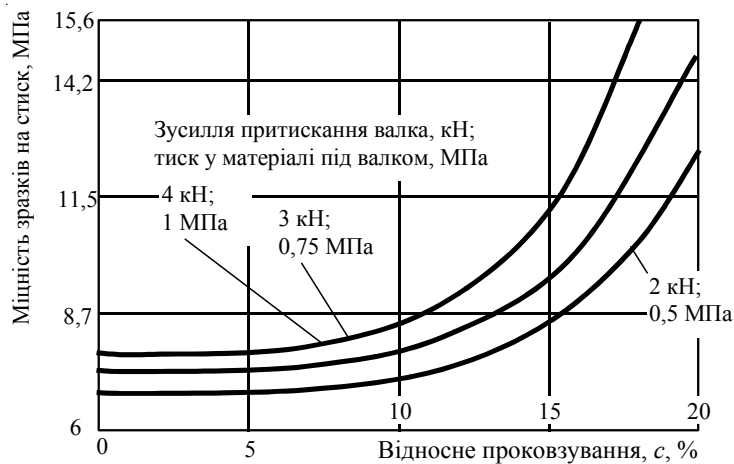


Рисунок 8 – Залежності міцності на стиск зразків, одержаних з переробленого матеріалу, від величини відносного проковзування валка.

Отже, підтверджено суттєвий вплив різниці у лінійних швидкостях поверхонь робочих органів на якість переробки (активації) будівельної суміші. Це робить перспективним реалізацію такого режиму у машині для активації, а також вимагає визначення питомих витрат енергії та розробки методики визначення потужності привода.

Таким чином, наступною задачею було пов'язання значення сумарного тиску $q_s, H/м$ у матеріалі під валком із новими конструктивними, режимними параметрами активатора і властивостями перероблюваної суміші, практичне визначення яких було б не складним.

Енергоємність переробки в запропонованій машині більша, ніж у машини «без пробуксовки». Однак, питома енергоємність переробки істотно менша. Для аналітичної оцінки енергоємності переробки і складання методики інженерного розрахунку машини може бути використаний підхід, відомий з теорії руху колісних машин [4].

Рівняння балансу потужності колеса має вигляд (при русі зі сталою швидкістю):

$$M_k \omega_k = M_f \omega_k + F_{\text{кочення}} \cdot v_{\text{кочення}} + F_{\text{ковзання}} \cdot v_{\text{ковзання}},$$

тут M_k і ω_k – відповідно момент на колесі і кутова швидкість колеса;
 $M_f \omega_k$ – потужність, необхідна для подолання опорів у підшипниках колеса, Вт,
 $F_{\text{ковзання}}$ – сила опору ковзання в шарах матеріалу внаслідок буксування колеса, Н,
 $v_{\text{ковзання}}$ – лінійна швидкість буксування, м/с,
 $F_{\text{кочення}}$ – сила опору кочення, Н,
 $v_{\text{кочення}}$ – лінійна швидкість кочення валка, м/с,
 $F_{\text{кочення}} \cdot v_{\text{кочення}}$ – потужність на вільне кочення неприводного валка по матеріалу, Вт.

Визначення з певною точністю першої складової ($M_f \omega_k$) не викликає труднощів. Друга складова може бути розрахована за методикою, опублікованою нами раніше [5]. Структурну схему, що описує цю методику, наведено на рис. 9.

Значно більш складною та менш достовірною виглядає методика визначення витрат енергії на ковзання робочого органа по матеріалу та ковзання шарів матеріалу між собою. Структурну схему такої методики наведено на рис. 10. Складність останньої методики – у визначенні напруження зсуву через коефіцієнт внутрішнього тертя (позначається μ чи $f_{\text{вм}}$). Для визначення цього параметра (хоча й на значно менших швидкостях) у ґрунтознавстві звичайно застосовують спеціальні прилади, наприклад, одноплосинний зсувний прилад ПС-10. Дійсну складність (і пов'язану з цим малу достовірність) описаної методики становить визначення швидкостей, що діють на кожній елементарній ділянці (рис. 10).

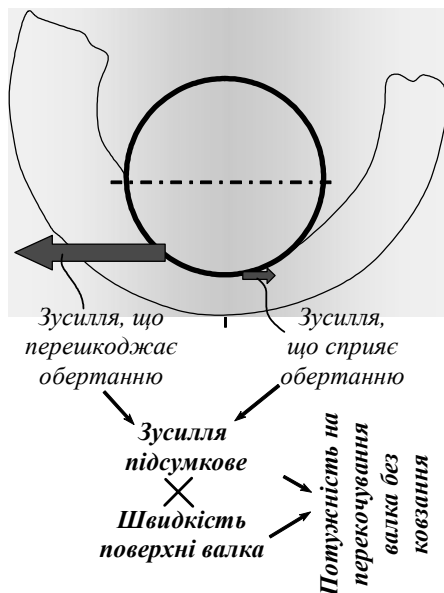


Рисунок 9 – Структурна схема до визначення потужності, потрібної для вільного (без буксування) перекошування неприводного валка по матеріалу.

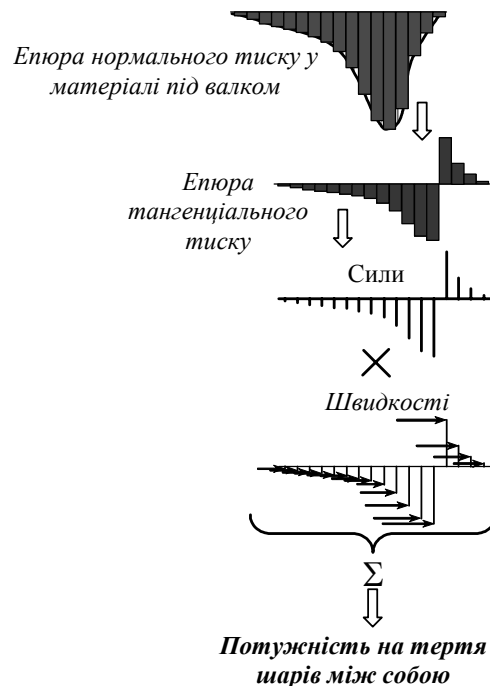


Рисунок 10 – Структурна схема до можливої методики визначення енергії, потрібної для ковзання шарів матеріалу між собою при його переробці.

Тому пропонується альтернативний підхід до визначення витрат енергії. Ідея розгляду швидкоплинних процесів у матеріалі запозичена із сейсмології, де напруги в масиві ґрунту визначаються виходячи з прискорень (з діаграми прискорень).

Вихідні дані для моделювання:

- характеристики машини: $\omega_1, \omega_2, R, r, B, h$;
- максимальний тиск активації $q_{max}, H/m^2$;
- модуль крупності перероблюваного матеріалу $M_{кр}, м$;
- коефіцієнт тертя між робочою поверхнею валка і прилеглим до нього шаром перероблюваного матеріалу в ущільненому стані $f_{вм}$;
- коефіцієнт тертя між внутрішніми шарами матеріалу в ущільненому, текучому стані $f_{лм}$.

Ефект різних лінійних швидкостей (рис. 11) полягає у тому, що вони за час $t, с$ ущільнення шару перероблюваного матеріалу створюють у ньому динамічні і статичні сили тертя. Так, для випадку, коли лінійна швидкість робочої поверхні валка $V_1, м/с$ менша за лінійну швидкість робочої поверхні барабана $V_2, м/с$, валок уповільнює сусідні шари матеріалу один відносно одного за час ущільнення.

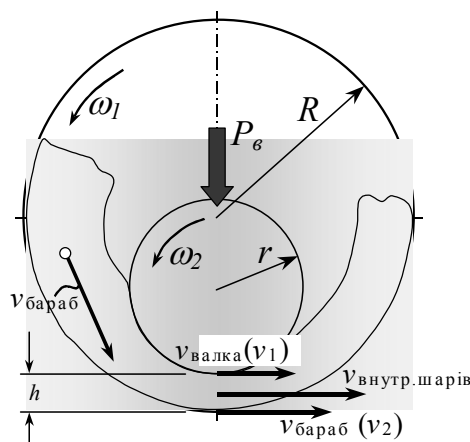


Рисунок 11 – Розрахункова схема методики, що пропонується.

Величина прискорення $a_h, м/с^2$, що зазнають кожен сусідні шари матеріалу під валком: $h, м$:

$$a_h = \frac{\Delta V}{t} = \frac{V_2 - V_1}{t}, \quad (1)$$

де ΔV – різниця лінійних швидкостей робочих поверхонь барабана і валка, $м/с^2$;
 t – час, за який відбувається прискорення (ущільнення) шарів матеріалу, $с$.

Або:

$$a_h = \frac{\omega_2 \cdot R - \omega_1 \cdot r}{t}, \quad (2)$$

де ω_1 – кутова швидкість валка, $с^{-1}$;
 ω_2 – кутова швидкість барабана, $с^{-1}$;
 r – радіус зовнішньої поверхні валка, $м$;
 R – радіус внутрішньої поверхні барабана, $м$.

Валок притискається до матеріалу у барабані (рис. 1) за допомогою пневматичного циліндра та важеля. Скориставшись підходом, відомим при розрахунку вібропресів, введемо термін «еквівалент маси». Зусилля притискання валка $P_6, Н$, що діє на шар матеріалу висотою $h, м$, надає йому «еквівалент маси» $M_h, кг$:

$$M_h = \frac{P_6}{g}. \quad (3)$$

Динамічне навантаження на шар h , m матеріалу $F_{\text{дин}}, H$:

$$F_{\text{дин}} = M_h \cdot a_g, \quad (4)$$

де a_g – прискорення (примусове уповільнення) валка, m/c^2 .

Статична сила тертя $F_{\text{тер}}, H$, що виникає в матеріалі при взаємному переміщенні сусідніх шарів матеріалу, тобто якщо $a_g > 0$:

$$F_{\text{тер}} = P_g \cdot f_{hm}. \quad (5)$$

Сумарне зусилля F_{Σ}, H , що діє на шар матеріалу товщиною h , m у тангенціальному напрямку відносно барабана і валка: $F_{\Sigma} = F_{\text{тер}} + F_{\text{дин}}$, або $F_{\Sigma} = P_g \cdot f_{hm} + \frac{P_g \cdot a_g}{g}$, чи:

$$F_{\Sigma} = \frac{P_g \cdot (f_{hm} \cdot g + a_g)}{g}. \quad (6)$$

Додатковий тиск $q_{\Delta V}, H/m^2$, що виникає в ущільненому шарі матеріалу товщиною h , m внаслідок дії сил тертя, які створюються примусовим проковзуванням валка, H/m^2 :

$$q_{\Delta V} = \frac{F_{\Sigma}}{S_e}, \text{ або } q_{\Delta V} = \frac{P_g \cdot (f_{hm} \cdot g + a_g)}{g \cdot h_e \cdot B \cdot k_v}, \quad (7)$$

де S_e – еквівалентна площа матеріалу у повздовжньому перерізі камери активації, m^2 ;

$$S_h = h_e \cdot B,$$

де B – ширина валка, m ;

h_e – еквівалентна висота шару матеріалу захопленого валком у процесі проковзування, m ;

$$h_e = \sqrt{h^2 + L_{\alpha}^2},$$

де L_{α} – довжина дуги поверхні валка, що постійно перебуває у контакті з ущільненим матеріалом, m ;

$$L_{\alpha} = \alpha \cdot r,$$

де α – кут, що охоплює дугу S_{α} поверхні валка. За результатами попередніх досліджень $\alpha^{\circ} = (15^{\circ} - 18^{\circ})$;

k_v – коефіцієнт додаткового тиску.

За результатами експериментальних досліджень: $k_v = \frac{k_q}{(0,12 \div 0,13)}$.

Величина сумарного тиску $q_{\Sigma}, H/m^2$, що виникає у матеріалі під валком:

$$q_{\Sigma} = q_{\text{max}} + q_{\Delta V}. \quad (9)$$

Оперуємо показником умовного середнього тиску $q_{ym}, H/m^2$, валка на шар матеріалу, що враховує зусилля притискання валка P_g, H , ширину валка B та його радіус r, m :

$$q_{ym} = \frac{P_g}{B \cdot r}. \quad (10)$$

Співвідношення умовного тиску q_{ym} до максимального тиску q_{max} зручно називати коефіцієнтом тиску k_q :

$$k_q = \frac{q_{ym}}{q_{\text{max}}}; \quad q_{\text{max}} = \frac{P_g}{B \cdot r \cdot k_q}; \quad q_{\Sigma} = \frac{P_g}{B \cdot r \cdot k_q} + \frac{P_g \cdot (f_{hm} \cdot g + a_g)}{g \cdot h_e \cdot B \cdot k_v};$$

$$q_{\Sigma} = \frac{P_g \cdot (g \cdot h_e \cdot k_v + (f_{hm} \cdot g + a_g) \cdot r \cdot k_q)}{g \cdot h_e \cdot B \cdot r \cdot k_q \cdot k_v}. \quad (11)$$

Потрібне зусилля притискання валка P_g, H (у випадку примусового створення співвідношення лінійних швидкостей робочих поверхонь барабана і валка):

$$P_g = \frac{q_{\Sigma} \cdot g \cdot h_e \cdot B \cdot r \cdot k_q \cdot k_v}{g \cdot h_e \cdot k_v + (f_{hm} \cdot g + a_g) \cdot r \cdot k_q} \quad (12)$$

Але, для примусової реалізації певного співвідношення лінійних швидкостей робочих поверхонь барабана і валка необхідно, щоб тягове зусилля валка F_T, H дорівнювало сумарній силі опору F_Σ, H створення цього співвідношення $-F_T = F_\Sigma$. До того ж, наведена вище умова є також і умовою довговічності роботи робочих органів, що полягає у відсутності проковзування поверхні валка по ущільненню в камері активації матеріалу.

Тягове зусилля валка, F_T, H :

$$F_T = P_\sigma \cdot f_{\text{вм}}, \quad (13)$$

де $f_{\text{вм}}$ – коефіцієнт тертя між робочою поверхнею валка і прилеглим до нього шаром перероблюваного матеріалу в ущільненому стані.

Оскільки із складових сумарної сили опору F_Σ, H залежною від величини співвідношення лінійних швидкостей поверхонь робочих органів є тільки динамічне навантаження $F_{\text{дин}}, H$ на шар матеріалу, то саме воно і є обмежуючим фактором, що дозволяє примусово збільшувати означене вище співвідношення лише до певної межі:

$$F_{\text{дин}} = F_T - F_{\text{мер}}, \text{ або } \frac{P_\sigma \cdot a_\sigma}{g} = P_\sigma \cdot f_{\text{вм}} - P_\sigma \cdot f_{\text{hm}}. \quad (14)$$

Звідси, максимально можливе прискорення валка $a_\sigma, \text{ м/с}^2$:

$$a_\sigma = \frac{F_T - F_{\text{мер}}}{M_h}, \text{ або } a_\sigma = (f_{\text{вм}} - f_{\text{hm}}) \cdot g. \quad (15)$$

Тобто, сама можливість утворення додаткового силового впливу на матеріал за рахунок примусового створення певного співвідношення лінійних швидкостей робочих поверхонь барабана і валка має місце, якщо $f_{\text{вм}} > f_{\text{hm}}$.

Зазначимо, що запропоновано заходи щодо підвищення довговічності поверхонь робочих органів, зокрема, футерування їх у процесі роботи машини перероблюваним матеріалом. Це також суттєво збільшує коефіцієнт $f_{\text{вм}}$.

Для визначення кількості шарів матеріалу під валком, що перебувають у стані тертя, пропонується використовувати величину, що враховує гранулометричний склад матеріалу – модуль крупності $M_{\text{кр}}, \text{ м}$ і висоту шару $h, \text{ м}$ ущільненого матеріалу:

$$n = \frac{h}{M_{\text{кр}}}. \quad (16)$$

Тоді, максимальне прискорення валка $a_\sigma, \text{ м/с}^2$:

$$a_\sigma = a_n \cdot n, \text{ або } a_\sigma = \frac{(f_{\text{вм}} - f_{\text{hm}}) \cdot g \cdot h}{M_{\text{кр}}}. \quad (17)$$

У конструкторських розрахунках радіус $R, \text{ м}$ і кутова швидкість $\omega_1, \text{ с}^{-1}$ барабана визначаються з умови потрібної продуктивності і надкритичної частоти обертання барабана, а радіус валка $r, \text{ м}$ – по захватній спроможності.

Отже, кутова швидкість валка $\omega_1, \text{ с}^{-1}$:

$$\omega_1 = \frac{V_2 - \Delta V}{r} = \frac{\omega_2 \cdot R - a_\sigma \cdot t}{r}, \quad (18)$$

де t – час, за який відбувається прискорення (ущільнення і уповільнення) шарів матеріалу, с

$$t = \frac{L_\alpha}{V_2} = \frac{\alpha \cdot r}{\omega_2 \cdot R}. \quad (19)$$

Величина сумарного тиску $q_\Sigma, \text{ Н/м}^2$ у матеріалі під валком при максимально можливому співвідношенні лінійних швидкостей:

$$q_\Sigma = \frac{P_\sigma \cdot \left(g \cdot h_e \cdot k_v + \left(f_{\text{hm}} \cdot g + \frac{(f_{\text{вм}} - f_{\text{hm}}) \cdot g \cdot h}{M_{\text{кр}}} \right) \cdot r \cdot k_q \right)}{g \cdot h_e \cdot B \cdot r \cdot k_q \cdot k_v}. \quad (20)$$

Потрібне зусилля притискання валка $P_\sigma, \text{ Н}$:

$$P_\sigma = \frac{q_\Sigma \cdot g \cdot h_e \cdot B \cdot r \cdot k_q}{g \cdot h_e + \left(f_{\text{hm}} \cdot g + \frac{(f_{\text{вм}} - f_{\text{hm}}) \cdot g \cdot h}{M_{\text{кр}}} \right) \cdot r \cdot k_q}. \quad (21)$$

Потрібна потужність двигуна N_{Σ} , кВт

$$N_{\Sigma} = \frac{P_{\phi} \cdot f \cdot \omega_2 \cdot R + \frac{q_{\Sigma} \cdot g \cdot h_e \cdot B \cdot r \cdot k_q \cdot k_v}{g \cdot h_e \cdot k_v + \left(f_{hm} \cdot g + \frac{(f_{ам} - f_{hm}) \cdot g \cdot h}{M_{кр.}} \right) \cdot r \cdot k_q} \cdot f_{ам} \cdot \Delta V}{\eta} \quad (22)$$

Проведено розрахунки режимних параметрів роботи (сумарного тиску q_{Σ} , H/m^2 , зусилля притискання валка P_{ϕ} , H і потужності двигуна N , Bm) для лабораторного зразка машини циклічної дії і промислового зразка машини безперервної дії, що проектується. Зіставлення результатів експериментальних і аналітичних досліджень показало, що похибка запропонованої математичної моделі не перевищує 5 %.

Реалізувати конструктивно постійну **різницю лінійних швидкостей** робочих органів можна різними способами. Наприклад, маючи привод валка і барабана від одного двигуна, або виконати валок і барабан такими, що мали б ступінчасту поверхню (ділянки з різними діаметрами), при цьому валок (рис. 1) може і не мати свого окремого привода. Можливе також застосування двох окремих приводів на валок і на барабан від двигунів, кожний з яких міг би мати $\cos \varphi > 1$, що дозволило б «гальмувати» один з робочих органів двигуном, повертаючи енергію у мережу.

Зараз нами створено конструкцію машини з спільним двигуном і окремими приводами від нього на барабан і на валок. На машинобудівному заводі «Червоний Жовтень» виготовлено напівпромисловий зразок (рис. 12), який зараз проходить випробування. Попередні результати підтверджують високу ефективність запропонованих змін.

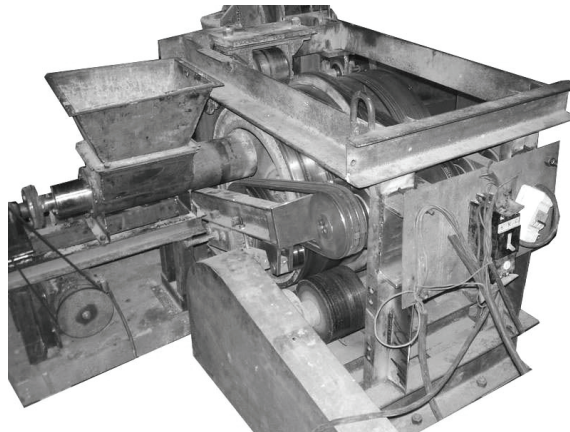


Рисунок 12 – Напівпромисловий зразок барабанно-валкової машини з різними швидкостями робочих органів (виготовлено на заводі «Червоний Жовтень»).

ВИСНОВКИ

1. Експериментально доведено, що інтенсивність активації підвищується з примусовим збільшенням відносного проковзування валка. Наприклад, досягнуте у процесі експерименту на машині періодичної дії проковзування 18 % дозволило підвищити міцність зразків цементно-піщаної цегли удвічі; при цьому енергоємність переробки збільшилась на 38 %.

2. Запропоновано нову конструкцію привода барабанно-валкової машини; конструкція дозволяє приводити до обертового руху барабан і валок з постійно різними лінійними швидкостями робочих поверхонь. Продуктивність машини з діаметром барабана $D = 1,6$ м, масою 10 тонн і електродвигуном потужністю 90 кВт може становити 18 т/год.

3. Запропоновано аналітичну модель утворення тиску у матеріалі під валком при прокатуванні матеріалу з проковзуванням.

4. Розроблено методику розрахунку параметрів машини.

5. Створено конструкцію запропонованої машини безперервної дії і експериментально підтверджено достатню ефективність запропонованих змін.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Крот, О. Ю. Дослідження впливу механоактивації матеріалів на основі силікатів у барабанно-валковій машині на процес мінералоутворення [Текст] / О. Ю. Крот // Науковий вісник будівництва. – Харків : ХДТУБА, 2008. – Вип. 46. – С. 140–153.
2. Пат. 56265 Україна, МКІ В02С 15/06, В28С 1/10. Активатор [Текст] / Болотських М. С., Савченко О. Г., Федоров Г. Д., Крот О. Ю., Волков В. І. – № 2000042077 ; заявл. 11.04.2000 ; опубл. 15.05.2003, Бюл. № 5. – 4 с.
3. Пат. 72480 Україна, МКІ В02С 15/06, В28С 1/10. Активатор циклічної дії [Текст] / Болотських М. С., Савченко О. Г., Федоров Г. Д., Крот О. Ю. – № 2001042769 ; заявл. 24.04.2001 ; опубл. 15.03.2005, Бюл. № 3. – 4 с.
4. Смирнов, Г. А. Теория движения колёсных машин [Текст] / Г. А. Смирнов. – Москва : Машиностроение, 1990. – 352 с.
5. Визначення параметрів робочого режиму барабанно-валкового агрегату для активації шлаків [Текст] / М. С. Болотських, Г. Д. Федоров, О. Г. Савченко [и др.] // Вестник национального технического университета «ХПИ» : Сборник научных трудов. Тематический выпуск «Химия, химическая технология и экология». – 2002. – Т. 1, № 9. – С. 10–15.

Отримано 06.10.2011

А. Ю. КРОТ

ИССЛЕДОВАНИЕ БАРАБАННО-ВАЛКОВОГО ПЕРЕРАБОТНИКА СТРОИТЕЛЬНЫХ СМЕСЕЙ С РАЗНЫМИ ЛИНЕЙНЫМИ СКОРОСТЯМИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

Для барабанно-валковой машины, используемой для механической активации, подтверждена эффективность реализации разных скоростей поверхностей рабочих органов, исследовано влияние разницы скоростей на качество переработки и на энергоёмкость процесса; на основе анализа процесса предложена методика определения необходимой мощности привода машины.

барабанно-валковая машина, активация, привод, математическая модель, методика расчёта

ALEXANDER KROT

INVESTIGATION OF THE DRUM-MASHIN WITH DIFFERENT LINEAR VELOCITIES OF THE WORKING BODIES

Kharkiv State Technical University of Construction and Architecture

For a drum-machine, which is used for mechanical activation, confirmed the effectiveness of implementation of the different velocities of surfaces of working bodies. The influence of the difference in speed of processing on the quality and energy of the process. Based on the analysis process, the technique of determining the required power drive.

drum-machine, the activation, the mathematical model, the method of calculation

Крот Олександр Юлійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри механізації будівельних процесів Харківського державного технічного університету будівництва та архітектури. Наукові інтереси: техніка, механічна активація будівельних сумішей, технічні засоби контролю робочих параметрів обладнання, методологія вивчення технічних дисциплін у вузі.

Крот Александр Юльевич – кандидат технических наук, доцент кафедры механизации строительных процессов Харьковского государственного технического университета строительства и архитектуры. Научные интересы: техника, механическая активация строительных смесей, технические средства контроля рабочих параметров оборудования, методология изучения технических дисциплин в вузе.

Alexander Krot – PhD (Eng), associate professor of the Mechanization of Construction Processes Department of the Kharkiv State Technical University of Construction and Architecture. Research interests: technology, mechanical activation of mortar, engineering controls operating parameters of the equipment, the methodology of studying technical subjects at the university.

УДК 528.481

Т. В. МОРОЗОВА

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ
СДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ
ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ**

Предложена усовершенствованная методика обоснования периодичности геодезических наблюдений за оседанием земной поверхности под действием подземных горных работ с учетом особенностей развития процесса сдвижения в конкретных условиях, точности выполнения геодезических наблюдений, с целью более раннего оценивания и прогнозирования динамики всего процесса сдвижения.

прогнозирование, сдвижение горных пород, динамика процесса сдвижения, периодичность инструментальных наблюдений

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Подработка объектов, построенных без конструктивных защитных мероприятий, приводит к нарушению нормальных условий их эксплуатации и наносит материальный ущерб. Поэтому для эффективной эксплуатации подрабатываемых зданий и сооружений важно как можно раньше определить динамику процесса сдвижения, чтобы на определенном этапе ведения горных работ предпринимать необходимые меры защиты. Учитывая важность изучения этого процесса, данную задачу необходимо решать обоснованно, с учетом развития деформаций конкретного участка и с учетом точности измерений.

АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ДОСТИЖЕНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Исследования развития динамики процесса сдвижения проводятся в нашей стране и за рубежом с 50-х годов XX века в разных бассейнах для различных горно-геологических условий [1, 2, 3]. В настоящее время периодичность наблюдений устанавливается без какого-либо обоснования. Это приводит к неоправданно высокой частоте производства инструментальных геодезических наблюдений с точки зрения динамики процесса и точности выполнения работ.

Основная задача данного исследования – обоснование периодичности геодезических наблюдений с учетом особенностей развития процесса сдвижения в конкретных условиях, точности выполнения наблюдений, чтобы как можно раньше оценить и спрогнозировать динамику всего процесса.

Ранее выполненными исследованиями [4] установлено, что в широком диапазоне горно-геологических условий развитие оседания конкретной точки земной поверхности под действием подземных горных разработок описывается уравнением

$$\eta(t) = \eta_{\max} (1 - e^{-\alpha t^2}), \quad (1)$$

где η_{\max} – максимальное оседание,
 t – время от начала воздействия сдвижений на земную поверхность,
 α – эмпирический коэффициент.

Имея параметры данного уравнения, можно по результатам промежуточных наблюдений спрогнозировать максимальное оседание данной точки и продолжительность процесса сдвижения. Для

принятия предупредительных мер защиты зданий и сооружений желательно эти величины получить как можно раньше, то есть в начале процесса.

По полученным в результате инструментальных наблюдений, величинам оседания земной поверхности и времени от начала сдвижения земной поверхности необходимо определить эмпирический коэффициент α и величину максимального оседания η_{max} . Учитывая, что в уравнении (1) два неизвестных, для их отыскания в принципе достаточно двух наблюдений. При наличии более двух наблюдений возникает задача нахождения наиболее вероятных прогнозных значений неизвестных величин.

Для решения этой задачи применим параметрический способ уравнивания: это позволит из решения нормальных уравнений получить непосредственно уравненные значения искомых величин – параметров и выполнить их оценку точности [5].

В качестве параметров приняты две величины η_{max} – максимальное оседание и α – эмпирический коэффициент. Эти неизвестные не связаны между собой функциональными зависимостями. Истинные значения оседания не известны, так как все измерения содержат ошибки и процесс сдвижения земной поверхности носит дискретный характер, поэтому нельзя определить точные значения η_{max} и α . Однако в силу переопределенности исходной системы (число неизвестных меньше числа уравнений), можно подобрать уравненные значения

$$\eta = \dot{\eta} + \delta\eta, \quad \alpha = \dot{\alpha} + \delta\alpha, \quad (2)$$

где $\dot{\eta}$ и $\dot{\alpha}$ – приближенные значения параметров,
 $\delta\eta$ и $\delta\alpha$ – соответствующие поправки. Запишем уравнение поправок в общем виде:

$$v_i = a_i \cdot \delta\eta + b_i \cdot \delta\alpha + l_i, \quad (3)$$

где a_i и b_i – частные производные, вычисленные по приближенным значениям параметров,
 l_i – свободные члены, вычисленные как отклонения измеренных значений оседаний от определенных по приближенным значениям параметров.

Считая измерения равноточными, переопределенную систему уравнений поправок решаем под условием метода наименьших квадратов:

$$f = [v^2] = \min. \quad (4)$$

Для отыскания минимума функции (1) находим ее частные производные по неизвестным параметрам:

$$\begin{aligned} a_i &= \frac{\partial f_i}{\partial \eta} = 1 - e^{-a_i^2}, \\ b_i &= \frac{\partial f_i}{\partial \alpha} = \eta_{max} \cdot t_i^2 \cdot e^{-a_i^2}. \end{aligned} \quad (5)$$

Приравняв частные производные к нулю, получим систему уравнений:

$$\begin{cases} [av] = 0 \\ [bv] = 0. \end{cases} \quad (6)$$

Тогда линейная система примет вид:

$$\begin{cases} [aa]\delta\eta + [ab]\delta\alpha + [al] = 0 \\ [ab]\delta\eta + [bb]\delta\alpha + [bl] = 0 \end{cases} \quad (7)$$

или в матричной форме система уравнений имеет вид:

$$V = A \cdot \Delta x + L, \quad (8)$$

где векторы

$$V = \begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \dots \\ v_n \end{pmatrix}, \quad L = \begin{pmatrix} l_1 \\ l_2 \\ \dots \\ l_n \end{pmatrix}, \quad \Delta x = \begin{pmatrix} \delta\eta \\ \delta\alpha \end{pmatrix},$$

а матрица A

$$A = \begin{pmatrix} a_1 & b_1 \\ a_2 & b_2 \\ \dots & \dots \\ a_n & b_n \end{pmatrix},$$

где n – число инструментальных наблюдений.

Матрица коэффициентов системы нормальных уравнений имеет вид

$$R = \begin{pmatrix} [aa] & [ab] \\ [ab] & [bb] \end{pmatrix}. \quad (9)$$

Систему нормальных уравнений получим путем умножения левой части уравнения (7) на транспонированную матрицу A . Тогда

$$R \cdot \Delta x + A^T \cdot L = A^T \cdot V = 0, \quad (10)$$

где

$$R = A^T \cdot A. \quad (11)$$

Вектор неизвестных получаем в виде

$$\Delta x = -R^{-1} \cdot A^T \cdot L, \quad (12)$$

где R^{-1} – обратная матрица.

Затем по формулам (2) определяем уравненные значения искомых параметров η_{max} и α . Подставив полученные параметры в исходную функцию оседания (1), получим кривую оседания во времени точки земной поверхности под действием подземных горных работ.

Для оценки точности находим средние квадратические ошибки уравненных величин по формуле

$$m_{jj} = \mu \sqrt{Q_{jj}},$$

или

$$m_{\eta} = \mu \sqrt{Q_{11}}, \quad m_{\alpha} = \mu \sqrt{Q_{22}}, \quad (13)$$

где для равноточных измерений средняя квадратическая ошибка одного измерения вычисляется по формуле

$$\mu = \sqrt{\frac{[v^2]}{n-k}},$$

где v – отклонение измеренной величины от ее вероятнейшего значения,

n – число измерений,

k – число неизвестных,

Q_{jj} – весовые коэффициенты – диагональные элементы матрицы Q , получаемой обращением матрицы R , то есть

$$Q = R^{-1}. \quad (14)$$

В качестве приближенного значения η_{max} принимаем значение, вычисленное по формуле [6]

$$\eta_{max} = q_0 \cdot m \cdot \cos \alpha \cdot N_1 \cdot N_2,$$

где q_0 – определяется по разделу 7 «Правил охраны сооружений...»,

m – вынимаемая мощность пласта,

α – угол падения пласта,

N_1 и N_2 – коэффициенты, также определяемые в разделе 7.

В качестве приближенного значения эмпирического коэффициента α принимаем любое число порядка $10^{-4} - 10^{-5}$.

Для определения последующей периодичности выполнения инструментальных наблюдений было выполнено исследование относительных величин средних квадратических ошибок уравненных параметров η_{max} и α .

С этой целью были проанализированы результаты наблюдений на ряде шахт Донбасса, которые характеризуются различной глубиной подработки, скоростью продвижения забоя и прочностью вмещающих пород [4]. В результате были получены кривые относительных средних квадратических ошибок урavnенных параметров, которые при разных условиях подработки имеют высокую схожимость.

Как видно на рисунке 1, прогнозирование процесса сдвижения до прохождения очистным забоем створа наблюдаемой линии не корректно, так как средние квадратические ошибки урavnенных параметров имеют большие значения. Согласно предложенной в работе [4] методике разделения стадий процесса сдвижения, время от начала оседания до момента прохождения очистным забоем створа наблюдаемой точки, составляет 18–20 % от общей продолжительности, а величина оседания составляет 12–16 % от величины максимального оседания не зависимо от глубины подработки, скорости продвижения забоя и мощности пласта. Это позволяет определить величины общей продолжительности и максимального оседания уже в начале процесса сдвижения. Только после достижения максимальной скорости оседания величины средних квадратических ошибок урavnенных параметров приближаются к величине средней квадратической ошибки одного измерения. Этот период составляет 32 % от общей продолжительности процесса сдвижения.

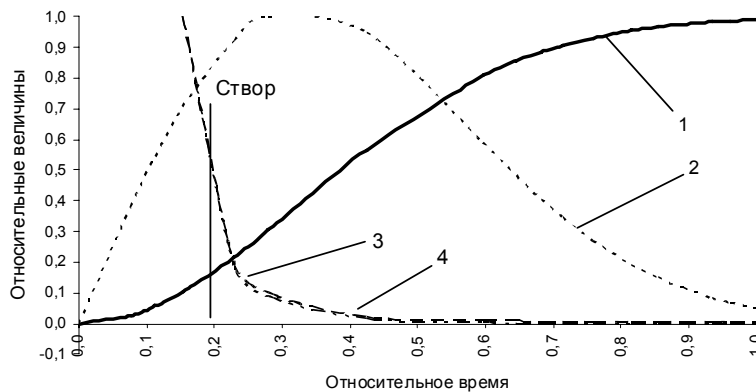


Рисунок 1 – Графики: 1 – относительные оседания; 2 – относительные скорости; 3 и 4 – относительные средние квадратические ошибки прогнозных параметров η_{max} и α .

Для получения прогноза развития оседаний как можно раньше предлагается выполнять прогнозирование процесса сдвижения земной поверхности под действием подземных разработок в динамике, то есть последовательно, по мере подвигания очистного забоя и с учетом пополнения результатов инструментальных геодезических наблюдений, прогнозировать величину оседания на определенный промежуток времени.

Для определения прогнозной кривой по предлагаемой методике необходимо выполнить сначала три наблюдения. Одно измерение должно быть выполнено в начале процесса сдвижения, когда расстояние в плане от забоя до створа наблюдаемой точки составляет величину

$$C = H_{cp} \cdot ctg \delta_0, \quad (15)$$

где H_{cp} – расстояние по вертикали от земной поверхности до середины выработки,
 δ_0 – угол влияния подземных разработок по простиранию пласта [3].

Следующее наблюдение необходимо выполнить в период прохождения забоем створа наблюдаемой линии. Затем, наблюдение необходимо выполнять, когда ошибка измерений будет меньше, чем приращение прогнозируемого оседания, то есть

$$\Delta t = \eta_i - \eta_{i-1} \geq m_{\eta}, \quad (16)$$

Согласно исследованиям, выполненным в работе [4], интервал между сериями инструментальных геодезических наблюдений можно принять

$$\Delta t = \frac{H}{12c}, \quad (17)$$

где H – средняя глубина разработки (м),
 c – скорость подвигания очистного забоя (м/мес).

ВЫВОДЫ

Преимуществом такого подхода является учет конкретных горно-геологических условий участка работ, а также интенсивности ведения очистных работ. Запаздывание относительно прогнозного развития может являться следствием зависания пород и иметь негативные последствия как для подземных работ, так и для земной поверхности, вследствие возможного последующего динамического проявления. Данная методика позволяет прогнозировать деформации земной поверхности с более высокой точностью, используя результаты геодезических наблюдений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кнотте, С. Влияние времени на формирование мульды сдвижения [Текст] / С. Кнотте // Вопросы расчета движений поверхности под влиянием горных разработок / С. Кнотте. – Москва : Углетехиздат, 1956. – С. 45–54.
2. Иофис, М. А. Инженерная геомеханика при подземных разработках [Текст] / М. А. Иофис, А. И. Шмелев. – М. : Недра, 1985. – 248 с.
3. Назаренко, В. А. Аналитическое описание вертикальных сдвижений и деформаций земной поверхности над движущимся очистным забоем в условиях западного Донбасса [Текст] / В. А. Назаренко // Наукові праці Донецького Національного Технічного Університету. Секція гірничо-геологічна. – Донецьк : Дон НТУ, 2003. – Вип. 62. – С. 135–143.
4. Гавриленко, Ю. Н. Обоснование стадий процесса сдвижения земной поверхности при отработке угольных пластов [Текст] / Ю. Н. Гавриленко, Т. В. Морозова // Геоинформатика, геодезия, маркшейдерия : Сб. докл. междунар. науч.-техн. конф., Донецк, 1–3 окт. 2003. – Донецьк : [б. и.], 2003. – С. 62–69.
5. Большаков, В. Д. Практикум по теории математической обработки геодезических измерений [Текст] / В. Д. Большаков, Ю. И. Маркузе. – Москва : Недра, 1984. – 352 с.
6. Правила охраны сооружений и природных объектов от вредного влияния подземных горных разработок на угольных месторождениях [Текст] / Министерство угольной промышленности СССР. – Москва : Недра, 1981. – 288 с.

Получено 14.10.2011

Т. В. МОРОЗОВА ВДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДИКИ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗРУШЕННЯ ЗЕМНОЇ ПОВЕРХНІ ЗА РЕЗУЛЬТАТАМИ ІНСТРУМЕНТАЛЬНИХ СПОСТЕРЕЖЕНЬ Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Запропоновано удосконалити методику обґрунтування періодичності геодезичних спостережень за осіданням земної поверхні під впливом підземних гірничих робіт з урахуванням особливостей розвитку процесу зрушення в конкретних умовах, точності виконання геодезичних спостережень, з метою більш швидкого оцінювання та прогнозування динаміки всього процесу зрушення.

прогнозування, зрушення гірничих порід, динаміка процесу зрушення, періодичність інструментальних спостережень

TATYANA MOROZOVA PERFECTION OF METHOD OF PROGNOSTICATION OF MOVING OF EARTHLY SURFACE ON RESULTS INSTRUMENTAL SUPERVISIONS Donbas National Academy of Engineering and Architecture

Perfection of a technique of forecasting movement a terrestrial surface by results of tool supervision. The advanced technique of a substantiation of periodicity of geodetic supervision over subsidence of a terrestrial surface under the influence of underground mountain works taking into account features of development of process in movement concrete conditions is offered, to accuracy of performance of geodetic supervision, for the purpose of earlier estimation and forecasting of dynamics of all process movement.

aoecasting, movement rocks, dynamics of process movement, periodicity of tool supervision

Морозова Тетяна Василівна – асистент кафедри інженерної геодезії Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: вишукування зрушення земної поверхні та деформації будівель і споруд під впливом підземних гірничих робіт.

Морозова Татьяна Васильевна – ассистент кафедры инженерной геодезии Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: исследование сдвижения земной поверхности и деформаций зданий и сооружений под действием подземных горных работ.

Tatyana Morozova – the assistant of the Engineering Geodesy Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: research movement a terrestrial surface and deformations of buildings and constructions under the influence of underground mountain works.

УДК 693.5+666.972.53

А. А. ЧУБ

Запорожская государственная инженерная академия

РАЗРАБОТКА МЕТОДА АВТОМАТИЗИРОВАННОГО РАСЧЕТА ОРГАНИЗАЦИОННЫХ РЕШЕНИЙ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СООРУЖЕНИЙ

В статье представлена разработка метода автоматизированного планирования сменного задания при восстановлении длительно эксплуатируемых железобетонных сооружений: автомобильных и железнодорожных мостов и переездов, морских сооружений и других – высокоморозостойким поверхностным слоем бетона методом мокрого торкретирования. Разработанный и предложенный алгоритм и метод автоматизированного расчета технологических и организационных решений восстановления железобетонных сооружений эффективен и может быть использован в технологическом проектировании.

автоматизированный расчет, сменное задание, поток, восстановление, высокоморозостойкий слой бетона

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

Существующие методы технологического проектирования комплексных процессов ремонта и восстановления железобетонных сооружений не охватывают современных возможностей к требованию качества технологии и организации производства работ. В результате чего затраты на текущий и капитальный ремонт увеличивают их балансовую стоимость, за эксплуатационный период, более чем в два раза. Необходимо искать новые методы организации производства работ, позволяющие научно-обоснованно определять сменное задание и его составляющие параметры, с учетом степени разрушения восстанавливаемой поверхности железобетонного сооружения [1].

Анализ проведенных в последние годы исследований показывает, что технологические и организационные решения восстановления железобетонных сооружений не имеют единой, научно-обоснованной методологии. Технологические решения не учитывают условия работы восстановленного слоя бетона как структурно-целостного материала, нет автоматизированных методов определения объемов работ, сменного задания и т. д. [2–5].

Целью данной работы является разработка метода автоматизированного планирования сменного задания при восстановлении длительно эксплуатируемых железобетонных сооружений: автомобильных и железнодорожных мостов и переездов, морских сооружений и других – высокоморозостойким поверхностным слоем бетона методом мокрого торкретирования. Для этого исследуем и решаем следующие задачи:

1. Разрабатываем алгоритм расчета продолжительности частных технологических процессов, составляющих комплексный технологический процесс восстановления железобетонных сооружений методом мокрого торкретирования, и производных параметров, таких как: количество делянок в смену; площадь делянки, м²; объем работ и объем бетонной смеси за смену.

Самое важное в условии этой задачи – необходимость учета технологических требований к выполнению частных технологических процессов: их качеству; продолжительности; последовательности; соблюдению времени по минутам между отдельными процессами; определению необходимого качества исходных материалов и состава бетона; учету сроков схватывания цементного теста в бетонной смеси; количеству отскока; степени разрушения железобетонного сооружения, категории трудоемкости его восстановления; мощности для производства работ и др.

Основное требование соблюдения этих условий обеспечит технологию формирования высокопрочного поверхностного слоя в бетоне с образованием компенсирующего переходного слоя в восстанавливаемом бетоне, пропитанном комплексной химической добавкой, и слоем сращения активированного цементного камня в восстанавливаемом бетоне с цементом нового, восстановленного слоя бетона. Только соблюдение этих технологических и организационных условий обеспечит совместную работу слоев бетона как структурно-целостного материала.

2. Разрабатываем приложение Excel с использованием языка программирования VBA для автоматизированного расчета сменного задания.

Используем методы.

Алгоритм расчета представляем как решение задачи линейного программирования методом последовательного перебора допустимых значений переменных.

Содержательная постановка задачи.

Рассмотрим процесс восстановления железобетонного сооружения в следующих условиях:

1. Определена степень разрушения поверхностного слоя бетона, на основании которой рассчитана трудоемкость работ в маш. часах на единицу измерения ведущей машины.

2. Определен объем работ.

3. Определена технология производства работ: состав и последовательность выполнения работ; условия взаимодействия между работами; сроки начала и окончания схватывания цементного теста в бетонной смеси. То есть, учитываем все необходимые условия технологии производства работ, обеспечивающие совместную работу слоев бетона как структурно-целостного материала.

Необходимо определить:

Поминутный график производства работ и объем сменной выработки в м².

Алгоритм расчета.

Сменное задание делится на делянки. Задаем площадь делянки как целевую функцию $S_{\text{опт}}$, м².

Определяем длительность работ на делянке: опескоструивание (t_1); продувка горячим воздухом (t_2); пропитка бетона водным раствором комплекса химических добавок (t_3); торкретирование (t_4):

$$t_1 = \frac{S_{\text{опт}}}{T_{\text{P1}}}, \quad (1)$$

$$t_2 = \frac{S_{\text{опт}}}{T_{\text{P2}}}, \quad (2)$$

$$t_3 = \frac{S_{\text{опт}}}{T_{\text{P3}}}, \quad (3)$$

$$t_4 = \frac{S_{\text{опт}}}{T_{\text{P4}}}. \quad (4)$$

Определяем суммарную продолжительность работ на делянке (Т)

$$T = t_1 + t_2 + 3 \cdot t_3 + 2 \cdot t_4 + t_5,$$

где $3 \cdot t_3$ – последовательно пропитываем поверхность бетона три раза;
 $2 \cdot t_4$ – вторая степень разрушения поверхностного слоя бетона, торкретируем в два слоя;
 t_5 – время технологического перерыва между торкретированием первого и второго слоя, которое зависит от сроков начала и окончания схватывания цементного теста в бетонной смеси.

Ищем максимум значения целевой функции $S_{\text{опт}}$ на области допустимых значений.

Определяем количество делянок в $1/2$ смену ($N_{\text{дел.}}$)

$$N_{\text{дел.}} = \frac{247,5 - (t_1 + t_2 + t_3)}{2 \cdot t_4 + t_5}, \quad (5)$$

где 247,5 – время работы в течение $1/2$ смены, мин.

Округлем $N_{\text{дел.}}$ вниз, до целых. Если образуется излишек времени, вводим дополнительный технологический перерыв между делянками.

Определяем количество делянок в смену ($N_{\text{см}}$)

$$N_{\text{см}} = 2 \cdot N_{\text{дел.}} \quad (6)$$

Определяем площадь восстанавливаемой поверхности, в данном примере второй степени разрушения поверхностного слоя бетона, за смену (S)

$$S = S_{\text{онт}} \cdot N_{\text{см}} \quad (7)$$

Определяем необходимый объем бетонной смеси $V_{\text{сб}}$, с учетом ее уплотнения и отскока в процессе торкретирования

$$V = S \cdot h \cdot K_1 \cdot K_2, \quad (8)$$

где h – толщина слоя;

K_1 – коэффициент на уплотнение;

K_2 – коэффициент отскока, в зависимости от степени разрушения восстанавливаемой поверхности.

Затем определяем количество бетонной смеси, необходимой на восстановление всего объекта.

С помощью специально разработанной программы создаем приложение Excel и определяем количественные значения рассматриваемых параметров (табл. 3), по введенным конкретным исходным данным (табл. 1), с учетом коэффициента трудоемкости работ, определяемого степенью разрушения поверхностного слоя бетона (табл. 2). Автоматически выдается и график производства работ на де-лянках и захватке в целом (в настоящей статье не приводим).

Таблица 1 – Исходные данные

Название работы	ЕНиР	Единицы измерения		Трудоемкость по ведущей машине, маш-час			Ктр
				Стены	Потолки	Полы	
Опескоструивание	РЕКН	100	м ²	10,08	12,50	8,07	1,0
Продувка	19–41	100	м ²	4,24	5,20	3,35	1,0
Пропитка	8–1–15	100	м ²	0,70	0,85	0,56	1,0
Торкретирование	РЕКН	100	м ²	11,34	14,06	9,07	1,0
Приготовление бетона	4–14–7	1	м ³	1,02	1,02	1,02	1,0

Время до начала торкретирования 2-ого слоя, мин	30
Время конца схватывания бетона, мин	90

Восстанавливаемая площадь, м ²		
Стены	Потолки	Полы
99	77	132
Степень разрушения		
2	2	2

Таблица 2 – Коэффициенты трудоемкости работ

Наименование работы	Коэффициент трудоемкости, Кт			
	Степень разрушения поверхностного слоя бетона			
	1	2	3	4
Опескоструивание	0,95	1,0	1,4	1,6
Продувка горячим воздухом	0,95	1,0	1,5	1,7
Пропитка водным раствором хим. добавок	0,95	1,0	1,4	1,8
Торкретирование	0,95	1,0	1,6	1,8
Приготовление бетонной смеси	1,0	1,0	1,0	1,0

ВЫВОДЫ

Впервые разработанный и предложенный алгоритм и метод автоматизированного расчета технологических и организационных решений восстановления железобетонных сооружений эффективен и может быть использован в технологическом проектировании.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чуб, А. А. Основы технологии ремонта и строительства бетонных железобетонных сооружений с высокопрочным поверхностным слоем [Текст] : монография / А. А. Чуб. – Запорожье : ЗГИА, 2010. – 360 с.

Таблица 3 – Расчетные количественные значения рассматриваемых параметров

Название работы	Продолжительность работ, мин		
	Стены	Потолки	Полы
Опескоструивание	37	37	37
Продувка	15	15	15
Пропитка 1-й раз	3	3	3
Пропитка 2-й раз	3	3	3
Пропитка 3-й раз	3	3	3
Торкретирование 1-й слой	41	42	42
Техноперерыв	0	0	0
Торкретирование 2-й слой	41	42	42
Приготовление бетона	10	8	11
Техноперерыв после делянки	11	9	9
Время работ на делянке	143	145	145

Количество делянок в смену, шт	4	4	4
Площадь делянки, м ²	6,09	4,96	7,71
Объем работ за смену, м ²	24,36	19,84	30,84
Объем бетона на делянку, м ³	0,15	0,13	0,18
Объем бетона за смену, м ³	0,61	0,52	0,71
Количество смен на восстанавливаемый объем, смены	5	4	5

2. Руководство по применению торкрет-бетона при возведении, ремонте и восстановлении строительных конструкций зданий и сооружений [Текст] / ОАО «Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений». – М. : ОАО ЦНИИПромзданий, 2007. – 31 с.
3. Торкрет-бетон [Текст] : ТУ 5745-001-16216892-06. – М. : ЗАО «Служба защиты сооружений», 2006. – 10 с.
4. Мазурак, А. В. Вплив технологичних чинників на міцність торкрет-бетону [Текст] / А. В. Мазурак, Я. А. Балабух // Вісник Національного університету «Львівська політехніка». – 2009. – № 655. – С. 34–39.
5. Коваль, П. М. Оцінка зчеплення торкрет-бетону при ремонті бетонних та залізобетонних конструкцій [Текст] / П. М. Коваль, А. Є. Фаль, А. В. Мазурак // Дороги і мости : збірник наукових праць / Державна служба автомобільних доріг України (Укравтодор), Державний дорожній науково-дослідний інститут імені М. П. Шульгіна. – К. : ДерждорНДІ, 2009. – Вип. 11. – С. 157–163.

Получено 10.09.2011

О. А. ЧУБ

РОЗРОБКА МЕТОДУ АВТОМАТИЗОВАНОГО РОЗРАХУНКУ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ РІШЕНЬ ВІДНОВЛЕННЯ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ СПОРУД

Запорізька державна інженерна академія

У цій статті представлена розробка методу автоматизованого планування змінного завдання при відновленні довгостроково експлуатованих залізобетонних споруд високоморозостойкім поверхневим шаром бетону методом мокрого торкретування. Розроблений і запропонований алгоритм і метод автоматизованого розрахунку технологічних та організаційних рішень відновлення залізобетонних споруд ефективний і може бути використаний в технологічному проектуванні.

автоматизований розрахунок, змінне завдання, потік, відновлення, високоморозостійкий шар бетону

ALEXANDER CHUB
DEVELOPMENT OF THE AUTOMATIC CALCULATING METHOD OF
ORGANIZATIONAL DECISIONS RESTORATION CONCRETE STRUCTURES
Zaporozhye State Engineering Academy

In this article the development of a method of automated planning a replacement job in restoring long-exploited reinforced concrete structures vysokomorozostoykim surface layer of concrete by wet shotcrete. Designed and proposed algorithm and method of automated calculation of technological and organizational solutions recovery of reinforced concrete structures, is effective and can be used in technological design. **automated calculation, shift targets, stream restoration, highly frost-resistant, a layer of concrete**

Чуб Александр Анатольевич – к. т. н., доцент кафедры промышленного и гражданского строительства Запорожской государственной инженерной академии. Научные интересы: технология и организация восстановления и строительства железобетонных сооружений с высокоморозостойким поверхностным слоем бетона.

Чуб Олександр Анатолійович – к. т. н., доцент кафедри промислового і цивільного будівництва Запорізької державної інженерної академії. Наукові інтереси: технологія і організація відновлення і будівництва залізобетонних споруд з високоморозостійким поверхневим шаром бетону.

Alexander Chub – PhD (Eng.), associate professor of Civil and Industrial Construction Department of the Zaporizhia State Engineering Academy. Research interests: technology and organization of rehabilitation and construction of reinforced concrete structures with vysokomorozostoykim povehnostnym layer of concrete.

ЗМІСТ

ГОРОХОВ Є. В., МУЩАНОВ В. П., ВАСИЛЕВ В. М., БАРМОТІН О. О., КАСІМОВ В. Р., КОСІК О. Б. Особливості проектування і монтажу великорозмірних гіпсокартонних куполів КНАУФ	3
БЄЛОВ Д. В., ЮГОВ А. М. Методика дослідження впливу конструктивних чинників на трудомісткість зведення монолітних залізобетонних куполів	14
ТОНКАЧЕЄВ Г. М., ТАРАН В. В. Дослідження систем монолітних плит перекриттів з легкими вкладишами каркасних будівель та класифікація факторів впливу	22
КОЖЕМЯКА С. В., МАЗУР В. О. Техніко-економічні показники ремонту покрівель промислових будівель з урахуванням визначених груп дефектів	28
ШПАРБЕР М. Є., УВАРОВ П. Є., ВАСИЛЬЧЕНКО А. Ф., УВАРОВ Є. П. Концептуально-методологічні дослідження принципів типізації й агрегації блоків технологічного обладнання й конструкцій ПБНП-КБВ	34
ДЖАЛАЛОВ М. Н., САВЙОВСЬКИЙ А. В. Методика визначення впливу дестабілізуювальних факторів на ефективність виробництва робіт по влаштуванню теплоізоляції будівель	46
ХОХРЯКОВА Д. О., ШЕВЦОВА Н. М. Вибір організаційно-технологічних рішень по руйнуванню конструкцій Будинку творчості «Актор» в м. Ялта	50
ЮГОВ А. М., УВАРОВ П. Є., ШПАРБЕР М. Є. Керування оцінкою якості прийняття (вибору) інженерних рішень організаційно-технологічного проектування і управління проектами на основі експертних систем (концептуально-методичні принципи)	56
ТАРАН В. В., ІХНО Г. В., БЕРШАДСЬКА Д. Є., ТИМОШКОВА Т. Г. Улаштування перекриттів у незнімній опалубці системи PLASTBAU (ПЛАСТБАУ)	69
КОЖЕМЯКА С. В., КОСТИРСЬКИЙ А. М. Визначення витрат сухих штукатурних сумішей	74
КРУПЕНЧЕНКО Г. В., ПЕТРОСЯН О. М. Підсилення металевих підкранових балок при корозійному зносі в умовах діючих промислових підприємств	79
БЄЛОВ Д. В., МОСКАЛЕНКО В. І. Спосіб зведення монолітних купольних конструкцій	84
ХОХРЯКОВА Д. О., КОЛУПАЄВ Д. М. Вибір оптимальної організації будівництва житлового комплексу в Куйбишевському районі м. Донецька	91
БАРМОТІН О. О., КОЖЕМЯКА С. В., КОСІК О. Б., ХАФІЗОВА Л. Р. Нормування технологічних показників при улаштуванні наливної гіпсової підлоги КНАУФ	98
МУЩАНОВ В. П., РУДНЄВА І. М. Чутливість конструктивної схеми висячого покриття до осідань фундаментів	106
ЛЕВЧЕНКО В. М., ЛЕВЧЕНКО Д. В., КИРИЧЕНКО В. Ф., ГРІДІНА О. В. Підвищення рівня теоретичної надійності та визначення терміну служби будівельних конструкцій	117
БРАТЧУН В. І., БАРМОТІН О. О., КОСІК О. Б. Дослідження довговічності цементної плити КНАУФ AQUARANELT® Outdoor	125
ГРАНО Н. В., КОЖУШКО В. П. Поліпшення будівельних властивостей ґрунтових основ дорожніх покриттів хімічною домішкою системи «РЕЛАКСОЛ»	132
КАБАНЕЦЬ В. І., БЕРШАДСЬКА Д. Є. Причина нещасного випадку – відсутність проекту провадження робіт	137
ПЕНЧУК В. О., ДЬОМОЧКІНА М. С. Класифікація та особливості застосування розвідних мостів	143
ЛУЦЬКО Т. В., ЛЕБОШКІН А. Л. Дослідження напружено-деформованих станів підйомної і балкової стріл баштового крана	149
ПОПОВ Д. В. Підвищення екологічних показників будівельних машин	154

ПЕНЧУК В. О., ЮРЧЕНКО Н. А. Особливості сучасної атестації машиністів вантажопідійомних машин	158
КРОТ О. Ю. Дослідження барабанно-валкового переробника будівельних сумішей з різними лінійними швидкостями робочих органів	163
МОРОЗОВА Т. В. Вдосконалення методики прогнозування зрушення земної поверхні за результатами інструментальних спостережень	175
ЧУБ О. А. Розробка методу автоматизованого розрахуну організаційних рішень відновлення залізобетонних споруд	181

СОДЕРЖАНИЕ

ГОРОХОВ Е. В., МУЩАНОВ В. Ф., ВАСЫЛЕВ В. Н., БАРМОТИН А. А., КАСИМОВ В. Р., КОСИК А. Б. Особенности проектирования и монтажа крупноразмерных гипсокартонных куполов КНАУФ	3
БЕЛОВ Д. В., ЮГОВ А. М. Методика исследования влияния конструктивных факторов на трудоемкость возведения монолитных железобетонных куполов	14
ТОНКАЧЕЕВ Г. Н., ТАРАН В. В. Исследование систем монолитных плит перекрытий с легкими вкладышами каркасных зданий и классификация факторов влияния	22
КОЖЕМЯКА С. В., МАЗУР В. А. Техничко-экономические показатели ремонта кровель промышленных зданий с учетом выявленных групп дефектов	28
ШПАРБЕР М. Е., УВАРОВ П. Е., ВАСИЛЬЧЕНКО А. Ф., УВАРОВ Е. П. Концептуально-методологические исследования принципов типизации и агрегации блоков технологического оборудования и конструкций ПЗНП-КБИ	34
ДЖАЛАЛОВ М. Н., САВЙОВСКИЙ А. В. Методика определения влияния дестабилизирующих факторов на эффективность производства работ по устройству теплоизоляции зданий	46
ХОХРЯКОВА Д. А., ШЕВЦОВА Н. Н. Выбор организационно-технологических решений по разрушению конструкций Дома творчества «Актер» в г. Ялта	50
ЮГОВ А. М., УВАРОВ П. Е., ШПАРБЕР М. Е. Управление оценкой качества принятия (выбора) инженерных решений организационно-технологического проектирования и управления проектами на основе экспертных систем (концептуально-методические принципы)	56
ТАРАН В. В., ИХНО А. В., БЕРШАДСКАЯ Д. Е., ТИМОШКОВА Т. Г. Устройство перекрытия в несъемной опалубке системы PLASTBAU (ПЛАСТБАУ)	69
КОЖЕМЯКА С. В., КОСТЫРСКИЙ А. Н. Определение расхода сухих штукатурных смесей	74
КРУПЕНЧЕНКО А. В., ПЕТРОСЯН О. М. Усиление металлических подкрановых балок при коррозионном износе в условиях действующих промышленных предприятий	79
БЕЛОВ Д. В., МОСКАЛЕНКО В. И. Способ возведения монолитных купольных конструкций	84
ХОХРЯКОВА Д. А., КОЛУПАЕВ Д. Н. Выбор оптимальной организации строительства жилого комплекса в Куйбышевском районе г. Донецка	91
БАРМОТИН А. А., КОЖЕМЯКА С. В., КОСИК А. Б., ХАФИЗОВА Л. Р. Нормирование технологических показателей при устройстве наливных гипсовых полов КНАУФ	98
МУЩАНОВ В. Ф., РУДНЕВА И. Н. Чувствительность конструктивной схемы висячего покрытия к осадкам основания	106
ЛЕВЧЕНКО В. Н., ЛЕВЧЕНКО Д. В., КИРИЧЕНКО В. Ф., ГРИДИНА Е. В. Повышение уровня теоретической надежности и определение сроков службы строительных конструкций	117
БРАТЧУН В. И., БАРМОТИН А. А., КОСИК А. Б. Исследования долговечности цементной плиты КНАУФ AQUAPANELT® Outdoor	125
ГРАНО Н. В., КОЖУШКО В. П. Улучшение строительных свойств грунтовых оснований дорожных покрытий химической примесью системы «Релаксол»	132
КАБАНЕЦ В. И., БЕРШАДСКАЯ Д. Е. Причина несчастного случая – отсутствие проекта производства работ	137
ПЕНЧУК В. А., ДЕМОЧКИНА М. С. Классификация и особенности применения разводных мостов	143
ЛУЦКО Т. В., ЛЕБОШКИН А. Л. Исследование напряженно-деформированных состояний подъемной и балочной стрел башенного крана	149
ПОПОВ Д. В. Повышение экологических показателей строительных машин	154

ПЕНЧУК В. А., ЮРЧЕНКО Н. А. Особенности современной аттестации машинистов грузоподъемных машин	158
КРОТ А. Ю. Исследование барабанно-валкового переработника строительных смесей с разными линейными скоростями рабочих органов	163
МОРОЗОВА Т. В. Совершенствование методики прогнозирования сдвижения земной поверхности по результатам инструментальных наблюдений	175
ЧУБ А. А. Разработка метода автоматизированного расчета организационных решений восстановления железобетонных сооружений	181

CONTENTS

GOROKHOV YEVGEN, MUSCHANOV VOLODYMYR, VASYLEV VOLODYMYR, BARMOTIN ALEXANDER, KASIMOV VADIM, KOSIK ALEXEY Designing and erection features of large-scale and plasterboard domes of Knauf Company	3
BELOV DENIS, YUGOV ANATOLIY Method of research of influence of structural factors on labour intensiveness of erection of monolithic reinforced-concrete domes	14
TONKACHEEV NICK, TARAN VALENTINA Study of monolithic slab floors with light liner frame buildings and classification of influencers	22
KOZHEMYAKA SERGIY, MAZUR VICTORIA Technical and economic indicators of repair of roofs of industrial buildings taking into account the revealed groups of defects	28
SHPARBER MARINA, UVAROV PAVEL, VASILCHENKO ANATOLIY, UVAROV EVGEN Conceptual-methodological researches of principles of typification and aggregating of blocks of technological equipment and constructions of PZNP-KBI	34
JALALOV MAHMUDZHAN, SAVYOVSKYY ARTEM Methods for determining the influence of destabilizing factors on the effectiveness of the work in installing thermal insulation of buildings	46
KHOKHRYAKOVA DARYA, SHEVTSOVA NATALIA Choice of organizational-technological decisions on destruction of designs of the House of creativity «Actor» in Yalta	50
YUGOV ANATOLIY, UVAROV PAVLO, SHPARBER MARINA Management of a mark of quality of acceptance (choice) of engineering decisions of organizational-technological designing and management of projects on the basis of expert systems (conceptually-methodical principles)	56
TARAN VALENTINA, IHNO ANNA, BERSHADSKAIA DARIA, TIMOSHKOVA TATIYANA Device overlapping in noremove opalubke systems PLASTBAU (PLASTBAU)	69
KOZHEMYAKA SERGIY, KOSTIRSKIY ANTON Definition of dry plaster mixtures consumption	74
KRUPENCHENKO ANNA, PETROSYAN OLEG Strengthening steel crane runway beams at corrosive wear in the conditions of the operating industrial enterprises	79
BELOV DENIS, MOSKALENKO VOLODYMYR Erection method of monolithic dome constructions	84
KHOKHRYAKOVA DARYA, KOLUPAEV DMITRY Choice of the optimum organization of building of a housing estate in Kuibyshev area of Donetsk	91
BARMOTIN ALEXANDER, KOZHEMYAKA SERGEI, KOSIK ALEXEY, KHAFIZOVA LILYA Normalization of technological indicators in the device liquid of gypsum floor KNAUF	98
MUSHCHANOV VOLODYMYR, RUDNEVA IRINA Sensitiveness of structural chart of suspended rod shell to sinking of foundation	106
LEVCHENKO VICTOR, LEVCHENKO DMITRY, KIRICHENKO VLADIMIR, GRIDINA TATYNA Increasing the level of theoretical reliability and determining the service life of building structures	117
BRATCHUN VALERY, BARMOTIN ALEXANDER, KOSIK ALEXEY Longevity study of AQUAPANELT® OUTDOOR Cement Slab Produced by KNAUF	125
GRANO NATALIYA, KOZHUSHKO VALERIY Improvement of the construction properties of the ground foundations of road surfaces with the chemical admixture of the «Relaxol» system	132
KABANETS VICTOR, BERSHADSKAIA DARIA Reason accident – an absence of the project construction	137
PENCHUK VALENTYNE, DEMOCHKINA MARGARET Classification and features of application of drawbridges	143
LUTSKO TATYANA, LEBOSHKIN ANDREY Investigation of the strain-deformed state of lifting and joist jibs of the tower crane	149
POPOV DMITRIY Increase of ecological indexes of building machines	154

PENCHUK VALENTIN, YURCHENKO NATALIA Features of modern certification of machinists of load-lifting cars	158
KROT ALEXANDER Investigation of the drum-mashin with different linear velocities of the working bodies	163
MOROZOVA TATYANA Perfection of method of prognostication of moving of earthly surface on results instrumental supervisions	175
CHUB ALEXANDER Development of the automatic calculating method of organizational decisions restoration concrete structures	181