


ВІСНИК
ДОНБАСЬКОЇ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ



Випуск 2015-6(116)

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

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 2015-6(116)

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

Макіївка 2015

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ВЕСТНИК

**Донбасской национальной академии
строительства и архитектуры**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Издается с декабря 1995 года

Выходит 8 раз в год

Выпуск 2015-6(116)

**ТЕХНОЛОГИЯ, ОРГАНИЗАЦИЯ,
МЕХАНИЗАЦИЯ И ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЕ СТРОИТЕЛЬСТВА**

Макеевка 2015

Засновник і видавець

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Свідоцтво про державну реєстрацію друкованого засобу масової інформації КВ № 9643
видано 02 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 № 3 від 30.11.2015

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., доцент (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;
Мішин А. В., д. т. н., професор;
Хмара Л. А., д. т. н., професор;
Черненко В. К., д. т. н., професор;
Долженков А. Ф., д. т. н., с. н. с.;
Висоцький С. П., д. т. н., професор;
Гончаренко Д. Ф., д. т. н., професор.

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

Підписано до друку 25.12.2015 Формат 60x84 1/8. Папір багатофункціональний офісний.
Друк різнографічний. Умов. друк. арк. 8,25 Тираж 300 прим. Заказ 160-15

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.ru,
http://donnasa.ru/ru/publishing_house/vestnik

Постановою Президії ВАК України від 06.11.2014 р. № 1279 журнал внесено до переліку
наукових фахових видань із технічних наук та архітектури

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

© Донбаська національна академія
будівництва і архітектури, 2015

Основатель и издатель

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры
Свидетельство о государственной регистрации печатного средства массовой информации
КВ № 9643 выдано 2 марта 2005 Государственным комитетом телевидения и радиовещания
Украины

Авторы опубликованных материалов несут ответственность за достоверность приведенных сведений, точность данных по цитируемой литературе и за использование в статьях данных, не подлежащих открытой публикации.

В случае использования материалов ссылка на «Вестник ДонНАСА» является обязательной.

Печатается по решению ученого совета
Донбасской национальной академии строительства и архитектуры
Протокол № 3 от 30.11.2015

Редакционная коллегия:

Горохов Е. В., д. т. н., профессор (главный редактор);
Мущанов В. Ф., д. т. н., профессор (ответственный редактор);
Югов А. М., д. т. н., профессор (ответственный редактор выпуска);
Кожемяка С. В., к. т. н., доцент (ответственный секретарь выпуска);
Лобов М. И., д. т. н., профессор;
Пенчук В. А., д. т. н., профессор;
Левин В. М., д. т. н., профессор;
Петраков А. А., д. т. н., профессор;
Горожанкин С. А., д. т. н., профессор;
Мишин А. В., д. т. н., профессор;
Хмара Л. А., д. т. н., профессор;
Черненко В. К., д. т. н., профессор;
Долженков А. Ф., д. т. н., с. н. с.;
Высоцкий С. П., д. т. н., профессор;
Гончаренко Д. Ф., д. т. н., профессор.

Корректоры Л. Н. Лещенко, Е. В. Гнездилова
Программное обеспечение С. В. Гавенко
Компьютерная верстка Е. А. Солодкова

Подписано в печать 25.12.2015 Формат 60x84 1/8. Бумага многофункциональная офисная.
Печать ризографичная. Услов. печат. лист. 8,25 Тираж 300 экз. Заказ 160-15

Адрес редакции и издателя

Украина, 86123, Донецкая область, г. Макеевка, ул. Державина, 2,
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры
Телефоны: (0622) 90-29-38; (0623) 22-20-51, (0623) 22-24-67
Тел/факс: (0623) 22-06-16, E-mail: vestnik@donnasa.ru,
http://donnasa.ru/ru/publishing_house/vestnik

Постановлением Президиума ВАК Украины от 06.11.2014 р. № 1279 журнал включен в перечень научных профессиональных изданий по техническим наукам и архитектуре

Напечатано в полиграфическом центре ДонНАСА
86123, Донецкая область, г. Макеевка, ул. Державина, 2

© Донбасская национальная академия
строительства и архитектуры, 2015

УДК 693.56

В. Т. ШАЛЕННЫЙ, И. В. ГОЛОВЧЕНКО

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Академия строительства и архитектуры

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗВЕДЕНИЯ МНОГОЭТАЖНОГО СБОРНО-МОНОЛИТНОГО КАРКАСА С ПЕРЕКРЫТИЯМИ ИЗ МНОГОПУСТОТНЫХ ПЛИТ

В статье проанализированы основные способы возведения сборно-монолитных многоэтажных зданий с перекрытиями из многопустотных плит, представлены их достоинства и недостатки. Показано, что данные разработки не предусматривают использование предварительного напряжения каркаса. Авторами предложена технология монтажа сборно-монолитного каркаса многоэтажного здания, при которой упрощается способ получения и сохранения предварительного напряжения в каркасе.

сборно-монолитное домостроение, временные пространственные опоры, предварительно напряженные многопустотные плиты, обратный выгиб плит

ВВЕДЕНИЕ

Повышение технического уровня проектирования и строительства зданий и сооружений из монолитного и сборно-монолитного железобетона, как наиболее распространенных и до сих пор перспективных видов современного строительства, нам представляется достаточно актуальной научно-прикладной задачей, подпадающей под выработанный в последнее время синергетический сценарий социально-экономического развития российской экономики с необходимостью новой индустриализации [1] и импортозамещением, в том числе и в строительном комплексе Республики Крым.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

В указанном аспекте нами проделана определенная работа, заключающаяся в нижепредставленном обзоре.

Большинство железобетонных конструкций на сегодня бетонируются с использованием распространенных индустриальных разборно-переставных опалубочных систем ведущих мировых производителей, конкурирующих на мировом рынке строительного оборудования и оснастки. Нами обращено внимание на конструктивно-технологические особенности такого оборудования различных изготовителей, выдвинута и найдена подтверждение гипотеза о влиянии этих особенностей на продолжительность и трудоемкость арматурно-опалубочных и бетонных работ. Отличительной особенностью предложенных в результате и апробированных норм времени является их разделение на процессы по сборке и разборке индустриальных разновидностей опалубки, а также бетонирования и ухода за бетоном. В отличие от ныне действующих норм такая дифференциация позволяет применить их для построения графиков производственного процесса возведения строительных объектов с целью установления его продолжительности и трудоемкости. Появилась возможность и решена практически задача многовариантного имитационного компьютерного моделирования организационно-технологических процессов возведения железобетонных каркасов пяти объектов-представителей с использованием опалубок различных производителей. Имея данные по срокам строительства, вычислениями получены другие показатели технологичности возведения, такие как трудоемкость и себестоимость, причем последний в двух вариантах условий приобретения: покупка или аренда. В

результате подтверждено и предположение о наличии существенных резервов для снижения затрат ресурсов при использовании той или иной разборно-переставной системной опалубки.

Так, во всех смоделированных вариантах технологии, по всем рассмотренным показателям, преобладает технология с использованием опалубочной системы фирмы Peti. Несколько хуже является использование опалубочной системы Ulma, а еще хуже показатели демонстрирует именно наиболее распространённая и предусмотренная действующими в Украине нормативами опалубка фирмы Doka. Разница в удельной себестоимости составляет до 259 грн. / м³ железобетона (7 %) при покупке необходимого комплекта опалубки и до 532 грн. / м³ (13,5 %) на условиях ее аренды. Еще большие колебания наблюдаются в показателях удельной трудоемкости железобетонных работ: от 0,2 чел. – час / м³ для самого высокого объекта-представителя (всего 1,44 %) до 4,63 чел. – чел. / м³ (31,4 %). Удельные затраты на опалубку всегда оказывались большими, чем затраты на эксплуатацию машин и выплат по заработной плате, иногда даже вместе взятые, и достигают до 21% общей себестоимости. Причем, расходы на арендованную опалубку в среднем в два раза больше, чем на купленную или взятую в лизинг [2]. Имея такие результаты, можно видеть существенные резервы экономии трудозатрат и себестоимости при обоснованном принятии решений по использованию рациональных систем опалубки и условий их приобретения.

Но и сегодня требуется взвешенный подход к определению области рационального применения сборного и монолитного железобетона. В связи с этим в последние годы в строительстве распространение получают и компромиссные сборно-монолитные конструкции зданий. При таком принципиальном переходе от сборного или монолитного варианта к сборно-монолитной системе возможна реализация и неразрезной конструктивной схемы с вытекающими отсюда улучшенными технико-экономическими показателями проекта. Как очевидное преимущество при этом – увеличение перекрываемых пролетов традиционными сборными многопустотными плитами перекрытий.

Прототипом для развития такого перспективного направления сборно-монолитного строительства стала конструктивная система «Сочи», получившая дальнейшее развитие в уже достаточно распространенной и в Российской Федерации системе АРКОС БелНИИС [3]. Развивая эту конструктивную систему, в ПГАСА ее несколько усовершенствовали в плане конструкции и технологии устройства монолитных уширенных ригелей, реализовав затем ее и с нашим участием при строительстве торгово-выставочного центра Мириада в Днепропетровске.

Параллельно в Российской Федерации развиваются и другие направления сборно-монолитного многоэтажного каркасного строительства гражданских зданий. К таким перспективным и уже частично используемым конструктивным системам следует отнести рамную систему КУБ-1, затем получившей развитие в системе КУБ-2,5. ЦНИИЭПЖилища в своих работах предлагает модернизацию зарубежной технологии безопалубочного формования многопустотных железобетонных плит перекрытий с созданием в них локальных продольных зон усиления для возможности увеличения перекрываемых пролетов высотных каркасно-панельных домов [4].

Несомненно, инновационной следует признать и разработанную проектно-строительной фирмой ООО «ВИАКОН. ПРО» из Екатеринбурга универсальную сборно-монолитную систему с оригинальной конструкцией сборного ригеля лотковой формы из железобетона. После монтажа самого ригеля, пустотных плит перекрытия на его вертикальные стенки в образованную полость устанавливается арматурный каркас и укладывается бетонная смесь. Таким образом получают усиленный монолитный железобетонный пояс в уровне перекрытия каждого этажа, что крайне важно для сейсмически опасных районов страны, к которым относится и Республика Крым. Подобную сборно-монолитную строительную систему разрабатывают также специалисты Юго-Западного государственного университета совместно с Орловским академцентром РААСН [5], а также Казанского государственного архитектурно-строительного университета. Там уже выполнены испытания натурального фрагмента разработанной ими системы «Казань XXIв» с опиранием плиты всего на 40 мм вплоть до его разрушения, произошедшем не на опоре, а в пролете многопустотной сборной железобетонной плиты раздроблением бетона ее сжатой зоны [6]. Проведенные в Томском государственном архитектурно-строительном университете (ТГАСУ) экспериментальные работы подтверждают целесообразность работы плит перекрытия с учетом распорных усилий [7].

Однако представленные, безусловно, перспективные разработки не предусматривают использование предварительного напряжения каркаса, и если теоретически существует возможность использовать сборные предварительно напряженные плиты перекрытий, то при монтаже плит по известным методам обратный их выгиб, полученный еще в результате заводского изготовления и монтажа

(рис. 1), будет потерян полностью или частично. А это может стать одним из направлений сокращения нерационального использования ресурсов строительного производства.



Рисунок 1 – Обратный выгиб предварительно напряженной пустотной плиты в процессе ее монтажа траверсой с клещевыми захватами.

Цель нашей статьи – ресурсосберегающее развитие технологий сборно-монолитного домостроения путем сохранения обратного выгиба многопустотных плит до набора прочности бетона сборно-монолитного каркаса.

ЗАДАЧА

Разработка способа монтажа сборно-монолитного каркаса многоэтажного здания, в котором упрощается способ получения и сохранения предварительного напряжения в каркасе за счет относительно новой схемы временного закрепления и выверки сборных плит перекрытия.

МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Отличительными признаками предложенного способа является новая операция по монтажу временных пространственных опор с винтовыми домкратами в центральной части пролетов будущих перекрытий, на которые и монтируют плиты таким образом, чтобы эти плиты не опирались на вертикальные несущие конструкции, а были несколько приподняты над ними, образуя зазор, заполняемый бетоном (рис. 2, 3).

Наличие такого зазора в процессе монтажа обеспечивает консольное опирание предварительно напряженных многопустотных плит не на вертикальные несущие конструкции, а на пространственные временные опоры, сохраняя таким образом показанный на рис. 1 обратный выгиб плит, полученный еще в процессе их изготовления и монтажа. Таким образом, предложенный способ возведения сборного многоэтажного железобетонного каркаса здания с предварительным напряжением позволяет сохранить ранее созданное при изготовлении и монтаже многопустотных плит перекрытия их предварительное напряжение, а значит, появляется возможность увеличения полезных нагрузок на перекрытия или увеличения их пролетов с соблюдением допустимых прогибов, что и обеспечивает общественно необходимый ресурсосберегающий эффект.

ВЫВОДЫ

В результате ретроспективного анализа последних теоретико-экспериментальных разработок белорусских, украинских и российских специалистов обосновано дальнейшее развитие технологии сборно-монолитного домостроения с многопустотными перекрытиями и жесткими монолитными узлами их опирания на вертикальные конструкции. В выбранном направлении предложена усовершенствованная технология с использованием временных инвентарных пространственных опор по середине устраиваемого пролета. Дальнейшее развитие предложенного решения предполагает конструктивные, технологические и технико-экономические обоснования для определения рациональной области использования данной технологии и её эффективности.

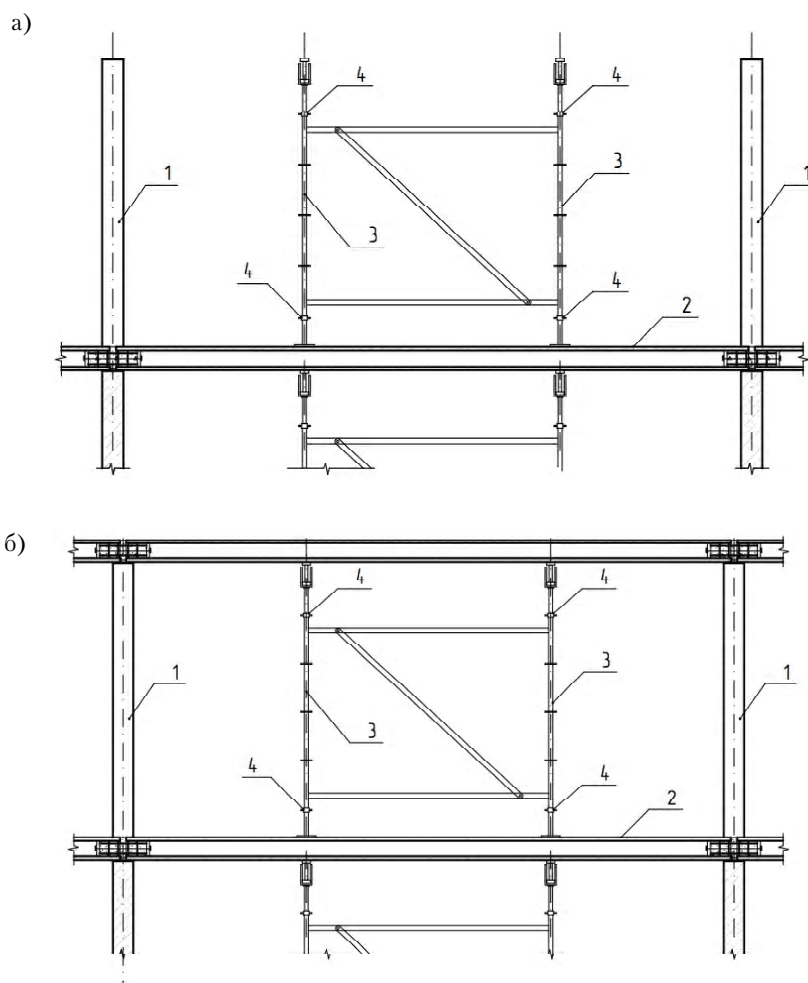


Рисунок 2 – Установка сборных железобетонных плит перекрытия: а) предварительная установка временных пространственных опор; б) установка плит перекрытия на опоры: 1 – вертикальные несущие конструкции; 2 – сборные железобетонные плиты перекрытия; 3 – временная пространственная опора; 4 – винтовые домкраты.

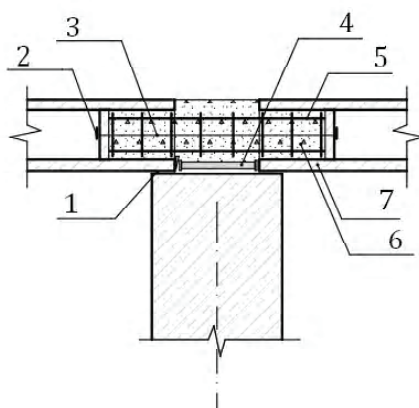


Рисунок 3 – Узел опирания плит перекрытия на вертикальные несущие конструкции: 1 – зазор; 2 – ограничители; 3 – стяжка; 4 – распорка; 5 – арматурный каркас; 6 – замоноличенный стык; 7 – многоячеечная плита перекрытия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фокина, З. Т. Синергетические сценарии социально-экономического развития России. Управление строительством [Текст] / З. Т. Фокина // Вестник МГСУ. – 2015. – № 5. – С. 122–132.

2. Шаленный, В. Т. Технологичность разборно-переставных опалубочных систем [Текст] / В. Шаленный, О. Капшук. – Saazbrucken, Germany : LAP LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 208 с. – ISBN 978-3-659-75760-0.
3. Типовые строительные конструкции, изделия и узлы [Текст]. Серия Б1.020.1-7. Сборно-монолитная каркасная система МВБ-01 с плоскими перекрытиями для зданий различного назначения / БелНИИС. – Мн. : Минск-типпроект, 1999. – 103 с.
4. Николаев, С. В. Панельные и каркасные здания нового поколения [Текст] / С. В. Николаев // Жилищное строительство. – 2013. – № 8. – С. 2–10.
5. Бухтиярова, А. С. Исследования живучести жилых и общественных зданий с новой конструктивной системой из промышленных панельно-рамных элементов [Текст] / А. С. Бухтиярова, В. И. Колчунов, Д. А. Рыпаков, С. А. Филатова // Строительство и реконструкция. – Орел : ФГБОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2014. – № 6(56). – С. 18–24.
6. Фардиев, Р. Ф. Исследования несущей способности пустотных плит перекрытия при сниженной величине опирания на ригели [Текст] / Р. Ф. Фардиев, А. Х. Ашрапов, А. И. Мустафин // Известия Казанского государственного архитектурно-строительного университета. – 2014. – № 4. – С. 172–177.
7. Кумпяк, О. Г. Экспериментальные исследования опертых по контуру железобетонных плит с распором [Текст] / О. Г. Кумпяк, З. Р. Галаяудинов // Вестник ТГАСУ. – 2015. – № 3. – С. 113–120.

Получено 09.10.2015

В. Т. ШАЛЕННИЙ, І. В. ГОЛОВЧЕНКО
УДОСКОНАЛЕННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ЗВЕДЕННЯ БАГАТОПОВЕРХОВОГО
ЗБІРНО-МОНОЛІТНОГО КАРКАСА З ПЕРЕКРИТТЯМИ ІЗ
БАГАТОПУСТОТНИХ ПЛИТ

Федеральний державний автономний освітній заклад вищої освіти «Кримський федеральний університет імені В. І. Вернадського», Академія будівництва та архітектури

У статті проаналізовано основні способи зведення збірно-монтажних багатоповерхових будівель із покриттями із багатопустотних плит, представлено їх переваги та недоліки. Показано, що ці розробки не передбачають використання попереднього напруження каркаса. Авторами запропонована технологія монтажу збірно-монолітного каркаса багатоповерхової будівлі, за якої спрощується спосіб отримання та збереження попереднього напруження в каркасі.

збірно-монолітне домобудування, тимчасові просторові опори, попередньо напружені багатопустотні плити, зворотній вигин плит

VASILY SHALENNIJ, IGOR GOLOVCHENKO
IMPROVING CONSTRUCTION TECHNOLOGY OF HIGH-RISE PRECAST-
MONOLITHIC FRAME WITH HOLLOW-CORE SLABS
Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky, the Academy of Civil Engineering and Architecture

The article analyzes the main methods of construction of precast-monolithic high-rise buildings with floors of hollow-core slabs, presented their advantages and disadvantages. It is shown that the existing designs do not include the development of the use of prestressing frame. The authors proposed a technology for the construction of precast-monolithic frame multi-storey building, which simplifies the process for the acquiring and preservation of pre-stress in the frame.

precast-monolithic housing construction, temporary spatial support, prestressed hollow-core slabs, reverse bend of a slab

Шаленний Василь Тимофійович – доктор технічних наук, професор кафедри технології, організації і управління будівництвом Кримського федерального університету імені В. І. Вернадського, Академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: технологія і організація будівництва, та реконструкції цивільних будинків, ресурсозбереження при проектуванні будівельно-технологічних процесів.

Головченко Ігор Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології, організації і управління будівництвом Кримського федерального університету імені В. І. Вернадського, Академії будівництва та архітектури. Наукові інтереси: технологія і організація будівництва, ресурсозбереження при проектуванні будівельно-технологічних процесів, виробництво бетонних робіт в екстремальних умовах.

Шаленный Василий Тимофеевич – доктор технических наук, профессор кафедры технологии, организации и управления строительством Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского, Академии строительства и архитектуры. Действующий член Академии строительства Украины. Научные интересы: технология и организация строительства и реконструкции гражданских зданий, ресурсосбережение при проектировании строительного-технологических процессов.

Головченко Игорь Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии, организации и управления строительством Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского, Академии строительства и архитектуры. Научные интересы: технология и организация строительства, ресурсосбережение при проектировании строительного-технологических процессов, производство бетонных работ в экстремальных условиях.

Shalenny Vasily – D.Sc. In Engineering, Professor, Technology, Organization and Management of the Construction Department, V. I. Vernadsky Crimean Federal University, the Academy of Civil Engineering and Architecture. Active member of the Academy of Construction of Ukraine. Scientific interests: technology and organization of construction and reconstruction of the main civic buildings, resource when designing construction processes.

Golovchenko Igor – Ph.D., Associate Professor, Technology, Organization and Management of the Construction Department, V. I. Vernadsky Crimean Federal University, the Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technology and organization of construction, resource when designing construction processes, the production of concrete work in extreme conditions.

УДК 624.074.2

Д. В. БЕЛОВ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

АРОЧНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КУПОЛОВ

В данной статье предложена новая купольная опалубочная система, которая позволяет решить некоторые технические трудности при возведении монолитных железобетонных куполов, показано устройство опалубочной системы и принцип её работы на различных стадиях возведения купола. Приводится детальное описание выполнения работ с помощью предложенной опалубки. Подробно освещены технология выполнения работ и преимущества нового технологического решения возведения монолитного железобетонного купола.

круговое армирование, монолитный купол, бетонирование, торкретирование, оболочка купола

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 %. Самая устойчивая геометрическая форма – купол, половина сферы. Основание купола опирается по всему контуру, что придает особую устойчивость структуры. Оболочка купола преимущественно работает на сжатие, что делает бетон идеальным материалом для данной конструкции [1].

Однако при большой экономии материалов и резком снижении веса, по сравнению с обычными массивными конструкциями, тонкостенные пространственные конструкции пока еще не дают соответствующего снижения стоимости. Причина – в трудоемкости их возведения, в необходимости устройства значительного объема подмостей, лесов и поддерживающих конструкций. Относительно сложной задачей является и бетонирование купольных конструкций, что вызвано их геометрическими особенностями [2].

Поэтому **целью** статьи является предложение усовершенствованных организационно-технологических решений сооружения монолитных железобетонных куполов за счет применения принципиально новой арочной опалубочной системы.

Порядок работы опалубочной системы

При возведении монолитного железобетонного купола вокруг опалубки 1 монтируются роликовые пути 8 (рис. 1), на которые устанавливается несущая арка 2 с опорными роликами 4, что позволяет ей вращаться вокруг собственной оси. На внутренней стороне несущей арки 2 закреплена направляющая 3, которая повторяет геометрическое очертание опалубки возводимого купола 1. Направляющая 3 после включения механизма подъема 9 позволяет перемещаться по высоте опалубки купола 1 торкрет-установке 6 и арматурной бухте 5, которые установлены в нижних частях несущей арки 2.

Начало бухты арматуры 5 закрепляется к опалубке 1 на некотором расстоянии от нее для обеспечения защитного слоя арматуры, который образуется за счет установки пластиковых фиксаторов «звездочка» на арматурный стержень диаметром 6-8 мм.

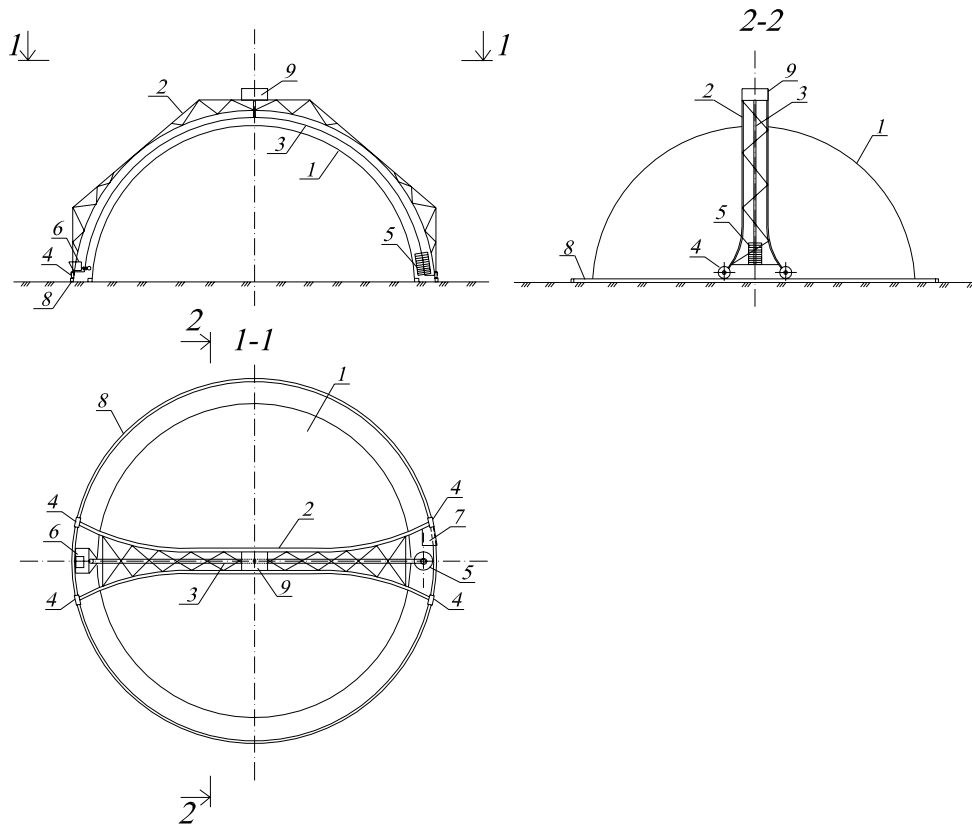


Рисунок 1 – Монтаж арочной опалубочной системы: 1 – опалубка купола; 2 – несущая арка; 3 – направляющая; 4 – ролики; 5 – арматурная бухта; 6 – торкрет-установка; 7 – механизм вращения несущей арки; 8 – роликовые пути; 9 – механизм подъема.

Работа опалубочной системы начинается с включения механизма вращения несущей арки 7 (рис. 2). Арка 2, находящаяся на роликовых путях 8, начинает совершать плавное вращение вокруг собственной оси (1 м пог. за 3 мин.). При этом происходит разматывание арматуры из бухты 5, закрепленной на направляющей 3. Арматура 10 спирально навивается на опалубку 1 шагом 150–200 мм, что достигается за счет постепенного подъема арматурной бухты 5 по направляющей 3 при включении механизма подъема 9 [4].

Арка 2, совершив 8–10 оборотов, образует в нижней части купола круговой заармированный участок высотой 0,8–1,0 м.

После этого торкрет-установка 6 начинает наносить первый слой торкрет-бетона 11 на опалубку 1. Высота яруса бетонирования соответственно 0,8–1,0 м. Торкрет-установка перемещается по направляющей 3 за счет работы механизма подъема 9 (рис. 3). Одновременно с работой торкрет-установки 6 продолжается навивка арматуры 10 из бухты 5. Скорости армирования и бетонирования не одинаковы, и после бетонирования первого яруса купола торкрет-установка прекращает свою работу. Арка 2 продолжает вращение, производя только армирование. После армирования второго яруса высотой 0,8–1,0 м торкрет-установка 6 снова начинает работать. Таким образом, цикл повторяется несколько раз в зависимости от геометрических характеристик возводимого купола.

На наклонном участке опалубки 1 в верхней части сооружаемого купола, где угол α между касательной, проведенной к оболочке купола, и нижним опорным кольцом составляет менее 45°, армирование способом навивки прекращается. Верхнее крайнее положение навитой арматуры ограничивают упоры 12, установленные на опалубке 1. Торкрет-установка продолжает работу, бетонируя последний наклонный ярус (рис. 4).

Верхний потолочный участок купола армируется сетками 13 с несущей арки 2 (рис. 5). Устраивается опалубка верхнего опорного кольца, если верхний проем в куполе предусмотрен проектом [5].

Несущая арка 2 снова совершает вращение, а торкрет-установка 6 завершает бетонирование потолочного участка оболочки купола (рис. 6).

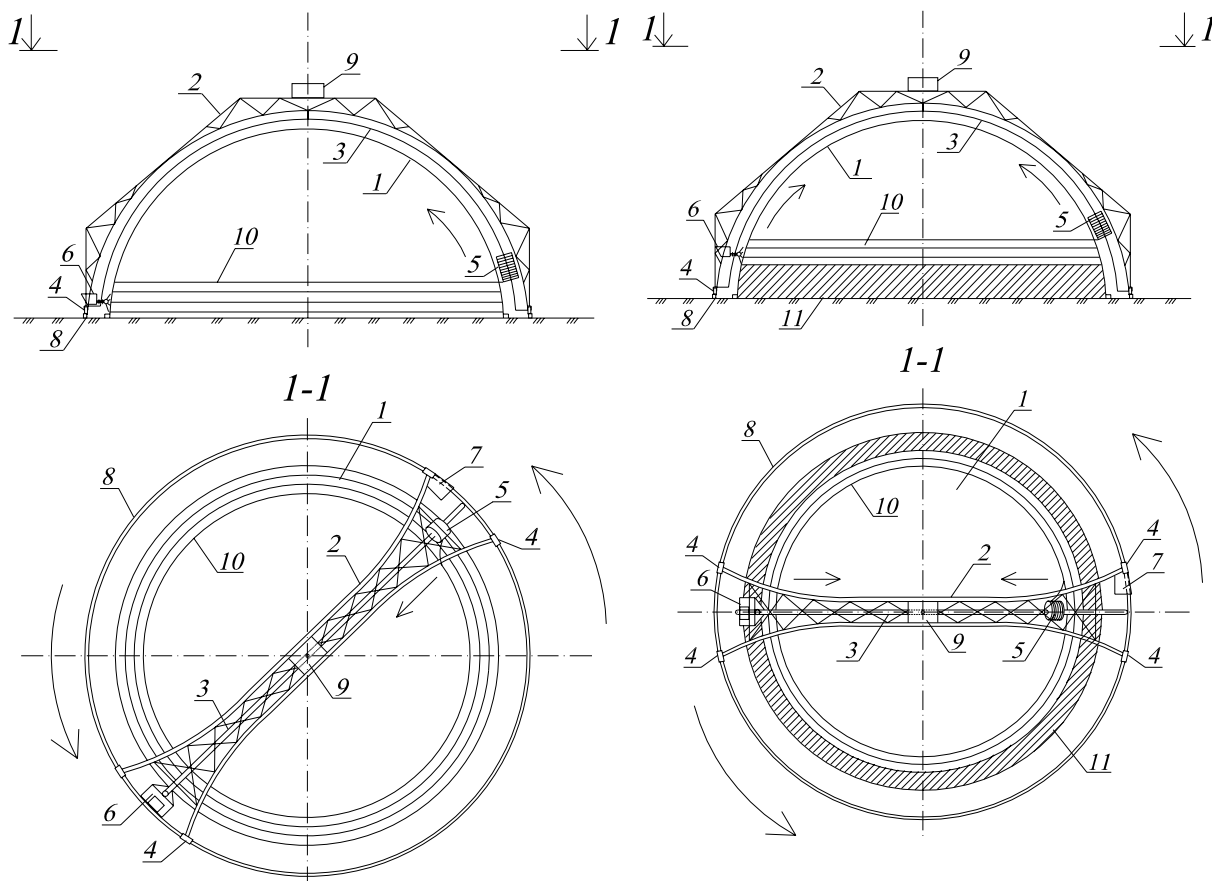


Рисунок 2 – Армирование первого яруса оболочки купола:
 1 – опалубка купола; 2 – несущая арка; 3 – направляющая; 4 – ролики; 5 – арматурная бухта; 6 – торкрет-установка; 7 – механизм вращения несущей арки; 8 – роликовые пути; 9 – механизм подъема; 10 – навитая арматура.

Рисунок 3 – Армирование второго яруса, окончание бетонирования первого яруса оболочки купола:
 1 – опалубка купола; 2 – несущая арка; 3 – направляющая; 4 – ролики; 5 – арматурная бухта; 6 – торкрет-установка; 7 – механизм вращения несущей арки; 8 – роликовые пути; 9 – механизм подъема; 10 – навитая арматура; 11 – бетон оболочки купола.

Если проектом предусмотрена толщина оболочки купола более 50...80 мм, то через четыре часа производится нанесение второго слоя бетона на оболочку купола. Повторная навивка арматуры выполняется при необходимости двойного армирования оболочки купола.

Демонтаж внешних элементов арочной опалубочной системы осуществляется после окончания торкретирования. Палуба опалубки 1 демонтируется изнутри после набора бетоном необходимой распалубочной прочности или остается в конструкции при использовании несъемной опалубки.

Демонтаж несущей арки 2 опалубочной системы выполняется методом поворота вокруг шарнира (рис. 7). Два симметричных крайних ролика 4 фиксируются к роликовым путям 8 фиксаторами 14, что не допускает кругового движения арки. Поворот арки вокруг шарнира осуществляется монтажным краном либо с помощью тяговых лебедок.

В горизонтальном положении арка 2 разбирается на отправочные элементы.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Способ возведения монолитных куполов любого очертания на сплошных лесах и подмостях, повторяющих геометрию купола, сложен и требует больших трудозатрат [3]. Возведение куполов с помощью предложенной опалубочной системы дает возможность снизить трудоемкость вспомогательных работ по устройству и перестановке подмостей.

Армирование и бетонирование оболочки купола способом кругового вращения системы позволяет сократить объем высотных работ в сравнении с традиционными жесткими купольными опалубочными системами.

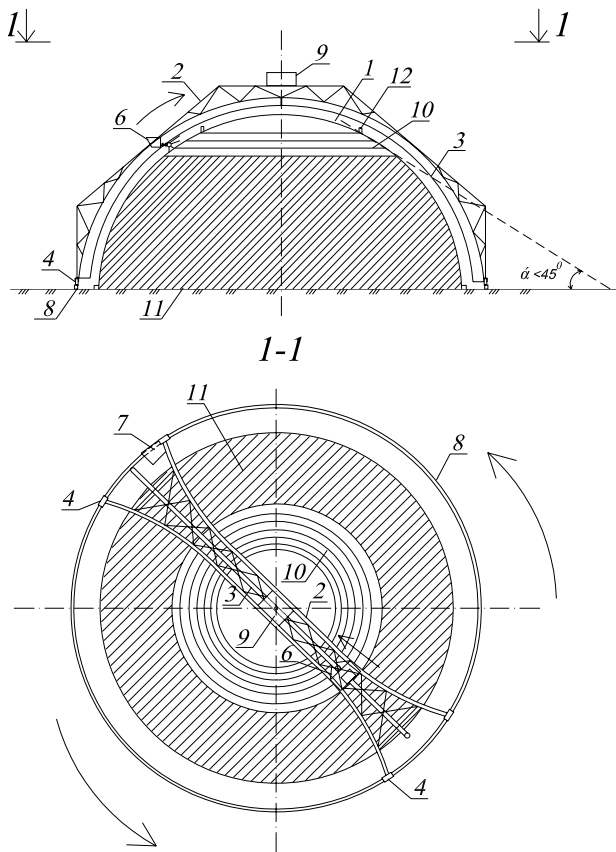


Рисунок 4 – Бетонирование наклонного участка оболочки купола: 1 – опалубка купола; 2 – несущая арка; 3 – направляющая; 4 – ролики; 5 – арматурная бухта; 6 – торкрет-установка; 7 – механизм вращения несущей арки; 8 – роликовые пути; 9 – механизм подъема; 10 – навитая арматура; 11 – бетон оболочки купола; 12 – упоры.

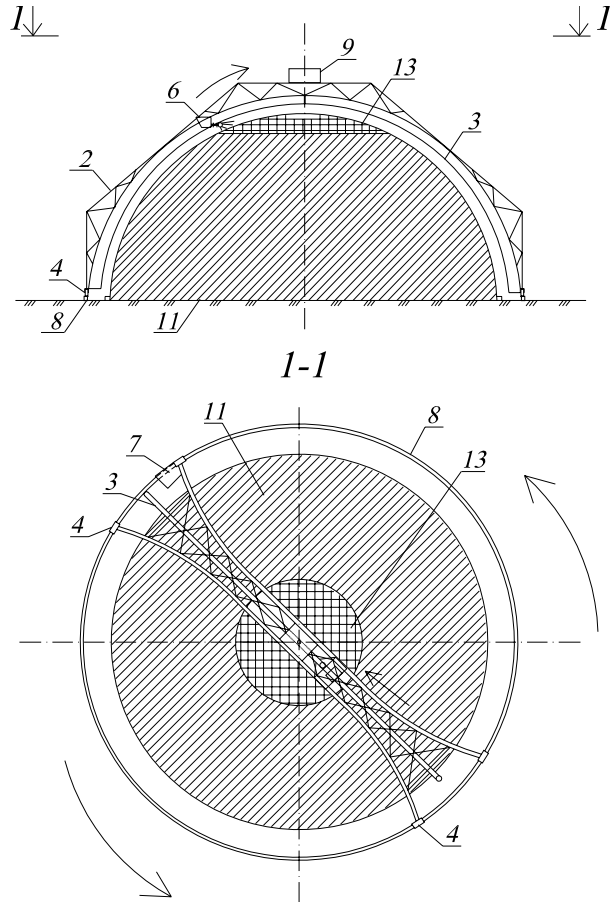


Рисунок 5 – Армирование потолочной части купола: 1 – опалубка купола; 2 – несущая арка; 3 – направляющая; 4 – ролики; 5 – арматурная бухта; 6 – торкрет-установка; 7 – механизм вращения несущей арки; 8 – роликовые пути; 9 – механизм подъема; 10 – навитая арматура; 11 – бетон оболочки купола; 12 – упоры; 13 – арматурная сетка.

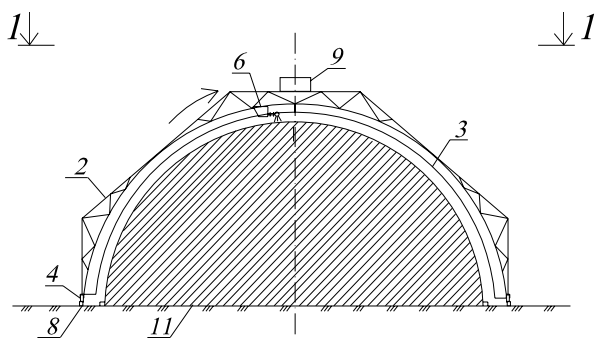


Рисунок 6 – Бетонирование потолочной части купола: 1 – опалубка купола; 2 – несущая арка; 3 – направляющая; 4 – ролики; 5 – арматурная бухта; 6 – торкрет-установка; 7 – механизм вращения несущей арки; 8 – роликовые пути; 9 – механизм подъема; 10 – навитая арматура; 11 – бетон оболочки купола.

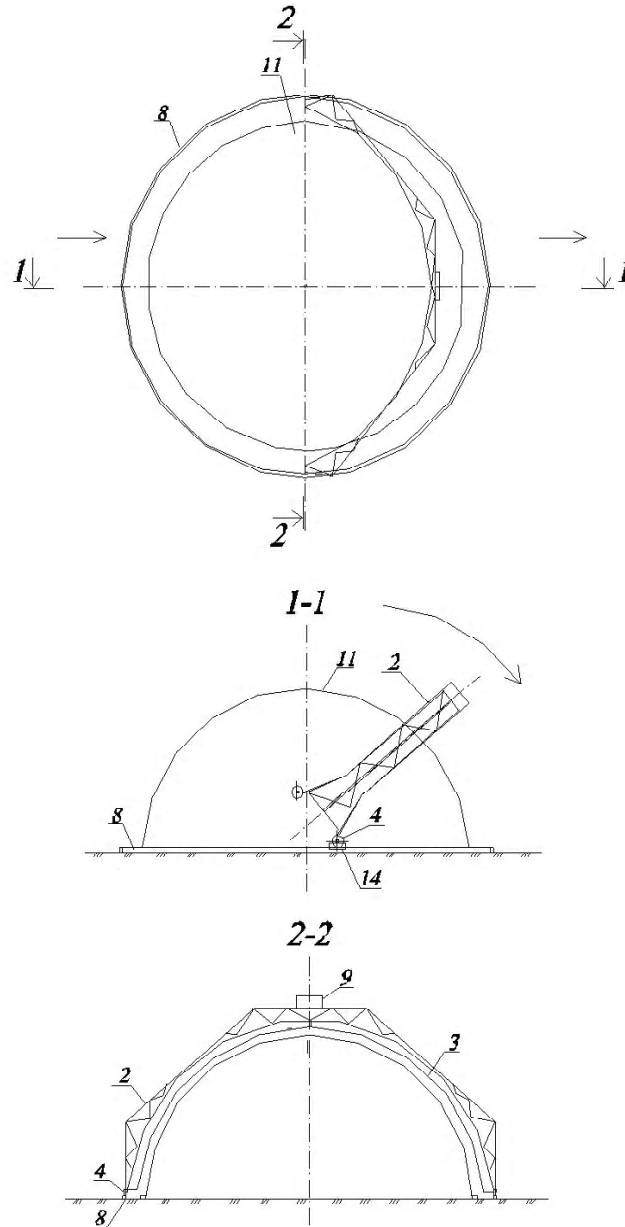


Рисунок 7 – Демонтаж купольной арочной системы: 2 – несущая арка; 4 – ролики; 8 – роликовые пути; 9 – механизм подъема; 11 – бетон оболочки купола; 14 – фиксатор ролика.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Липницкий, М. Е. Купольные покрытия для строительства в условиях сурового климата [Текст] / М. Е. Липницкий. – Л. : Стройиздт, 1987. – 196 с.
2. Тур, В. И. Купольные конструкции: формообразование, расчет, конструирование, повышение эффективности [Текст] / В. И. Тур. – М. : АСВ, 2004. – 96 с.
3. Зверев, А. Н. Большенролетные конструкции покрытий общественных и промышленных зданий [Текст] / А. Н. Зверев. – Л. : Санкт-петербургский государственный архитектурно-строительный университет, 1998. – 142 с.
4. Пат. 48589 Україна, МПК E04G 11/04. Опалубка для зведення великопротітних куполів [Текст] / Белов Д. В., Югов А. М.; заявник і патентовласник Белов Д. В., Югов А. М. – № 200909928; заявл. 29.09.2009; опубл. 02.02.2010, Бюл. № 6. – 6 с.
5. Пат. 69212 Україна, МПК E04G 11/04. Опалубка для зведення куполів [Текст] / Белов Д. В., Югов А. М.; заявник і патентовласник Белов Д. В., Югов А. М. – № 201111228; заявл. 21.09.2011; опубл. 25.04.2012, Бюл. № 8. – 7 с.

Получено 01.09.2015

Д. В. БЕЛОВ

АРЧНА СИСТЕМА ДЛЯ ЗВЕДЕННЯ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КУПОЛІВ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У даній статті запропоновано нову купольну опалубку систему, яка дозволяє вирішити деякі технічні труднощі при зведенні монолітних залізобетонних куполів, показано будову опалубної системи і принцип її роботи на різних стадіях зведення купола. Надається детальний опис виконання робіт і переваги нового технологічного рішення зведення монолітного залізобетонного купола.

кругове армування, монолітний купол, бетонування, торкретування, оболонка купола

DENIS BELOV

ARCH SYSTEM FOR ERECTION OF MONOLITHIC FERRO-CONCRETE DOMES

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

In the given article the system, which allows to solve some technical difficulties at erection of monolithic ferro-concrete domes has been suggested, the device timbering systems and a principle of its work at various stages of erection of a dome have been shown. The detailed description of performance of works by means of the offered timbering has been resulted. The technology of performance of works and advantage of the new technological decision of erection of a monolithic ferro-concrete dome have been covered in details

circular reinforcing, monolithic dome, concreting, concreting, a dome cover

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

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

Belov Denis – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technological processes at erection of monolithic constructions.

УДК 693.54:658.516.3

В. В. ТАРАН, А. Ф. ИЛЬЧЕВ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА И ГРАФИКА РАБОЧИХ ОПЕРАЦИЙ ПРИ МОНТАЖЕ КРУПНОЩИТОВОЙ ОПАЛУБКИ

В статье изложен перечень рабочих операций установки крупнощитовой разборно-переставной опалубки. Представлен оптимальный состав исполнителей работ и нормокомплект инструментов и инвентаря. Описана последовательность выполнения работ и приведен график рабочих операций процесса монтажа крупнощитовой опалубки. Представлены отдельные требования по технике безопасности в соответствии с действующей нормативной документацией.

крупнощитовая опалубка, технологический процесс, рабочая операция, график операций, техника безопасности

В современном домостроении из монолитного железобетона применяется в основном крупнощитовая разборно-переставная опалубка.

В технологическом процессе установки щитов такой опалубки на рабочем горизонте, например при возведении внутренних стен, когда устанавливается арматурный каркас, выполняются следующие рабочие операции:

- очистка основания, разметка и нанесение несмываемой краской на монтажном (рабочем) горизонте установочных рисок, определяющих положение каждого щита в продольном и поперечном направлениях относительно геодезических осей возводимой конструкции;
- установка и закрепление на арматурном каркасе распорок по толщине стены и шайб-фиксаторов для образования защитного слоя;
- подъем, подача и прием щита опалубки;
- наведение и установка щита по установочным рискам;
- оснащение щита навесными подмостями, лестницами, раскосами и упорами;
- временное закрепление щита в вертикальном положении при помощи раскосов и упоров;
- установка анкерных связей с противоположными щитами опалубки;
- расстроповка установленного щита;
- рихтовка положения щита в плане;
- выверка вертикальности щита;
- окончательное закрепление щита и соединение его с ранее установленным смежным щитом.

Исполнители работ:

- слесарь строительный 5 разряда (С1);
- слесарь строительный 3 разряда (С2).

Такелажные работы, очистку и сборку щитов на приобъектном стенде выполняет отдельное звено рабочих. Подача щитов опалубки выполняется башенным краном.

Инструмент, приспособления, инвентарь:

- строп двухветвевой 2СК-5, г/п 5 т;
- захваты для щитов опалубки г/п 1,5 т (2 шт.);
- отвес ОТ-200;
- рулетка стальная РС-20;
- метр стальной складной;
- лом монтажный типа ЛМА (2 шт.);

- молоток слесарный массой 1 кг;
- кувалда массой 3 кг;
- ключи гаечные;
- ящик для крепежных деталей;
- ящик инструментальный трехсекционный;
- площадка передвижная;
- средства индивидуальной защиты работающих.

До начала работ выполняются следующие рабочие операции:

- на приобъектном стенде выполняется сборка и смазка антиадгезионным составом укрупненного щита опалубки, собранного из отдельных модульных щитов;
- проверка правильности установки арматурного каркаса и противоположного щита опалубки;
- подготовка к работе и проверка такелажной оснастки приспособлений и инструментов.

После каждых 10...12 оборотов опалубки инструментально контролируются геометрические размеры щитов и выявляется деформация их элементов.

На приобъектном стенде отдельное звено рабочих выполняет разгрузку, сортировку, сборку укрупнительных щитов опалубки и смазку лицевой поверхности их антиадгезионным раствором с помощью распылителя.

На монтажном горизонте звено строительных слесарей выполняет рабочие операции в последовательности, приведенной в «Графике выполнения рабочих операций при монтаже одного щита опалубки» (таблица).

Щит опалубки с помощью стропа и захватов подается башенным краном к месту установки, где слесари С1 и С2 производят прием и наводку щита по установочным рискам на перекрытии.

До подачи на монтажный горизонт щит опалубки оснащается навесными подмостями, лестницами, раскосами и упорами. После выполнения операций по временному закреплению щита раскосами и упорами на установочных рисках на перекрытии выполняется его расстроповка. Слесарь С1 поднимается на навесные подмости и производит расстроповку щита, а затем вместе со слесарем С2 путем регулировки длины раскосов и упоров выполняется рихтовка щита. Щит рихтуют по рискам, устанавливают анкерные связи и окончательно закрепляют его в вертикальном положении. Соединение монтируемого щита со смежными производится слесарями С1 и С2.

Подготовка к монтажу очередного щита производится совмещенно во времени с выполнением монтажных операций на рабочем (монтажном) горизонте.

Монтаж щитов опалубки следует выполнять с соблюдением требований по технике безопасности.

Для установки и удержания щитов вертикальной опалубки необходимо применять раскосы, предусмотренные инструкцией по эксплуатации опалубки. Запрещается использовать раскосы, не предусмотренные инструкцией или указаниями в ППР, а также поддерживающие стойки, используемые для горизонтальной опалубки.

Для защиты рабочих, выполняющих работы на выносных и подвесных подмостях от падающих сверху предметов, по внешнему периметру подъемно-переставная крупнощитовая опалубка оборудуется козырьками, шириной не менее ширины подмостей.

Опалубка внешних железобетонных стен, колонн, ригелей, пилонов должна устанавливаться на специальных навесных площадках или подмостях, которые крепятся к конструкциям предыдущего этажа и способным выдержать нагрузки, которые при этом возникают.

Вертикальная опалубка должна быть оборудована жестко закрепленными площадками, огражденными с трех сторон, для нахождения на них бетонщиков и лестниц для подъема работников. Применение сборных навесных площадок запрещается.

Демонтаж системной опалубки необходимо выполнять после обеспечения надежной устойчивости элементов опалубки для предотвращения их падения во время демонтажа.

После разборки системной опалубки поврежденные элементы опалубки необходимо изъять из дальнейшей эксплуатации.

После демонтажа опалубки должны быть установлены защитные ограждения по периметру этажа, а также ограждения отверстий в перекрытиях или настилы на них, которые сохраняются до устройства постоянных ограждений в соответствии с технической документацией. Отверстия для шахт лифтов, лестничных клеток должны быть закрыты щитами, расчет и конструкция которых определяются в ППР.

Таблица – График выполнения рабочих операций при монтаже одного щита опалубки

Рабочие операции	Продолжительность выполнения, мин.														Продолжительность рабочей операции, мин.	Затраты труда чел.-мин.	
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70			75
1. Подготовка основания, разметка и нанесение установочных рисок для щита	█															5	10
2. Установка и закрепление на арматурном каркасе распорок и шайб – фиксаторов		█														5	10
3. Подъем, подача и прием укрупненного щита на рабочем горизонте			█													5	10
4. Наведение и установка щита по установочным рискам				█												5	10
5. Оснащение щита навесными подмостями, лестницами, раскосами и упорами					█	█										10	20
6. Временное закрепление щита в вертикальном положении при помощи раскосов и упоров							█	█								10	20
7. Установка анкерных связей противоположных щитов опалубки									█							5	10
8. Расстроповка установленного щита и рихтовка щита в плане										█						5	10
9. Выверка вертикальности щита											█					5	10
10. Окончательное закрепление щита и соединение его с ранее установленным (смежным) щитом												█	█			10	20
11. Итого на один щит опалубки (4,0×2,7) площадью 10,8 м ²																65	130

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технологія будівельного виробництва [Текст] ; підручник для студ. будівельних спец. вищ. навч. закл. / В. К. Черненко, М. Г. Ярмоленко [та ін.] ; За ред. В. К. Черненка та М. Г. Ярмоленка. – К. : Вища школа, 2002. – 431 с.
2. Теличенко, В. И. Технология возведения зданий и сооружений [Текст] : Учебник для ВУЗов / В. И. Теличенко, А. А. Лapidус, О. М. Терентьев [и др.]. – М. : Высшая школа, 2006. – 320 с.
3. Методическое пособие к разработке технологической карты на возведение монолитных железобетонных каркасов многоэтажных зданий типов «монолит-кирпич» и «монолит-панель» в дипломных и курсовых проектах по дисциплине ТВЗиС [Текст] / Составители: А. М. Югов, А. Ф. Ильичев, В. В. Таран. – Макеевка : ДонНАСА, 2013. – 60 с.
4. ДБН А.3.2-2-2009. Державні будівельні норми України. Охорона праці і промислова безпека у будівництві [Текст]. Основні положення. – Уведено вперше зі скасуванням в Україні СНиП Ш-4-80* «Техника безопасности в строительстве» ; чинні від 2012-04-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. – 116 с.
5. ДБН А.3.1-5-2009. Державні будівельні норми України. Організація будівельного виробництва [Текст]. – На заміну ДБН А.3.1-5-96 «Організація будівельного виробництва» ; чинні з 2012-01-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 61 с.

Получено 02.09.2015

В. В. ТАРАН, А. Ф. ІЛЬЧЕВ
ОПТИМІЗАЦІЯ СКЛАДУ І ГРАФІКА РОБОЧИХ ОПЕРАЦІЙ ПРИ МОНТАЖІ
ВЕЛИКОЩИТОВОЇ ОПАЛУБКИ
 Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Стаття містить перелік робочих операцій щодо встановлення великощитової розбірно-переставної опалубки. Наведено оптимальний склад виконавців робіт та нормо комплект інструментів і інвентаря.

Описано послідовність виконання робіт і наведено графік робочих операцій процесу монтажу великощитової опалубки. Наведені окремі вимоги щодо техніки безпеки відповідно до чинної нормативної документації.

великощитова опалубка, технологічний процес, робоча операція, графік операцій, техніка безпеки

VALENTINA TARAN, ANATOLIY IL'YICHEV
OPTIMIZATION OF COMPOSITION AND GRAPHICS BUSINESS OPERATIONS
WHEN MOUNTING LARGE-AREA FORMWORK
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

In the article list of set operations of large-panel demountable climbing formwork has been given. The optimum composition of the artist's works and standard set of tools and equipment has been represented. The sequence of performance of works has been analyzed and business chart of work operations of large-area formwork installation process has been given. The individual safety requirements in accordance with the applicable normative documentation have been represented.

formwork portfolio, technological process, the working operation, business chart of operations, safety norms

Таран Валентина Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: підвищення ефективності конструктивно-технологічних рішень при зведенні монолітних каркасних цивільних будівель, шляхом зменшення енергомісткості, трудомісткості, матеріаломісткості і вартості будівельної продукції.

Ильичев Анатолий Федорович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: розробка енергозберігаючих технологій в цивільному будівництві, удосконалення технології і організації будівельного виробництва на основі прогресивних будівельних матеріалів та конструкцій.

Таран Валентина Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: повышение эффективности конструктивно-технологических решений при возведении монолитных каркасных гражданских зданий, путем снижения энергоемкости, материалоемкости, трудоемкости и стоимости строительной продукции.

Ильичев Анатолий Федорович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: разработка энергосберегающих технологий в гражданском строительстве, совершенствование технологии и организации строительного производства на основе прогрессивных строительных материалов и конструкций.

Taran Valentina – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improving the effectiveness of the constructive-technological solutions at erection of monolithic wireframe civil buildings, reducing energy consumption, material, labor and cost of construction products.

Il'yichev Anatoliy – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Science interests: development of energy saving methods in civil engineering, improvement of construction technology and organization on the basis of up-to-date building materials and structures.

УДК 69.032:725.4

Е. П. КАПУСТИНА, М. В. АННЕНКОВА

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ МЕТОДОВ УСИЛЕНИЯ СТЕН ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ СИЛОСНЫХ КОРПУСОВ КХЗ

В статье рассмотрены наиболее часто применяемые методы усиления стен круглых силосов при реконструкции силосных корпусов КХЗ, исследована их технологическая структура

реконструкция, железобетонные силосы, методы усиления, технологическая структура, состав работ

Железобетонные конструкции силосных корпусов коксохимических заводов в процессе длительной эксплуатации подвергаются различного рода внешним и внутренним воздействиям. Особенность данных сооружений заключается в том, что они являются высотными тяжело нагруженными объектами повышенного риска по отношению к окружающей среде. Наиболее ответственным элементом силоса являются стены. Это объясняется тем, что, помимо больших нагрузок, конструкции стен подвергаются абразивному износу при истечении сыпучего материала коррозионным разрушениям с внешней и внутренней стороны силоса (вследствие агрессивного воздействия атмосферы заводской территории, паровоздушной среды внутри емкости) и т. д.

При проектировании усиления стен железобетонных силосов необходимо, руководствуясь данными о техническом состоянии конструкции и конкретных условиях производства работ, из разнообразия возможных методов усиления выбрать наиболее рациональный.

Методы усиления в зависимости от места расположения дефектов и повреждений можно классифицировать на:

- усиление с внешней стороны конструкции;
- усиление с внутренней стороны конструкции.

На основании анализа организационно-технологической документации по реконструкции силосных корпусов были определены наиболее часто применяемые способы усиления железобетонных стен силосов с внешней стороны (с помощью метода Парето). На диаграмме видно, что около 58 % приходится на усиление путем наращивания железобетонного сечения (устройство железобетонных обойм с помощью опалубки и торкретированием).

Около 33 % приходится на усиление стен силосов стальными элементами. Усиление другими методами занимает 9 % из общего количества. К ним относятся усиление стекловолокном, устройство ребер жесткости, устройство стяжных болтов (для сборных железобетонных стен) и т. д.

В соответствии с диаграммой Парето, исследование методов наращивания железобетонного сечения, устройства металлических обойм, бандажей будет достаточным для отображения усиления стен силосов с внешней стороны при реконструкции силосных корпусов КХЗ, так как использование в практике данных методов в сумме составляет 79 %.

При усилении стен железобетонных силосов с внутренней стороны наиболее часто применяются следующие методы:

- усиление путем устройства железобетонных гильз;
- усиление путем устройства металлических гильз.

Рассмотрим данные методы усиления более подробно, разбив их на работы (операции), учитывая последовательность производства работ.

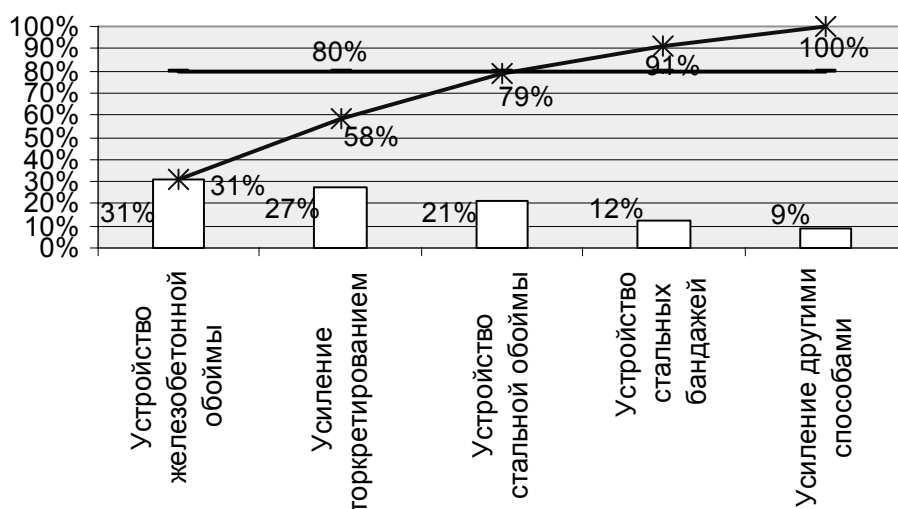


Диаграмма – Методы усиления внешней стороны стен железобетонных силосов, применяемые в практике.

Состав работ рассматриваемых методов усиления для наглядности сведен в таблицу. При проектировании реконструкции силосных корпусов также необходимо учитывать особенности ведения работ в условиях действующего промышленного производства, а именно: степень агрессивности окружающей среды (а также паровоздушной среды внутри сооружения), технологические режимы производства, движение заводского транспорта, степень стесненности строительной площадки и т. д.

Состав работ, представленный в таблице, определяет остоу технологической структуры рассмотренных методов усиления.

Стоит отметить, что с каждым годом на рынке строительных технологий появляется все больше инновационных материалов. Применение различных суперпластификаторов, регуляторов схватывания бетона, средств по уходу за бетоном, подливочных составов и т. д., пользуется популярностью среди строительных организаций, что позволяет упростить и ускорить производство работ. Известными производителями упомянутых выше материалов, применяемых, в том числе и при усилении стен железобетонных силосов, являются: ТМ Sika, ТМ Реомат, ТМ BASF Construction Chemicals и т. д.

Рассмотренные в таблице методы усиления стен железобетонных силосов не являются единственно возможными, однако отражают отечественную практику реконструкции данных сооружений на коксохимических заводах в последние годы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Караогланов, В. Г. Выбор эффективных организационно-технологических решений при реконструкции зданий [Текст] / В. Г. Караогланов, К. А. Шрейбер. – М. : МИКХиС, 2006. – 105 с.
2. Ершов, М. Н. Системный метод реконструкции общественных зданий, находящихся в режиме эксплуатации [Текст] : дис. на соискание науч. степени канд. техн. наук : спец. 05.23.08 – технология и организация строительства / М. Н. Ершов. – М., 2005. – 285 с.
3. Мальганов, А. И. Восстановление и усиление строительных конструкций аварийных и реконструируемых зданий [Текст]. Атлас схем и чертежей / А. И. Мальганов, В. С. Плевков, А. И. Полищук. – Томск : Томский межотраслевой ЦНТИ, 1990. – 316 с.
4. Плевков, В. С. Оценка технического состояния, восстановление и усиление строительных конструкций инженерных сооружений [Текст] / В. С. Плевков, А. И. Мальганов, И. В. Балдин ; под ред. В. С. Плевкова. – Томск : Томский государственный архитектурно-строительный университет, 2010. – 314 с.
5. Рекомендации по проектированию усиления железобетонных конструкций зданий и сооружений реконструируемых предприятий [Текст]. Надземные конструкции и сооружения / Харьковский Промстройинипроект, НИИЖБ. – М. : Стройиздат, 1992. – 191 с.
6. Стеблянко, Л. В. Прочность несущих стен железобетонных башенных сооружений при наличии дефектов и повреждений [Текст] : автореф. дис. ... канд. техн. наук : 05.23.01 / Л. В. Стеблянко. – Макеевка : ДонГАСА, 2001. – 19 с.

Получено 03.09.2015

Таблица – Методы усиления стен железобетонных силосов

Наименование работ (процессов)	Усиление стен с внешней стороны				Усиление стен с внутренней стороны	
	Усиление железобетонного сечения		Металлическая обшивка	Металлические бандажки (полосы)	Железобетонные гипсы	Металлические гипсы
	Наращивание опалубка	торкретирование				
1. Работы по усилению: А) полное	+	-	+	+	+	+
Б) частичное	-	-	-	-	-	-
2. А) Устройство лесов или подвесных подмостей (пром. альпинизм)	+	+	+	+	+	+
Б) Устройство площадок на поверхности съехучего материала для монтажа элементов усиления	-	-	-	-	-	-
3. Пробивка сквозных отверстий (для устройства опалубки, устройства средств подавления)	+	-	+	+	+	-
4. Снятие поврежденного защитного слоя бетона и очистка арматуры	+	+	+	+	+	+
5. Очистка бетонной поверхности (пескоструйная, гидроструйная)	+	+	+	+	+	+
6. Насечка бетонной поверхности	+	+	+	+	+	-
7. Увлажнение бетонной поверхности	+	+	+	+	+	-
8. Подача элементов усиления к месту производства работ	+	+	+	+	+	+
9. Установка арматурных каркасов, стержней, сеток, прокатных профилей а) со сваркой б) без сварки	+	-	+	+	-	-
10. Предварительное напряжение арматурных стержней	-	+	-	-	-	-
11. Монтаж/демонтаж опалубки	+	-	-	-	+	-
12. Установка металлических элементов усиления (листов, полос)	-	-	+	+	-	+
13. Предварительное напряжение конструкций усиления (связными болтами)	-	-	+	+	-	-
14. Антикоррозионная защита арматуры	+	+	+	+	+	+
15. Заческа раствором зазора между металлической конструкцией усиления и стеной	-	-	+	+	-	-
16. Бетонирование	+	+	+	+	+	-
17. Уплотнение бетона	+	-	+	+	+	-
18. Выдерживание и уход за бетоном	+	+	-	-	+	-
19. Затирка бетонной поверхности	+	-	-	-	+	-
20. Окраска металлических элементов усиления	-	-	+	+	-	+
21. Гидроизоляция бетонной поверхности	+	+	-	+	+	-
22. Окраска бетонной поверхности	+	+	-	+	+	-

К. П. КАПУСТИНА, М. В. АННЕНКОВА
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ МЕТОДІВ ПІДСИЛЕННЯ
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ СТІН СИЛОСНИХ КОРПУСІВ КХЗ
Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті розглянуто часто застосовувані методи підсилення стін круглих силосів при реконструкції силосних корпусів КХЗ, досліджено їх технологічну структуру.

реконструкція, залізобетонні силоси, методи підсилення, технологічна структура, склад робіт

EKATERINA KAPUSTINA, MARIYA ANNENKOVA
THE STUDY OF THE TECHNOLOGICAL STRUCTURE OF METHODS FOR
STRENGTHENING REINFORCED CONCRETE WALLS OF THE SILOS
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The article deals with the commonly used methods of strengthening the walls of the round silos in the reconstruction of silos plants, their technological structure has been studied.

reconstruction, reinforced concrete silos, strengthening methods, technological structure, composition works

Капустина Катерина Павлівна – асистент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: розробка ефективних організаційно-технологічних рішень реконструкції інженерних споруд в умовах діючого промислового підприємства.

Анненкова Марія Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і організації будівництві Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: організація будівництва, реконструкція інженерних споруд, охорона праці в будівництві.

Капустина Екатерина Павловна – ассистент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: разработка эффективных организационно-технологических решений реконструкции инженерных сооружений в условиях действующего промышленного предприятия.

Анненкова Мария Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: организация строительства, реконструкция инженерных сооружений, охрана труда в строительстве.

Kapustina Ekaterina – assistant, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of effective organizational and technological solutions on reconstruction of engineering structures of industrial enterprises.

Annenkova Mariya – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: organization of construction, reconstruction engineering structures, labor protection in construction.

УДК 624.155

А. М. ЮГОВ, Н. С. НОВИКОВ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

БЕЗОПАСНЫЕ РЕШЕНИЯ УКРЕПЛЕНИЯ ОГРАЖДЕНИЯ СТенок КОТЛОВАНОВ

В статье выполнен обзор и анализ обеспечения устойчивости ограждений котлованов и ограничение их влияния на окружающую среду. Выбор оптимального способа по устройству ограждающих стен требует рассмотрения многих вариантов, чтобы сохранить прилегающие здания (сооружения) и окружающую экологию.

ограждение из металлических элементов с забиркой, шпунтовые ограждения, ультракомпозитный профиль, монолитная «стена в грунте», буросекционные сваи

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Устройство глубоких котлованов в крупных городах за последнее десятилетие приняло массовый характер. Использование способов креплений может сопровождаться негативным воздействием, вызывающим дополнительные осадки на существующие здания, расположенные в непосредственной близости от места возведения строящегося здания. Выбор типа ограждения котлованов, способа его крепления и технологической последовательности работ в котловане должен быть продуман и взаимно увязан.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Отсутствие достаточного опыта при укреплении ограждения стенок котлованов является заметной угрозой для безаварийного строительства. Вопросам безопасного укрепления ограждения стенок котлованов посвящены труды многих известных учёных и инженеров: А. А. Афанасьева, И. В. Колыбина, В. А. Ильичёва.

ЦЕЛИ

На основании анализа критериев технологических решений устройства котлованов найти более рациональный тип ограждения стенок котлованов, обеспечивающий сохранность существующих зданий, сооружений и их оборудования путем предотвращения появления значительных осадок грунтового основания, а также выполнения условий охраны окружающей среды во время производства работ.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Строительство подземных сооружений в условиях города, когда строительная площадка стеснена и ограничена зданиями и сооружениями, подземными коммуникациями, дорогами и объектами благоустройства, должно выполняться не только с учётом требований строительных норм и правил к надёжности строящихся объектов, но также с учётом требований минимизации влияния на существующие строения и геологическую среду. В стеснённых условиях в подавляющем большинстве случаев котлованы проектируются с использованием ограждающих конструкций, позволяющих достигать указанные цели [4, 5].

Рассмотрим 5 типов ограждения стенок котлованов.

1 тип: *Ограждение из металлических элементов с забиркой.*

Данный тип ограждения представляет с собой устройство ограждения из вертикальных стальных элементов, погружаемых в грунт по контуру котлована. По мере разработки грунта в котловане между металлическими элементами устанавливается забирка из деревянных досок или стального листа, препятствующая осыпанию грунта в котлован. В качестве несущих стальных элементов используют трубы или двутавры, которые погружают в пробуренные лидерные скважины или задавливают [1].

2 тип: *Шпунтовые ограждения котлованов на основе стального профиля.*

Данный тип ограждения представляет собой стальные профили U-, Z – образного поперечного сечения или плоские, снабженные замковыми захватами по краям, позволяющими фиксировать один элемент относительно другого в вертикальном положении. Наибольшее распространение получили U – образные шпунты типа «Ларсен». Установка шпунта в грунт осуществляется обычно вибропогружением [2].

3 тип: *Шпунтовые ограждения котлованов на основе ультракомпозитного профиля.*

Помимо описанной технологии устройства шпунтового ограждения на основе металлического профиля, применяют также совершенно новую серию шпунтового ограждения из ультракомпозитного материала.

Применение шпунтового ограждения из композитного профиля имеет те же преимущества, что и шпунтовые ограждения из металлического профиля, но существенно выигрывая по цене.

4 тип: *Ограждение на основе способа монолитная «стена в грунте»*

Данный тип ограждения предполагает устройство в грунте с помощью специального оборудования узкой траншеи требуемой глубины, устойчивость стенок которой обеспечивается специальными тиксотропными растворами из бентонитовых глин. Траншеи разрабатываются отдельными захватками, длина которых в плане соответствует размерам навесного оборудования и составляет обычно от 2,2 до 3,0 м. Захватки отделяются друг от друга инвентарными ограничителями, извлекаемыми до начала бетонирования примыкающей захватки. После того как экскавация захватки доводится до проектной отметки, в нее погружается пространственный арматурный каркас. Далее в траншею погружается бетонолитная труба, в которую подается бетонная смесь, вытесняющая на поверхность находившийся в захватке бентонитовый раствор. Таким образом, бетонирование осуществляется снизу-вверх в процессе подъема бетонолитной трубы. После набора необходимой прочности бетона начинается устройство соседней захватки.

5 тип: *Ограждение котлована из буросекущихся свай.*

Данный тип ограждения может быть выполнен из отдельно стоящих или касательных буровых свай. Для устройства тела свай применяются различные технологии, наиболее распространенной из которых является бурение грунта под защитой инвентарной обсадной трубы, бетонирование скважины с помощью поднимаемой бетонолитной трубы, погружение в несхватившийся бетон арматурного каркаса. Для устройства ограждений котлованов, как правило, применяются секущиеся сваи меньших диаметров.

На основе вышеизложенного был проведен качественный анализ пяти основных вышеупомянутых технологий ограждения котлована: ограждение из металлических элементов с забиркой; шпунтовые ограждения котлованов на основе стального профиля; шпунтовые ограждения котлованов на основе ультракомпозитного профиля; ограждение на основе способа монолитная «стена в грунте»; ограждение котлована из буросекущихся свай.

Для предварительного анализа технологических решений строительства подземных сооружений, наиболее приемлемых в условиях плотной городской застройки, приняты следующие критерии, позволяющие выбрать методы, обеспечивающие сохранность существующих зданий, сооружений и их оборудования путем предотвращения появления значительных осадок грунтового основания, а также выполнения условий охраны окружающей среды во время производства работ [3].

К1 – степень уменьшения влияния технологических процессов на деформации грунта – свойство определяющее уровень воздействия грунтового массива в период опускания на существующие здания и сооружения. Деформации появляются вследствие действия сил трения грунта или его давления. Величина их зависит от вида и состояния грунта, вертикальной нагрузки на окружающую поверхность, перемещений конструкции, а также показателей шероховатости их наружной поверхности.

К2 – экономическая эффективность конструктивно-технологических решений – показатель, обеспечивающий возведение рационального варианта подземного сооружения при наименьших затратах. Экономическая эффективность определяется с учетом составляющих компонентов финансовых затрат (оплата труда рабочих, стоимость материалов, стоимость машино-смен), а также трудоемкости и продолжительности строительных работ.

К3 – показатель шума – критерий, определяющий уровень шума звука, вызванного производством работ. Допускаемая величина шума в период 8-часового рабочего дня с учетом защиты слухового аппарата человека находятся на уровне 85 дБ.

К4 – показатель колебаний – фактор, определяющий появление колебания вибраций вызванных механической энергией, передаваемой работающими машинами на существующие здания, а также их людей.

К5 – показатель качества производства работ – определяющий степень точности выполнения строительных работ. Оценивается на основе качества выполненных работ путем оценки степени соответствия реальных характеристик производства проектным характеристикам, заложенным в проекте и технических условиях на приемку выполненных работ.

В представленных ниже таблицах проведена оценка приведенных технологических решений по установленным критериям. Оценка представлена в балльной системе от 1 до 5, где оценка 1 обозначает наименее пригодное решение, а 5 – решение наиболее эффективное.

К1 – уровень уменьшения влияния технологических процессов на деформации грунта

Деформации появляются вследствие сил трения грунта или его давления. Величина их зависит от вида и состояния грунта, вертикальной нагрузки на окружающую поверхность и перемещений конструкции.

Таблица 1 – Оценка решений с учетом критерия К1 – уровень уменьшения влияния технологических процессов на деформации грунта

№ п/п	Вариант	Оценка	Обоснование
1	Ограждение из металлических элементов с забиркой	3	закономерные деформации грунта в процессе погружения сооружения
2	Шпунтовые ограждения котлованов на основе стального профиля	4	шпунтовое ограждение подвергается деформациям
3	Шпунтовые ограждения котлованов из ультракомпозитного материала	4	шпунтовое ограждение подвергается деформациям.
4	Способ стены в грунте	5	отсутствие деформации окружающего массива грунта
5	Ограждение котлована из буросекущихся свай	3	закономерные деформации грунта в процессе погружения сооружения

К2 – экономическая эффективность конструктивно-технологических решений

Экономическая эффективность определяется с учетом составляющих компонентов финансовых затрат (оплата труда рабочих, стоимость материалов, стоимость машино-смен), а также трудоемкости и продолжительности строительных работ.

Таблица 2 – Оценка решений с учетом критерия К2 – экономическая эффективность конструктивно-технологических решений

№ п/п	Вариант	Оценка	Обоснование
1	Ограждение из металлических элементов с забиркой	3	наименее эффективные
2	Шпунтовые ограждения котлованов на основе стального профиля	3	наименее эффективные
3	Шпунтовые ограждения котлованов из ультракомпозитного материала	5	наиболее эффективные по общим затратам, оплата труда рабочих, стоимость материалов, стоимость машино-смен, машиноёмкость
4	Способ стены в грунте	4	наиболее эффективные по оплате труда рабочих, трудоемкости, продолжительности работ
5	Ограждение котлована из буросекущихся свай	4	наиболее эффективные по оплате труда рабочих, трудоемкости, продолжительности работ

КЗ – показатель шума

Шум большой интенсивности является вредным для здоровья, воздействует негативно на весь организм, может вызвать потерю слуха. Эффект воздействия шума на слуховой орган является пропорциональным к величине полностью поглощенной акустической энергии, которая зависит от квадрата акустического давления и эффективного времени воздействия.

Допускаемые величины шума в период 8-часового рабочего дня с учетом защиты слуха находятся на уровне 85 дБ. Допускаемые уровни шума в центре городов днем не должны превышать 60 дБ (ночью 50 дБ).

Таблица 3 – Оценка решений с учетом критерия КЗ – показатель шума

№ п/п	Вариант	Оценка	Обоснование
1	Ограждение из металлических элементов с забиркой	1	При погружении стальных стенок, напряжение свыше 85 дБ
2	Шпунтовые ограждения котлованов на основе стального профиля	1	При погружении стальных стенок, напряжение свыше 85 дБ
3	Шпунтовые ограждения котлованов из ультракомпозитного материала	1	При погружении стальных стенок, напряжение свыше 85 дБ
4	Способ стены в грунте	3	Шум в пределах 70 дБ
5	Ограждение котлована из буросекущихся свай	3	Шум в пределах 70 дБ

Колебания в крайних случаях могут вызывать в организме человека разные расстройства, как:

- головокружение,
- ухудшение зрения,
- изменения ритма сердца,
- расстройства функции пищеварения.

Но, самыми неблагоприятными являются воздействия на окружающие здания и сооружения. Иногда даже небольшие колебания могут вызвать разрушение здания или его элемента. Это вызвано явлением резонанса, т. е. согласности колебаний.

Таблица 4 – Оценка решений с учетом критерия К4 – показатель колебаний

№ п/п	Вариант	Оценка	Обоснование
1	Ограждение из металлических элементов с забиркой	1	Колебания, вызванные забивкой стальных элементов, могут являться большой угрозой для существующих зданий и сооружений, а также для здоровья их жильцов
2	Шпунтовые ограждения котлованов на основе стального профиля	1	Колебания, вызванные забивкой стальных элементов, могут являться большой угрозой для существующих зданий и сооружений, а также для здоровья их жильцов
3	Шпунтовые ограждения котлованов из ультракомпозитного материала	1	Колебания, вызванные забивкой композитных элементов, могут являться большой угрозой для существующих зданий и сооружений, а также для здоровья их жильцов
4	Способ стены в грунте.	5	Технология, вызывающая небольшие колебания. Не угрожает существующим зданиям и сооружениям
5	Ограждение котлована из буросекущихся свай.	4	Технология, вызывающая небольшие колебания. Не угрожает существующим зданиям и сооружениям

К5 – показатель качества производства работ

Оценивается на основе качества выполненных работ путем оценки степени соответствия свойств результатов процесса, планируемых свойств. Определяется методом подтверждения соответствия свойств работ с техническими условиями их приема в области их физических, химических и др. качеств.

Таблица 5 – Оценка решений с учетом критерия К5 – показатель качества производства работ

№ п/п	Вариант	Оценка	Обоснование
1	Ограждение из металлических элементов с забиркой	3	Металлическое ограждение является конструкцией, податливой к деформациям
2	Шпунтовые ограждения котлованов на основе стального профиля	3	Шпунтовое ограждение является конструкцией, податливой к деформациям
3	Шпунтовые ограждения котлованов из ультракомпозитного материала	4	Шпунтовое ограждение является конструкцией, податливой к деформациям
4	Способ стены в грунте	4	При ее применении часто появляются не сплошную забетонированные участки железобетонной стены или внутренние пустоты, а также нарушается водо- и грунто непроницаемость, что влечет за собой низкое качество строительства
5	Ограждение котлована из буресекущихся свай	3	Имеется недостаточный контроль и, как следствие, пониженное качество выполненных работ

По результатам проведенной оценки конструктивно-технологических мероприятий построена таблица 6, представляющая все результаты.

Таблица 6 – Сводка величин критериев

Вариант	Критерий 1 – степень уменьшения влияния технологических процессов на деформации грунта	Критерий 2 – экономическая эффективность конструктивно-технологических решений	Критерий 3 – показатель шума	Критерий 4 – показатель колебаний	Критерий 5 – показатель качества производства работ
1	3	3	1	1	3
2	4	3	1	1	3
3	4	5	1	1	4
4	5	4	3	5	4
5	3	4	3	4	3
MIN	1	1	1	1	1
MAX	5	5	5	5	5

Анализ результатов оценки технологических решений при устройстве ограждения котлованов подземной части свидетельствует о целесообразности применения ограждения котлована способом монолитная «стена в грунте». Исходя из этих соображений и многокритериального анализа, способ монолитная «стена в грунте» является наиболее безопасной технологией ограждения котлована.

ВЫВОДЫ

Возможности современных технологий и оборудования предоставляют инженерам и строителям значительный выбор доступных способов устройства подземных частей зданий (сооружений). Выбор типа устройства ограждения котлована должен быть продуман и взаимно увязан. В сложных условиях этот выбор следует выполнять, как правило, на основании технико-экономического сопоставления вариантов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Колыбин, И. В. Подземные сооружения и котлованы в городских условиях – опыт последнего десятилетия [Электронный ресурс] / И. В. Колыбин. – М. : [б. и.], 2007. – 38 с. – Режим доступа : <http://www.eccpf.com/upload/publikazii/Podzemnye%20sooruzhenija%20i%20kotlovany%20v%20gorodskikh%20uslovijakh.pdf>. – Загл. с экрана.
2. Петрухин, В. П. Опыт проектирования и мониторинга подземной части Турецкого торгового центра [Текст] / В. П. Петрухин, О. А. Шулятьев, О. А. Мозгачёва // Основания, фундаменты и механика грунтов. – 2004. – № 5. – С. 2–8.

3. Руководство по проектированию подпорных стен сооружений и противофильтрационных завес, устраиваемых способом «стена в грунте» [Текст] / НИИОСП им. Н. М. Герсеванова. – М. : Стройиздат, 1977. – 129 с.
4. Blazejewski, R. Przegląd technologii i technik stosowanych w murych oczyszczalniach ścieków [Текст] / R. Blazejewski // Przegląd komunalny. – 1997. – № 3. – S. 10–18.
5. Lomotowski, J. Nowoczesne systemy oczyszczania ścieków [Текст] / J. Lomotowski, A. Szpindor. – Warszawa : Arkady, 2002. – 456 s.

Получено 15.09.2015

А. М. ЮГОВ, М. С. НОВИКОВ

БЕЗПЕЧНІ РІШЕННЯ ЗМІЦНЕННЯ ОГОРОЖІ СТІНОК КОТЛОВАНІВ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті виконано огляд і аналіз забезпечення стійкості огорожі котлованів і обмеження їх впливу на навколишнє середовище. Вибір оптимального способу щодо влаштування огорожувальних стін вимагає розгляду багатьох варіантів, щоб зберегти прилегли будівлі (споруди) і навколишню екологію. **огорожа з металевих елементів із забиркою, шпунтові огорожі, ультракомпозитний профіль, монолітна «стіна в ґрунті», буроперетинальні палі**

ANATOLIY YUGOV, NYKYTA NOVYKOV

SECURE FENCING SOLUTIONS TO STRENGTHEN THE WALLS OF PITS

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

This article deals with an overview and analysis of the sustainability of fences pits and limit of their impact on the environment. Choosing the best method of the device enclosing walls requires consideration of many options to save the adjacent buildings (buildings) and the surrounding environment.

fencing of metal elements with side board, sheet piling, ultra-composite profile, monolithic «slurry wall», secant piles

Югов Анатолій Михайлович – доктор технічних наук, професор кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Дійсний член Академії будівництва України. Наукові інтереси: технічна діагностика, моніторинг і оцінка технічного стану конструкцій будівель і споруд, технологія монтажу і розрахунки на монтажні стани конструкцій будівель і споруд, реконструкція будівель і споруд, системи управління якістю.

Новиков Микита Сергійович – аспірант кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: будівництво в обмежених умовах, технологія зведення підземних частин будівель на основі огорожі «стіна в ґрунті», розробка ґрунту в котлованах.

Югов Анатолий Михайлович – доктор технических наук, профессор кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Действительный член Академии строительства Украины. Научные интересы: техническая диагностика, мониторинг и оценка технического состояния конструкций зданий и сооружений, технология монтажа и расчеты на монтажные состояния конструкций зданий и сооружений, реконструкция зданий и сооружений, системы управления качеством.

Новиков Никита Сергеевич – аспирант кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: строительство в стеснённых условиях, технология возведение подземных частей зданий на основе ограждения «стена в грунте», разработка грунта в котлованах.

Yugov Anatoliy – D.Sc. (Eng.), Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technical diagnostics, monitoring and estimation of the technical being of constructions of buildings and buildings, technology of editing and calculations on the assembling being of constructions of buildings and buildings, reconstruction of buildings and buildings, control system by quality.

Novykov Nykyta – post-graduate student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: construction in cramped conditions, technology, the construction of underground parts of buildings on the basis of the fence «wall», the development of the soil in the pits.

УДК 69.057.44

О. М. ПЕТРОСЯН, В. В. ГОЗУЛОВ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

РАЗВИТИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ КОКСОХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

В статье излагается практический опыт выполнения строительно-монтажных работ установки очистки коксового газа от сероводорода раствором моноэтаноламина. Приведены организационно-технологические решения, использованные при возведении объектов. Дается краткая характеристика монтажных работ по установке конструкций и технологического оборудования. Рассмотрено применение узлового метода строительства при реконструкции. Приведен сетевой график строительства.

сетевой график, продолжительность строительства, узловый метод, реконструкция, монтажные работы, этапы работ

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Внедрение проектных решений и методов выполнения строительно-монтажных работ в процессе реконструкции производственных мощностей ПАО ЯКХЗ г. Макеевка потребовало развития существующих организационно-технологических методов и способов монтажа металлоконструкций и технологического оборудования.

Реализация предложенного подхода была осуществлена при строительстве установки очистки коксового газа от сероводорода раствором моноэтаноламина (МЭА) в условиях действующего производства.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Анализ работы строительно-монтажных организаций, осуществляющих промышленное строительство, показывает отсутствие достаточного опыта для строительства нетиповых зданий и сооружений. Это может быть связано с ограниченным количеством программ реконструкции промышленных и производственных объектов, реализуемых в последние годы. При проектировании организации и технологии строительства обязательным должно стать изучение опыта строительства подобных объектов.

ЦЕЛИ

На основании анализа имеющегося практического опыта реконструкции производственных объектов можно сформулировать некоторые рекомендации по возведению сооружений коксохимического производства.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Заказчиком строительства выступило ПрАО «Донецксталь – металлургический завод», эксплуатирующей организацией – ПАО «Ясиновский коксохимический завод», генподрядной организацией – ООО «Мактраст». Подрядными организациями были: ООО «Стальконструкция» (монтаж

© О. М. Петросян, В. В. Гозулов, 2015

металлоконструкций, технологического оборудования и трубопроводов), ООО «Промстрой-1» (общестроительные работы), ОАО «Донбасспромэлектромонтаж» (электромонтажные работы), ООО «Укрпромавтоматика» (монтаж КИПиА), ООО «Химзащита» (антикоррозионные работы).

Для комплексного выполнения строительно-монтажных работ и ввода в эксплуатацию установок очистки коксового газа в минимально возможные сроки объект строительства был разделен на конструктивно и технологически обособленные части, связанные между собой технологическими зависимостями [1]. Это также позволило сократить остановочный период цеха сероочистки до 18 суток.

Состав и границы узлов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Фрагменты узлов строительства

№ п/п	Наименование узла	Состав узла	Размеры в осях
1	Корпус 308/1. Узел регенерации раствора МЭА	Фундаменты, колонны, опорные стойки, обслуживающие площадки и лестницы, монолитное днище, подвесной кран, технологическое оборудование и трубопроводы, антикоррозионные работы	19,0×26,5 м, высота – 23,2 м
2	Корпус 308/2. Блок подсобно-производ. помещений	Фундаменты здания, монтаж конструкций, устройство кровли, отделка	12,0×12,0 м
3	Корпус 308/4. Сливно-наливная железно-дорожная эстакада	Фундаменты, опорные стойки, обслуживающие площадки и лестницы, ж.д. пути, монолитный ж/поддон	15,1×6,3 м
4	Корпус 308/5. Насосная склада реагентов	Фундаменты здания, монтаж конструкций, устройство кровли	14,5×6,0 м
5	Корпус 308/6. Склад реагентов	Фундаменты, колонны, опорные стойки, обслуживающие площадки и лестницы, резервуары 1–5	26,0×10,5 м
6	Технологическое оборудование корпусов 308/4, 5, 6	Технологическое оборудование и трубопроводы, запорная арматура, установка насосов, КИПиА	
7	Корпус 304/1. Узел улавливания	Фундаменты, монолитный ж/поддон, резервуары 1–4, гидрозатвор, технологические трубопроводы и запорная арматура	в плане – 29,0×14,0 м
8	Техн. трубопроводы, паропровод Ду 300	Технолог. трубопроводы и паропровод 325×8, фундаменты, колонны и стойки	длина в плане 127,3 м

Календарный план строительства разрабатывался в два этапа. На первом этапе, руководствуясь данными рабочего проекта и принципиальными решениями проектов производства работ по возведению производственных корпусов, был разработан поузловой сетевой график строительства. На втором этапе, на основе утвержденных директивных сроков, составлялись графики работ для каждого объекта в составе ППР. После оптимизации сетевого графика по трудовым ресурсам, его корректировки (из условия минимальной продолжительности остановки работы цехов ПАО ЯКХЗ) и уточнения производственных мощностей подрядных организаций общая продолжительность строительства составила 286 рабочих дней (рисунок). При проектировании сетевого графика выявилось, что работами, определяющими продолжительность строительства, являются строительно-монтажные работы по возведению корпуса 308/1 узла регенерации раствора МЭА. Сроки ввода в эксплуатацию других корпусов зависели от монтажных работ корпуса 308/1, лежащих на критическом пути. По согласованию с заказчиком и генподрядной организацией также был разработан график финансирования объектов строительства. Продолжительность строительства по отдельным узлам представлена в таблице 2.

ППР разрабатывались генподрядной организацией в соответствии с [2] и согласовывались со службами заказчика, эксплуатирующей организации и непосредственными производителями работ. В качестве исходных данных использовалась рабочая документация Днепродзержинского филиала «Центра химтехнологий АИНУ» и чертежи КМД ОАО «Конструкция».

Строительство велось в условиях работающего производственного оборудования цехов сероочистки и улавливания.

Таблица 2 – Продолжительности выполнения работ по узлам строительства

№ п/п	Наименование узла	Продолжительность
1	Корпус 308/1. Узел регенерации раствора МЭА	286 дн.
2	Корпус 308/2. Блок подсобно-производственных помещений	
3	Корпус 308/4. Сливно-наливная железно-дорожная эстакада	37 дн.
4	Корпус 308/5. Насосная склада реагентов	134 дн.
5	Корпус 308/6. Склад реагентов	152 дн.
6	Технологическое оборудование корпусов 308/4, 5, 6	177 дн.
7	Корпус 304/1. Узел улавливания	177 дн.
8	Технологические трубопроводы и паропровод Ду 300	160 дн.

В статье приведены особенности выполнения строительно-монтажных работ некоторых узлов строительства.

Корпус 308/1 «Узел регенерации раствора МЭА». Строительство этого узла выполнялось тремя захватками в четыре этапа. Границы захваток были распределены следующим образом:

1-я захватка: участок между рядами «в» – «А» в осях I–2;

2-я захватка: участок между рядами «Б» – «в» в осях 2–I;

3-я захватка: участок между рядами «Б» – «А» в осях 1–I.

Работы по возведению сооружения выполнялись в такой последовательности:

I этап – устройство фундаментов по захваткам и их обратная засыпка;

II этап – монтаж металлоконструкций и технологического оборудования узла регенерации раствора МЭА;

III этап – монтаж технологических трубопроводов, запорной арматуры, покраска и теплоизоляционные работы. На этом же этапе работ выполнялись гидравлические и пневматические испытания трубопроводов и оборудования;

IV этап – устройство железобетонного поддона, облицовка его плиткой, устройство отмостки и благоустройство территории.

До начала монтажных работ был выполнен этап подготовительных работ, который включал:

1) подготовку площадок для рабочих стоянок грузоподъемного крана;

2) разборку и обратную засыпку доменным отвальным шлаком существующего тоннеля у корпуса 308/1 и колодца между строящимися корпусами;

3) подготовку площадки для укрупнительной сборки и временного складирования металлоконструкций;

4) устройство временной дороги между корпусами 308/1 и 308/2;

5) прокладку временных сетей электро- и водоснабжения для нужд строительства, согласованных с цехом серочистки.

Монтаж металлоконструкций корпуса выполнялся краном РДК-25 со стрелой длиной 27,5 м с жестким гуськом 5 м, а монтаж оборудования краном СКГ-40/63 в башенно-стреловом исполнении с башней высотой 25 м и стрелой длиной 10,5 м. Доставка металлоконструкций к месту монтажа и сборки выполнялась автотранспортом.

Из-за стесненных условий выполнения строительно-монтажных работ было принято решение смонтировать в первую очередь регенератор К-2 и его опорные конструкции на 1-й захватке. Учитывая общие габариты регенератора (диаметр – 2 200 мм, высота – 22 850 мм), он был разделен на три части (отправочные марки).

Сначала монтировались блоки колонн, балок, связей и обслуживающих площадок до отметки +12.200, затем устанавливалась нижняя часть регенератора (масса отправочной марки-7 т, высота – 12,5 м). На верху смонтированной первой отправочной марки регенератора приваривались «ловушки» для обеспечения центровки со следующей монтируемой частью. После этого наращивались до необходимой отметки монтажного горизонта опорные колонны и блоки металлоконструкций и монтировалась средняя часть регенератора. На расстоянии 1,5 м ниже верхней кромки средней части регенератора приваривались карманы и навешивались кольцевые подмости, с которых были выполнены работы по монтажу и стыковке верхней и средней частей регенератора.

С тех же крановых стоянок, которые были отведены под монтаж конструкций регенератора, была выполнена установка и наращивание необходимых колонн, опор и блоков металлоконструкций для установки технологического оборудования на первой захватке до отметок +8.400 и +2.000. Это были

два кипятильника (вес – 5,66 т, диаметр – 1 000 мм, высота – 5 600 мм) и отделители (вес – 0,45 т, диаметр – 900 мм, высота – 2 300 мм).

После монтажа регенератора К-2, кипятильников Т-6/1 и Т-6/2, отделителей парового конденсата С-7/1 и С-7/2 была выполнена обвязка технологическими трубопроводами, гидравлические испытания генератора на давление 1,02 кгс/см² и теплоизоляционные работы.

На второй и третьей захватках корпуса 308/1 выполнялся монтаж отдельных элементов и плоских укрупненных блоков Бл. 1 – Бл. 3, которые состояли из колонн, опорных балок и связей между ними. Подъем блоков выполнялся с навешенными и закрепленными навесными лестницами и закрепленными расчалками. Перед подъемом укрупненные блоки раскреплялись временными связями из уголка 75×5. После установки блоки временно закреплялись уголком 90×6 в двух уровнях за стойки обслуживающих площадок регенератора с одной стороны и с другой стороны – расчалками из стального каната диаметром 11,5 мм с фаркопами, закрепленными за анкерные болты фундаментов. Вертикальность установки блоков контролировались теодолитом и предварительно навешенным на нем отвесом.

По мере наращивания опорных конструкций на второй и третьей захватках корпуса 308/1, выполнялся монтаж обслуживающих площадок и технологического оборудования на проектных ярусах. Так, холодильники Т-9/1 и Т-9/2 монтировались на отметке +1.100, теплообменники Т-8/1,2,3,4 – на отметках +3.600 и +6.100, конденсаторы-холодильники Т-4/1,2,3,4 – на отметках +9.100 и +12.000. После выверки и закрепления указанного оборудования в проектное положение, выполнялся монтаж запорной арматуры на патрубках.

Закрепление балок под обслуживающие площадки на отметках +2.500, 5.300, 7.800, 10.800 и 13.200 между осями I-III по ряду «в» и «д», а также балок под обслуживающие площадки отметок +3.600, 6.100, 9.100 и 12.000 между укрупненным блоком и опорной стойкой выполнялся с навесных люлек.

Учитывая стесненные условия строительной площадки, был выполнен монтаж колонны отмывки кислых газов, смоловыделителя и емкостей свежего раствора МЭА в осях «Б»–«е» перед монтажом металлоконструкций этажерки и оборудования в осях «д»–«в». Монтаж оборудования 2-й захватки выполнялся краном СКГ-40/63 БСО с башней высотой 25 м и стрелой длиной 10,5 м на вылетах стрелы от 6,5 м до 10,5 м.

Из-за сложных условий строительной площадки и совмещения работ по вертикали в соответствии с требованиями [3] и [4] был разработан план совместных мероприятий при производстве монтажных работ.

Корпус 304/1 «Узел улавливания». Строительство узла «Узел улавливания» предусматривало возведение трех емкостей насыщенного раствора МЭА и резервной емкости $V = 75 \text{ м}^3$, установку гидрозатвора Х-3 и устройство железобетонного поддона под резервуарами.

Строительная площадка корпуса 304/1 была ограничена со всех сторон конструкциями скруббера, конструкциями насосной регенерации и ВОЦ, работающим технологическим оборудованием отделения 308 и внутризаводской автодорогой. Кроме этого, вплотную к площадке примыкала эстакада с действующими газопроводами, расположенными на отметке +8.000. Такие условия выполнения работ ограничивали маневрирование грузоподъемных кранов и использование монтажных механизмов. Поэтому, чтобы соблюсти требования [5] и разгрузить строительную площадку, сборка емкости выполнялась на укрупнительной площадке, расположенной за автодорогой.

Перед строительством было разработано два варианта выполнения монтажных работ: сборка на проектом фундаменте с использованием лебедки и сборка царгами на специальной площадке с последующим монтажом краном. Исходя из максимальной эксплуатационной производительности применяемых средств механизации, уменьшения потерь рабочего времени и безопасного выполнения работ, был выбран монтаж емкости царгами в три яруса.

До начала производства основных монтажных работ необходимо было выполнить следующие подготовительные работы:

- очистить площадку строящегося корпуса;
- разобрать существующий фундамент и срезать анкерные болты демонтированного скруббера;
- демонтировать существующий резервуар $V = 75 \text{ м}^3$ (работа выполнялась заводскими службами);
- подготовить площадку размером 10×18 м для сборки царг резервной емкости;
- спланировать площадку рабочей стоянки крана.

Работы выполнялись в четыре этапа:

I этап – наращивание фундамента под резервную емкость, устройство фундаментов под емкости для насыщенного раствора МЭА (Е-16/1,2,3) и гидрозатвор Х-3;

II этап – монтаж резервной емкости, оборудования и обслуживающих площадок;

III этап – монтаж технологических трубопроводов, запорной арматуры, гидравлические и пневматические испытания, покраска;

IV этап – устройство поддона и благоустройство территории.

Сборка емкости выполнялась краном КС-2571 А1, монтаж емкости осуществлялся тремя подъемами краном РДК-25.1.

Корпус 308/6 «Склад реагентов» и корпус 308/5 «Насосная склада реагентов». Монтаж конструкций выполнялся в направлении от ряда «В» к ряду «Б». Работы начинались с монтажа площадок, лестниц и ограждений по оси 1, а затем – площадок по емкостям и оси 2.

Укрупнительная сборка блоков на площадке выполнялась одним каркасом, без приварки настила и ограждения, только на болтовых соединениях. Это было связано с тем, что работы велись у существующего склада с хранилищами, содержащими легковоспламеняющиеся и пожаровзрывоопасные вещества.

После монтажа стоек, площадок, лестниц и ограждения по оси 1 краном КС-3575 А1 монтировались опорные стойки и каркасы обслуживающих площадок емкостей № 1 и № 2. Затем у смонтированного участка металлоконструкций устанавливался защитный экран и выполнялись электросварочные работы по монтажу настила установленного каркаса, монтажу опор под технологические трубопроводы и ограждения.

После окончательного выполнения узлов и соединений согласно проекту, работы выполнялись на втором участке. Монтировались следующие укрупненные блоки на болтах по емкостям №№ 3, 4, 5 и укладывались листы настила на отметке +3.800. Затем производился монтаж остальных стоек на фундаментах и площадок по ним на болтах. Последовательно переставляя защитный экран, выполнялись монтажные и электросварочные работы, аналогичные работам на первом участке.

ВЫВОДЫ

Комплексный подход выполнения работ по узлам строительства позволил обеспечить высокий уровень выполнения монтажа конструкций и технологического оборудования производственных корпусов цеха сероочистки, снизить трудоемкость и продолжительность строительства установки очистки коксового газа от сероводорода раствором моноэтаноламина.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лубенец, Г. К. Подготовка производства и оперативное управление строительством [Текст] / Г. К. Лубенец. – 3-е изд. – Киев : Будівельник, 1976. – 732 с.
2. ДБН А.3.1-5-2009. Державні будівельні норми України. Організація будівельного виробництва [Текст]. – На заміну ДБН А.3.1-5-96 «Організація будівельного виробництва» ; чинні з 2012-01-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 61 с.
3. ДБН А.3.2-2-2009. Державні будівельні норми України. Охорона праці і промислова безпека у будівництві [Текст]. Основні положення. – Уведено вперше зі скасуванням в Україні СНиП III-4-80* «Техника безпеки в строительстве» ; чинні від 2012-04-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. – 116 с.
4. НПАОП 23.1-1.01-08. Правила безпеки в коксохімічному виробництві. [Текст]. – Введено зі скасуванням на території України НПАОП 23.1-1.01-81 «Правила безпеки в коксохімічному виробництві» ; чинні від 10.06.2008. – Київ : Держгірпромнагляд України, 2008. – 104 с.
5. НПАОП 0.00-1.01-07. Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів [Текст]. – Введено зі скасуванням на території України НПАОП 0.00-1.03-02 «Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів» ; чинні від 01.09.2007. – Київ : Держгірпромнагляд України, 2007. – 262 с.

Получено 21.09.2015

О. М. ПЕТРОСЯН, В. В. ГОЗУЛОВ
РОЗВИТОК ІСНУЮЧИХ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ МЕТОДІВ
ПРИ РЕКОНСТРУКЦІЇ ПРОМИСЛОВИХ ОБ'ЄКТІВ КОКСОХІМІЧНОГО
ВИРОБНИЦТВА

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті викладено виробничий досвід виконання будівельно-монтажних робіт установки очищення коксового газу від сірководню розчином моноетаноламіну (МЕА). Наведено організаційно-технологічні рішення, використані при зведенні об'єктів. Розглянуто застосування вузлового методу будівництва при реконструкції. Наведено мережевий графік будівництва.

мережевий графік, тривалість будівництва, вузловий метод, реконструкція, монтажні роботи, етапи робіт

OLEG PETROSIAN, VALERIY GOZULOV
DEVELOPMENT OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL METHODS
IN THE RECONSTRUCTION OF INDUSTRIAL FACILITIES COKE
PRODUCTION

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

This article deals with an overview practical experience of construction and erection works of clean machine of coking plant gas from hydrogen sulfide by solution of mono-ethanolamine. The organizational and technological solutions, which were used for building of facilities, have been given. Article contains a brief summary about installation work and project construction. The practice of nodal method has been considered. Network activities plan has been also given.

PERT chart, duration of construction, construction time, nodal method, installation work, erection work

Петросян Олег Мурадович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: реконструкція промислових і цивільних споруд.

Гозулов Валерій Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: ізоляційні та бетонні роботи.

Петросян Олег Мурадович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: реконструкция промышленных и гражданских зданий.

Гозулов Валерий Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: изоляционные и бетонные работы.

Petrosian Oleg – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: reconstruction of industrial and civil buildings.

Gozulov Valeriy – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: isolating and concrete works.

УДК 69.059.25

С. В. КОЖЕМЯКА, В. А. МАЗУР, В. В. ГОЗУЛОВ, А. П. ОСИПОВА

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ОСНОВАНИЯ НА РАСХОД СУХОЙ СМЕСИ ПРИ УСТРОЙСТВЕ МОНОЛИТНЫХ СТЯЖЕК

Рекомендуемые производителями сухих смесей нормы расхода сухой смеси не учитывают качества поверхности оснований, на которые наносится монолитная стяжка. Качество оснований в соответствии со строительными нормами оценивается отклонением поверхности от горизонтали и от плоскости. Поэтому фактический расход сухой смеси значительно превышает нормируемый расход. Необходимо провести исследования по установлению влияния качества поверхности различных оснований на расход сухой смеси при выполнении монолитных стяжек с учетом требований украинских и европейских норм.

нормы расхода сухой смеси, фактический расход сухой смеси, перерасход сухой смеси, толщина слоя, качество поверхности

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

При строительстве и реконструкции зданий и сооружений именно работы по устройству полов многослойной композиционной конструкции являются не только трудоемкими, но и технологически сложными. В последние годы широкое распространение получили самовыравнивающиеся или самонивелирующиеся составы для устройства различных стяжек, за которыми в литературе закрепилось название «наливной пол».

Наибольшее распространение получили наливные стяжки, изготавливаемые из сухих гипсовых смесей производства компании «KNAUF».

Обычно работы по устройству стяжки начинают с оценки качества имеющегося основания, конструкция и параметры которой определяются проектом и соответствуют назначению помещения. Основаниями для выполнения стяжек служат поверхности сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций и слои теплоизоляционных материалов.

Качество оснований под дальнейшую отделку не менее важно, чем качество самой стяжки. Наличие впадин и выступов, бугров и наплывов, а также отклонений поверхностей оснований от горизонтали ведет к увеличению затрат труда и материалов и ухудшает качество работ по устройству стяжки.

Определение расхода сухих строительных смесей при выполнении монолитных гипсовых стяжек механизированным методом в условиях современного строительного рынка является актуальной задачей. В решении этой задачи заинтересованы не только производители работ, но и инвесторы.

Нормы расхода сухих смесей, рекомендуемые производителями, не учитывают отклонения поверхности оснований от плоскости и горизонтали. Поэтому фактический расход сухой смеси в ряде случаев значительно превышает рекомендуемый.

По мнению специалистов, даже при соблюдении нормативных допусков к качеству поверхности основания толщина слоя стяжки в отдельных местах может составлять как минимум 20 мм при проектной толщине 10 мм, что увеличивает объем работ и расход материалов до 30 %.

АНАЛИЗ ОПЫТА

Требования по качеству, предъявляемые к законченным конструкциям или частям сооружений, в Украине регламентируют строительные нормы СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие

© С. В. Кожемяка, В. А. Мазур, В. В. Гозулов, А. П. Осипова, 2015

конструкции [1] (табл. 1). На их основании метод определения отклонений поверхностей конструкций от горизонтали состоит в пяти выборочных измерениях контрольной двухметровой рейкой на 50...70 м² выверяемого участка.

Таблица 1 – Нормативные требования по СНиП 3.03.01-87 к качеству поверхностей из различных материалов

Контролируемые поверхности	Допуски
Монолитные железобетонные конструкции	
Отклонение горизонтальных плоскостей на всю длину выверяемого участка	20 мм
Местные неровности поверхности бетона при проверке двухметровой рейкой, кроме опорных поверхностей	5 мм
Сборные железобетонные конструкции	
Отклонение от горизонтали верха плоскости панелей перекрытий	10 мм

В соответствии с ДБН В.2.6-22-2001 «Улаштування покриттів із застосуванням сухих будівельних сумішей» для стяжек из сухих гипсовых смесей установлены следующие требования по качеству:

- горизонтальность поверхности – не более 0,2 % от длины, но не более 50 мм;
- ровность поверхности – 3 мм.

Такая методика пригодна только для предварительной оценки качества конструкции пола и не может быть использована для полов с повышенной ровностью. Значения просветов между полом и контрольной рейкой, полученные замерами разных людей, могут отличаться. К тому же, воспроизвести результаты измерения одного и того же участка покрытия практически невозможно. Также не учитывается количество таких отклонений на контролируемой площади.

Требования, предъявляемые к законченным конструкциям или частям сооружений, в Германии регламентирует немецкий промышленный стандарт DIN 18202:2005-10 «Допуски в домостроении – здания и сооружения» [2] (табл. 2). На его основании оценка качества поверхности производится по отклонениям, полученным при нивелировании. Для этого выверяемая площадь делится модульной сеткой с интервалами модульных линий 10 см, 50 см, 1 м или 2 м. Отклонения измеряются в точках пересечения модульных линий, т. е. в углах модульной сетки. Так при интервале модульных линий 1 м вертикальная, горизонтальная и погрешности допускаются не более 6 мм, при интервале линий 3 м – не более 8 мм. Такая методика позволяет получить более точную и воспроизводимую информацию по сравнению с использованием двухметровой рейки.

Таблица 2 – Допуски плоскостности поверхности монолитного пола в соответствии с DIN 18202:2005-10

Расстояние между точками измерений	Отклонения от плоскости
До 0,1 м	2 мм
До 1,0 м	4 мм
До 4,0 м	10 мм
До 10,0 м	12 мм
До 15,0 м	15 мм

В соответствии с нормами Великобритании BS 8204-7:2003 [3] качество поверхности стяжки оценивается при наложении на неё 3-х метровой эталонной металлической рейки (правила). Просвет между этой рейкой (правилом) и стяжкой в любом месте не должен превышать в зависимости от требований по качеству 3, 5 или 10 мм (табл. 3).

Стандартом Американского института бетона ACI 302.1R-04 установлены требования к качеству полов по ровности в зависимости от назначения помещения с учетом не только абсолютных показателей погрешности, но и их количества.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Необходимо провести исследования по установлению влияния качества поверхности оснований на расход сухих смесей при выполнении монолитных стяжек с учетом требований норм ЕС и СНиП (Россия, Украина).

Таблица 3 – Требования по качеству поверхностей самовыравнивающихся стяжек по BS 8204-7

Класс	Максимально допустимые отклонения от 3 м рейки	Применение
SR1	3 мм	Высокий стандарт: для коммерческих и промышленных зданий
SR2	5 мм	Нормальный стандарт: для коммерческих и промышленных зданий
SR3	10 мм	Обычный стандарт для других полов, где ровность поверхности менее важна

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для оценки качества оснований под стяжку была разработана методика, основанная на положениях немецкого стандарта DIN 18202 [2]. По этой методике с использованием численного метода моделировались поверхности основания размером 10×10 м (100 м^2) в соответствии с требованиями норм по качеству ЕС и СНиП. Площадь стяжки делится модульной сеткой с интервалами модульных линий 1 м. В углах модульной сетки образованы 122 вершины. Отклонения поверхности пола от базовой плоскости измеряются в точках, расположенных в вершинах образованных квадратов. Отклонения плоскостей пола от горизонтали определялись на каждом участке. Толщина стяжки задавалась с наиболее выпуклого места на поверхности основания, удалить которое не представляется возможным, чтобы на нем обеспечить проектную толщину слоя, а именно 25 мм. Отклонение толщины нанесенного слоя от проектной допускается только в сторону увеличения.

На примере устройства самовыравнивающейся стяжки с использованием сухой смеси «Knauf FE 50 Largo» определялся расход сухой смеси с учетом допускаемых отклонений от плоскости основания под стяжку.

Анализ полученных результатов позволил построить гистограммы расхода сухой смеси с учетом нормативных требований к качеству поверхности оснований, приведенных в украинских и европейских нормах (рисунок).

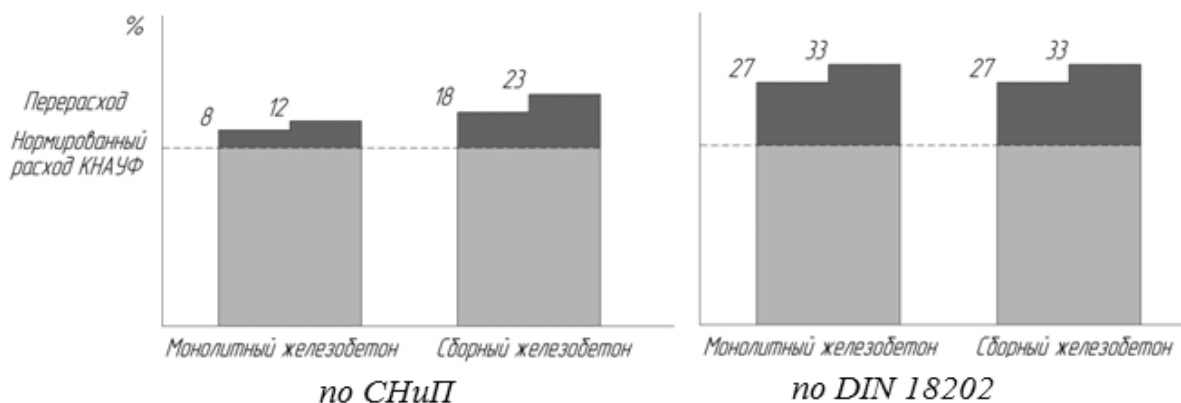


Рисунок – Расход сухой смеси по результатам численного эксперимента.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что даже при соблюдении нормативных требований к поверхности основания фактический расход сухой смеси Knauf FE 50 Largo превышает нормативный расход на 8...33 %.

Кроме этого, выполнялся производственный расчет расхода сухой смеси, заключающийся в определении фактического объема раствора, израсходованного при устройстве монолитных стяжек машинным способом.

Фактический расход сухой смеси составил $2,05 \text{ кг/м}^2$ на 1 мм толщины стяжки. Рекомендуемый расход сухой смеси по техническим листам «KNAUF» составляет $1,9 \text{ кг/м}^2$ на 1 мм толщины стяжки. Перерасход сухой смеси составил 8,19 %, что хорошо согласуется с данными численного эксперимента.

ВЫВОДЫ

Результаты исследований показали, что даже при соблюдении нормативных допусков к качеству поверхности оснований расход сухой смеси на устройство стяжек может увеличиваться до 30 %, что приводит к повышению стоимости выполняемых работ и увеличивает их продолжительность.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции [Текст]. – 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.: ФГУП ЦПП, 2007. – 192 с.
2. DIN 18202. Toleranzen im Hochbau – Bauwerke [Текст]. – Ersatz für DIN 18202:1997-04 und DIN 18201:1997-04; Oktober 2005. – Berlin: DIN, 2005. – 17 p.
3. BS 8204-7:2003. Screeds, bases and in situ floorings – Part 7: Pumpable self-smoothing screeds – Code of practice [Текст]. – Published 03/12/2003. – London: BSI, 2003. – 28 p. – ISBN 0-580-41250-4.
4. ДБН А.3.1-5-2009. Державні будівельні норми України. Організація будівельного виробництва [Текст]. – На замину ДБН А.3.1-5-96 «Організація будівельного виробництва»; чинні з 2012-01-01. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 61 с.
5. Кочерженко, В. В. Технология реконструкции зданий и сооружений [Текст]: Учебное пособие / В. В. Кочерженко, В. М. Лебедев. – М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2007. – 224 с. – (Строительство). – ISBN 978-5-93093-475-8.
7. 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. – 447 с. – (Строительство). – ISBN 5-06-004885-3.

Получено 28.09.2015

С. В. КОЖЕМ'ЯКА, В. О. МАЗУР, В. В. ГОЗУЛОВ, А. П. ОСИПОВА ВПЛИВ ЯКОСТІ ПОВЕРХНІ ОСНОВИ НА ВИТРАТУ МАТЕРІАЛІВ ПРИ ВЛАШТУВАННІ МОНОЛІТНИХ СТЯЖОК

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Рекомендовані виробниками сухих сумішей норми витрати не враховують відхилення поверхні основ від площини і горизонталі. Тому фактична витрата суміші значно перевищує задану за нормою витрату. Необхідно провести дослідження щодо встановлення впливу якості поверхні стін на витрату сухої суміші при виконанні монолітних стяжок і порівняти методи контролю якості поверхонь за українськими і європейськими нормам.

норми витрати сухої суміші, фактична витрата сухої суміші, перевитрата сухої суміші, товщина шару, якість поверхні

SERGEI KOZHEMYAKA, VICTORIA MAZUR, VALERIY GOZULOV, ANASTASIYA OSIPOVA THE IMPACT OF THE QUALITY OF THE SURFACE OF THE BASE MATERIAL CONSUMPTION AT THE DEVICE MONOLITHIC SCREEDS

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Featured by manufacturers of dry mixes application rates do not account for the deviation from the plane of the surface of the grounds and horizontally. Therefore, the actual flow rate is much higher than specified by the mixture flow. Research should be undertaken to establish the impact of surface finish on the walls of consumption of dry mix when the monolithic screeds and compare the methods of quality control of surfaces according to Ukrainian and European standards.

rates of the dry mixture, the actual flow of dry mixture, a dry blend flow, thickness, surface quality

Кожем'яка Сергей Викторович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Професор. Наукові інтереси: технологія і організація робіт при реконструкції будівель і споруд, автоматизація технологічного проектування.

Мазур Вікторія Олександрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: ремонт та реконструкція покрівель та фасадів будівель.

Гозулов Валерій Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: захист бетонних і залізобетонних конструкцій від корозії.

Осипова Анастасія Павлівна – магістр Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: технологія і організація робіт при реконструкції будівель і споруд.

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

Мазур Виктория Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: ремонт и реконструкция кровель и фасадов зданий.

Гозулов Валерий Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии.

Осипова Анастасия Павловна – магистр Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: технология и организация работ при реконструкции зданий и сооружений.

Kozhem'yaka Sergiy – Ph.D. (Eng.), Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Professor. Scientific interests: technology and organization of works in reconstructing building and structures, automation of technological designing.

Mazur Victoria – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: repair and reconstruction of roofs and facades of industrial buildings.

Gozulov Valeriy – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: protection of concrete and reinforced concrete structures against corrosion.

Osipova Anastasiya – master, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technology and organization of works in reconstructing of buildings and structures.

УДК 69.057.4

Е. В. ГОРОХОВ, А. М. ЮГОВ, Р. И. ИГНАТЕНКО, А. В. КРУПЕНЧЕНКО

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ПРИМЕНЕНИЕ МАИ (МЕТОД АНАЛИЗА ИЕРАРХИЙ) ПРИ РАЗРАБОТКЕ РАЦИОНАЛЬНОГО ВАРИАНТА ОРГАНИЗАЦИОННО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА МОНТАЖА КОМПЛЕКСА МЕТАЛЛИЧЕСКИХ РЕШЕТЧАТЫХ БАШЕННЫХ ОПОР ЛЭП

В статье обоснована необходимость разработки системного подхода к оценке и анализу факторов, влияющих на параметры организационно-технологической системы, рассматривается проблема выбора способа монтажа комплекса металлических решетчатых башенных опор ЛЭП, как способа минимизации общих затрат на строительные-монтажные работы. Исследуется структура монтажного процесса, рассмотрены схемы и способы монтажа комплекса металлических решетчатых башенных опор ЛЭП. Определены и рассмотрены основные факторы, влияющие на продолжительность и стоимость монтажа.

многофакторная система, линия электропередач, башенная опора ЛЭП, метод анализа иерархий, экспертный метод оценки факторов

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Увеличение объемов возведения объектов энергетической отрасли, в частности ЛЭП, и развитие индустриальных методов строительства предъявляют повышенные требования к этапу проектирования каждой из составляющих общего строительного процесса.

Возведение конструкций линейно-протяженного строительного объекта, каким является ЛЭП, имеет по сравнению со строительством иных промышленных объектов ряд существенных отличий. Сооружаемые ЛЭП имеют большую протяженность, удалены друг от друга, производственных баз строительства, дорог и коммуникаций.

При разработке рационального решения организационно-технологического процесса монтажа комплекса металлических решетчатых башенных опор ЛЭП (линии ЛЭП) регулярно присутствует неопределенность, обусловленная множеством факторов, определяющих текущее состояние системы и изменяющихся стохастически.

Рационализация организационно-технологических решений производства строительного-монтажных работ по возведению опор ЛЭП в составе линии преследует цель выбора варианта метода монтажа, при котором с учетом местных условий строительства обеспечивается максимально возможное сокращение сроков выполнения работ при эффективном использовании материально-технических и людских ресурсов. Суть поиска рационального решения заключается в разделении процесса проектирования процесса возведения объекта на этапы, а также в анализе организационно-технологических связей между отдельными элементами процесса и сравнении альтернативных вариантов между собой.

Проблема выбора метода монтажа имеет несколько вариантов решений. Эти решения относятся к одной задаче, и в этом смысле они однородны. По отношению друг к другу варианты решений выбора являются альтернативами.

Таким образом, в ситуации принятия решения:

- 1) разрабатываются несколько альтернативных вариантов методов монтажа системы (линии);
- 2) задаются критерии оценки, по которым определяется, в какой мере тот или иной метод является рациональным в данных условиях;

3) определяются условия, в которых решается проблема выбора метода, и ряд факторов, существенно влияющих на выбор того или иного варианта метода монтажа.

Линия ЛЭП является сложной системой, и совокупность существенных факторов можно представить поликритериальной задачей, представленной в виде ряда различных по своей направленности векторов. Сочетание формально-логических и экспертных (интуитивных) методов анализа позволяет снять эту неопределенность и перейти от векторной формы критерия к одномерной линейной.

Разработка рационального решения организационно-технологического процесса монтажа комплекса металлических решетчатых башенных опор ЛЭП сводится к задаче принятия решения (ЗПР) о выборе рационального метода монтажа из рассматриваемого множества применяемых в данный момент. Оптимальным с точки зрения качества принимаемого решения и учета факторов влияния методом является МАИ (метод анализа иерархий). Данный метод не требует упрощения структуры задачи, априорного отбрасывания ряда факторов. Поэтому он эффективнее других аналитических инструментов позволяет учитывать влияние всевозможных факторов на выбор решения.

Иерархия есть определенный тип системы, основанный на предположении, что элементы системы могут группироваться в несвязанные множества. Элементы каждой группы находятся под влиянием элементов некоторой вполне определенной группы и, в свою очередь, оказывают влияние на элементы другой группы.

Структура модели принятия решения в методе анализа иерархий представляет собой схему (граф), которая включает:

- 1) набор альтернативных решений,
- 2) главный критерий определения рейтинга решений,
- 3) набор групп одностипных факторов, влияющих на рейтинг,
- 4) множество направленных связей, указывающих на влияния решений, критерия и факторов друг на друга.

Структура модели отражает результат анализа ситуации принятия решения. Проблему поиска рационального варианта метода монтажа можно рассмотреть следующим образом. Пусть имеются:

- 1) несколько вариантов альтернативных методов монтажа опор,
- 2) главный критерий (главная цель) сравнения альтернативных методов монтажа,
- 3) несколько групп одностипных факторов, внешних и внутренних, существенно влияющих на процедуру выбора.

Необходимо каждой альтернативе поставить в соответствие приоритет (число), получив рейтинг альтернатив. Причем чем более предпочтительна альтернатива по избранному критерию, тем больше ее приоритет. Выбор рационального метода основывается на величинах приоритетов возможных альтернатив.

Алгоритм выбора метода можно представить следующими пунктами (рис. 1):

1. Анализ проблемы выбора.

При этом проблема выбора метода представляется в виде иерархически упорядоченных:

- а) главной цели,
- б) нескольких уровней одностипных факторов,
- в) группы возможных методов монтажа,
- г) системы связей, указывающих на взаимное влияние факторов и организационно-технологических решений.

2. Сбор данных по факторам и их ранжирование.

В соответствии с результатами иерархической декомпозиции модель ситуации принятия решения имеет кластерную структуру. Набор возможных методов и все существенные факторы, влияющие на приоритеты решений, разбиваются на относительно небольшие группы – кластеры. Разработанная в методе анализа иерархий процедура парных сравнений позволяет определить приоритеты объектов, входящих в каждый кластер.

3. Оценка противоречивости полученных данных и ее минимизация.

Применение процедуры согласования.

4. Синтез задачи принятия решения.

После окончания проведения анализа проблемы и сбора данных по всем кластерам, производится расчет итогового рейтинга – набора приоритетов альтернативных решений.

5. Оценивается важность учета каждого промежуточного решения и важность учета каждого фактора, влияющего на приоритеты выбора метода монтажа.



Рисунок 1 – Алгоритм применения МАИ для выбора способа монтажа комплекса металлических решетчатых башенных опор ЛЭП.

Модель, составленная с помощью МАИ, всегда имеет кластерную структуру. Применение метода позволяет разбить большую задачу, на ряд малых самостоятельных задач. Благодаря этому для подготовки принятия решения можно привлечь экспертов, работающих независимо друг от друга над локальными задачами.

В соответствии с формулировкой задачи принятия решения величина приоритета напрямую связана с рациональностью выбора. Поэтому решения с низкими приоритетами исключаются как несущественные.

6. Оценка устойчивости принимаемого решения.

Принимаемое решение по выбору метода можно считать обоснованным лишь в том случае, когда неточность исходных данных или неточность разработанной структуры модели ситуации принятия решения не влияют существенно на рейтинг альтернативных решений.

Первым этапом применения МАИ является структурирование проблемы выбора рационального метода монтажа конструкций в виде иерархии или сети (рис. 2). Иерархия технологического процесса строится с вершины (цели), через промежуточные уровни-критерии (технико-экономические параметры) к самому нижнему уровню, которым является ряд альтернативных методов монтажа.

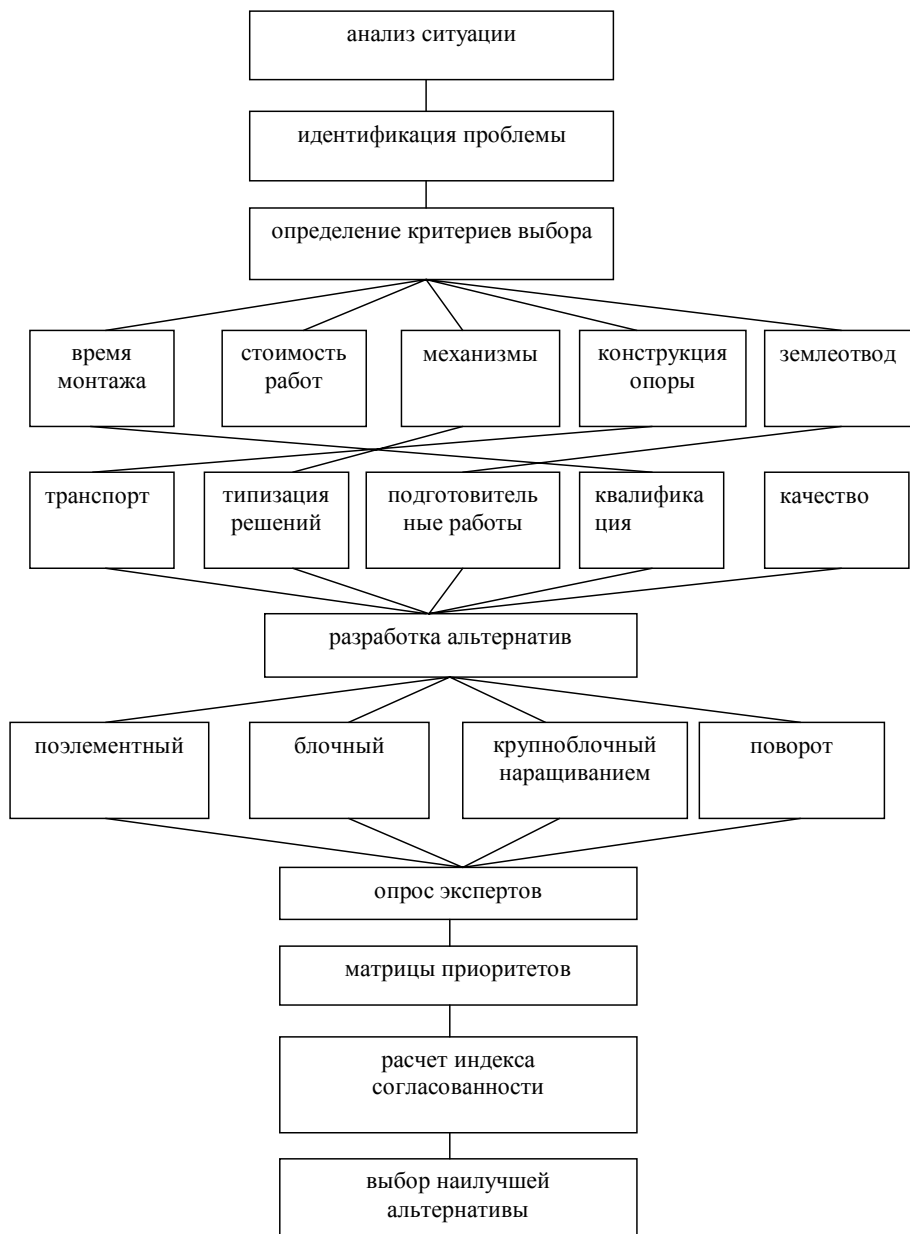


Рисунок 2 – Структура модели принятия рационального решения организационно-технологического процесса монтажа комплекса металлических решетчатых башенных опор ЛЭП.

7. Определение факторов, существенно влияющих на процедуру выбора.

Для оценки влияния внешних и внутренних факторов, влияющих на выбор метода монтажа опор ЛЭП, предложены следующие показатели (рис. 3):

Кмт – показатель механизации труда, определяемый отношением числа рабочих, занятых на механизированных процессах, к общему числу рабочих, является также важным критерием для оценки механизации строительного-монтажных работ. Он выражается отношением трудоемкости механизированных операций к общей трудоемкости работ:

$$K_{mt} = T_m / T_o, \quad (1)$$

где K_{mt} – коэффициент механизации труда, %;
 T_m – трудоемкость механизированных операций, чел.-дн;
 T_o – общая трудоемкость, чел.-дн.

Коп – коэффициент, определяющий количество опор линии электропередач, монтируемых сходным способом, и расстояние между ними;

Спл – площадь, необходимая для развешивания комплекта грузоподъемных механизмов, комплектующих элементов конструкции, суммарная площадь пикета, минимально необходимая для выполнения работ по монтажу опоры;

См – стоимость монтажа одной опоры ЛЭП;

Ктр – коэффициент доступности комплекта техники, используемой при монтаже;

Котк – коэффициент отсутствия отказов;

Кпр – коэффициент необходимой квалификации исполнителей.

Монтаж башенных сооружений отличается от монтажа других строительных конструкций рядом специфических особенностей, и прежде всего большой высотой, на которой необходимо вести работы. Это предъявляет определенные требования, которыми необходимо руководствоваться при подготовке и комплектовании технических и рабочих кадров, выполняющих работы по монтажу высотных сооружений.

Тпр – количество времени, необходимое для монтажа одной опоры линии;

Ки – коэффициент развитости транспортной инфраструктуры, землеотвод, удаленность, стоимость доставки и т. д.

После иерархического воспроизведения проблемы выбора рационального метода монтажа устанавливаются приоритеты критериев и оценивается каждая из альтернатив по критериям. Элементы сравниваются попарно по отношению к их воздействию на общую для них характеристику. Система парных сведений приводит к результату, который представлен в виде обратно симметричной матрицы. Элементом матрицы $w(i, j)$ является интенсивность проявления элемента иерархии i относительно элемента иерархии j , оцениваемая по шкале интенсивности от 1 до 9, где оценки имеют следующий смысл:

- 1 – равная важность,
- 3 – умеренное превосходство одного над другим,
- 5 – существенное превосходство одного над другим,
- 7 – значительное превосходство одного над другим,
- 9 – очень сильное превосходство одного над другим,
- 2, 4, 6, 8 – соответствующие промежуточные значения.

Учитывая специфику ряда организационно-технологических решений производства строительного-монтажных работ по возведению опор ЛЭП в составе линии, некоторые способы монтажа в определенных условиях не могут быть применены. Поэтому необходимо включить в состав шкалы интенсивности оценку, исключающую применение метода в определенных условиях.

0 – минимальное значение

$$W = \begin{bmatrix} w_1 & w_1 & \dots & w_1 \\ w_1 & w_2 & \dots & w_n \\ w_2 & w_2 & \dots & w_2 \\ w_1 & w_2 & \dots & w_n \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_n & w_n & \dots & w_n \\ w_1 & w_2 & \dots & w_n \end{bmatrix} \quad (2)$$

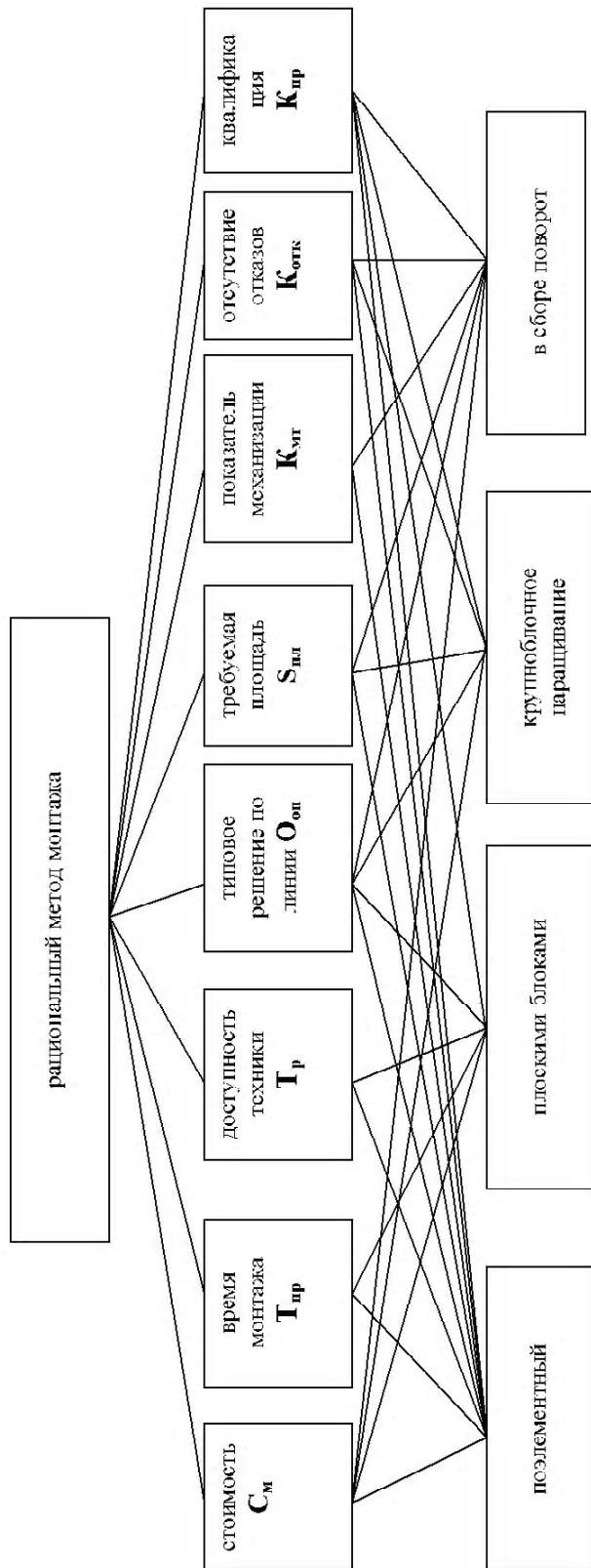


Рисунок 3 – Иерархическая структура модели проблемы выбора варианта рационального метода монтажа металлических башенных решетчатых опор ЛЭП.

Если при сравнении одного фактора i с другим j получено $a(i,j) = b$, то при сравнении второго фактора с первым получаем $a(j,i) = 1/b$.

Относительная сила или величина каждого отдельного объекта в иерархии определяется оценкой соответствующего ему элемента собственного вектора матрицы приоритетов, нормализованного к единице. Процедура определения собственных векторов матриц поддается приближению с помощью вычисления геометрической средней.

Пусть:

$A_1 \dots A_n$ – множество из n элементов;

$W_1 \dots W_n$ – соотносятся следующим образом:

	A_1	A_2	...	A_n
A_1	1	...	...	W_1 / W_n
A_2	...	1	...	...
...	...	...	1	...
A_n	W_n / W_1	...	...	1

Оценка компонент вектора приоритетов производится по схеме:

	A_1	A_2	...	A_n		
A_1	1	...	...	W_1 / W_n	$X_1 = (1 * (W_1/W_2) * \dots * (W_1/W_n))^{1/n}$	$BEC(A_1) = X_1 / \text{СУММА}(X_i)$
A_2	...	1	...	...	$X_2 = (1 * (W_2/W_1) * \dots * (W_2/W_n))^{1/n}$	$BEC(A_2) = X_2 / \text{СУММА}(X_i)$
...	...	...	1	...	...	...
A_n	W_n / W_1	...	...	1	$X_n = ((W_n/W_1) * \dots * (W_n/W_{n-1}) * 1)^{1/n}$	$BEC(A_n) = X_n / \text{СУММА}(X_i)$
					СУММА (X_i)	

Приоритеты синтезируются, начиная со второго уровня вниз. Локальные приоритеты перемножаются на приоритет соответствующего критерия на вышестоящем уровне и суммируются по каждому элементу в соответствии с критериями, на которые воздействует элемент.

Индекс согласованности (ИС) дает информацию о степени нарушения согласованности. Вместе с матрицей парных сравнений имеем меру оценки степени отклонения от согласованности. Если такие отклонения превышают установленные пределы, то тому, кто проводит суждения, следует перепроверить их в матрице.

$$ИС = (l_{max} - n) / (n - 1), \tag{3}$$

$$\lambda_{max} \geq n. \tag{4}$$

Расчет вектора локальных приоритетов – весов критериев (объектов)

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_n), \tag{5}$$

$$x_i = \frac{\sqrt[n]{\frac{w_i}{w_1} \times \frac{w_i}{w_2} \times \dots \times \frac{w_i}{w_n}}}{\sum_{i=1}^n \sqrt[n]{\frac{w_i}{w_1} \times \frac{w_i}{w_2} \times \dots \times \frac{w_i}{w_n}}}. \tag{6}$$

Для контроля согласованности матрицы W вычисляются:

$$Y = \left(\sum_{j=1}^n \frac{w_j}{w_1}, \sum_{j=1}^n \frac{w_j}{w_2}, \dots, \sum_{j=1}^n \frac{w_j}{w_n} \right), \tag{7}$$

$$\lambda_{max} = X \cdot Y, \tag{8}$$

$$ИС = (l_{max} - n) / (n - 1), \tag{9}$$

$$ОС = ИС / ИСр, \tag{10}$$

где $ИСр$ – индекс согласованности матрицы размерности n , заполненной при случайном моделировании (табл.).

Таблица – Согласованность случайных матриц

Размер матрицы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Случайная согласованность	0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

Величина ОС должна быть порядка 10 % или менее, чтобы быть приемлемой. В некоторых случаях можно допустить 20 %, но не более. Если ОС выходит из этих пределов, то участникам нужно исследовать задачу и проверить свои суждения.

ВЫВОДЫ

Задачи, которые следует решать с помощью МАИ, могут быть определены следующими пунктами:

1. Доказана возможность применения метода анализа иерархий (МАИ) к решению задач выбора рациональных (оптимальных) методов монтажа конструкций опор ЛЭП (в более широком смысле – линейно-протяженных сооружений).
2. Предложен алгоритм выбора рационального метода возведения конструкций опор ЛЭП с применением МАИ.
3. Дальнейшие исследования предполагают анализ альтернативных вариантов возведения ЛЭП на конкретных примерах.
4. Определен и иерархически структурирован ряд факторов, существенно влияющих на выбор метода монтажа комплекса металлических решетчатых башенных опор ЛЭП.
5. Дополнен метод экспертного оценивания альтернатив, адекватный структуре монтажного процесса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Саати, Т. Л. Принятие решений. Метод анализа иерархий [Текст] / Т. Л. Саати. – М. : Радио и связь, 1989. – 316 с.
2. Саати, Т. Аналитическое планирование. Организация систем [Текст] / Т. Саати, К. Кернс. – М. : Радио и связь, 1991. – 224 с.
3. Броверман, Г. Б. Строительство мачтовых и башенных сооружений [Текст] / Г. Б. Броверман. – М. : Стройиздат, 1970. – 272 с.
4. Барон, Р. М. Методы возведения и реконструкции сооружений пространственного типа [Текст] / Р. М. Барон // Монтажные и спец. работы в стр-ве. – 1998. – № 7–8. – С. 23–28.
5. Правила устройства электроустановок [Текст] / Минэнерго СССР. – 4-е изд. – М. : Энергоатомиздат, 1965. – 464 с. – (Нормативный документ Минэнерго СССР).
6. Правила улаштування електроустановок [Текст]. Глава 2.5 «Повітряні лінії електропередачі напругою вище 1 кВ до 750 кВ» / М-во палива та енергетики України. – Офіц. вид. – К. : ГРІФРЕ, 2006. – III, 125 с. – (Нормативний документ Мінпаливенерго України).
7. Расчет и проектирование пространственных металлических конструкций [Текст] : учеб. пособие для студентов строит. профиля, магистрантов, аспирантов, а также послевуз. подгот. и переподгот. / Е. В. Горохов, В. Ф. Муцанов, Я. В. Назим, И. В. Роменский ; под общ. ред. Е. В. Горохова ; Донбас. нац. акад. стр-ва и архитектуры. – Макеевка : ДонНАСА, 2012. – 560 с. – ISBN 978-617-599-012-4.
8. ДБН В.2.6-163:2010. Конструкції будівель і споруд. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу [Текст]. – На заміну СНиП II-23-81* окрім розділів 15*-19, СНиП III-18-75 окрім розділів 3-8, СНиП 3.03.01-87 у частині, що стосується сталевих конструкцій окрім п.п. 4.78-4.134 ; чинні від 2011-12-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 127 с.
9. Нижниковский, Г. С. Технология монтажа металлических конструкций [Текст] : учебник / Г. С. Нижниковский, П. Т. Резниченко ; ред. Б. В. Прыкин. – Киев ; Донецк : Вища шк., 1981. – 236 с.

Получено 05.10.2015

Є. В. ГОРОХОВ, А. М. ЮГОВ, Р. І. ІГНАТЕНКО, А. В. КРУПЕНЧЕНКО
ЗАСТОСУВАННЯ МАІ (МЕТОД АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ) ПРИ РОЗРОБЦІ
РАЦІОНАЛЬНОГО ВАРІАНТА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО
ПРОЦЕСУ МОНТАЖУ КОМПЛЕКСУ МЕТАЛЕВИХ ГРАТЧАСТИХ
БАШТОВИХ ОПОР ЛЕП

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті обґрунтовано необхідність розробки системного підходу до оцінки та аналізу чинників, що впливають на параметри організаційно-технологічної системи, розглядається проблема вибору способу монтажу комплексу металевих ґратчастих баштових опор ЛЕП, як способу мінімізації загальних витрат на будівельно-монтажні роботи. Досліджується структура монтажного процесу, розглянуті схеми та способи монтажу комплексу металевих ґратчастих баштових опор ЛЕП. Визначено та розглянуто основні фактори, що впливають на тривалість і вартість монтажу.

багатофакторна система, лінія електропередавання, баштова опора ЛЕП, метод аналізу ієрархій, експертний метод оцінки факторів

YEVGEN GOROKHOV, ANATOLIY YUGOV, ROMAN IGNATENKO, ANNA
KRUPENCHENKO
THE APPLICATION OF AHP (ANALYTIC HIERARCHY PROCESS) IN THE
DEVELOPMENT OF A RATIONAL VARIANT OF ORGANIZATIONAL AND
TECHNOLOGICAL PROCESS OF ASSEMBLY OF COMPLEX METAL LATTICE
TOWERS OF TRANSMISSION LINES

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

In the article the necessity of systematic approach developing to the evaluation and analysis of factors having impact on characteristic quantity of organizational and manufacturing system have been motivated, the article also deals with the problem of choice of method of installation of the metal complex lattice towers of transmission lines as a means of minimizing total cost of construction and installation works. We study the structure and Assembly process, the schemes and methods of mounting of the complex of metal, lattice, power transmission line tower supports have been considered. The main factors, having an impact on the duration and cost of installation, have been determined and considered.

multi-factor system, power transmission line, transmission line tower support, analytic hierarchy process, expert method of factors valuation

Горохов Євген Васильович – доктор технічних наук, 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 освіти 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.

Югов Анатолій Михайлович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури, дійсний член Академії будівництва України. Наукові інтереси: проектування, монтаж, експлуатація, оцінка технічного стану і реконструкція будівель і споруд з металевих конструкцій.

Ігнатенко Роман Іванович – асистент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: монтаж металевих конструкцій.

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

Горохов Евгений Васильевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой металлических конструкций, ректор Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Президент Украинской ассоциации по металлическим конструкциям, Иностраннный 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.

Югов Анатолий Михайлович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры, действительный член Академии строительства Украины. Научные интересы: проектирование, монтаж, эксплуатация, оценка технического состояния и реконструкция зданий и сооружений из металлических конструкций.

Игнатенко Роман Иванович – ассистент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: монтаж металлических конструкций.

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

Gorokhov Yevgen – D.Sc. (Eng), Professor; the Head of 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 of wind influence on buildings and structures. Scientific interests: operational reliability of building metal structures, climatic loads on building structures.

Yugov Anatoliy – D.Sc. (Eng.), Professor, Head of Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, Full Member of Academy of Construction of Ukraine. Scientific interests: design, erection, operation, evaluation of technical condition and reconstruction of metal structures.

Ignatenko Roman –assistant, Construction Technology and Management Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: steel erection.

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

УДК 528.48

М. И. ЛОБОВ, П. И. СОЛОВЕЙ, А. Н. ПЕРЕВАРЮХА

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ФУТБОЛЬНОГО ПОЛЯ С ИСКУССТВЕННЫМ ПОКРЫТИЕМ И ОБОГРЕВОМ

В статье рассмотрены вопросы проведения геодезического мониторинга футбольного поля с искусственным покрытием и обогревом. Выполнен расчет точности геодезических измерений, позволивший выбрать оптимальную методику и приборы. Дано теоретическое обоснование выбора оптимальной длины стороны квадрата геодезической сети, закрепленной на футбольном поле. Приведены результаты экспериментальных исследований влияния погрешности разбивки вершин квадратов на точность определения их высот. Представлены основные результаты геодезического мониторинга футбольного поля и выполнен их анализ.

геодезический мониторинг, футбольное поле, расчет точности, методика измерений, анализ результатов

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

В последнее время значительное внимание уделяется развитию футбола как у нас в стране, так и за рубежом. Возведены современные стадионы в Донецке, Киеве, Харькове, Днепропетровске, Львове и др. на уровне мировых стандартов. Созданы тренировочные базы с комплексом футбольных полей, в том числе с искусственным покрытием, дренажом и обогревом. К созданию таких сооружений предъявляются высокие требования, особенно к соблюдению геометрических параметров покрытий футбольных полей. Поэтому дальнейшее совершенствование методики геодезического мониторинга футбольных полей на разных стадиях их создания является актуальной задачей.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Анализ предыдущих работ показал, что почти все они посвящены разработке проектов вертикальной планировки микрорайонов, промышленных и строительных площадок методами наименьших квадратов, квадратичного программирования и др. [1, 2, 3, 5 и др.]. Практически отсутствуют работы, освещающие проблемы проведения геодезического мониторинга футбольных полей с искусственным покрытием и обогревом. Анализ состояния футбольных полей в России показал, что в ряде случаев они не отвечают современным требованиям. Основными причинами неудовлетворительного состояния футбольных полей с искусственным покрытием в России являются низкое качество искусственной травы, недостаточная квалификация монтажных организаций, ошибки в проектировании, нарушение методики выполнения работ и ненадлежащий уход за футбольными полями.

ЦЕЛИ

Основной целью работы является разработка методики геодезического мониторинга футбольного поля с искусственным покрытием и обогревом для выявления недопустимых отклонений от проектных значений.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Наличие грубых ошибок в технологии выполнения геодезических и строительных работ по созданию футбольного поля с искусственным покрытием и обогревом привело к необходимости проведения его геодезического мониторинга с целью выявления недопустимых отклонений от проектных.

© М. И. Лобов, П. И. Соловей, А. Н. Переварюха, 2015

Футбольное поле расположено на тренировочной базе футбольного клуба «Шахтер» в поселке Кирши, города Донецка. Поле имеет размеры 106×68 м (рис. 1). Для организованного стока дождевых и талых вод поле создано в виде 4-х скатной крыши, состоящей из двух треугольников (AFD и BCG) и двух трапеций (ABGF и DFGC). Относительные отметки бровки футбольного поля ABCD равны ±0,000 м. Гребень FG поля имеет максимальную отметку +0,288 м. Проектные уклоны оформляющих наклонных плоскостей составляют 0,008.

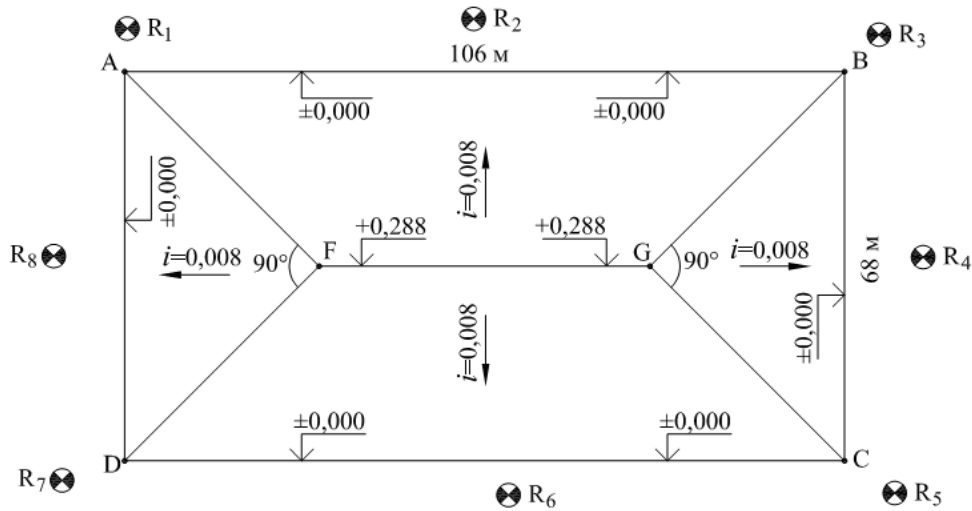


Рисунок 1 – Проектные геометрические параметры футбольного поля.

Геодезический мониторинг футбольного поля предложено выполнять относительно 8 опорных реперов $R_1 - R_8$ (рис. 2), закрепленных специальными знаками за бровкой поля. Превышения между опорными реперами измерялось высокоточным электронным нивелиром SDL-30 фирмы Sokkia (Япония) и специальной штрих-кодовой рейки по методике геометрического нивелирования II класса. Максимальное расстояние от нивелира до реек не превышало 30 м. Высоты опорных реперов вычислены в условной системе высот.

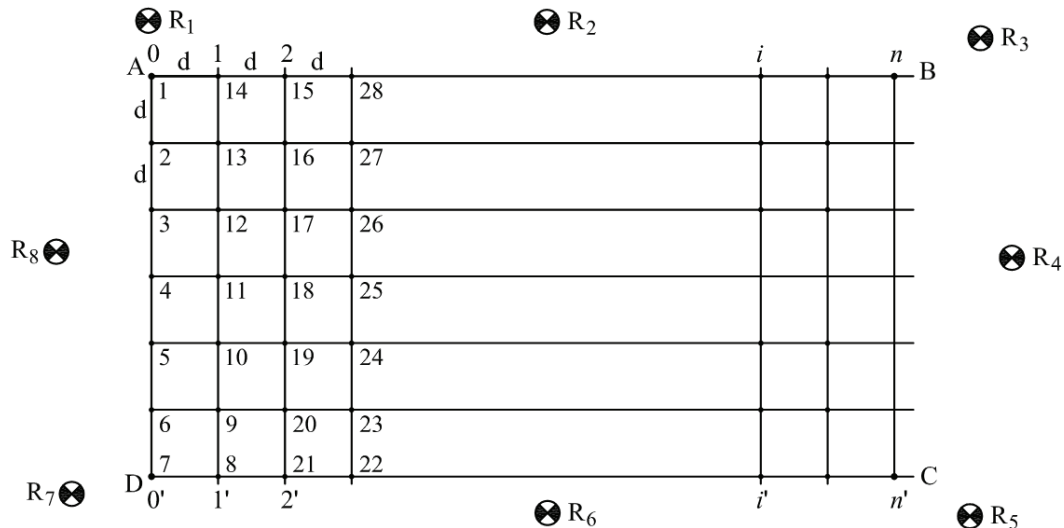


Рисунок 2 – Схема расположения опорных реперов и разбивки сетки квадратов.

Геодезический мониторинг выполнялся методом геометрического нивелирования III класса по квадратам с применением высокоточного оптического нивелира с компенсатором Ni007, фирмы Karl Zeis (ГДР). В связи с невозможностью закрепления вершин квадратов на футбольном поле предложена следующая методика геодезического мониторинга.

По бровкам футбольного поля теодолитом ЗТ5КП был разбит и закреплен прямоугольник ABCD (рис. 2). Стороны прямоугольника AB и DC через равные интервалы $d = 2$ м были закреплены гвоздями 1, 2, ..., i , ..., n и 1', 2', ..., i' , ..., n' .

Мерным тросом, размеченным через 2 м, задавались створы 0-0', 1-1', 2-2', ..., $i-i'$, ..., $n-n'$. После этого измерялись превышения между ближайшим опорным репером и вершинами квадратов, отмеченными мерным тросом через 2 м. В дальнейшем мерный трос устанавливался в следующем створе и т. д. Проведенные экспериментальные исследования показали, максимальная погрешность разбивки вершин квадратов, вызванная нестворностью троса, составила 45 мм в средней части 70-метрового створа.

Обоснованность выбора предложенных приборов и оптимальной длины стороны квадратов подтверждена расчетом точности геодезических измерений, выполненным перед мониторингом футбольного поля, и который заключался в следующем.

Пусть со станции N (рис. 3) нивелиром Ni007 измерены превышения h_B и h_C между опорным репером R и соседними вершинами B и C квадрата геодезической сетки, закрепленной на футбольном поле. Из рисунка 3 можно записать:

$$h_B = a - b, \quad (1)$$

где a и b соответственно отсчеты по рейкам на репере R и в точке B.

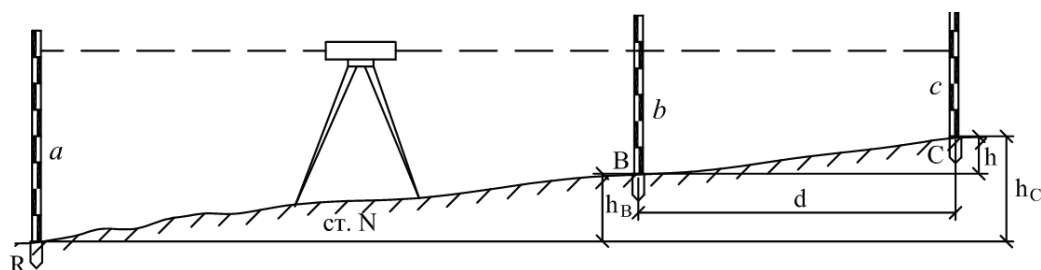


Рисунок 3 – Схема измерения превышений между опорным репером и вершинами квадрата.

Продифференцировав выражение (1) и перейдя к средним квадратическим погрешностям, получим:

$$m_{h_B}^2 = m_a^2 + m_b^2, \quad (2)$$

где m_a и m_b – средние квадратические погрешности взглядов a и b соответственно по рейкам в точках R и B.

Учитывая одинаковые условия измерений и применив принцип равных влияний, можно записать:

$$m_a = m_b = m_{\text{взг}}, \quad (3)$$

Подставив выражение (3) в (2), получим:

$$m_{h_B} = m_{\text{взг}} \cdot \sqrt{2}. \quad (4)$$

Так как превышение между соседними вершинами квадрата:

$$h = h_B - h_C, \quad (5)$$

то средняя квадратическая погрешность:

$$m_h = (m_{\text{взг}} \cdot \sqrt{2}) \cdot \sqrt{2} = 2m_{\text{взг}}. \quad (6)$$

На погрешность взгляда будут влиять следующие основные погрешности:

1. Погрешность установки визирной оси нивелира в горизонтальное положение:

$$m_y = \frac{m_k \cdot S}{\rho}, \quad (7)$$

где m_k – погрешность установки компенсатора;
 S – расстояние от нивелира до рейки;
 $\rho = 206\,265''$.

При $m_k = 0,5''$ (нивелир Ni007); $S = 40$ м:

$$m_y = \frac{0,5'' \cdot 40\,000}{206\,265''} = 0,10 \text{ мм.}$$

2. Погрешность из-за неточного отсчета на глаз доли интервала t – наименьшего деления шкалы рейки вычислим по формуле [4]:

$$m_o = 0,136 \frac{S(M)}{V} + 0,03t, \quad (8)$$

где V – увеличение зрительной трубы нивелира.

При $S = 40$ м, $V = 31$, $t = 10$ мм:

$$m_o = 0,136 \frac{40}{31} + 0,03 \cdot 10 = 0,48 \text{ мм.}$$

3. Погрешность, зависящая от разрешающей способности трубы нивелира:

$$m_m = \frac{60''}{V \cdot \rho} \cdot S. \quad (9)$$

При $V = 31$, $S = 40$ м:

$$m_m = \frac{60'' \cdot 40\,000}{31 \cdot 206\,265''} = 0,38 \text{ мм.}$$

4. Погрешность, вызванная неравенством плеч:

$$m_n = (S_3 - S_{II}) \frac{i''}{\rho''}, \quad (10)$$

где S_3 , S_{II} – расстояния от нивелира соответственно до задней и передней реек.

При $S_3 = 40$ м, $S_{II} = 25$ м, $i'' = 3''$ (из поверки нивелира):

$$m_n = (40 - 25) \frac{3''}{206\,265''} = 0,22 \text{ мм.}$$

5. Погрешность нанесения делений рейки (получена экспериментальным путем):

$$m_o = 0,30 \text{ мм.}$$

6. Погрешность, вызванная наклоном рейки, снабженной круглым уровнем:

$$m_n = \frac{b \cdot \nu^2}{2\rho^2}, \quad (11)$$

где b – максимальный отсчет по рейке;
 ν – угол наклона рейки.

При $b = 1\,500$ мм, $\nu = 1^\circ$ (получено из исследований):

$$m_n = \frac{1\,500 \cdot 1^2}{2 \cdot (57,3)^2} = 0,23 \text{ мм.}$$

Погрешность за кривизну Земли и рефракцию компенсирована методикой измерений.

С учетом перечисленных погрешностей погрешность взгляда составит:

$$m_{\text{взг}} = \sqrt{m_y^2 + m_o^2 + m_m^2 + m_n^2 + m_o^2 + m_n^2}, \quad (12)$$

а с учетом численных значений:

$$m_{\text{взг}} = \sqrt{0,10^2 + 0,48^2 + 0,38^2 + 0,22^2 + 0,30^2 + 0,23^2} = 0,68 \text{ мм,}$$

что почти соответствует погрешности нивелирования на станции при геометрическом нивелировании III класса.

Подставив $m_{\text{взг}} = 0,68$ мм в формулу (6), получим погрешность превышения между двумя соседними вершинами квадрата геодезической сетки:

$$m_h = 2m_{\text{взг}} = 2 \cdot 0,68 = 1,36 \text{ мм.} \quad (13)$$

Из рисунка 3 будем иметь:

$$h = i \cdot d. \quad (14)$$

Продифференцировав выражение (14) и, перейдя к средним квадратическим погрешностям, получим:

$$m_h^2 = (dm_i)^2 + (im_d)^2, \quad (15)$$

где m_i и m_d – погрешности задания уклонов и измерения длин сторон квадрата.

Анализ формулы (15) показывает, что второй член пренебрегаемо мал по сравнению с первым, поэтому можно записать:

$$m_h = d \cdot m_i. \quad (16)$$

Откуда:

$$d = \frac{m_h}{m_i}. \quad (17)$$

Потребуем, чтобы погрешность m_i была на порядок меньше максимального уклона оформляющих плоскостей футбольного поля, т. е. $m_i = 0,1 \cdot i = 0,1 \cdot 0,008 = 0,0008$. Тогда, с учетом $m_h = 1,36$ мм (из формулы (13)), получим:

$$d = \frac{1,36}{0,0008} = 1\,700 \text{ мм} \approx 2 \text{ м.}$$

Таким образом, чтобы надежно определять локальные неровности футбольного поля, которые, согласно проекта, не должны превышать ± 6 мм на 4 м, оптимальная длина стороны квадрата должна быть равной 2 м.

После вычисления условных отметок всех вершин квадратов составлен топографический план футбольного поля в масштабе 1:100 с сечением искусственного рельефа равным 5 мм.

Проведенные горизонталы позволили наглядно выявить недопустимые отклонения параметров во многих местах футбольного поля:

1. Максимальная относительная отметка составила +355 мм вместо проектного значения +288 мм.
2. Максимальная относительная отметка бровки футбольного поля составила +81 мм вместо проектного значения ± 00 мм.
3. На многих участках футбольного поля зафиксированы локальные неровности, значительно превышающие требования проекта (± 6 мм на 4 м).
4. На многих участках не выдержано постоянство проектного уклона 0,008. Максимальный фактический уклон составил 0,031, что в 4 раза превышает проектное значение.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баран, П. І. Інженерна геодезія [Текст] : Монографія / П. І. Баран. – Київ : ПАТ «ВПОЛ», 2012. – 618 с.
2. Баран, П. І. Відкриті спортивні споруди [Текст] / П. І. Баран, С. М. Дівішек. – К. : Будівельник, 1969. – 95 с.
3. Видуев, Н. Г. Геодезическое проектирование вертикальной планировки [Текст] / Н. Г. Видуев, В. П. Гржибовский. – М. : Недра, 1964. – 250 с.
4. Красовский, Ф. Н. Руководство по высшей геодезии [Текст]. Ч. 1, вып. 2 / Ф. Н. Красовский, В. В. Данилов. – М. : Ред. Бюро ГУГК, 1938. – 419 с.
5. Левчук, Г. П. Прикладная геодезия [Текст] / Г. П. Левчук, В. Е. Новак, В. Г. Конусов. – М. : Недра, 1981. – 438 с.

Получено 02.10.2015

М. І. ЛОБОВ, П. І. СОЛОВЕЙ, А. М. ПЕРЕВАРЮХА
 ГЕОДЕЗИЧНИЙ МОНІТОРИНГ ФУТБОЛЬНОГО ПОЛЯ ЗІ ШТУЧНИМ
 ПОКРИТТЯМ І ОБІГРІВОМ
 Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті розглянуті питання проведення геодезичного моніторингу футбольного поля зі штучним покриттям та обігрівом. Виконано розрахунок точності геодезичних вимірювань, який дозволив вибрати оптимальну методику і прилади. Надано теоретичне обґрунтування вибору оптимальної довжини сторони квадрата геодезичної мережі, закріпленої на футбольному полі. Наведені результати

експериментальних досліджень впливу похибки розмічування вершин квадратів на точність визначення їх висот. Представлені основні результати геодезичного моніторингу футбольного поля і виконано їх аналіз.

геодезичний моніторинг, футбольне поле, розрахунок точності, методика вимірювань, аналіз результатів

MICHAIL LOBOV, PAVEL SOLOVEJ, ANATOLY PEREVARJUHA
GEODETIC MONITORING OF A FOOTBALL FIELD WITH ARTIFICIAL TURF
AND HEATED

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

In the article the questions of the geodetic monitoring of a football field with artificial turf and heated have been considered. The calculation of accuracy of geodetic measurements to ensure optimum methods and instruments have been done. The theoretical rationale for the selection of optimal length of the square of the geodetic network, fixed on the football field, have been given. The results of experimental have been studies, the effect of splitting the vertices of squares error on the accuracy of their heights determining have been given. The main results of geodetic monitoring of a football field have been represented and their analysis has been carried out.

geodesic monitoring, a football field, the calculation accuracy, measurement techniques, analysis of the results

Лобов Михайло Іванович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри інженерної геодезії Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Академік академії наук Вищої школи України з проблем будівництва. Наукові інтереси: комплексні геодезичні дослідження деформацій висотних споруд баштового типу.

Соловей Павло Іларіонович – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної геодезії Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: дослідження статичних і динамічних деформацій висотних будівель і споруд.

Переварюха Анатолій Миколайович – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної геодезії Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: дослідження статичних і динамічних деформацій коливних і обертових об'єктів.

Лобов Михаил Иванович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой инженерной геодезии Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Академик академии наук Высшей школы Украины по проблемам строительства. Научные интересы: комплексные геодезические исследования deformаций высотных сооружений башенного типа.

Соловей Павел Илларионович – кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: исследование статических и динамических deformаций высотных зданий и сооружений.

Переварюха Анатолий Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: исследование статических и динамических deformаций колеблющихся и вращающихся объектов.

Lobov Michail – D.Sc. (Eng.), Professor, the Head of the Engineering Geodesy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. The academician of the Academy of Sciences of the Higher school of Ukraine on problems of construction. Scientific interests: complex geodetic researches of deformations of high-altitude constructions of tower type.

Solovej Pavel – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Engineering Geodesy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: research of static and dynamic deformations of high-rise buildings.

Perevarjuha Anatoly – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Engineering Geodesy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: research of static and dynamic deformations of varying and rotating objects.

УДК 622.678.5

А. И. ЕВДОКИМОВ

Донецкая национальная академия строительства и архитектуры

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРОДОЛЬНО-ПОПЕРЕЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ ПОДЪЕМНОГО КАНАТА ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

В статье приведены результаты теоретических исследований шахтных подъемных установок в различных режимах их работы. В процессе эксплуатации подъемные канаты совершают продольно-поперечные колебания, которые оказывают существенное влияние на установление безопасных параметров подъемной установки: определение относительной длины струны каната и угла наклона ее к горизонту. На основании качественного анализа полученных результатов даны рекомендации по повышению уровня безопасности этих установок в процессе эксплуатации.

подъемная установка, струна подъемного каната, угол наклона струны каната к горизонту, шахтный подъем, подъемная машина, продольно-поперечные колебания

При создании крупных высокопроизводительных шахт и рудников непрерывно увеличивается глубина подъема полезного ископаемого, грузоподъемность и скорость движения подъемных сосудов, что приводит к интенсивной эксплуатации шахтных подъемных установок. Следствием этого является уменьшение срока службы подъемных канатов, снижение уровня безопасности шахтных подъемных установок. Поэтому при разработке нормативных документов и рекомендаций по обеспечению безопасной эксплуатации шахтных подъемных установок необходимо знать и учитывать динамические процессы в подъемных канатах.

С целью проведения качественной оценки взаимовлияния поперечных колебаний струны каната на продольные колебания отвесов подъемного каната были проведены теоретические исследования продольно-поперечных колебаний системы при движении подъемного сосуда в стволе шахты. При составлении математической модели (расчетной схемы) подъемная установка рассматривалась как многомассовая система с сосредоточенными и распределенными параметрами (рис. 1). Используя обобщенные координаты и уравнения Лагранжа второго рода, были получены дифференциальные уравнения движения подъемной установки:

$$\left. \begin{aligned} \left(M + \frac{qS}{3g} \right) \ddot{z} + \frac{qS\ddot{S}}{6g} + \frac{q\dot{S}}{6g} (\dot{S} + 2\dot{z}) + \frac{qSLu^2\ddot{S}}{6g(z+L)^2} &= Q_z \\ \frac{qS}{6g} \ddot{z} + \left(\frac{J_{np}}{R^2} + \frac{qS}{3g} \right) \ddot{S} + \frac{q\dot{S}}{6g} (2\dot{S} + \dot{z}) - \frac{q}{6g} \left(\frac{Lu^2}{z+L} + \dot{S}^2 + \dot{S}\dot{z} + \dot{z}^2 \right) &= Q_S \\ \frac{qSL}{3g(z+L)} \ddot{u} + \frac{qu \left[(\dot{S}L + SL)(z+L) - SL(\dot{z} + \dot{L}) \right]}{3g(z+L)^2} - \frac{2quS\dot{z}^2}{3gL(z+L)^2} &= Q_u \end{aligned} \right\}, \quad (1)$$

где L – продольные перемещения сечений струны каната;
 u – поперечные перемещения сечений струны каната;
 S – перемещения точек обода барабана подъемной машины;
 z – перемещения сечений отвеса подъемного каната (концевого груза);

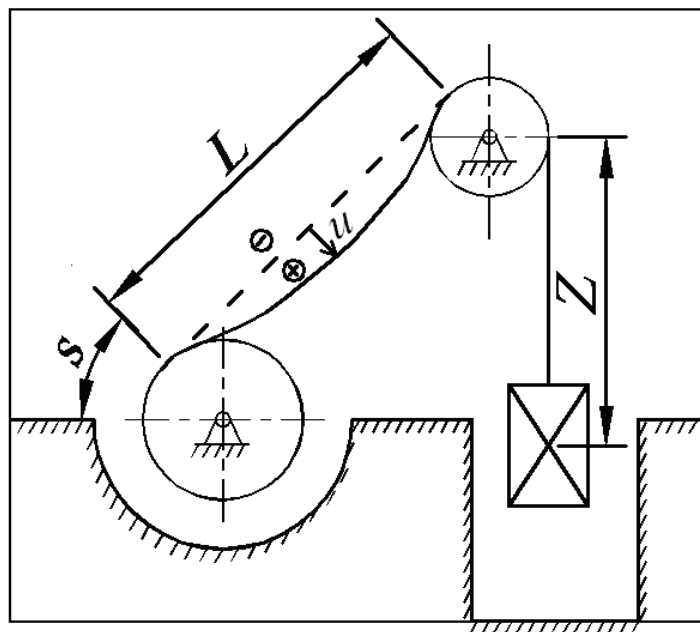


Рисунок 1 – Подъемная установка.

M – масса концевого груза;

q – погонный вес подъемного каната;

Q_z, Q_s, Q_u – обобщенные силы механической системы, определяемые по следующим аналитическим соотношениям:

$$\left. \begin{aligned} Q_z &= Mg \pm F_{\text{тор}} - \frac{(z+L-S)EF}{S} + \frac{qS}{2} \left[1 - \frac{L^2(1+\sin\alpha)}{(z+L)^2} \right] \\ Q_s &= \frac{(z+L-S)EF}{S} + \frac{qS}{2} \left[\frac{z^2}{(z+L)^2} (1+\sin\alpha) - \sin\alpha \right] \\ Q_u &= \frac{LSq \cos\alpha}{2(z+L)} - \frac{u}{\sqrt{a^2+u^2}} \left[\frac{Szq}{z+L} + \frac{2EF(z+L-S)}{S} \right] \end{aligned} \right\}, \quad (2)$$

где α – угол наклона струны каната к горизонту;

F – площадь поперечного сечения каната;

E – модуль упругости подъемного каната;

$F_{\text{тор}}$ – тормозное усилие, прикладываемое к ободу барабана подъемной машины.

Система дифференциальных уравнений (1) описывает движение подъемной установки в различных режимах ее работы: свободный выбег системы; подъем-спуск груза в рабочем режиме подъемной установки; аварийное торможение системы при подъеме-спуске груза и т. д.

Так как решение системы (1) в замкнутой форме получить не представляется возможным, был использован численный метод решения таких уравнений с привлечением ЭВМ. В результате решения этих уравнений были получены графические зависимости между кинематическими и силовыми параметрами конкретных подъемных установок в режимах свободного выбега системы и аварийного торможения при подъеме полезного ископаемого. Были определены силовые (усилия в подъемном канате при заданном законе нарастания тормозного усилия) и кинетические характеристики (перемещения, скорости и замедления подъемного сосуда, барабана подъемной машины и сечений струны подъемного каната) и подъемной установки.

В качестве примера на рис. 2 приведены графики изменения скоростей точек обода барабана подъемной машины (кривая 1), подъемного сосуда (кривая 2), поперечных сечений струны каната (кривая 3) при экстренном торможении подъемной установки в процессе подъема груженого сосуда. Расчеты были выполнены для положения подъемного сосуда в трех точках ствола: верхней (на расстоянии 100 м от верхней приемной площадки), средней (300 м от верхней приемной площадки) и

нижней (700 м от верхней приемной площадки). На рис. 2 приведены графики для верхней точки ствола шахты.

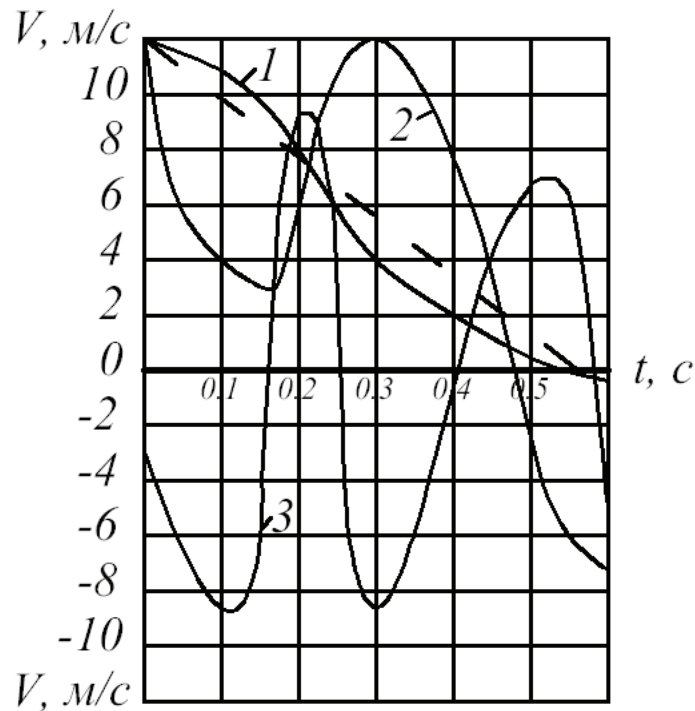


Рисунок 2 – Графики изменения скоростей точек.

Сравнивая изменения скоростей барабана подъемной машины, подъемного сосуда и поперечных сечений струны каната, можно четко пронаблюдать влияние упругих свойств каната на скорость подъемного сосуда и струны каната. Так, кривая 1, характеризующая изменение скорости барабана подъемной машины, лишь незначительно отклоняется от скорости подъемной установки как одно-массовой системы (пунктирная прямая 4). Изменение же скоростей подъемного сосуда и поперечных сечений струны каната имеет явно выраженный синусоидальный характер. Из приведенных графиков следует, что в процессе торможения подъемной установки продольные колебания отвеса подъемного каната накладываются на поперечные колебания струны каната. Это явление на графике характеризуется критическими точками: например, первая вторая – через 0,45 с. Наличие таких точек подтверждает взаимосвязь продольных колебаний отвеса каната и поперечных колебаний струны каната. В процессе торможения подъемной установки скорость поперечных сечений струны каната в вертикальной плоскости трижды принимала нулевое значение, что при исследовании работы подъемной установки необходимо учитывать. Как показали проведенные экспериментальные исследования характер изменения кинематических параметров подъемной установки подтверждают приведенные графики.

Таким образом, система дифференциальных уравнений движения подъемной установки (1) может быть взята за основу при проведении теоретических исследований работы подъемной установки в режиме торможения. Так как данные уравнения учитывают взаимовлияние продольных колебаний отвеса подъемного каната и поперечных колебаний струны каната, то их можно использовать при установлении оптимальных конструктивных параметров установки, обеспечивающих безопасную эксплуатацию системы.

В настоящее время проблематичным является выбор оптимальных значений длины струны подъемного каната и угла наклона ее к горизонту. Как показал анализ литературных источников [1, 2, 3] и некоторых нормативных документов [4, 5], известны различные варианты определения параметров струны каната. Однако все эти предложения связаны с различного рода допущениями, упрощающими проведение теоретических и экспериментальных исследований. Например, не были учтены такие факторы, как влияние углов девиации струны каната на ее параметры, колебания сечений струны каната в горизонтальной плоскости, взаимосвязь продольных и поперечных колебаний сечений

подъемного каната и т. д. Для каждой конкретной подъемной установки оптимальные параметры струны каната имеют свое, относящееся к данной подъемной установке, значение. Дифференцированный подход и определение этих параметров является необходимым условием повышения уровня безопасной эксплуатации шахтных подъемных установок.

Таким образом, качественный анализ полученных результатов показал, что дифференциальные уравнения (1) могут быть использованы при исследовании конкретной подъемной установки в различных режимах ее работы. Это дает возможность установить оптимальные параметры подъемной установки при ее проектировании, что повысит безопасность и надежность работы подъемной установки в процессе ее эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляев, Н. М. Сопротивление материалов [Текст] : учеб. для вузов / Н. М. Беляев. – 9-е изд., стер. – М. : Гостехиздат, 1954. – 856 с.
2. Писаренко, Г. С. Справочник по сопротивлению материалов [Текст] / Г. С. Писаренко, А. П. Яковлев, В. В. Матвеев. – К. : Наукова думка, 1975. – 704 с.
3. Бутенин, Н. В. Теория колебаний [Текст] / Н. В. Бутенин. – М. : Высшая школа, 1998. – 187 с.
4. Пановко, Я. Г. Устойчивость и колебания упругих систем [Текст] / Я. Г. Пановко, И. И. Губанова. – М. : Наука, 1996. – 256 с.
5. Яблонский, А. А. Курс теории колебаний [Текст] / А. А. Яблонский, С. С. Норейко. – М. : Высшая школа, 1998. – 391 с.

Получено 07.10.2015

А. І. ЄВДОКИМОВ

ТЕОРЕТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ПОЗДОВЖНЬО-ПОПЕРЕЧНИХ КОЛИВАНЬ ПІДЙОМНОГО КАНАТУ ШАХТНИХ УСТАНОВОК Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті надані результати теоретичних досліджень шахтних підйомних установок у різних режимах їх роботи. В процесі їх експлуатації підйомні канати здійснюють поздовжньо-поперечні коливання, які суттєво впливають на встановлення безпечних параметрів підйомної установки: визначення оптимальної довжини струни канату і кута нахилу її до горизонту. На основі якісного аналізу одержаних результатів сформульовані рекомендації щодо підвищення рівня безпеки цих установок в процесі їх експлуатації.

підйомна установка, струна підйомного канату, кут нахилу струни канату до горизонту, шахтний підйом, підйомна машина, поздовжньо-поперечні коливання

ANATOLIY EVDOKIMOV

THE ESTABLISHMENT OF ROPE STRING OPTIMUM PARAMETERS FOR THE VERTICAL LIFT SYSTEMS

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The results of theoretical research of mine hoist installations in different modes of operation have been given. In the process of operation, the hoisting ropes make longitudinal-transverse vibrations, which have a significant impact on the establishment of the safe parameters of the elevator installation: determination of the relative length of the string rope and angle it toward the horizon. Based on the qualitative analysis of the results, the recommendations according to improvement of the safety of these plants in operation.

lifting system, lifting rope string, support rollers, lifting rope strength margin, angle of rope string inclination, mine lifting, lifting machine

Євдокимов Анатолій Іванович – кандидат технічних наук, доцент кафедри теоретичної та прикладної механіки Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: безпечна експлуатація шахтних підйомних установок.

Евдокимов Анатолий Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры теоретической и прикладной механики Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: безопасная эксплуатация шахтных подъемных установок.

Anatoliy Evdokimov – Ph.D. (Eng.), Associate Professor, Theoretical Mechanics Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific Interests: safe maintenance of mine lifting installations.

ЗМІСТ

ШАЛЕННИЙ В. Т., ГОЛОВЧЕНКО І. В. Удосконалення технології зведення багатоповерхового збірно-монолітного каркаса з перекриттями із багатопустотних плит	5
БЄЛОВ Д. В. Арочна система для зведення монолітних залізобетонних куполів	11
ТАРАН В. В., ІЛЬЧЕВ А. Ф. Оптимізація складу і графіка робочих операцій при монтажі великощитової опалубки	17
КАПУСТИНА К. П., АННЕНКОВА М. В. Дослідження технологічної структури методів підсилення залізобетонних стін силосних корпусів КХЗ	21
ЮГОВ А. М., НОВИКОВ М. С. Безпечні рішення зміцнення огорожі стінок котлованів	25
ПЕТРОСЯН О. М., ГОЗУЛОВ В. В. Розвиток існуючих організаційно-технологічних методів при реконструкції промислових об'єктів коксохімічного виробництва	31
КОЖЕМ'ЯКА С. В., МАЗУР В. О., ГОЗУЛОВ В. В., ОСИПОВА А. П. Вплив якості поверхні основи на витрату матеріалів при влаштуванні монолітних стяжок	38
ГОРОХОВ Є. В., ЮГОВ А. М., ІГНАТЕНКО Р. І., КРУПЕНЧЕНКО А. В. Застосування МАІ (метод аналізу ієрархій) при розробці раціонального варіанта організаційно-технологічного процесу монтажу комплексу металевих ґратчастих баштових опор ЛЕП	43
ЛОБОВ М. І., СОЛОВЕЙ П. І., ПЕРЕВАРЮХА А. М. Геодезичний моніторинг футбольного поля зі штучним покриттям і обігрівом	53
ЄВДОКИМОВ А. І. Теоретичні дослідження поздовжньо-поперечних коливань підйомного канату шахтних установок	59

СОДЕРЖАНИЕ

ШАЛЕННЫЙ В. Т., ГОЛОВЧЕНКО И. В. Совершенствование технологии возведения многоэтажного сборно-монолитного каркаса с перекрытиями из многопустотных плит	5
БЕЛОВ Д. В. Арочная система для возведения монолитных железобетонных куполов	11
ТАРАН В. В., ИЛЬИЧЕВ А. Ф. Оптимизация состава и графика рабочих операций при монтаже крупнощитовой опалубки	17
КАПУСТИНА Е. П., АННЕНКОВА М. В. Исследование технологической структуры методов усиления стен железобетонных силосных корпусов КХЗ	21
ЮГОВ А. М., НОВИКОВ Н. С. Безопасные решения укрепления ограждения стенок котлованов	25
ПЕТРОСЯН О. М., ГОЗУЛОВ В. В. Развитие существующих организационно-технологических методов при реконструкции промышленных объектов коксохимического производства	31
КОЖЕМЯКА С. В., МАЗУР В. А., ГОЗУЛОВ В. В., ОСИПОВА А. П. Влияние качества поверхности основания на расход сухой смеси при устройстве монолитных стяжек	38
ГОРОХОВ Е. В., ЮГОВ А. М., ИГНАТЕНКО Р. И., КРУПЕНЧЕНКО А. В. Применение МАИ (метод анализа иерархий) при разработке рационального варианта организационно-технологического процесса монтажа комплекса металлических решетчатых башенных опор ЛЭП	43
ЛОБОВ М. И., СОЛОВЕЙ П. И., ПЕРЕВАРЮХА А. Н. Геодезический мониторинг футбольного поля с искусственным покрытием и обогревом	53
ЕВДОКИМОВ А. И. Теоретические исследования продольно-поперечных колебаний подъемного каната шахтных подъемных установок	59

CONTENTS

SHALENNUJ VASILY, GOLOVCHENKO IGOR. Improving Construction Technology of High-Rise Precast-Monolithic Frame With Hollow-Core Slabs	5
BELOV DENIS. Arch System for Erection of Monolithic Ferro-Concrete Domes	11
TARAN VALENTINA, ILYICHEV ANATOLIY. Optimization of Composition and Graphics Business Operations when Mounting Large-Area Form Work	17
KAPUSTINA EKATERINA, ANNENKOVA MARIYA. The Study of the Technological Structure of Methods for Strengthening Reinforced Concrete Walls of the Silos	21
YUGOV ANATOLIY, NOVYKOV NYKYTA. Secure Fencing Solutions to Strengthen the Walls of Pits	25
PETROSIAN OLEG, GOZULOV VALERIY. Development of Organizational and Technological Methods in the Reconstruction of Industrial Facilities Coke Production	31
KOZHEMYAKA SERGEI, MAZUR VICTORIA, GOZULOV VALERIY, OSIPOVA ANASTASIYA. The Impact of the Quality of the Surface of the Base Material Consumption at the Device Monolithic Screeds	38
GOROKHOV YEVGEN, YUGOV ANATOLIY, IGNATENKO ROMAN, KRUPENCHENKO ANNA. The Application of Ahp (Analytic Hierarchy Process) in the Development of a Rational Variant of Organizational and Technological Process of Assembly of Complex Metal Lattice Towers of Transmission Lines	43
LOBOV MICHAIL, SOLOVEJ PAVEL, PEREVARJUHA ANATOLY. Geodetic Monitoring of a Football Field With Artificial Turf and Heated	53
EVDOKIMOV ANATOLIY. The Establishment of Rope String Optimum Parameters for the Vertical Lift Systems	59