

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 2014-6(110)

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

Макіївка 2014

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 2014-6(110)

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

Макеевка 2014

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 29.12.2014

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;

Будиков Л. Я., 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.

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

Підписано до друку 13.01.2015 Формат 60x84 1/8. Папір багатофункціональний офісний.
Друк різнографічний. Умов. друк. арк. 9,38 Тираж 300 прим. Заказ 027-14

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, 2014

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 29.12.2014

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;
Будиков Л. Я., 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.

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

Подписано в печать 13.01.2015 Формат 60х84 1/8. Бумага многофункциональная офисная.
Печать ризографичная. Услов. печат. лист. 9,38 Тираж 300 экз. Заказ 027-14

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

УДК 624.074.2

Д. В. БЕЛОВ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

СПОСОБ ВОЗВЕДЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КУПОЛОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СКОЛЬЗЯЩЕЙ ОПАЛУБКИ

В данной статье предложена новая купольная опалубка, которая позволяет решить некоторые технические трудности при возведении монолитных железобетонных куполов, показано устройство опалубки и принцип её работы на различных стадиях возведения купола. Приводится детальный алгоритм выполнения работ данным методом. Подробно освещены технология выполнения работ и преимущества нового технологического решения опалубки

скользящая опалубка, монолитный купол, бетонирование, временная опора, раскружаливание

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

Отдельные конструкции, здания и сооружения из монолитного бетона и железобетона в настоящее время конкурируют со сборными железобетонными и металлическими. При соответствующем технико-экономическом обосновании каждый из вариантов имеет право на существование. Строительство монолитных куполов различной конфигурации представляет довольно сложную техническую задачу. В практике возведения куполов применяют следующие виды опалубок: съемная деревянная или стальная опалубка, несъемная из армоцементных плит, а также применяется стальная формообразующая сетка-каркас с последующим равномерным торкретированием. При использовании этих технологий необходимы сложные системы креплений и кружал, а также широкий комплект специальной техники и механизмов.

Наиболее интересным представляется вариант с использованием надувной опалубки и бетонированием способом торкретирования. Однако этот вариант при кажущейся простоте имеет ряд серьезных недостатков. Например, при бетонировании возникает вопрос предотвращения сползания уложенной бетонной смеси, нарушения структуры бетона, появления трещин. Надувная опалубка с увеличением пролета купола приобретает все большую подвижность (неустойчивость) за счет кинематического перемещения, уменьшение подвижности бетонной смеси требует дополнительных технических мероприятий. Кроме того, поддержка постоянного заданного давления внутри воздушной опалубки купола также представляет определенную сложность. Да и стоимость изготовления самой опалубки довольно высока, а учитывая ее недолговечность, она может быть нецелесообразна для строительных организаций.

Поэтому целью статьи является предложение способа возведения монолитных железобетонных куполов с использованием принципиально новой скользящей опалубки.

Порядок работы опалубочной системы. I Стадия

При монтаже купольной опалубки в геометрическом центре возводимого купола, на заранее подготовленном фундаменте 8, монтируют временную опору 3, закрепляя ее растяжками 10 (рис. 1). На временной опоре 3 устроено неподвижное кольцо 5, закрепленное в верхней части опоры, которое служит основанием для опалубки верхнего опорного кольца купола 6. На оголовке временной опоры устроены подвижная консольная стрела 4, которая может вращаться вокруг своей оси, и гидродомкрат 9.

Затем монтируется опалубка купола 2, которая представляет собой два симметричных сектора купола, закрепленных на консольной стреле 4 с помощью связей 7. Опалубка нижнего опорного

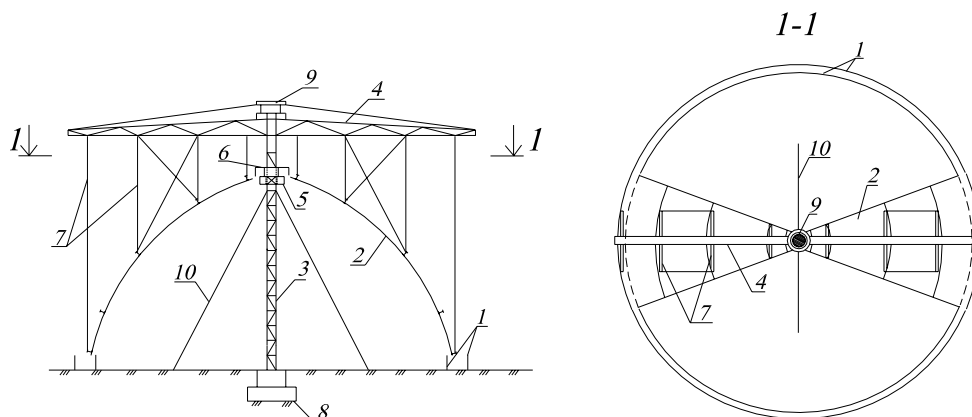


Рисунок 1 – Монтаж опалубки купола: 1 – щиты опалубки нижнего опорного кольца; 2 – опалубка купола; 3 – временная опора; 4 – консольная стрела; 5 – неподвижное кольцо; 6 – опалубка верхнего опорного кольца; 7 – связи; 8 – фундамент временной опоры; 9 – гидродомкрат; 10 – растяжки.

кольца купола 1 устраивается по периметру возводимого сооружения, её щиты не соединены с палубой опалубки купола 2.

II Стадия

После монтажа элементов опалубки с внутренней стороны палубы выполняется установка арматуры купола. Первым выполняется устройство арматуры нижнего опорного кольца по всему периметру, при этом оставляют выпуски арматуры для последующего соединения с арматурой оболочки купола.

Армирование сектора оболочки производится отдельными стержнями. Арматурные стержни вставляются в отверстия ограничительных бортиков опалубки, которые устанавливают на боковые края секторов опалубки 1 (рис. 2).

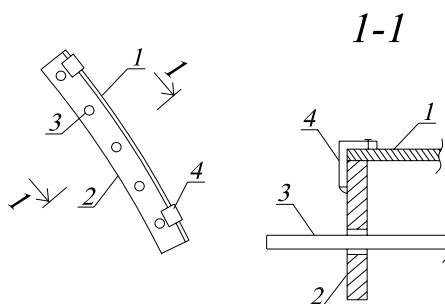


Рисунок 2 – Конструкция крепления ограничительного бортика сектора опалубки оболочки купола: 1 – палуба оболочки опалубки; 2 – ограничительный бортик; 3 – арматура оболочки купола; 4 – крепеж-струбцина.

Арматура выходит из отверстий бортика на 200–250 мм для соединения с арматурой следующего сектора. Ограничительные бортики 2 выполняют функцию фиксаторов арматуры, обеспечивая защитный слой оболочки, а также служат маяками для определения толщины оболочки при бетонировании торкретированием.

Бетонирование производят методом торкретирования изнутри купола. Бетон наносится последовательно от основания до вершины сектора купола (рис. 3).

III Стадия

После набора бетоном необходимой прочности производится распалубка в такой последовательности. Гидродомкрат 9 перемещает вверх по временной опоре 3 консольную стрелу 4 (рис. 4). Связи 7 и секторы палубы опалубки 2 также перемещаются. Происходит отрыв палубы 2 от бетона оболочки 12.

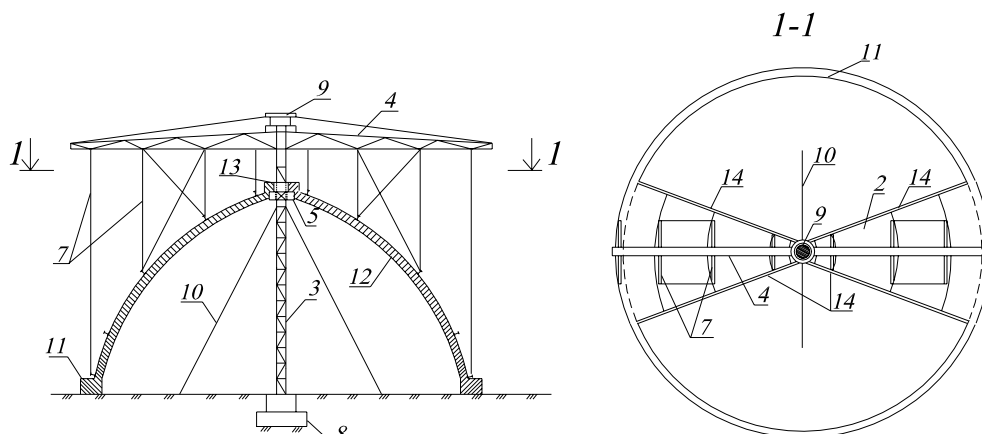


Рисунок 3 – Забетонированные первые два сектора купола: 2 – опалубка купола; 3 – временная опора; 4 – консольная стрела; 5 – неподвижное кольцо; 7 – связи; 8 – фундамент временной опоры; 9 – гидродомкрат; 10 – растяжки; 11 – нижнее опорное кольцо; 12 – оболочка купола; 13 – верхнее опорное кольцо; 14 – ограничительные бортики.

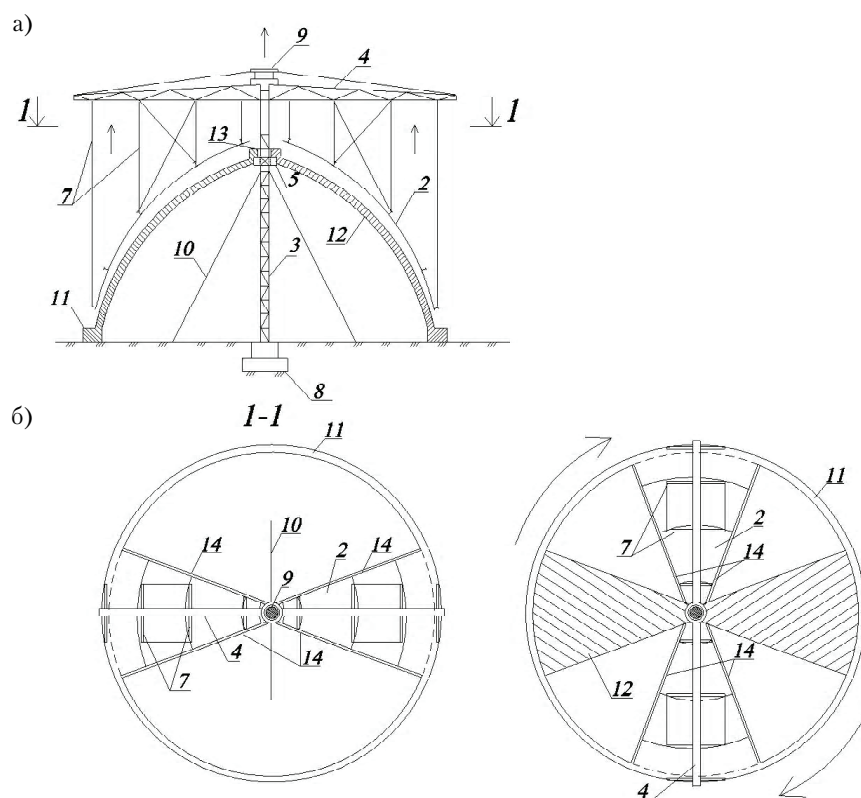


Рисунок 4 – Раскружаливание опалубки купола: а) отрыв палубы от оболочки купола; б) поворот палубы на 90°; 2 – опалубка купола; 3 – временная опора; 4 – консольная стрела; 5 – неподвижное кольцо; 7 – связи; 8 – фундамент временной опоры; 9 – гидродомкрат; 10 – растяжки; 11 – нижнее опорное кольцо; 12 – оболочка купола; 13 – верхнее опорное кольцо; 14 – ограничительные бортики.

В результате между бетоном оболочки купола 12 и палубой опалубки 2 образуется зазор, который позволяет произвести вращение системы.

Консольная стрела 4, совершая вращение вокруг своей оси, временной опоры 3, поворачивает палубу секторов опалубки 2 на 90° к прежнему положению (рис. 4б).

Гидродомкрат 9 приводят в первоначальное положение и щиты опалубки 2 становятся в проектное положение. Процесс бетонирования, раскружаливания и поворота секторов повторяется до тех пор, пока все восемь секторов купола не будут возведены.

Последовательность возведения секторов оболочки купола показана на рис. 5.

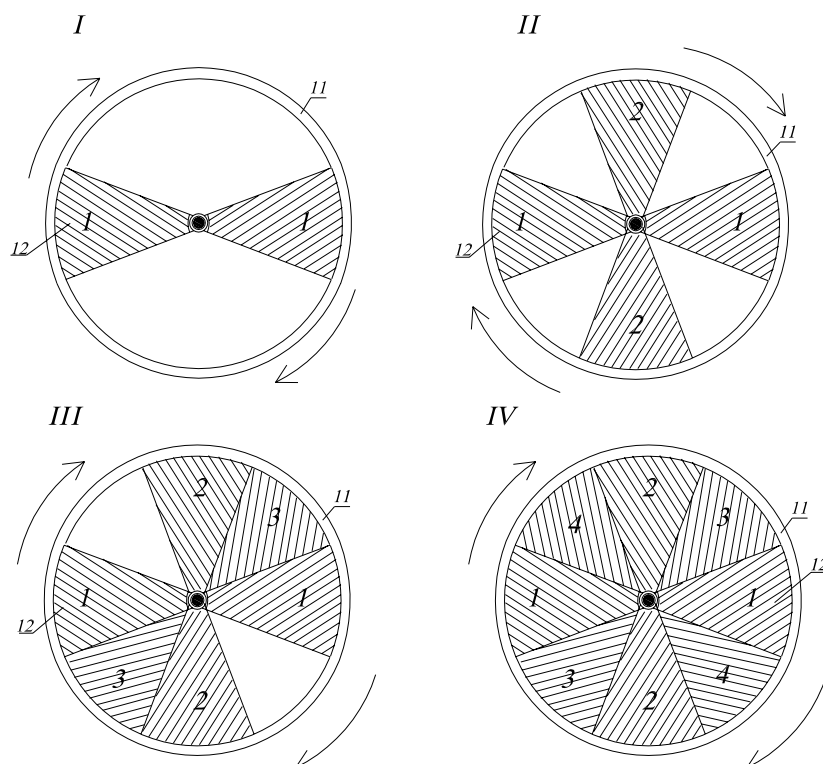


Рисунок 5 – Последовательность возведения секторов оболочки купола: I–IV – стадии возведения оболочки; 1–4 – последовательность устройства секторов; 11 – нижнее опорное кольцо; 12 – оболочка купола.

IV Стадия

После набора бетоном последних двух симметричных секторов необходимой прочности производится раскружаливание и демонтаж опалубки.

Секторы опалубки разбирают на сегменты. Демонтаж ведут с нижней части, последовательно опуская палубу секторов к нижнему опорному кольцу купола. Консольная стрела 4 демонтируется с оси временной опоры. Временная опора выносится краном через верхнее опорное кольцо купола или разбирается поэлементно сверху вниз.

Порядок демонтажа купольной опалубки приведен на рис. 6.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Технологически монолитное строительство представляет собой возведение конструктивных элементов зданий из бетоносодержащей смеси непосредственно на строительной площадке с использованием специальных форм (опалубочных конструкций). Это снижает общую себестоимость объекта. Причина – уменьшение логистических затрат на доставку готовых изделий с завода и значительное удешевление рабочей силы. Сегодня становятся востребованными новые технологии строительства, ориентированные на высокие темпы строительства, повышение качества и снижение себестоимости. Качество монолитных конструкций, темпы строительства, трудоемкость работ и оборачиваемость опалубки зависят от технологичности проектных решений.

Предложенная опалубка отвечает всем этим требованиям и имеет перспективы широкого развития в строительстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Липницкий, М. Е. Купольные покрытия для строительства в условиях сурового климата [Текст] / М. Е. Липницкий. – Л. : Стройиздэт, 1987. – 196 с.

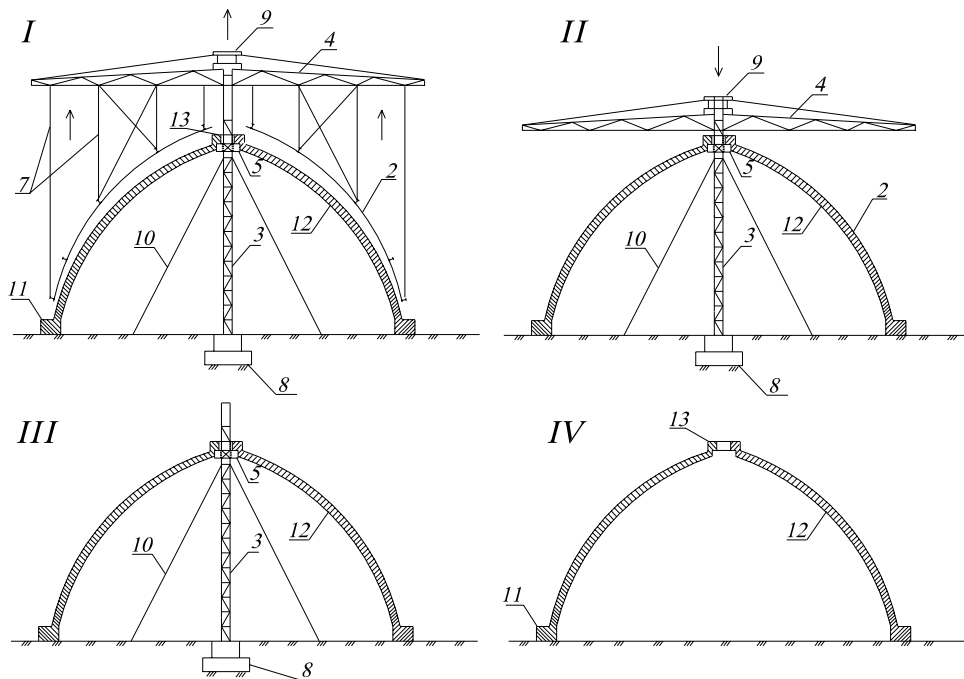


Рисунок 6 – Последовательность демонтажа опалубки купола I–V: 2 – опалубка купола; 3 – временная опора; 4 – консольная стрела; 5 – неподвижное кольцо; 7 – связи; 8 – фундамент временной опоры; 9 – гидродомкрат; 10 – растяжки; 11 – нижнее опорное кольцо; 12 – оболочка купола; 13 – верхнее опорное кольцо; 14 – ограничительные бортики.

2. Тур, В. И. Купольные конструкции: формообразование, расчет, конструирование, повышение эффективности [Текст] / В. И. Тур. – М. : Издательство АСВ, 2004. – 96 с.
3. Зверев, А. Н. Большепролетные 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 великопролітних 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 01.09.2014

Д. В. БЕЛОВ СПОСІБ ЗВЕДЕННЯ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КУПОЛІВ З ВИКОРИСТАННЯМ КОВЗКОЇ ОПАЛУБКИ Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У даній статті запропонована нова купольна опалубка, яка дозволяє вирішити деякі технічні труднощі при зведенні монолітних залізобетонних куполів. Показано будову опалубки і принцип її роботи на різних стадіях зведення куполу. Надано детальний алгоритм виконання робіт цим методом. Висвітлені технологія виконання робіт і переваги нового технологічного рішення опалубки.

ковзка опалубка, монолітний купол, бетонування, тимчасова опора, розкружальювання

DENIS BELOV

WAY OF ERECTION OF MONOLITHIC FERRO-CONCRETE DOMES WITH
USE OF A SLIDING TIMBERING

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

In given article the new dome timbering which allows to solve some technical difficulties at erection of monolithic ferro-concrete domes has been offered. The device of a timbering and a principle of its work at various stages of erection of a dome has been shown. The detailed algorithm of performance of works has been resulted by the given method. Technology of performance of works and advantage of the new technological decision of a timbering has been given in detail.

sliding timbering, monolithic dome, concreting, temporal support, sorting out

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 Викторович – 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 – PhD (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 692.5

С. В. КОЖЕМЯКА, А. В. КРУПЕНЧЕНКО, В. А. МАЗУР

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ОСОБЕННОСТИ ВЫПОЛНЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ СТЯЖЕК С УЧЕТОМ НОРМ И ПРАВИЛ

Принципиальные отличия в строительных нормах приводят к существенным ошибкам при устройстве монолитных наливных стяжек. Необходимо уточнение и внедрение новых норм в государственную нормативную базу с учетом требований к качеству и к минимальной толщине стяжки.

монолитные наливные стяжки, конструктивные и технологические особенности, толщина стяжки, ровность поверхности

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Устройство монолитных стяжек является неотъемлемой операцией как при устройстве, так и ремонте полов, обеспечивающей выравнивание поверхности и придание необходимой проектной прочности и жесткости пола. В Украине устройство стяжек регламентируется строительными нормами [1, 2] и рекомендациями производителей материалов, которые, как правило, составлены по европейским или российским нормам. Принципиальные отличия в нормах приводят к существенным ошибкам, допускаемым уже на стадии принятия решения, и к неоправданному удорожанию устройства стяжек.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Разработке и совершенствованию конструктивных и организационно-технологических решений по устройству наливных монолитных стяжек посвящены работы ряда украинских и зарубежных ученых [5, 6]. Но многообразие действующих в строительном производстве норм, рекомендаций и инструкций по выполнению работ и разнообразие материалов приводят к значительному разнообразию их технологических решений и, как следствие, к необоснованному повышению стоимости и трудоемкости работ.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сравнение устройства наливных монолитных стяжек с учетом конструктивных и технологических норм и требований Украины, Европы и России. Важность этого направления также обусловливается тем, что в гражданском строительстве стоимость работ по устройству пола составляет 10–15 % от стоимости всего здания, а при ремонте и реконструкции – до 30 %. Трудоемкость выполнения работ по устройству полов составляет 17–20 % от общей трудоемкости возведения здания.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Выбор конструктивного решения пола необходимо осуществлять исходя из технико-экономической целесообразности принятого решения в конкретных условиях строительства. При этом должны соблюдаться принципы надежности и долговечности принятой конструкции, экономного расходования строительных материалов. Кроме того, монолитные покрытия должны быть экологичными, долговечными и технологичными. Для обеспечения соответствия готовых монолитных стяжек

предъявляемым требованиям, кроме качественных материалов, необходимо правильно организованное и последовательное выполнение всех этапов технологии.

По конструкции монолитные стяжки можно разделить на стяжки на основании (сцепленные), стяжки на разделительном (гидроизоляционном) слое, плавающие стяжки (на теплоизоляционном слое) (рисунок). Стяжки укладываются поверх перекрытия (основания) или вспомогательных (например, тепло- или звукоизоляционных) слоев. Технологический цикл изготовления стяжек включает операции по подготовке нижележащего слоя, установке маяков, приготовлению и подаче к месту укладки раствора, изготовлению и уплотнению стяжки. Смеси для устройства монолитных покрытий должны обладать достаточной удобоукладываемостью, обеспечивать требуемый темп набора прочности.

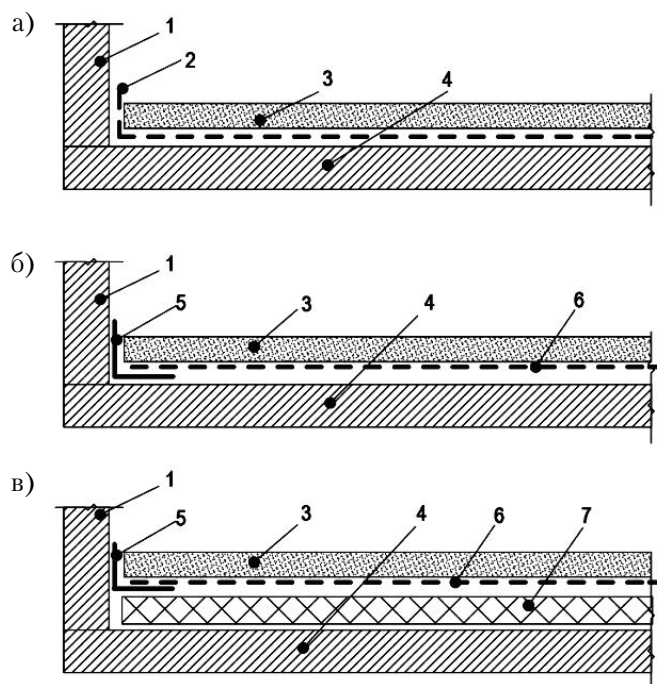


Рисунок – Виды монолитных стяжек: а) стяжка на основании, б) стяжка на разделительном слое, в) плавающая стяжка: 1 – стена, 2 – грунтовка, 3 – стяжка, 4 – основание, 5 – кромочная лента, 6 – разделительный слой, 7 – теплоизоляционный слой.

Традиционно стяжки устраивают из цементно-песчаного раствора марки не менее 150 или из бетонов. Такие стяжки трудоемки и нетехнологичны, так как требуют специального ухода в течение 7–10 дней после укладки и требуют довольно большого технологического перерыва для набора прочности. Поэтому широкое распространение получили наливные самонивелирующиеся стяжки, которые могут выполняться с применением цементно-песчаных и гипсовых сухих смесей.

В соответствии с нормативными документами, можно выделить следующие группы требований к монолитным стяжкам: прочность, необходимая минимальная толщина, горизонтальность и ровность поверхности, герметичность, монолитность.

Прочность монолитных стяжек отличается в зависимости от применяемых материалов и вида стяжки и должна быть не менее 15 МПа для цементно-песчаных сцепленных стяжек, 20 МПа для гипсовых стяжек и цементно-песчаных стяжек на разделительном слое, класс бетона должен быть не менее В12,5 и В15 соответственно. Прочность плавающих полов должна быть не менее 25 МПа. Исключение составляют американские нормы. Согласно рекомендаций «Руководства ACI 302.1R-89» Американского Института Бетона класс бетона для стяжек должен быть В22,5-В30.

Требования к минимальной толщине стяжки (таблица 1) и к горизонтальности и ровности поверхности (таблица 2) в нормах Украины значительно отличаются от требований в Российской Федерации, странах Европы и Америки [2–4].

Таблица 1 – Минимальная толщина наливной монолитной стяжки

№	Вид стяжки	Минимальная толщина, мм				
		Украина	Россия	Германия	Англия	США
1	Сцепленная стяжка		20	25	30	100
2	Стяжка на разделительном слое	30–40	40	30		
3	Плавающая стяжка	45 + Øтрубы	45 + Øтрубы	40	50	150

Анализ данных в таблице 1 показывает, что минимальная толщина для всех видов стяжки в Германии минимальная относительно сравниваемых требований. Строительные американские нормы, предъявляющие чрезмерные требования к прочности и надежности бетонного пола, увеличивают стоимость и трудоемкость работ более чем в три раза.

Необходимо отметить, что при сосредоточенных нагрузках на пол более 20 кН толщина стяжки по тепло- или звукоизоляционному слою должна устанавливаться расчётом из условия исключения деформации тепло-, звукоизоляционного слоя.

Также существенно отличаются требования к качеству стяжки – ровности ее поверхности и отклонению от горизонтальности (таблица 2). Наиболее распространенный метод измерения ровности полов – с помощью измерительной (контрольной) рейки. Он заключается в измерении просвета между поверхностью пола и двухметровой или трехметровой рейкой, уложенной в произвольном направлении. При этом регламентируется только максимальный просвет между полом и рейкой, но никак не оговаривается количество таких просветов.

Таблица 2 – Требования к качеству монолитных наливных стяжек

№	Показатель	Украина	Россия	Германия	Англия
1	Ровность поверхности (просвет на м), мм	на 2 м – 3–5 мм	на 2 м – 2–6 мм	на 1 м – 4 мм 4 м – 10 мм	на 3 м: 3 мм – 1 класс 5 мм – 2 класс 10 мм – 3 класс
2	Отклонение от горизонтальности, мм	0,2 % L но не более 50 мм	0,2 % L но не более 50 мм	0,2 % L	

Как показывает таблица 2, в постсоветских странах максимальный просвет составляет 5 мм на 2 м, в Европе на 1 м – 4 мм, на 4 м – 10 мм. В Англии требования к ровности стяжек зависят от класса пола, назначаемого видом помещения. Тем не менее, незначительные различия в показателях ровности стяжки приводят к увеличению стоимости ее выполнения. Так, усредненный расход сухой смеси для выполнения стяжки пола толщиной 10 мм составляет 19 кг/м². При отлгии требований к ровности всего на 2 мм на площади в 100 м² перерасход смеси составляет 380 кг.

Требования к отклонению от горизонтальности практически одинаковы.

ВЫВОДЫ

Применение новых инновационных материалов для производства наливных монолитных стяжек позволяет уменьшить их толщину без снижения прочности и ухудшения эксплуатационных характеристик, что и отражено в строительных нормах Европы. Применение европейских и американских норм, на которые часто ссылаются производители работ и поставщики материалов ввиду устаревших отечественных строительных норм, в части требований по качеству производства работ не рационально, так как отечественные нормы более строгие.

Поэтому необходимо уточнение и внедрение новых норм в государственную нормативную базы с учетом всех этих факторов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ДБН В.2.6-22-2001. Конструкції будинків і споруд. Улаштування покриттів із застосуванням сухих будівельних сумішей [Текст]. – Вводяться вперше ; введені в дію з 1 січня 2002 р. – К. : Державний комітет будівництва, архітектури і житлової політики України, 2001. – 51 с.

2. СНиП 2.03.13-88. Полы [Текст]. – Взамен СНиП II-B.8-71 ; введ. 1989-01-01. – М. : Госстрой, 1988. – 16 с.
3. DIN 18202:2005-10. Toleranzen im Hochbau – Bauwerke [Текст]. – Ersatz für DIN 18202:1997-04 und DIN 18201:1997-04 ; Oktober 2005. – Berlin : Normenausschuss Bauwesen, 2005. – 18 s.
4. DIN 18365. VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Bodenbelagarbeiten. – Ersatz für: DIN 18365 (2006-10) ; April 2010. – Berlin : Beuth Verlag GmbH, 2010. – 15 s.
5. Теличенко, В. И. Технология строительных процессов [Текст]. В 2 ч. Ч. 2 : [Учебник] / В. И. Теличенко, О. М. Терентьев, А. А. Липидус. – 2-е изд., испр. и доп. – М. : Высш. шк., 2005. – 392 с. – ISBN 5-06-004285-5.
6. Литвинов, О. О. Технология строительного производства [Текст] : [Учебник] / Под ред. О. О. Литвинова, Ю. И. Беякова. – К. : Вища шк. Головное изд-во, 1984. – 479 с.

Получено 02.09.2014

С. В. КОЖЕМЯКА, А. В. КРУПЕНЧЕНКО, В. О. МАЗУР
ОСОБЛИВОСТІ ВИКОНАННЯ МОНОЛІТНИХ СТЯЖОК З УРАХУВАННЯМ
НОРМ І ПРАВИЛ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Принципові відмінності в будівельних нормах призводять до суттєвих помилок при улаштуванні монолітних наливних стяжок. Необхідне уточнення та впровадження нових норм у державну нормативну базу з урахуванням вимог до якості та до мінімальної товщини стяжки.

монолітні наливні стяжки, конструктивні та технологічні особливості, товщина стяжки, рівність поверхні

SERGEI KOZHEMYAKA, ANNA KRUPENCHENKO, VICTORIA MAZUR
FEATURES OF THE SOLID TIES WITH THE RULES AND REGULATIONS
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The principal differences in building codes lead to significant errors in the device monolithic liquid screed. It is necessary to clarify and implement the new rules to the state regulatory framework, taking into account the quality requirements and the minimum thickness of the screed.

self-leveling screeds, monolithic, structural and technological features, the thickness of the subfloor flatness

Кожемяка Сергій Вікторович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: реконструкція промислових і цивільних споруд.

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

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

Кожемяка Сергей Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: реконструкция промышленных и гражданских зданий.

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

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

Kozhemyaka Sergei – PhD (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.

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

Mazur Victoria – post-graduate student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: repair and reconstruction of roofs of industrial buildings.

УДК 69.004.2

М. В. АННЕНКОВА

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

ОЦІНКА ЕКОНОМІЧНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ КОМПЛЕКСНИХ ЗАХОДІВ ЩОДО ПОЛІПШЕННЯ УМОВ ПРАЦІ ВОГНЕТРИВНИКІВ

У статті запропонована методика вибору комплексних заходів щодо поліпшення умов праці робітників вогнетривників при виконанні ремонтно-будівельних робіт з гарячого ремонту коксових печей. Виконана економічна оцінка ефективності запропонованої методики щодо розробленого узагальненого коефіцієнта.

гарячий ремонт, шкідливі і небезпечні речовини, умови праці, вогнетривники

АКТУАЛЬНІСТЬ ДОСЛІДЖЕНЬ

На сьогоднішній момент умови праці вогнетривників, які виконують ремонтно-будівельні роботи на коксових печах, пов'язані із виробничим середовищем і обстановкою на коксохімічних підприємствах. У зв'язку з цим, найбільш радикальним напрямком поліпшення умов праці є переведення усіх процесів виробництва коксу на безперервно діючі, що дозволить уникнути утворення потужних джерел виникнення і утворення шкідливих речовин та факторів. Заходами захисту від виділення пилу і газів є боротьба з ними на шляху їх розповсюдження за допомогою архітектурно-планувальних рішень, вентиляції, пилоочищення, газозуловлювання і комплексних заходів.

МАТЕРІАЛИ ДОСЛІДЖЕННЯ

До заходів щодо поліпшення умов праці на робочих місцях відносяться види господарської діяльності, спрямовані на попередження, ліквідацію або зниження негативного впливу на працівників шкідливих і небезпечних виробничих факторів. Ці заходи можуть бути одноцільовими і багатоцільовими [1, 2, 3]. Одноцільові заходи спрямовані в основному на поліпшення умов і охорону праці. Багатоцільові заходи одночасно з поліпшенням умов праці та підвищенням рівня її безпеки призводять до поліпшення результатів виробничої діяльності підприємств. Для економічної оцінки результатів заходів з поліпшення умов праці вогнетривників застосовані наступні показники [1, 2, 3]:

- показники зміни стану умов праці;
- соціальні показники;
- соціально-економічні показники;
- економічні показники.

За останні роки запропоновано велику кількість методик з визначення економічної ефективності різних заходів з охорони праці [1, 2, 3]. Всі ці методики мають загальні основи і призначені для вирішення двох типів завдань: визначення економічного збитку, що завдається підприємству і суспільству в цілому у зв'язку з професійною захворюваністю, виробничим травматизмом, плинністю робочої сили, і розрахунку економічної ефективності заходів щодо поліпшення умов праці.

Засоби, які виділяються підприємствами на поліпшення умов праці, розробку і здійснення заходів по зниженню виробничого травматизму та професійної захворюваності, крім великого соціального ефекту, мають і економічні результати. Наслідком таких заходів є збільшення періоду професійної активності трудящих, зростання продуктивності праці, скорочення втрат, пов'язаних з травматизмом, професійною захворюваністю, зменшення плинності кадрів, скорочення витрат на пільги і компенсації.

© М. В. Анненкова, 2014

Аналіз отриманих результатів показав, що застосування розроблених комплексних заходів (рисунок 1) з підвищення безпеки умов праці вогнетривників при гарячому ремонті коксових печей дозволяє знизити загальний рівень захворюваності в середньому на 6,9 %. Застосування організаційних заходів дозволяє в середньому знизити рівень захворюваності на 1,3 %. Застосування технічних та медико-санітарних заходів знижує рівень захворюваності кожного на 1,2 %, застосування індивідуально-захисних заходів дозволяє знизити рівень захворюваності на 3,2 %. Загальний рівень зниження захворюваності може досягати 7–8 %, що дає позитивний економічний ефект.

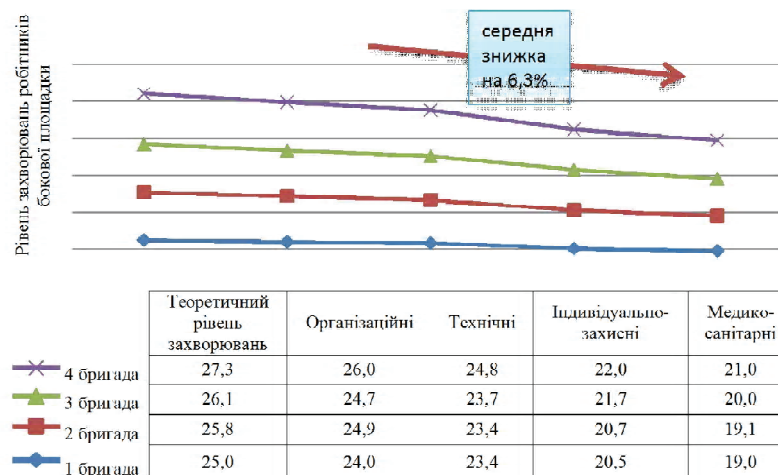


Рисунок 1 – Рівень промислово-обумовлених захворювань при впровадженні комплексних заходів.

Для оцінки економічної ефективності впровадження засобів індивідуального та колективного захисту вогнетривників розроблена методика, в основу якої покладена математична модель прогнозування рівня виникнення професійної захворюваності [5] (таблиця).

Таблиця – Дослідження захворюваності при впровадженні заходів поліпшення безпеки умов праці

Робоча зона	Теоретичний рівень захворюваності %	Фактичний рівень захворюваності після впровадження комплексних заходів								Загальне зниження рівня захворюваності, %
		Організаційні		Технічні		Індивідуально-захисні		Медико-санітарні		
		%	Δ	%	Δ	%	Δ	%	Δ	
Верхня площадка	31,1	29,3	-1,8	28,1	-1,2	24,3	-3,8	23,2	-1,1	-7,9
	30,2	28,1	-2,1	27,0	-1,1	23,5	-3,5	22,5	-1,0	-7,7
	29,8	28,1	-1,7	26,9	-1,2	23,1	-3,8	21,8	-1,3	-8,0
	28,5	27,1	-1,4	25,8	-1,3	22,0	-3,8	20,8	-1,2	-7,7
Бокова площадка	27,3	26,0	-1,3	24,8	-1,2	22,0	-2,8	21,0	-1,0	-6,3
	26,1	24,7	-1,4	23,7	-1,0	21,7	-2,0	20,0	-1,7	-6,1
	25,8	24,9	-0,9	23,4	-1,5	20,7	-2,7	19,1	-1,6	-6,7
	25,0	24,0	-1,0	23,4	-0,6	20,5	-2,9	19,0	-1,5	-6,0
Тунелі	21,3	20,0	-1,3	18,8	-1,2	15,0	-3,8	14,5	-0,5	-6,8
	21,2	20,1	-1,1	18,6	-1,5	15,8	-2,8	14,5	-1,3	-6,7
	20,1	19,0	-1,1	17,9	-1,1	15,4	-2,5	14,2	-1,2	-5,9
	20,0	18,8	-1,2	17,8	-1,0	14,9	-2,9	14,0	-0,9	-6,0
Кінцева площадка	17,1	16,0	-1,1	15,1	-0,9	11,3	-3,8	10,0	-1,3	-7,1
	16,9	15,9	-1,0	14,8	-1,1	11,1	-3,7	10,1	-1,0	-6,8
	16,5	15,9	-0,6	14,1	-1,8	11,1	-3,0	10,3	-0,8	-6,2
	16,5	14,9	-1,6	14,1	-0,8	11,0	-3,1	10,0	-1,0	-6,5
Середнє зниження захворюваності, %			-1,3		-1,2		-3,2		-1,2	-6,9

Основні положення розробленої методики засновані на тому, що впровадження комплексних заходів економічно виправдане в тому випадку, якщо кошти, які витрачаються на їх реалізацію, не перевершують економічного ефекту, отриманого в результаті скорочення витрат на оплату по лікарняних листах непрацездатності:

$$\Sigma C^{3I3} \leq (C^{Icn} - C_i^{лікарн.}), \quad (1)$$

де ΣC^{3I3} – загальна прогнозована витрата засобів на впровадження комплексних заходів щодо охорони праці;
 C^{Icn} – існуючі витрати на оплату по лікарняних листах непрацездатності;
 $C_i^{лікарн.}$ – прогнозовані виплати по лікарняних листах непрацездатності.

Існуючий рівень витрат у літній і зимовий періоди визначається значенням узагальненого коефіцієнта $K_{зз}$ і описується наступними залежностями:

– для літнього періоду:

$$C^{Icn} = 549,02 \cdot e^{0,0311K_{зз}}, \quad (2)$$

– для зимового періоду:

$$C^{Icn} = 371,16 \cdot e^{0,0438K_{зз}}. \quad (3)$$

Методика дозволяє визначати ефективність застосування засобів індивідуального і колективного захисту вогнетривників при прогнозованому рівні зниження виробничо-обумовленої захворюваності на 5, 10 і 15 %:

– для літнього періоду:

$$(C^{Icn} - C^{лікарн.})_{літо}^{5\%} = 153,72 \cdot e^{0,0311K_{зз}}, \quad (4)$$

$$(C^{Icn} - C^{лікарн.})_{літо}^{10\%} = 1,08K_{зз}^2 - 50,65K_{зз} + 841,48, \quad (5)$$

$$(C^{Icn} - C^{лікарн.})_{літо}^{15\%} = 1,33K_{зз}^2 - 46,54K_{зз} + 164,68, \quad (6)$$

– для зимового періоду:

$$(C^{Icn} - C^{лікарн.})_{зима}^{5\%} = 95,096 \cdot e^{0,0438K_{зз}}, \quad (7)$$

$$(C^{Icn} - C^{лікарн.})_{зима}^{10\%} = 2,40K_{зз}^2 - 128,63K_{зз} + 1691, \quad (8)$$

$$(C^{Icn} - C^{лікарн.})_{зима}^{15\%} = 3,13K_{зз}^2 - 154,01K_{зз} + 1436. \quad (9)$$

На основі отриманих даних були побудовані залежності грошових витрат на впровадження комплексних заходів від рівня впливу шкідливих і небезпечних факторів для літнього й зимового періоду (рис. 2, 3).

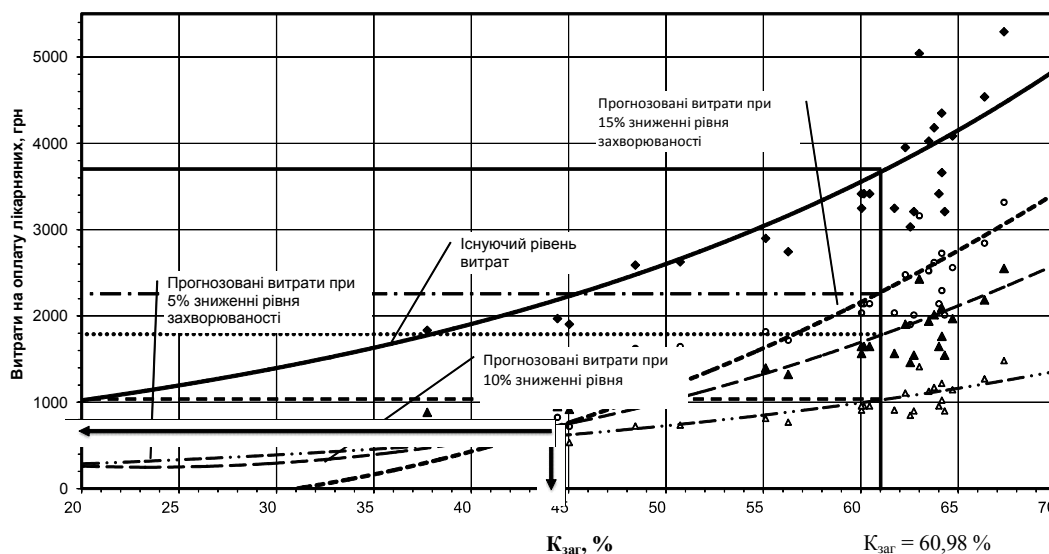


Рисунок 2 – Економічна ефективність використання комплексних заходів в літній період року.

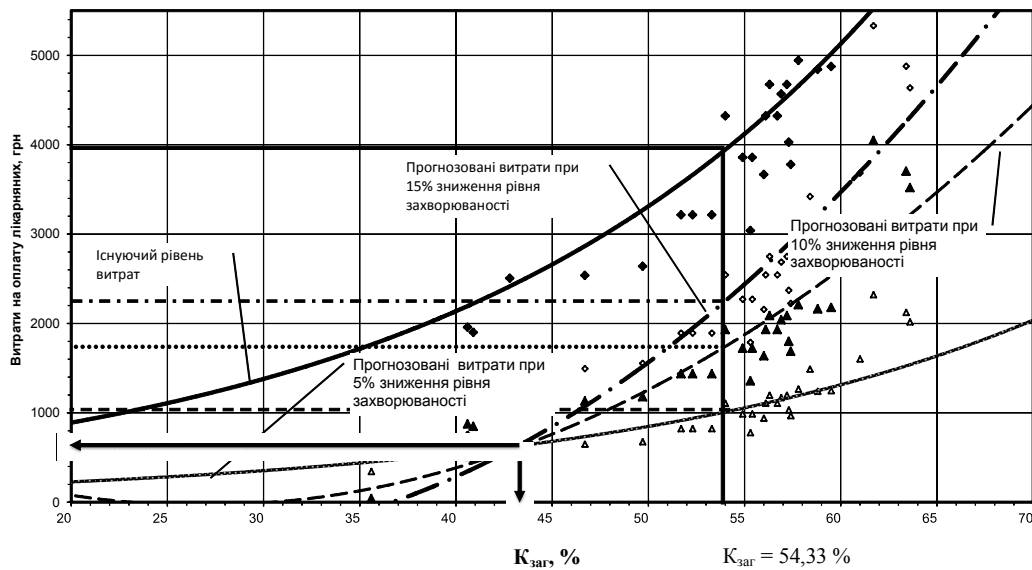


Рисунок 3 – Економічна ефективність використання комплексних заходів в літній період року.

На підставі встановлених залежностей можна зробити висновок, що застосування комплексних заходів і засобів захисту вогнетривників економічно вигідно й технічно виправдано в тому випадку, коли значення узагальненого коефіцієнта $K_{заг}$ більш ніж 60,98 % (для літнього періоду) і $K_{заг}$ більш ніж 54,33 % (для зимового періоду). При проведенні розрахунку економічної ефективності доведено, що, впроваджуючи заходи щодо поліпшення умов праці робітників-вогнетривників на підприємствах коксохімічної промисловості, можна добитися загальної економічної ефективності до 5 %.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Экономика безопасности труда [Текст] : Учебно-методическое пособие / Под ред. А. С. Мустафина ; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово : [б. и.], 2005. – 72 с. – ISBN 5-89289-342-1.
2. Методические рекомендации по определению экономической эффективности санитарно-гигиенических мероприятий в строительстве [Текст] / Всесоюзный научно-исследовательский и проектный институт труда в строительстве ГОССТРОЯ СССР. – М. : [б. и.], 1981. – 24 с.
3. Методические рекомендации по комплексной оценке социально-экономической эффективности мероприятий по улучшению условий и охраны труда [Текст]. – М. : ВЦНИИОТ ВЦСПС, 1985. – 26 с.
4. Анненкова, М. В. Методические рекомендации по организации безопасных условий труда при горячем ремонте коксовых печей для рабочих огнеупорщиков [Текст] / М. В. Анненкова, С. В. Кожемяка, П. А. Черновол. – Макеевка : ДонНАСА, 2011. – 48 с.
5. Анненкова, М. В. Математическая модель оценки уровня воздействия вредных и опасных факторов на здоровье огнеупорщиков [Текст] / М. В. Анненкова // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури : зб. наук. пр. – Д. : Вид-во ПДАБА, 2011. – № 9. – С. 47–54.

Отримано 03.09.2014

М. В. АННЕНКОВА

ОЦЕНКА ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОМПЛЕКСНЫХ
МЕРПРИЯТИЙ ПО УЛУЧШЕНИЮ УСЛОВИЙ ТРУДА ОГНЕУПОРЩИКОВ
Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

В статье предложена методика выбора комплексных мероприятий по улучшению условий труда рабочих огнеупорщиков при выполнении ремонтно-строительных работ по горячему ремонту коксовых печей. Выполнена экономическая оценка эффективности предложенной методики относительно разработанного обобщенного коэффициента.

горячий ремонт, вредные и опасные факторы, условия труда, огнеупорщики

MARIA ANNENKOVA
ESTIMATION OF ECONOMIC EFFICIENCY COMPLEX MERPRIYATY TO
IMPROVE WORKING CONDITIONS THE REFRACTORY
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

In the article methods of the choice complex action on improvement of the conditions of the labour worker firestress when performing repair-building work on hot repair of the coke stoves have been suggested. Economic estimation to efficiency of the offered methods comparatively designed generalised factor has been done.
hot repairs, harmful and dangerous factors, working conditions, the refractory

Анненкова Марія Володимирівна – кандидат технічних наук, асистент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: організація будівництва і охорона праці.

Анненкова Мария Владимировна – кандидат технических наук, ассистент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: организация строительства и охрана труда.

Annenkova Maria – PhD (Eng.), Assistant, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: organization of construction and guard of the labour.

УДК 693.546

В. В. ТАРАН, Д. Е. БЕРШАДСКАЯ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ТЕХНОЛОГИЯ УКЛАДКИ БЕТОНА В НЕСЪЕМНУЮ ОПАЛУБКУ КОЛОНН КРУГЛОГО СЕЧЕНИЯ

В статье описана технология выполнения работ по устройству колонн круглого сечения в несъемной опалубке. Перечислены виды несъемных опалубок для бетонирования колонн круглого сечения. Приведены преимущества и недостатки применения несъемной опалубки. Рассмотрены методы бетонирования колонн круглого сечения в несъемной опалубке. Описаны существующие способы уплотнения бетонной смеси. Рассмотрены способы ухода за бетоном в летний период. Выполнено сравнение по методам укладки бетона. Приведена трудоемкость процесса бетонирования при ведении работ по схеме «кран-бункер» и с применением автобетононасоса.

несъемная опалубка, бетонирование колонн, монтаж опалубки, трудоемкость

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Несъемная опалубка после укладки монолитного бетона и завершения последующих процессов остается в теле забетонированной конструкции и работает в ней как одно целое. Поэтому остро стоит вопрос о адгезии бетона с опалубкой.

В зависимости от функционального назначения опалубку используют как формообразующую конструкцию, опалубку-облицовку и опалубку-изоляцию, часто совмещая все или часть этих функций. В любом случае эти элементы являются наружной поверхностью возводимой конструкции, поэтому могут иметь как различную фактуру, так и отделку, выполненную в заводских условиях.

Возведение монолитных железобетонных колонн за счет применения инновационной технологии их устройства в несъемной опалубке позволяет уменьшить трудовые и материальные затраты, а также повысить производительность работ при возведении здания в целом.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МАТЕРИАЛОВ НЕСЪЕМНОЙ ОПАЛУБКИ

Опалубка не только образует форму сооружения, его архитектурное оформление, но и защищает поверхность от различных воздействий, повышает прочностные характеристики конструкции.

В настоящее время на строительном рынке представлены следующие типы несъемной опалубки для колонн круглого сечения:

- Стальная опалубка (сталежелезобетонные конструкции) [4];
- Картонная опалубка в виде труб из влагостойкого картона («Опалубка-Тула», KLILA AMICOTUBE, «Монотьюб») [5];
- Пенополистирольная опалубка.

Одним из конструктивных недостатков сжатых трубобетонных элементов, на котором следует остановиться более подробно, является сложность обеспечения совместной работы бетонного ядра и внешней стальной оболочки при эксплуатационных нагрузках ввиду разности начальных коэффициентов поперечной деформации бетона и стали [4].

В процессе постепенного увеличения сжимающей силы ядро и обойма работают совместно только в начальный период нагружения. Затем, из-за указанной разницы в деформационных свойствах и низкой прочности сцепления бетона со сталью, внешняя оболочка стремится оторваться от поверхности бетона, способствуя возникновению в нем радиальных растягивающих напряжений. В этот

момент, естественно, никакого поперечного обжатия бетона в трубе происходить не может, и бетон работает в условиях одноосного сжатия, а труба – как продольная арматура.

Теоретические исследования, выполненные в этом направлении, подтверждают вывод о том, что в большинстве случаев классический трубобетон представляет собой недостаточно технически совершенную конструкцию, в которой труба фактически является опалубкой, работающей как обойма лишь перед разрушением бетонного ядра.

Неровная, шероховатая, внутренняя поверхность опалубок, выполненных из прочного картона и пенополистирола, способствуют лучшему контакту с укладываемым монолитным бетоном.

Опалубки колонн, рассмотренные выше, становятся облицовочным материалом или могут обеспечить внешнее армирование. Несъемные конструкции сравнительно экономичны и позволяют значительно ускорить процесс строительства – ведь их не требуется переставлять с места на место.

Целью исследования является определение трудовых и материальных затрат, а также повышение производительности работ при бетонировании монолитных железобетонных колонн за счет оптимизации технологии их устройства в несъемной опалубке.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Устройство монолитных колонн в несъемной опалубке – комплексный процесс, включающий *заготовительные процессы* по изготовлению опалубки, арматурных каркасов, арматурно-опалубочных блоков, приготовлению бетонной смеси (процессы заводского производства), а также *построечные процессы* – установка опалубки и арматуры, транспортирование и укладка бетонной смеси, выдерживание бетона.

Ведущим процессом является бетонирование конструкций. Бетонирование влияет на сроки выполнения опалубочных и арматурных работ, которые находятся в тесной технологической зависимости от него.

Исходя из темпов укладки бетона, подбирают необходимый комплект машин для этого процесса, в том же темпе следует выполнять опалубочные и арматурные процессы на принятых для них механизмах и приспособлениях.

Для устройства колонн в несъемной опалубке на строительную площадку доставляются и складываются: опалубка необходимого размера и сечения, арматура и арматурные изделия. Бетонная смесь доставляется и подается непосредственно к месту укладки.

Перед укладкой бетонной смеси проверяют состояние опалубки и арматуры, очищают ее. Подготовленный к бетонированию участок опалубки на ночь закрывают брезентом или пленочными материалами.

Бетонную смесь на строительную площадку транспортируют автобетоносмесителями.

Для приема смеси опалубку оснащают площадками с ограждениями, на которых размещаются рабочие, лестницами – стремянками для перехода рабочих в рабочую зону.

Бетонная смесь в опалубку подается краном по схеме «кран-бункер» или с применением бетононасоса. При высоте опалубки колонн до 4 м заполнение бетоном осуществляется при помощи бункера (рис. 1). Если опалубка колонн выше 4 м, бетон подается по шлангу при помощи бетонного насоса.



Рисунок 1 – Подача бетонной смеси в колонну по схеме «кран-бункер».

При подаче смеси в конструкции кранами применяют различные типы бункеров вместимостью 0,5...8,0 м³. Неповоротные бункера загружают с помощью перегрузочных эстакад. Для интенсификации выгрузки бетонной смеси используют поворотные бункера. Загружают их с помощью автосамосвала или автобетоносмесителя. Затем кран поднимает бункер в вертикальное положение и подает его к месту выгрузки. Чтобы упростить подачу бетона в опалубку, бункер оснащен желобом.

Транспортирование бетонной смеси по трубопроводам с помощью бетононасосов наиболее прогрессивный способ, позволяющий существенно снизить объем ручного труда, повысить производительность и качество бетонных работ. Бетононасосы применяют для подачи смеси при интенсивности бетонирования не менее 6 м³/ч [11].

Смесь из автобетоносмесителя через разгрузочную воронку подается в приемный бункер бетононасоса. После ее побуждения она попадает в бетононасос и по бетоноводу стрелы направляется к месту укладки. Концевое звено бетоновода снабжено гибким шлангом, обеспечивающим локальную подачу смеси к месту укладки.

Достоинства данного метода бетонирования: высокая производительность (непрерывность), не требуется использование кранов.

Недостатки: ограничения по параметрам смеси: ОК – 6–16 см; крупность щебня менее 40 мм; большие затраты на промывку трубопроводов; четкая и непрерывная поставка бетонной смеси. Способ применяется при больших объемах работ, стесненности площадки.

Укладку бетонной смеси ведут непрерывно с интенсивностью, обеспечивающей перекрытие ранее уложенного слоя до того, как его податливость достигнет уровня ниже допустимого предела.

Укладку бетонной смеси по схеме «кран-бункер» целесообразно применять при средней интенсивности бетонных работ: 40...45 м³ в смену (до 8 м³/ч) [10]. Применение автобетононасоса целесообразно при наличии большого объема работ. Максимальная интенсивность укладки бетонной смеси при применении автобетононасоса – до 150 м³/ч [10].

В таблице приведена допустимая скорость бетонирования колонн в несъемной опалубке в виде прочного картона и пенополистирола [5].

Таблица – Скорость бетонирования колонн в несъемной опалубке из прочного картона и пенополистирола

Диаметр трубы, мм	Скорость бетонирования, м/час
100–300	6,0
300–450	5,0
450–600	3,5
600–1 250	2,5

Бетонные смеси следует укладывать горизонтальными слоями одинаковой толщины (~0,3...0,5 м) без разрывов с направлением укладки в одну сторону во всех слоях. Укладку следующего слоя бетонной смеси необходимо производить до начала схватывания бетона предыдущего слоя. Допустимая высота свободного сбрасывания бетонной смеси в опалубку колонн – 5 м. При большей высоте сбрасывания смеси, во избежание ее расслоения, спуск ее в колонны следует осуществлять по виброжелобам, наклонным лоткам или желобам, обеспечивающим медленное сползание смеси в опалубку [8].

Укладка бетонной смеси без рабочих швов разрешается при следующих условиях [8]:

- бетонирование колонн сечением более 0,4×0,4 м на высоту до 5 м;
- бетонирование колонн сечением менее 0,4×0,4 м и колонн любого сечения с перекрещивающимися хомутами на высоту до 2 м.

При большей высоте участков, бетонируемых без рабочих швов, необходимо устраивать перерывы для осадки бетонной смеси. Рабочие швы (по согласованию с проектной организацией) допускается устраивать при бетонировании колонн на отметках верха фундамента, низа прогонов балок и подкрановых консолей, верха подкрановых балок, низа капителей колонн. При перерыве в бетонировании более двух часов возобновляют укладку только после набора прочности бетоном не менее 1,5 МПа.

После укладки бетонной смеси необходимо произвести ее уплотнение. Применение литых смесей дает возможность исключить данную операцию.

Существуют три способа уплотнения бетона в трубах: глубинным вибрированием, штыкованием и внешним вибрированием.

Штыкование бетона производят вручную стержнями, длина которых больше длины трубы. Оболочка стержня при этом способе также неподвижна, а бетон уплотняется под воздействием перемещаемых стержней.

При устройстве опалубки в виде прочного картона и пенополистирола рекомендуется выполнять уплотнение бетонной смеси штыкованием либо применять литые смеси. Данные способы дают возможность минимизировать нагрузки на стенки опалубки и арматурный каркас.

Применение литых самоуплотняющихся смесей исключает какие-либо воздействия на опалубку, но на порядок увеличивает стоимость конструкции в целом.

Также при устройстве опалубок в виде прочного картона и пенополистирола применяется уплотнение бетонной смеси при помощи виброулавки, которая крепится на наконечнике гибкого шланга бетоновода (бетонирование с применением бетононасоса).

Вибрированием с помощью глубинных вибраторов применяется для опалубки в виде стальной трубы. Шаг перестановки глубинных вибраторов не должен превышать 1,5 радиуса их действия. Наибольшая толщина укладываемого слоя не должна превышать 1,25 длины рабочей части вибратора.

При изготовлении трубобетонных конструкций в соответствии с предложением [6], возможно уплотнение бетонной смеси путем установки через отверстия в металлической трубе внутренних анкеров, снабженных лепестковыми муфтами. Подвижная часть последних имеет резьбовое соединение с анкером, обеспечивающее при его вращении раскрытие лепестков на заданный угол, и последующей укладке бетонной смеси, что обеспечивает совместную работу бетонного ядра и металлической трубы.

Известен еще один метод подачи и уплотнения бетона в трубе [7]. При изготовлении трубобетона путем подачи бетонной смеси по растворопроводу во внутренний объем вертикально выставленной трубы и уплотнения смеси вибрированием укладываемую бетонную смесь подвергают вибрации наконечником растворопровода с одновременным перемещением наконечника от нижнего основания трубы к ее верхней части со скоростью 1÷5 см/с.

На этапе выдерживания бетона и ухода за ним должен соблюдаться ряд требований:

- поддержания температурно-влажностного режима, обеспечивающего нарастание прочности бетона заданными темпами;
- предотвращения значительных температурно-усадочных деформаций и образования трещин;
- предохранения твердеющего бетона от ударов и других механических воздействий;
- предохранения в начальный период твердения бетона от попадания атмосферных осадков или потери влаги.

При выполнении всех требований через 7...14 дней после окончания заливки (при условии, что температура воздуха составляет 25...30 °С) конструкцию можно нагружать [8].

Согласно [8] уход за свежим бетоном продолжается до набора 70 % прочности.

Процесс подачи бетонной смеси автобетононасосом состоит из следующих операций: установка автобетононасоса; монтаж бетоновода и подсоединение его к автобетононасосу; подготовка к эксплуатации бетононасоса; подача бетонной смеси по бетоноводу; прием и укладка бетонной смеси в конструкцию; разборка бетоновода; очистка оборудования по окончании работы; свертывание автобетононасоса.

Бетонирование по схеме «кран-бункер» включает в себя такие операции: прием бетонной смеси; укладка бетонной смеси непосредственно на место укладки или по лоткам (хоботам).

Рассматривая в совокупности приведенные выше операции, можно сделать **вывод**, что наименьшая трудоемкость при укладке бетона в колонны по схеме «кран-бункер» – 1,52 чел-час. соответственно, наибольшая – при выполнении работ с применением автобетононасоса – 5,86 чел-час [11] (рис. 2). Показатели приведены на 1 м³.

Подача бетонной смеси автобетононасосами требует выполнения дополнительных операций, поэтому по сравнению со схемой бетонирования «кран-бункер» этот способ подачи смеси к месту укладки менее экономичен. Однако применение автобетононасоса позволяет увеличить производительность работ, особенно при больших объемах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення [Текст]. – На заміну СНиП 2.03.01-84* ; чинні від 2011-06-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.

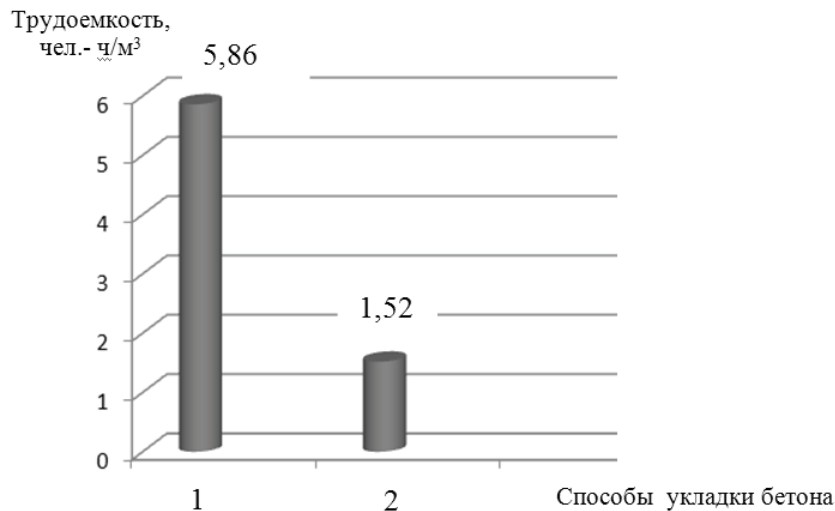


Рисунок 2 – График трудоемкости процесса бетонирования при возведении колонн: 1 – бетонирование автобетононасосом, 2 – бетонирование по схеме «кран-бункер».

- ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека в будівництві. Основні положення [Текст]. – На заміну СНиП III-4-80* ; чинні від 2012-04-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2012. – 116 с.
- ДБН А.3.1-5-2009. Державні будівельні норми України. Організація будівельного виробництва [Текст]. – На заміну ДБН А.3.1-5-96 ; чинні з 2012-01-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2011. – 61 с.
- Санжаровский, Р. С. Несущая способность сжатых трубобетонных стержней [Текст] / Р. С. Санжаровский // Бетон и железобетон. – 1971. – № 11. – С. 27–28.
- Исследование эффективности организационно-технологического процесса возведения колонн паркинга в несъемной опалубке [Текст] / А. М. Югов, В. В. Таран, Н. С. Коннов, Д. Е. Бершадская // Motrol, commission of motorization and energetics in agriculture. An international journal on operation of farm and agri-food industry machinery. – 2014. – Vol 14, № 5. – P. 267–273.
- Пат. 2417290 Российская Федерация, МПК Е 04 С 3/34. Способ повышения несущей способности трубобетонных конструкций [Текст] / Афанасьев А. А., Курочкин А. В. ; заявитель и патентообладатель Афанасьев А. А., Курочкин А. В. – № 2010111186/03 ; заявл. 24.03.2010 ; опубл. 27.04.2011, Бюл. № 12. – 7 с.
- Пат. 2262574 Российская Федерация, МПК Е 04 G 21/08. Способ изготовления трубобетона и устройство для его осуществления [Текст] / Бикбау М. Я., Тимербулатов Т. Р. ; заявитель и патентообладатель Открытое акционерное общество «Московский институт материаловедения и эффективных технологий» (ОАО «Московский ИМЭТ»). – № 2003117764/03 ; заявл. 18.06.2003 ; опубл. 20.10.2005, Бюл. № 29. – 7 с.
- 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. 1 июля 1988 г. – М. : Госстрой СССР, 1988. – 190 с.
- Карты трудовых процессов строительного производства. Бетонирование монолитных конструкций с помощью автобетононасоса [Текст] : ККТ-4.1-49 / ВНИИПИ труда в строительстве Госстроя СССР. – М. : Стройиздат, 1989. – 28 с.
- Афанасьев, А. А. Бетонные работы [Текст] : Учебник для проф. обучения рабочих на производстве / А. А. Афанасьев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1991. – 288 с. : ил. – ISBN 5-06-001810-5.
- ЕНиР. Сборник Е4. Монтаж сборных и устройство монолитных железобетонных конструкций [Текст]. Вып. 1 Здания и промышленные сооружения / Госстрой СССР. – М. : Стройиздат, 1987. – 64 с.

Получено 04.09.2014

В. В. ТАРАН, Д. Є. БЕРШАДСЬКА ТЕХНОЛОГІЯ УКЛАДАННЯ БЕТОНУ В НЕЗНІМНІЙ ОПАЛУБЦІ КОЛОН КРУГЛОГО ПЕРЕРІЗУ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті описана технологія виконання робіт по влаштуванню колон круглого перерізу в незнімній опалубці. Перелічені види незнімних опалубок для бетонування колон круглого перерізу. Наведено переваги і недоліки застосування незнімної опалубки. Розглянуто методи бетонування колон круглого перерізу в незнімній опалубці. Описано існуючі способи ущільнення бетонної суміші. Розглянуто

способи догляду за бетоном в літній період. Виконано порівняння за методами укладання бетону. Наведена трудомісткість процесу бетонування при веденні робіт за схемою «кран-бункер» і з застосуванням автобетононасоса.

незнімна опалубка, бетонування колон, монтаж опалубки, трудомісткість

VALENTINA TARAN, DAR'YA BERSHADSKAYA
PROCESS ENGINEERING OF LAYING OF CONCRETE TO THE PERMANENT
FORM OF ROUND CROSS-SECTION COLUMNS
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

In the article process engineering of works of technology of round cross-section columns in permanent form. Different kinds of permanent forms for concreting of round cross-section columns have been recited. Advantages and disadvantages of usage of permanent form have been given. The methods of concreting of round cross-section columns in permanent form have been considered. The actual methods of concrete mix compaction have been described. The methods of curing system in summer have been considered. The comparison of methods of laying of concrete has been done. Labor intensivity of concreting procedure under the scheme «tap-bunker» with the practice of concrete pump has been given.

permanent form, concrete columns, installation of form, the labor intensivity

Таран Валентина Володимирівна – кандидат технічних наук, асистент 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.

Бершадська Дар'я Євгенівна – асистент 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, ассистент 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.

Бершадская Дарья Евгеньевна – ассистент 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 – PhD (Eng.), Assistant, 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.

Bershadskaya Dar'ya – Assistant, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific 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 624.155

А. М. ЮГОВ, Н. С. НОВИКОВ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

АНАЛИЗ АВАРИЙНЫХ СИТУАЦИЙ ПРИ ВОЗВЕДЕНИИ ПОДЗЕМНЫХ ЧАСТЕЙ ЗДАНИЙ

В статье выполнен обзор и анализ аварийных ситуаций, происходящих при устройстве котлованов. Технологические сведения для возведения подземных частей зданий находятся на начальном этапе. К ним относятся отсутствие практического опыта при проектировании и производстве работ по монтажу системы крепления котлованов и выемка грунта, невысокая квалификация подрядчиков, низкое качество специального оборудования для производства работ, отсутствие стандартов и норм для проектирования и оценки качества работ.

аварийные ситуации, подземная часть зданий, ограждения котлована, анкерная подпорная стена, грунтовые воды, осадка стен

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Устройство глубоких котлованов в крупных городах за последнее десятилетие приняло массовый характер. При возведении подземных частей зданий всё чаще и чаще приходится слышать сообщения о различных аварийных ситуациях, происходящих при устройстве котлованов. Публикации, посвящённые аварийным ситуациям при подземном строительстве, редки даже в профессиональных изданиях, что, естественно, имеет свои этические и экономические причины.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Отсутствие достаточного опыта при строительстве подземных частей зданий является заметной угрозой для безаварийного строительства. При проектировании обязательным должно стать изучение опыта строительства схожих объектов. Вопросам аварийных ситуаций при возведении подземных частей зданий посвящены труды многих известных учёных и инженеров: А. А. Афанасьева, И. В. Колыбина, В. А. Ильичёв.

ЦЕЛИ

На основании анализа наиболее часто повторяющихся составляющих причин обрушений котлованов сформулировать некоторые рекомендации по обеспечению безаварийного строительства.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Обеспечение устойчивости ограждений котлованов и ограничение их влияния на окружающую среду является, как правило, самой важной целью при проектировании и возведении подземных частей зданий.

Возведение здания с 1–3 подземными этажами с глубиной < 12 м, является новой областью проектирования, технологии и организации производства работ.

Практика строительства показывает, что технология возведения подземной части неразрывно связана с технологией разработки грунта в котловане, геологическими и гидрогеологическими условиями строительства, а также организациями по деформациям окружающего грунтового массива, которые накладываются принятой системой безопасности для сохранения близлежащих существующих зданий [1].

Рассмотрим несколько случаев существенных аварий, что произошли за последний период во время строительства объектов в теснённых условиях в г. Минске.

Авария на котловане КДВУ возле Фрунзенского райисполкома

Для ограждения этого котлована были применены траншейные стены, а в торцевой части со стороны Кальварийского кладбища использовано сочетание одной секции траншейной стены со свайно-балочным креплением между нею и боковыми стенами, устойчивость которых при вскрытии котлована обеспечивали расстрелы из стальных труб. Перед завершением раскопки котлована возник оползень в его торце с обрушением секции траншейной стены вместе со сваями-опорами из двутавровых балок и деревянной затяжкой (рис. 1). Эти балки и трубчатые расстрелы были сильно повреждены, а находящиеся внизу вагонетки засыпаны грунтом. К счастью, обошлось без жертв.



Рисунок 1 – Котлован КДВУ после аварии.

На возникновение данной аварии повлияли следующие факторы:

- нарушение технологических регламентов приготовления глинистой суспензии с возникновением густого осадка на дне траншей и недостаточной глубины заземления стен ниже дна котлована;
- интенсивная откачка из котлована воды, скопившейся при продолжительных дождях над близко расположенным водопором из глинистого грунта, создала большую разницу ее уровней вне и внутри котлована, а мощный фильтрационный поток привел к развитию оползня.

Этот случай является ярким свидетельством недооценки особенностей грунтовых напластований и воздействия фильтрационных сил на грунт и ограждения котлованов. Сказались также просчеты проектировщиков со строителями и несовершенство действовавших нормативных документов и сохранившихся в них методов расчета.

Авария на гаражах АО «Атлант»

Фильтрационные силы могут воздействовать на ограждения за счет поступления в грунт воды, включая поверхностные стоки при обильных атмосферных осадках. Об этом свидетельствует авария с обрушением пяти секций за анкеренной подпорной стены по пер. Ольшевского (рис. 2) при строительстве многоэтажного корпуса гаражей ПО «Атлант».

Эту аварию обусловили многие факторы риска, главным образом нарушение технологической дисциплины:

- несоблюдение регламентов приготовления глинистой суспензии с возникновением осадка из глинистых фракций и песка на дне траншей не позволило забетонировать секции на всю проектную глубину и привело к недостаточному их заземлению ниже дна котлована;
- низкое качество бетонирования стен литыми бетонными смесями без их вибрационной подводной укладки в траншеи с зазорами в сопряжениях между секциями (рис. 2д);
- неверный способ проходки наклонных скважин в песке без крепления обсадными трубами и несоосное расположение анкерных тяг понизу наклонных скважин с обрушением песка при бурении шнеками не обеспечили должной связи цементного камня с тягами, которые смогли легко выдернуться при натяжении отдельных анкеров;
- неуправляемая инъекция раствора при устройстве анкеров;
- отсутствие подтверждения работоспособности анкеров без выполнения их пробных, контрольных и приемочных испытаний;



Рисунок 2 – Элементы подпорной стены после аварии: а) общий вид котлована; б) зона обрушения; в) обрушившаяся секция; г) канализационный люк возле зоны обрушения; д) дефекты бетонирования секций траншейных стен; е) суффозионная полость в зазоре между секциями.

- поверхностные стоки и утечки воды из смежных подземных коммуникаций по тонким глинистым пропласткам при их наклоне к стене и вдоль нее по уклону рельефа (пренебрежение характером грунтовых напластований) создали фильтрационный напор на обрушившиеся секции стены с размывом полостей возле отдельных секций (рис. 2е);
- дополнительное боковое давление грунта на стену вследствие невыполненной согласно проекту планировки со срезкой поверхностного слоя (рис. 2а и 2г);
- принятое заказчиком и генеральным проектировщиком ошибочное решение об увеличении глубины котлована около подпорной стены снизило ее устойчивость, несмотря на заложенный в проекте запас несущей способности предварительно напряженных буроинъекционных анкеров;
- отсутствие монолитного железобетонного обвязочного пояса поверху секций траншейной стены не обеспечило их взаимодействие при возникновении локальной потери устойчивости отдельных секций;
- устроенные трубчатые подкосы с упором в верхней части стен между ярусами анкеров (рис. 2а) не предотвращали их поворота при недостаточном заземлении внизу секций с погруженными в шлам не забетонированными арматурными каркасами.

Только благодаря умелым действиям прораба, обратившего внимание на высыпание песка между стержнями арматурных каркасов у раскопанных секций без заземления ниже дна котлована и своевременно удалившего рабочих и механизмы из опасной зоны, обошлось без человеческих жертв.

Авария на циркуляционной насосной станции Минской ТЭЦ-5 произошла, к счастью, также без человеческих жертв. Здесь возникло обрушение пяти и наклон восьми секций монолитных траншейных стен, которые имели с обеих сторон практически одинаковый уровень грунта (рис. 3).



Рисунок 3 – Конструкции циркуляционной насосной станции после обрушения секций её торцевой стены:
а) общий вид станции после аварии; б) участок обрушений секций; в) элемент торцевой стены в угловой части;
г) фрагмент зоны деформации на стыке секций.

Основным фактором возникновения аварии послужил мощный напор воды, не принятый во внимание проектировщиками и строителями из-за несовершенства существующих нормативных документов, в которых расчеты не учитывали воздействие фильтрационных сил на сооружение. Неудачной была замена буроинъекционных анкеров на плитные в отрытом снаружи котловане с водоотливом посредством двух ярусов иглофильтров вдоль боковых стен и одного в торце (рис. 3б), возле которого не выполнили откачку воды из трех глубоких скважин.

Неэффективная работа иглофильтров при их погружении в слой песка и глинистого грунта привела к перегоранию единственного насоса на одной ветви коллектора возле торцевой стены с последовавшим резким подъемом воды, взвешиванием и разжижением песка. Уклон водоупора по направлению от циркуляционных насосов к торцевой стене создал на нее опасный градиент напора подземной воды. Положение усугубил и привел к аварии открытый водоотлив во внутреннем пространстве между стенами, который чрезмерно увеличил этот поток и давление на стены.

Помимо просчетов проектировщиков и строителей сказалась также неполнота информации об инженерно-геологическом строении грунтового массива. В зоне обрушившихся секций была не выявленная изысканиями промоина в морене, где еще при отрывке возникал шлам на дне траншей с уменьшением глубины защемления секций без возможности бетонирования на всю их глубину. Наклон восьми смежных секций примерно до 30° возник от мгновенного взвешивания и разжижения песка с последующим прекращением процесса благодаря оседанию песка и наличию достаточного

защемления забетонированных полностью секций стены ниже поверхности грунта. Наклонившиеся секции торцевой стены потянули за собой смежные возле угла и вызвали их существенные деформации (рис. 3 в, г). Эти секции плавно уложили за счет направленных взрывов зарядов ВВ в предварительно высверленные отверстия в бетоне. Затем их использовали в качестве горизонтальных армирующих элементов возле стен при засышке грунта, в котором по нашим рекомендациям применили также слои из смеси песка с цементом до 10 %, что существенно снизило боковое давление грунта. В итоге всех предпринятых мероприятий объем станции был уменьшен.

Приведенные примеры свидетельствуют, что причинами аварии являются ошибки при проектировании и невысокое качество выполнения работ на стройплощадке.

Таким образом, причины, приводящие к аварийным ситуациям в течение времени возведения подземной части зданий, состоят из:

1. Ошибок при проектировании ограждений котлованов и системы крепления:
 - отсутствие стандартов и норм по проектированию ограждений котлованов и системы крепления как основы для проектирования;
 - большинство проектов выполняется подрядчиками, не имеющими достаточного опыта и квалификации, что приводит к неизбежным ошибкам;
 - проектировщики не учитывают критические ситуации, связанные с гидрогеологическими условиями площади, климатической особенностью и наличием плотной застройки;
 - отсутствие необходимых расчетных программ и малый практический опыт проектировщиков.
2. Ошибок при осуществлении технологии производства работ на стройках, которые отражаются от следующих факторов.
 - квалификации инженеров-строителей. Малый практический опыт инженеров-строителей, что обусловлено, приводит неизбежно к серьезным ошибкам при производстве работ. Следует отметить, что отсутствие учебных пособий в институте, а также специальных книг, которые затрагивают эту проблему, не позволяет донести передовой опыт и технологию производства работ. Для зданий, подземная часть которых возводится иностранными фирмами, отечественные инженеры не принимают непосредственное участие в процессах проектирования и производства работ. Практический опыт и технологию возведения они получают только по книгам, журналам и при наблюдении на стройплощадке;
 - квалификации строительных рабочих. Из-за отсутствия необходимых знаний, а также практического опыта при возведении подземных частей зданий квалификация рабочих не отвечает необходимым требованиям. Практика на стройке показывает, что отклонение от проектных решений и не соблюдение технологии производства земляных и монтажных работ является распространенными явлениями на стройках;
 - специального оборудования для возведения подземной части. Современные технологии возведения подземных частей зданий требуют использования специальных машин и механизмов, которые отсутствуют на строительном рынке производства. К ним относятся земляные малогабаритные машины, механизмы и оборудование для устройства ограждающих стен и грунтовых анкеров и др. Это оборудование принадлежит иностранным фирмам.
 - отсутствии необходимых исследований в области стандартизации элементов временного крепления котлованов, расчетных баз, технологий производства работ, обеспечивающих заданный уровень надежности конструктивных решений, приводит к возникновению нестандартных ситуаций с аварийными последствиями.

Анализ технических решений и технологий производства работ выявил ряд недостатков, существенно влияющих на надежность, устойчивость и водонепроницаемость ограждающих стен котлованов.

Установлено следующие отклонения от технологии производства работ, приводящие к аварийным ситуациям:

- потеря устойчивости расстрелов приводит к деформациям ограждений, интенсивному притоку подземных вод, нарушению геометрии стен;
- сильный приток грунтовых вод через стенные стыки и днище;
- дополнительные осадки стен и появление трещин, потеря устойчивости прилегающих зданий.

Можно сказать, что технологические сведения для возведения подземных частей зданий находятся на начальном этапе. К ним относятся отсутствие практического опыта при проектировании и производстве работ по монтажу системы крепления котлованов и выемка грунта, невысокая квалификация подрядчиков, низкое качество специального оборудования для производства работ, отсутствие стандартов и норм для проектирования и оценки качества работ [3].

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать вывод, что ненадлежащее качество строительных работ при возведении подземных частей зданий, а также отступления от проекта и нарушение требуемой последовательности выполнения работ являются прямыми причинами многих случившихся аварий. Помочь избежать этого должно привлечение к работам только квалифицированных подрядчиков, а также выполнение на строительной площадке регулярного технического и авторского надзора заказчиком и авторского надзора проектировщиком.

К задачам заказчиков должны относиться квалифицированная оценка степени рисков при подземном строительстве, обеспечение эффективного взаимодействия между всеми участниками проекта и проведение независимой геотехнической экспертизы проектных решений. Минимизировать вероятность аварийных случаев при строительстве котлованов позволяет только комплексный подход к обеспечению безопасности строительства.

ВЫВОДЫ

Аварии всегда страшны. Их обсуждение всегда дискомфортно с многих точек зрения. Однако произошедшие трагедии и неприятности необходимо изучать для того, чтобы их негативный опыт служил базой для предупреждения подобного в будущем. Более широкое освещение аварийных случаев в технических публикациях и их обсуждение, на наш взгляд, необходимо геотехническому сообществу и должно являться основой для возможного совершенствования нормативной базы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування [Текст]. – Введено вперше зі скасуванням на території України СНИП 2.02.01-83 ; чинні від 01.07.2009. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 104 с.
2. Геотехнические проблемы строительства ТРК «Манежная площадь» [Текст] / В. А. Ильичёв, В. П. Петрухин, И. В. Колыбин [и др.] // НИИОСП им. Н. М. Герсевича – 70 лет. Труды института / НИИОСП им. Н. М. Герсевича. – М. : НИИОСП им. Н. М. Герсевича, 2001. – С. 31–38.
3. 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/Подземные%20сооружения%20и%20котлованы%20в%20городских%20условиях.pdf>. – Загл. с экрана.
4. 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.
5. Руководство по проектированию подпорных стен сооружений и противофильтрационных завес, устраиваемых способом «стена в грунте» [Текст] / НИИОСП им. Н. М. Герсевича. – М. : Стройиздат, 1977. – 129 с.

Получено 05.09.2014

А. М. ЮГОВ, М. С. НОВИКОВ

АНАЛІЗ АВАРІЙНИХ СИТУАЦІЙ ПРИ ЗВЕДЕННІ ПІДЗЕМНИХ ЧАСТИН БУДІВЕЛЬ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті виконано огляд і аналіз аварійних ситуацій, що відбуваються при влаштуванні котлованів. Технологічні відомості для зведення підземних частин будівель знаходяться на початковому етапі. До них відносяться відсутність практичного досвіду при проектуванні і виробництві робіт з монтажу системи кріплення котлованів і виїмка ґрунту, невисока кваліфікація підрядників, низька якість спеціального обладнання для виробництва робіт, відсутність стандартів і норм для проектування і оцінки якості робіт.

аварійні ситуації, підземна частина будівель, огороження котловану, анкерна підпірна стіна, ґрунтові води, осадки стін

ANATOLIY YUGOV, NYKYTA NOVYKOV
ANALYSIS OF ACCIDENTS DURING THE CONSTRUCTION OF
UNDERGROUND PARTS OF BUILDINGS

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

This article gives an overview and analysis of accidents occurring in the pits. Technological information for the construction of underground parts of buildings are at an early stage. They include the lack of practical experience in the design and manufacture of installation mounting system pits and excavation, low qualification of contractors, poor quality of special equipment for production work, the lack of standards and norms for the design and evaluation of the quality of work.

emergency, the underground part of buildings, fence excavation, anchor retaining wall, ground water, precipitation of the walls

Югов Анатолий Михайлович – доктор технічних наук, професор кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. 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. 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 теснённых условиях, технология возведение подземных частей зданий на основе ограждения «стена в грунте», разработка грунта в котлованах.

Yugov Anatoliy – DSc (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, 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 69.002.5

В. А. ПЕНЧУК, В. М. ДАЦЕНКО

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАШИН В УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Исследована функциональная модернизация строительных машин в условиях эксплуатации, которая идет по пути расширения основной функции или добавления новых функций в реальной среде окружения. Таким образом, весь комплект строительных машин можно модернизировать путем оперативной замены рабочих органов, расширяющих область выполнения основной функции, что позволяет повысить эффективность выполнения строительных работ, снижая их стоимость.

оператор, строительная машина, модернизация, рабочий орган, технологический процесс

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

Строительные объекты весьма разнообразны как по объемам производства работ, так и по технологии их выполнения. Каждая технология производства работ реализуется посредством определенного комплекта строительной техники и рабочих органов. Повышение эффективности выполнения строительных работ, снижение их стоимости всегда было и будет оставаться актуальным.

АНАЛИЗ ПУБЛИКАЦИЙ

Основам совершенствования технологии и механизации строительных работ посвятили свои работы выдающие ученые, такие как С. Е. Канторер [1], В. М. Рогожкин [2], Ю. А. Ветров [3]. Конкретные вопросы повышения эффективности использования строительной техники отражены в работах Е. М. Кудрявцева [4], Л. А. Хмары [5], В. А. Пенчука [6].

Целью данной работы является методология функциональной модернизации строительных машин в условиях эксплуатации.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Строительная машина создается с определенным функциональным назначением, суть которого – изменение состояния или преобразование параметров некоторой среды взаимодействия. В искусственном процессе преобразования среды следует выделить три активных участка: человек – оператор – строительная машин – и реальная среда окружения (рис. 1).

С точки зрения учения о переходах и преобразованиях строительной машиной как некоторым оператором R , обеспечивает преобразование операторов $x_1; x_2 \dots x_n$ в образы $y_1; y_2 \dots y_n$.

$$R: \downarrow \begin{pmatrix} x_1; x_2 \dots x_n \\ y_1; y_2 \dots y_n \end{pmatrix}.$$

При проектировании, а затем создании строительной машины принимаются некоторые расчетные значения операторов x_i^p , которые обеспечивают расчетные значения образов y_i^p . Реально жизненный цикл строительной машины составляет 8...15 лет, за этот период она эксплуатируется в вероятностных условиях на различных строительных объектах. Многомерное пространство, в котором происходит эксплуатация строительной машины, можно представить следующим образом (рис. 2).

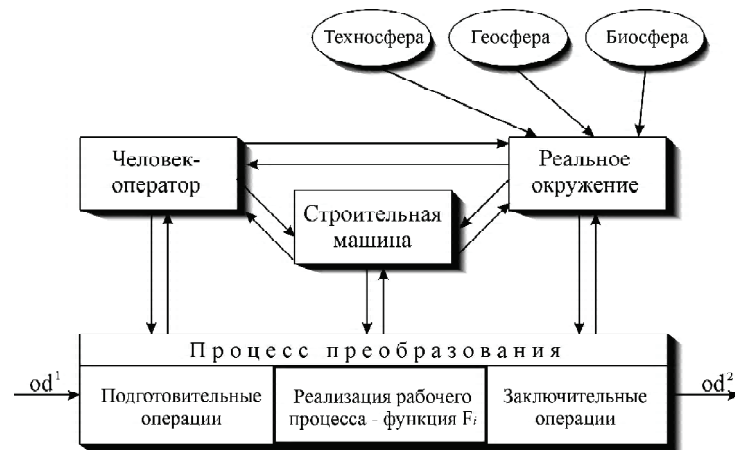


Рисунок 1 – Процесс реализации рабочей функции строительной машины.

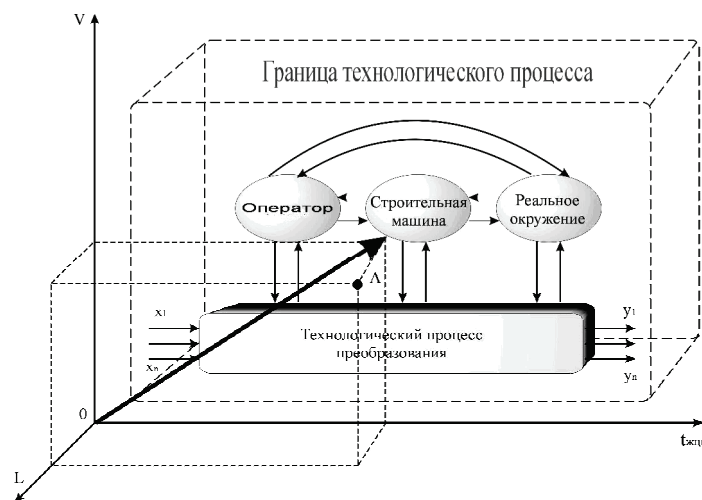


Рисунок 2 – Модель i -го технологического процесса строительной машины в трехмерном пространстве.

На представленной схеме показано, что в вероятностных условиях эксплуатации строительных машин возможны объекты с разными объемами работ V , которые расположены на различных расстояниях друг от друга L .

Необходимо отметить, что любой объем строительных работ состоит из весьма разнообразных технологических операций, которые реализуются той или иной машиной или группой машин. Таким образом, весь комплект строительных машин можно представить в виде матрицы определенного типа (рис. 3).

	Тип выполняемой функции	Главный параметр	Типоразмерный ряд	Производительность машин
$\sum_{i=1}^n F_i$	M	q_M	$q_{M_1}; q_{M_2} \dots q_{M_n}$	$\Pi_{M_1} < \Pi_{M_2} \dots < \Pi_{M_n}$
	P	q_P	$q_{P_1}; q_{P_2} \dots q_{P_n}$	$\Pi_{P_1} < \Pi_{P_2} \dots < \Pi_{P_n}$
	\vdots	\vdots	\vdots	\vdots
	K	q_K	$q_{K_1}; q_{K_2} \dots q_{K_n}$	$\Pi_{K_1} < \Pi_{K_2} \dots < \Pi_{K_n}$

Рисунок 3 – Матрица функций строительных машин.

Исходя из многообразия технологических процессов на некотором V_i строительном объекте можно отметить, что для их реализации возможны следующие строительные машины (рис. 4):

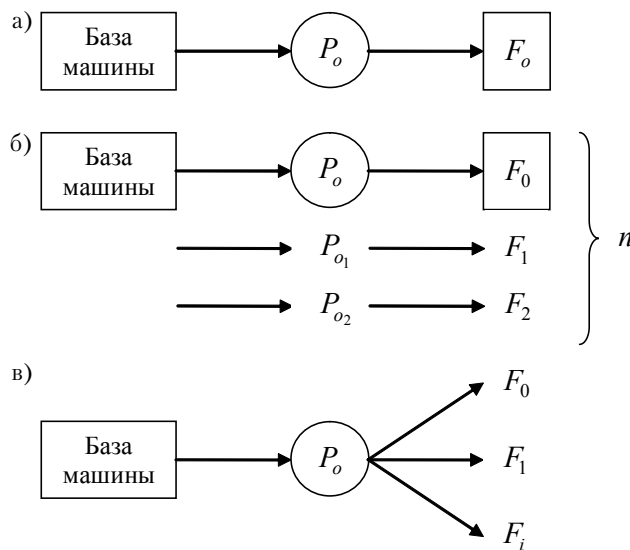


Рисунок 4 – Схемы рабочих органов строительных машин: а) однофункциональная машина; б) многофункциональная машина с n -комплектom сменных рабочих органов; в) машина с многофункциональным рабочим органом.

- с одной рабочей функцией F_o ;
- с основной рабочей функцией F_o и некоторым набором дополнительных функций F_o реализуемых некоторым комплектom n – сменных рабочих органов;
- многофункциональным рабочим органом $\sum_{i=1}^n F_i$.

У многих строительных машин масса и стоимость рабочего органа составляет всего 5...7 % от массы и стоимости всей машины. Для заводов-изготовителей экономически выгодно иметь широкую номенклатуру рабочих органов, которые расширяют полезность машины, а, следовательно, ее покупательную привлекательность. Поэтому ведущие фирмы предлагают к реализации до 40 видов сменных рабочих органов для гидравлических экскаваторов, до 35 видов для погрузчиков и до 5 видов для тракторов [8, 9].

Логика оснащения сменными рабочими органами землеройных машин вытекает из общей зависимости усилия копания для средних условий

$$P_K^P = k_K^P b^P h^P. \quad (1)$$

где k_K^P , b^P , h^P – соответственно коэффициент сопротивления копанию, ширина рабочего органа и толщина стружки для некоторых расчетных значений.

Введем следующие понятия: если в условиях эксплуатации количественные показатели отличаются от принятых в рамках:

$x_i > x_p$ – недостаток заданной функции машины;

$x_i < x_p$ – избыток заданной функции машины.

При любых значительных отклонениях условий эксплуатации от расчетных значений стоит вопрос об эффективной эксплуатации машин, доход от которой можно записать как:

$$D_i(t) = \sum_{i=1}^n \Pi_{F_i} \cdot \gamma_{F_i}, \quad (2)$$

где Π_{F_i} – производительность строительной машины с F_i – функцией;
 γ_{F_i} – договорной коэффициент по F_i – функции машины.

Модернизация машины в условиях эксплуатации может производиться путем оперативной замены рабочих органов, расширяющих область выполнения основной функции F_o или дополнительных функций.

ВЫВОДЫ

1. Многие строительные машины за длительный срок эксплуатации имеют условия применения значительно отличающиеся от расчетных. Их модернизация идет по пути или расширения основной функции или добавления новых функций.

2. Модернизации строительных машин способствуют достаточные сведения о сменных рабочих органах, которыми комплектуется базовая машина заводом-изготовителем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Канторер, С. Е. Методы обоснования эффективности применения машин в строительстве [Текст] / С. Е. Канторер. – 2-е изд., перераб. и дополненное. – М. : Стройиздат, 1969. – 293 с.
2. Рогожкин, В. М. Оптимизация стратегии эксплуатации машин на основе комплексных динамических моделей с локальным и совокупным оптимумом [Текст] : дис. ... д-ра техн. наук / В. М. Рогожкин. – Волгоград, 1992. – 300 с.
3. Машины для земляных работ [Текст] / Под общей редакцией Ю. А. Ветрова. – Киев : Вища школа, 1970. – 368 с.
4. Кудрявцев, Е. М. Комплексная механизация, автоматизация и механовооруженность строительства [Текст] : Учеб. для ВУЗов / Е. М. Кудрявцев. – М. : Стройиздат, 1989. – 246 с.
5. Хмара, Л.А. Интенсификация рабочих процессов машин для земляных работ [Текст] / Л. А. Хмара. – Днепропетровск : ДИСИ, 1989. – 329 с.
6. Пенчук, В. А. Мобильность и эффективность эксплуатации машин / В. А. Пенчук // Механизация строительства. – 2001. – № 4. – С. 17–18.
7. Назаренко, А. А. Основы модернизации строительных машин [Текст] / А. А. Назаренко, Л. А. Хмара, В. А. Пенчук. – К. : МП Леся, 2003. – 164 с.
8. Машины для земляных работ [Текст] : Навчальний посібник / Л. А. Хмара, С. В. Кравець, В. В. Нічке, Л. В. Назаров [та інші] ; Під загальною редакцією проф. Л. А. Хмари та проф. С. В. Кравця. – Рівне ; Дніпропетровськ ; Харків : [б. и.], 2010. – 557 с.
9. Пенчук, В. А. Эффективность применения многофункциональных и сменных рабочих органов строительной машины [Текст] / В. А. Пенчук, Л. А. Хмара // Строительство. Материаловедение. Интенсификация рабочих процессов строительных и дорожных машин. Серия: Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование : Сб. научн. тр. – Днепропетровск : ПГАСА, 2010. – № 57. – С. 5–11.

Получено 08.09.2014

В. О. ПЕНЧУК, В. М. ДАЦЕНКО ФУНКЦІОНАЛЬНА МОДЕРНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНИХ МАШИН В УМОВАХ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Досліджено функціональну модернізацію будівельних машин в умовах експлуатації, яка йде шляхом розширення основної функції або додавання нових функцій в реальному середовищі оточення. Таким чином, весь комплект будівельних машин можна модернізувати шляхом оперативної заміни робочих органів, які розширюють зону виконання основної функції, що дозволяє підвищити ефективність виконання будівельних робіт, знижуючи їх вартість.

оператор, будівельна машина, модернізація, робочий орган, технологічний процес

VALENTYNE PENCHUK, VITALIY DATSENKO FUNCTIONAL MODERNIZATION CONSTRUCTION MACHINERY IN OPERATION

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Investigated the functional modernization construction of machines in operation, which is on the way or expanding basic functions or add new features, in a real environment has been investigated. Thus the whole set of construction machines can be upgraded by replacing operative working bodies expanding field of performing its main function, which improves the efficiency of the construction work, reducing their cost.

operator, machine construction, modernization, working body process

Пенчук Валентин Олексійович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри підйомно-транспортних, будівельних, дорожних машин та обладнання Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Академік ПТМ України. Наукові інтереси: наукові основи модернізації будівельних машин.

Даценко Віталій Михайлович – кандидат технічних наук, доцент кафедри підйомно-транспортних, будівельних, дорожних машин та обладнання Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: сучасні тенденції утилізації твердих побутових відходів.

Пенчук Валентин Алексеевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Академик ПТМ Украины. Научные интересы: научные основы модернизации строительных машин.

Даценко Виталий Михайлович – кандидат технических наук, доцент кафедры подъемно-транспортных, строительных, дорожных машин и оборудования Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: современные тенденции утилизации твердых бытовых отходов.

Penchuk Valentyne – DSc (Eng.), Professor, Head of the Lifting Transport, Building, Road Machines and Equipment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Academician of PTM of Ukraine. Scientific interests: scientific bases of modernization of build machines.

Datsenko Vitaliy – PhD (Eng.), Associate Professor, Lifting Transport, Building, Road Machines and Equipment Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: modern tendency recycling in the solid household waste (SHW).

УДК 69.056.55

А. В. ИХНО, Е. П. КАПУСТИНА

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

**РАСЧЕТ СИСТЕМЫ МЕТАЛЛИЧЕСКОЙ КОНСТРУКЦИИ ДНИЩА
ВАННОЙ СТЕКЛОВАРЕННОЙ ПЕЧИ**

В настоящее время проектирование обвязки стекловаренных печей базируется на практическом опыте, а подбор сечений элементов металлического каркаса и днища печи закладываются с большим запасом ввиду эксплуатации элементов каркаса в среде повышенных температур. В задачу данного обследования входило определение температурных полей конструкции металлического днища печи. Для создания полной расчетной схемы каркаса ванной стекловаренной печи потребовалось очередное обследование с целью изучения металлических конструкций днища печи. Обследование проводилось на стекловаренной печи непрерывного действия завода ООО «Стройстекло-трейдинг» в г. Константиновка. Выполнены обследования узловых соединений системы днища печи с определением температуры их эксплуатации. В результате проведенного обследования выявлена действительная конструкция днища ванной стекловаренной печи и исследованы узловые соединения. Определена эксплуатационная температура конструкций днища, которая прямопропорциональна температурному режиму в самом агрегате печи. Показатели по температуре постепенно возрастают в варочной части и снижаются в выработочной части печи.

стекловаренная печь, днище печи, свод печи, каркас, огнеупор, температурные показатели

Несущая часть днища печи представляет собой балочную клетку (рис. 1), состоящую из продольных спаренных двутавровых балок I36, соединенных болтовым соединением и поперечных прокатных двутавровых балок I24 со средним шагом 300 мм, укрытых металлическим листом $t = 6$ мм.

На металлический лист в дальнейшем производится выкладка дна бассейна агрегата печи из динасового огнеупорного материала. Металлическая конструкция днища опирается на колонны круглого сечения $\varnothing 280$ мм через опорный узел (рис. 1, узел 1). По колоннам устроены крестовые связи в продольном и поперечном направлении из равнополочного уголка 100×100 мм. Колонны имеют отдельно стоящий фундамент в виде опорных бетонных столбов сечением 900×900 мм. На поперечные донные балки днища печи опираются колонны каркаса обвязки верхнего строения печи (рис. 1, узел 2), где происходит процесс стеклообразования.

Стекловарение – это сложный физико-химический процесс, который протекает при изменяющихся высоких температурах в движущейся среде (стекломассе) переменного и сложного состава и зависит от состава стекла, вида топлива, условий теплообмена, а также характера движения газов и стекломассы.

В настоящее время проектирование обвязки стекловаренных печей базируется на практическом опыте, а подбор сечений элементов металлического каркаса и днища печи закладываются с большим запасом ввиду эксплуатации элементов каркаса в среде повышенных температур. В задачу данного обследования входило определение температурных полей конструкции металлического днища печи.

Измерение температуры на металле конструкций днища велось при помощи инфракрасного термометра с лазерным указателем Metermen IR608, действующего в диапазоне температур от -18 °C до 400 °C, погрешностью 2 °C. Снятие показаний производилось на расстоянии 20 см от поверхности исследуемой плоскости под прямым углом (рис. 3), что сокращало погрешность при измерениях. Измерения проводились в двух пролетах в каждом шаге опорных столбов.

Для контроля были выбраны точки, показанные на рисунке 4:

– средняя зона нижних поперечных балок днища, расположенных в центре пролета;

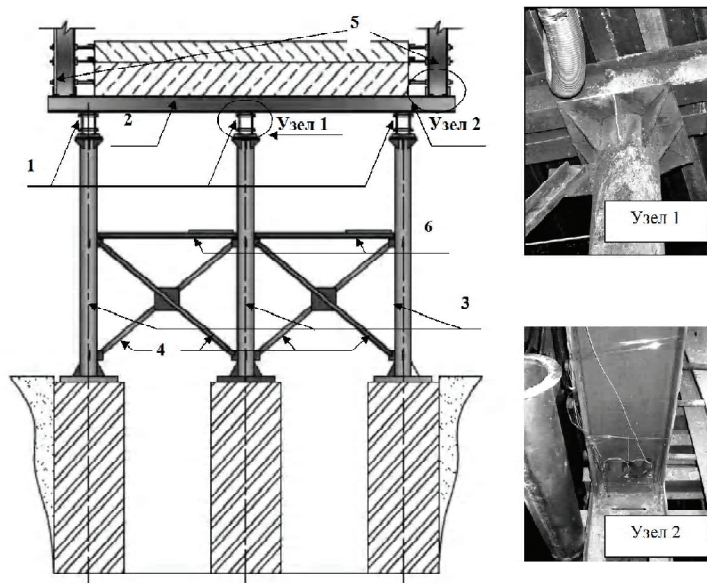


Рисунок 1 – Конструктивная схема дна стекловаренной печи (поперечный разрез): 1 – продольные балки; 2 – поперечные балки; 3 – колонны дна; 4 – поперечные связи; 5 – колонны каркаса обвязки печи; 6 – площадки для обслуживания.

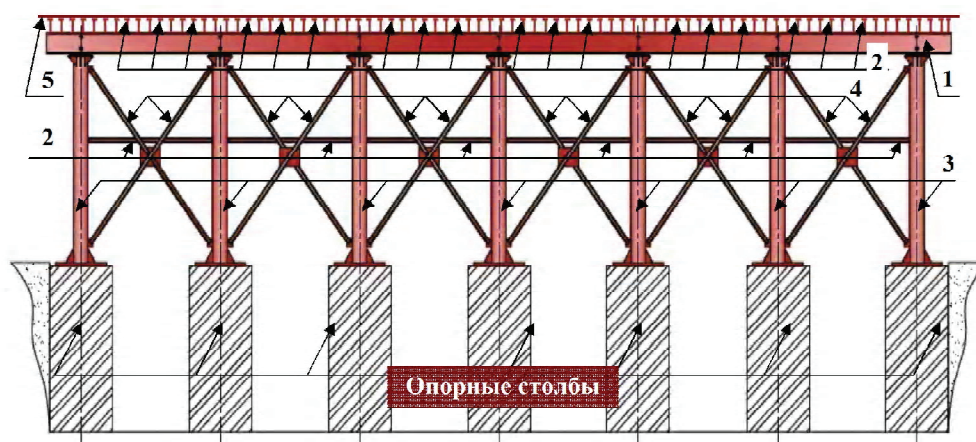


Рисунок 2 – Конструктивная схема дна стекловаренной печи (продольный разрез): 1 – продольные балки; 2 – поперечные балки; 3 – колонны дна; 4 – продольные связи; 5 – металлический плоский лист; 6 – площадки для обслуживания.

- центральная точка на стенке продольной балки дна со стороны оси печи;
- лист в центре пролета в каждом шаге продольных балок.

В результате проведенного обследования определена эксплуатационная температура конструкций дна, которая прямопропорциональна температурному режиму в самом агрегате печи. Показатели по температуре постепенно возрастают в варочной части и снижаются в выработочной части печи. Температурные показатели по первому пролету отображены на графике рис. 5, по второму пролету на рис. 6. Максимальные параметры температуры составляют: $+177^{\circ}\text{C}$ на металле листа, $+92^{\circ}\text{C}$ на нижних гранях полок поперечных балок, $+63^{\circ}\text{C}$ на продольных балках дна. Максимальная разница температур по пролетам несущих колонн конструкции дна составляет: лист $\pm 14^{\circ}\text{C}$; поперечные балки $\pm 8^{\circ}\text{C}$; продольные балки $\pm 11^{\circ}\text{C}$.



Рисунок 3 – Снятие температурных показателей.

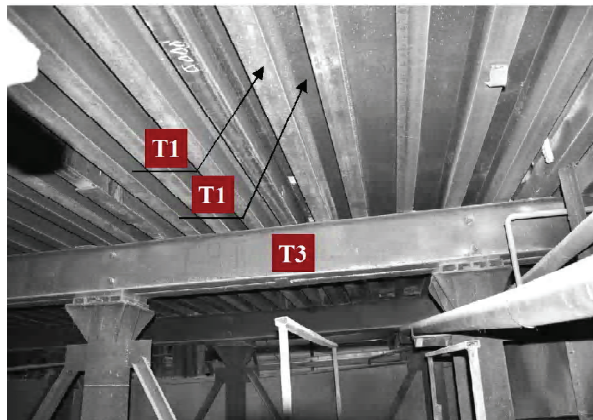


Рисунок 4 – Точки контроля температуры дна.

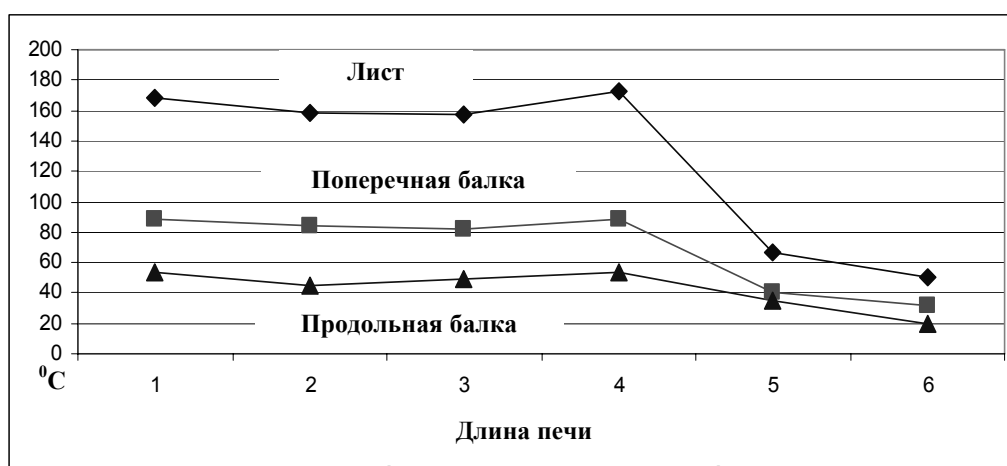


Рисунок 5 – Температурные показатели конструкций дна печи в первом пролете.

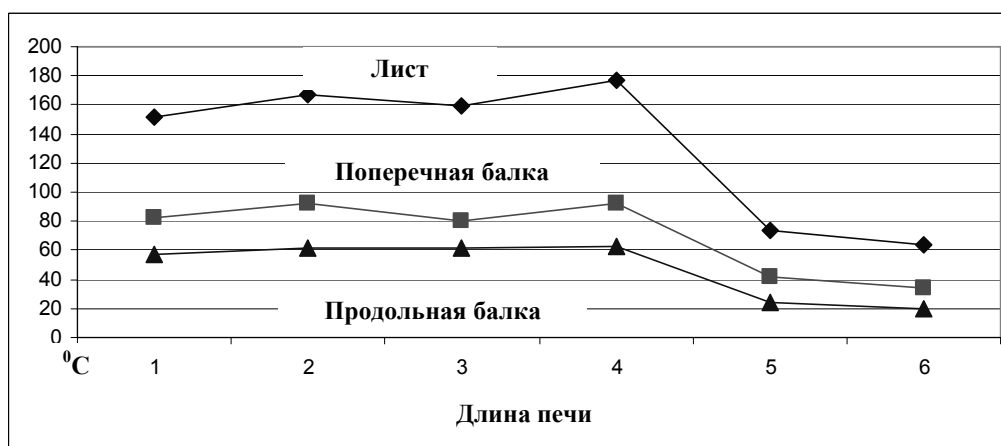


Рисунок 6 – Температурные показатели конструкций дна печи во втором пролете.

ВЫВОДЫ

В результате проведенного обследования выявлена действительная конструкция дна ванной стекловаренной печи и исследованы узловые соединения. Определена эксплуатационная температура конструкций дна, которая прямопропорциональна температурному режиму в самом агрегате печи. Показатели по температуре постепенно возрастают в варочной части и снижаются в

выработочной части печи. Максимальные параметры температуры составляют: +177 °С на металле листа, +92 °С на нижних гранях полок поперечных балок, +63 °С на продольных балках днища.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Волгина, Ю. М. Теплотехническое оборудование стекольных заводов [Текст] / Ю. М. Волгина. – М. : Стройиздат, 1974. – 307 с.
2. Глинков, М. А. Общая теория печей [Текст] / М. А. Глинков. – М. : Стройиздат, 1978. – 264 с.
3. Исламов, М. Ш. Проектирование и эксплуатация промышленных печей [Текст] / М. Ш. Исламов. – М. : Стройиздат, 1986. – 281 с.
4. Тринкс, В. Н. Промышленные печи [Текст] / В. Н. Тринкс. – М. : Стройиздат, 1961. – 392 с.
5. Бельский, В. И. Промышленные печи и трубы [Текст] : учеб. пособие / В. И. Бельский, Б. В. Сергеев. – 2-е изд., испр. и доп. – Москва : Стройиздат, 1974. – 301 с.
6. Дзюзер, В. Я. Проектирование энергоэффективных стекловаренных печей [Текст] : монография / В. Я. Дзюзер, В. С. Швыдкий ; под ред. В. Я. Дзюзера. – М. : Теплотехник, 2009. – 339 с. – ISBN 978-5-98457-094-7.
7. Boor, Wayne E. Advantages of the u-melter system in furnaces of small-medium dimensions [Текст] / Wayne E. Boor // World Applied Sciences Journal (WASJ). – 2013. – Vol. 26 (3). – P. 382–388.
8. Анализ конструктивных решений ванн стекловаренных печей. Проблема проектирования [Текст] / А. М. Югов, Д. А. Тахтай, А. В. Ихно, Т. Н. Куценко // Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2008. – Вип. 2008-3(71). – С. 125–130.
9. Определение температурных полей на контактирующих поверхностях внешнего контура агрегата стекловаренной печи [Текст] / А. М. Югов, В. И. Москаленко, А. В. Ихно, Д. А. Юдко / Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2009. – Вип. 2009-6(80). – С. 76–83.
10. Методика определения напряженно-деформированного состояния колонны каркаса ванной стекловаренной печи [Текст] / А. В. Ихно, А. М. Югов, В. В. Таран // Современные проблемы строительства : Ежегодный научно-технический сборник. – Донецк : ДП «Донецкий Промстройинипроект», 2012. – № 15. – С. 58–63.
11. Gridley, M. Philosophy, Design, and Performance of Oxy-Fuel Furnace [Текст] / M. Gridley // Ceram. Eng. Sci. Proc. – 1997. – 18[1]. – P. 1–13.
12. Gupta, A. Testing Oxy-Fuel Furnace Crown Materials [Текст] / A. Gupta and S. M. Winder // Glass. – 1996. – 73[7]. – P. 260–262.
13. Performance and Economics of Furnace Crowns for Oxy-Fuel Glass Melting [Текст] / J. Leblanc, A. Burgunder, A. Gupta and S. Hope // Ceram. Eng. Sci. Proc. – 2000. – 21[1]. – P. 237–249.
14. Shulver, I. N. W. Silica Refractories in the Glass Industry [Текст] / I. N. W. Shulver // Glass Technology. – 1988. – 29[5]. – P. 170–173.
15. Spohn, J. M. Calculation of Stresses in Glass Yank Refractories Via Numerical Modeling [Текст] : Master Thesis / J. M. Spohn. – New York : Alfred University, 1992. – 285 p.
16. Gupta, A. Testing Oxy-Fuel Furnace Crown Materials [Текст] / A. Gupta and S. M. Winder // Glass. – 1996. – 73[7]. – P. 260–262.

Получено 09.09.2014

Г. В. ІХНО, К. П. КАПУСТИНА

РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ МЕТАЛЕВОЇ КОНСТРУКЦІЇ ДНИЩА ВАННОЇ СКЛОВАРНОЇ ПЕЧІ

Донбаська національна академія будівництва та архітектури

На цей час проектування об'язки скловарних печей базується на практичному досвіді, а підбір перерізів елементів металевго каркаса і днища печі закладаються з великим запасом з урахуванням експлуатації елементів каркаса в середовищі підвищених температур. У завдання даного обстеження входило визначення температурних полів конструкції металевго днища печі. Для створення повної розрахункової схеми каркаса ванної скловарної печі знадобилося чергове обстеження з метою вивчення металевих конструкцій днища печі. Обстеження проводилося на скловарній печі безперервної дії заводу ТОВ «Будскло-трейдинг» в м. Костянтинівка. Виконані обстеження вузлових з'єднань системи днища печі з визначенням температури їх експлуатації. У результаті проведеного обстеження виявлено дійсну конструкцію днища ванни скловарної печі та досліджено вузлові з'єднання. Визначено експлуатаційну температуру конструкцій днища, яка прямопропорційна температурному режиму в самому агрегаті печі. Показники по температурі поступово зростають у варильній частині і знижуються у виробній частині печі.

скловарна піч, днище печі, склепіння печі, каркас, вогнетрив, температурні показники

ANNA IHNO, EKATERINA KAPUSTINA
CALCULATION OF THE METAL CONSTRUCTION OF THE BOTTOM OF THE
BATH FURNACE

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Currently designing strapping glass furnaces is based on practical experience, and selection of cross-sections of the metal frame and the furnace floor is laid with a large margin, since the operation of the frame elements in the environment of high temperatures. The objective of this survey was to determine the temperature fields of metal structures of the furnace floor. To create a complete computational framework bath furnace took another examination to study the metal structures of the furnace floor. The survey was conducted on furnace continuous action factory, LLC «Stroysteklo-trading», in Konstantinovka. Examinations of joints of the system the bottom of the furnace with the temperature determination of their operation have been carried out. As a result of the survey, the actual design of the bottom of the bath of the furnace has been revealed and nodal connections have been examined. Operational temperature structures of the bottom, which is directly proportional temperature in the furnace unit, has been determined. Indicators on the temperature gradually increase in the cooking part and decrease in the working part of the furnace.

glass furnace, the bottom of the furnace, the arch of the furnace, frame, the main part, temperature indicators

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

Капустіна Катерина Павлівна – аспірант кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: розробка ефективних організаційних рішень розбирання, руйнування та зносу об'єктів будівництва.

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

Капустина Екатерина Павловна – аспирант кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: разработка эффективных организационных решений разборки, разрушения и сноса объектов строительства.

Ihno Anna – Assistant, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: designing, installation, operation, technical diagnostics, an estimation of a technical condition, reconstruction and strengthening of building metal designs, technology and the organization of works at construction and reconstruction of buildings and constructions.

Kapustina Ekaterina – post-graduate, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: working out of effective organizational solutions of dismantling, destruction and pulling down of objects of building.

УДК 69.059

А. А. БАРМОТИН, А. Б. КОСИК

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ТЕХНОЛОГИЯ ОШТУКАТУРИВАНИЯ СТЕН И ПОТОЛКОВ СУХОЙ СМЕСЬЮ КНАУФ МП-75

Приведены сведения о разработанном стандарте предприятия на технологию оштукатуривания стен и потолков сухой смесью КНАУФ МП-75. Описана структура и основные положения разработанного стандарта. Приведена методика определения расхода сухой штукатурной смеси КНАУФ МП-75 на основе немецкого промышленного стандарта DIN 18 202. Предложен метод определения расхода сухой смеси с учетом качества поверхностей конструкций.

сухая штукатурная смесь, поверхности, технологическая карта, отклонения поверхности конструкций, толщина слоя, расход

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

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

Применение гипсовых штукатурок позволяет получить качество поверхностей, фактически исключающее или предельно минимизирующее шпаклевочные работы. Такие поверхности практически готовы к прямому нанесению декоративного покрытия (гладкие и структурные краски, декоративные штукатурки, обои и др.).

Штукатурные работы являются одним из важнейших технологических процессов строительного производства, технический уровень которого в значительной степени определяет качество и долговечность объектов строительства.

На сегодняшний день в Украине не разработаны технологические нормативы на выполнение однослойных гипсовых штукатурок механизированным методом. Отсутствие таких нормативов не позволяет подрядным организациям обоснованно определять стоимость выполняемых работ на основе реальных расходов основных и комплектующих материалов, снижает качество работ. В проектах производства отделочных работ не разрабатываются разделы на выполнение штукатурных работ механизированным методом с использованием сухих смесей.

В настоящее время на строительном рынке Украины присутствуют сухие гипсовые смеси отечественных и зарубежных производителей, но безусловным лидером успешно прошедшим испытания на строительных объектах в различных регионах, является компания КНАУФ.

ЦЕЛЬ

Целью работы является разработка стандарта предприятия на технологию выполнения штукатурных работ механизированным методом с использованием сухой смеси КНАУФ МП-75.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Совместно с ДП КНАУФ – Маркетинг Украина специалистами учебного центра КНАУФ-ДонНАСА разработан стандарт предприятия – технология выполнения штукатурки стен и потолков сухой смесью КНАУФ МП-75 штукатурными станциями КНАУФ ПФТ.

В разработанном стандарте предприятия обобщен отечественный и зарубежный опыт применения машинной штукатурки КНАУФ МП-75. В одном технологическом документе собрана вся информация, необходимая как проектировщику, так и производителю работ при работе со штукатурной смесью КНАУФ МП-75.

© А. А. Бармотин, А. Б. Косик, 2014

Нормы времени на выполнение штукатурных работ, приведенные в этом стандарте, получены на основании хронометражных наблюдений, выполненных сотрудниками учебного центра «Кнауф-ДонНАСА». Приводятся нормы времени на выполнение основных операций при оштукатуривании стен и потолков: подготовке поверхности и установке штукатурных и армирующих профилей, нанесению смеси штукатурными станциями КНАУФ ПФТ, разравниванию, заглаживанию, подготовке к работе и пуску штукатурных станций.

Нормы расхода штукатурной смеси «Кнауф МП-75» получены расчетно-аналитическим и производственным методами в соответствии с разработанной методикой определения расхода сухой смеси, учитывающей качество поверхностей, подготовленных под оштукатуривание. Методика основана на положениях немецкого промышленного стандарта DIN 18 202 «Tolerances in building construction – Buildings». Основное отличие немецкого стандарта от действующих в Украине строительных норм в дифференцированном оценивании отклонений поверхностей от плоскости и вертикали в зависимости от измерительного интервала. Определение параметров отклонений поверхностей строительных конструкций производится в точках пересечения модульных линий, делящих поверхность на квадраты со сторонами 10, 50 см, 1 или 2 м.

В соответствии с этой методикой производился расчет объемов штукатурной смеси наносимой на стены по отклонениям, полученным путем нивелирования поверхности стен. Для провешивания поверхностей применялся лазерный линейный нивелир – построитель плоскостей. Площадь стен делилась модульной сеткой с интервалами модульных линий 500...600 мм. Отклонения поверхности стен от базовой плоскости измерялись в точках, расположенных в вершинах образованных квадратов. Отклонения плоскостей стен от вертикали определялось на каждом участке, который при высоте помещения 3 м состоял из 6 квадратов (рис. 1).

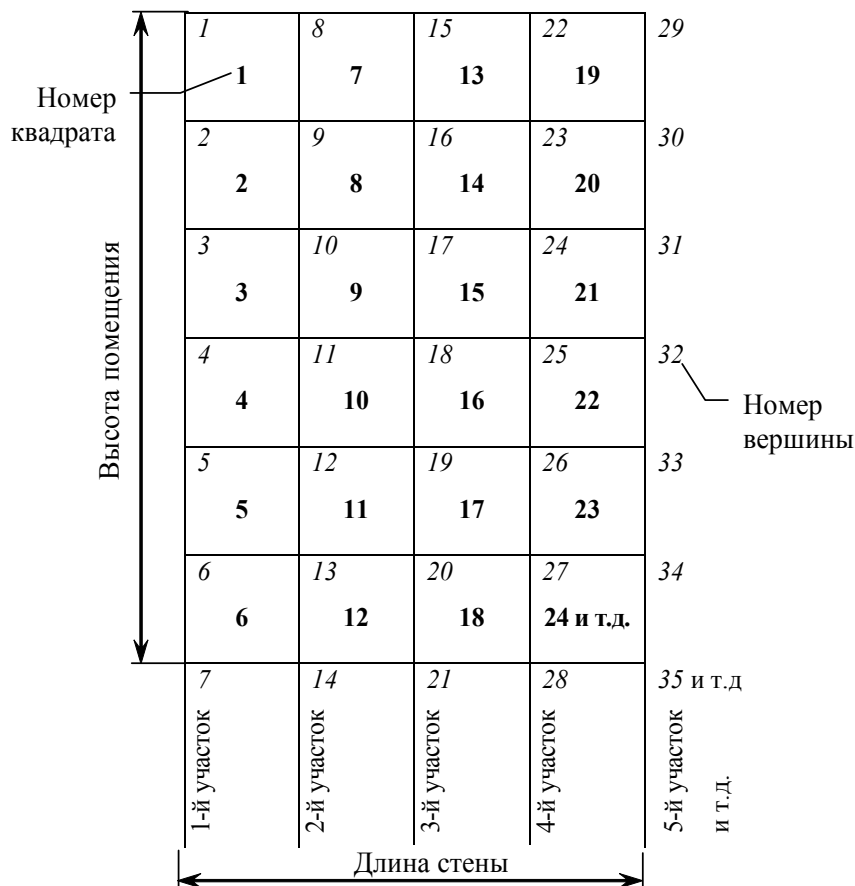


Рисунок 1 – Схема нивелирования поверхности стен.

Количество вертикальных участков зависит от длины провешиваемой стены. По результатам провешивания определялась средняя толщина штукатурного слоя с учетом минимально допустимой – 8 мм.

Установка маячковых профилей производилась с наиболее выпуклого места на поверхности стены так, чтобы обеспечить минимальную толщину штукатурного слоя 8 мм. Отклонение толщины нанесенного слоя штукатурки от проектной допускается только в сторону увеличения. На рис. 2 показан пример картограммы распределения штукатурного слоя по поверхности стены. На основании картограммы определяется средняя толщина штукатурного слоя.

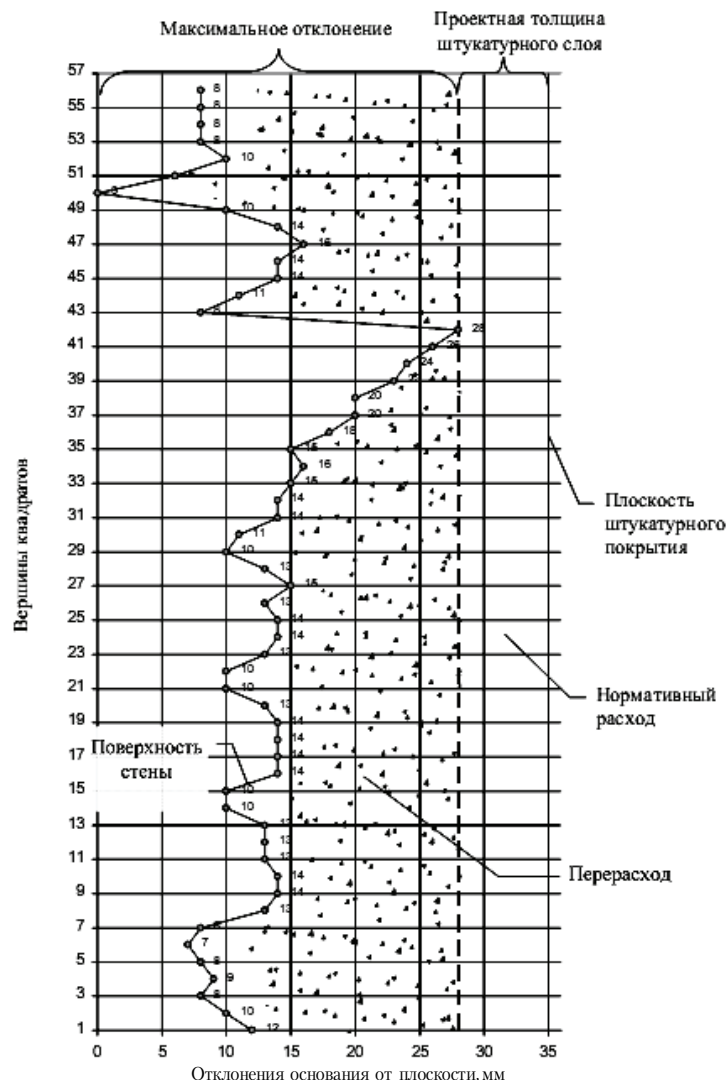


Рисунок 2 – Картограмма распределения штукатурного слоя на поверхности стены.

По результатам нивелирования поверхностей стен был предварительно определен расход штукатурной смеси «KNAUF MP-75» расчетно-аналитическим методом. На основании полученных отклонений производился расчет объемов штукатурной смеси (в м^3) по каждому квадрату, а затем суммированием определялся общий объем для всей площади стены. Производственный метод расчета расхода сухой смеси заключался в определении фактического объема сухой штукатурной смеси, израсходованной при оштукатуривании подготовленных стен.

В зависимости от значения средней толщины штукатурного слоя определялся расход сухой смеси КНАУФ МП-75 (рис. 3).

На рис. 3 приведен расход сухой штукатурной смеси в зависимости от средней толщины штукатурного слоя, полученный на основании производственного эксперимента и расчетно-аналитическим методом.

Расход сухой штукатурной смеси определяется по формуле:

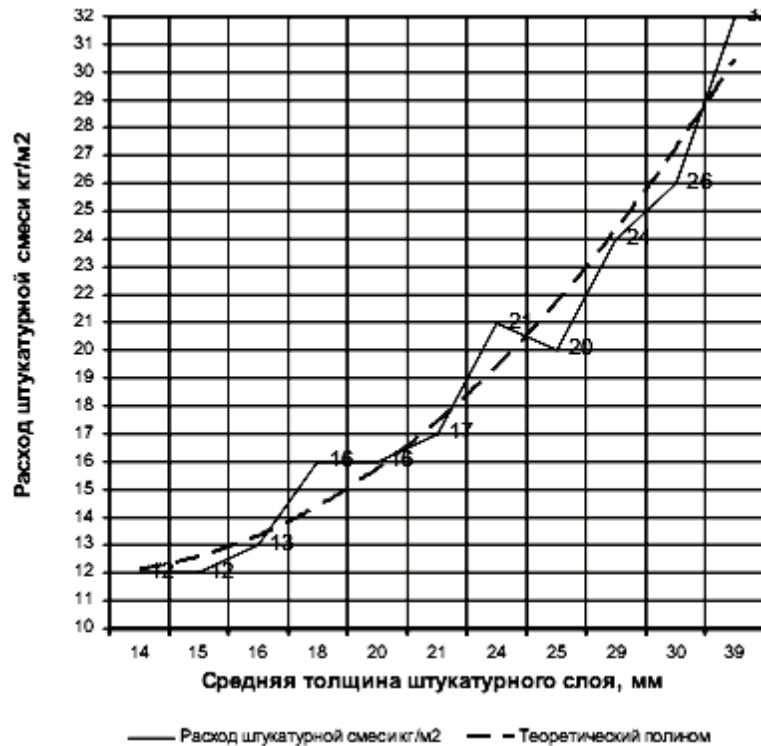


Рисунок 3 – Расход сухой штукатурной смеси кг/м² в зависимости от средней толщины штукатурного слоя, мм.

$$P = 0,16X^2 - 0,144X + 12,218,$$

где P – расход сухой штукатурной смеси кг/м²,
 X – средняя толщина штукатурного слоя, мм.

Различие в определении расхода сухой смеси между двумя способами не превысило 10...15 %.

Полученные данные были сопоставлены с рекомендуемым расходом сухой смеси по техническим листам КНАУФ, который при толщине штукатурного слоя 8 мм составляет 6,8 кг/м². Установлено, что при средней толщине штукатурного слоя 16...37 мм перерасход сухой смеси составляет 49...80 %.

Получение качественно оштукатуренной поверхности невозможно без применения специальных штукатурных профилей и армирующих сеток. В стандарте рекомендуется при выполнении штукатурных работ использовать штукатурные профили производства KNAUF, RICHTER SYSTEM GmbH & Co. KG (группа «КНАУФ») и VWS Befestigungstechnik GmbH (Лихтенштейн). Приведены рекомендации по выполнению провешивания стен и потолков, установке специальных штукатурных профилей на стене и потолке.

Уделено внимание по подготовке поверхностей под оштукатуривание с учетом различных материалов основания. Рассмотрены особенности армирования оснований из разных материалов.

Большую помощь проектировщикам и производителям работ окажут приводимые в стандарте типовые узлы оштукатуриваемых поверхностей: наружные и внутренние углы, узлы примыкания к другим конструкциям. Для правильного выполнения узлов даются рекомендации по применению специальных штукатурных профилей в соответствии с принятой толщиной штукатурного слоя.

Специальный раздел стандарта содержит практические рекомендации по применению штукатурных станций КНАУФ ПФТ. Приведены рекомендации по пуску, регулировке и эксплуатации штукатурных станций КНАУФ ПФТ G-4 и G-5.

Подробно описана технология нанесения и последующей обработки штукатурной смеси КНАУФ МП-75 с учетом накопленного опыта в работе с этим материалом. Разработаны графики пооперационного выполнения технологического процесса при оштукатуривании стен и потолков, составлены калькуляции на эти процессы.

В конце стандарта приведены основные требования по охране труда и технике безопасности с учетом специфики выполняемых работ: работе со штукатурными станциями КНАУФ ПФТ, электрифицированным инструментом, работе на высоте.

ВЫВОДЫ

Разработанный стандарт предприятия на выполнение штукатурки стен и потолков сухой смесью КНАУФ МП-75, наносимой штукатурными станциями КНАУФ ПФТ, позволяет повысить качество выполняемых отделочных работ, обоснованно разрабатывать индивидуальные единичные сметные нормы и применять их при разработке проектов производства работ.

Разработана методика оценки качества оснований под штукатурку, соответствующая основным положениям европейских норм, которая позволила уточнить фактический расход сухих смесей.

Полученные результаты исследований показывают повышение расхода штукатурных смесей в 2...3 раза в зависимости от качества поверхности стен.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ДБН В.2.6-22-2001. Конструкції будинків і споруд. Улаштування покриттів із застосуванням сухих будівельних сумішей [Текст]. – Вводяться вперше ; введені в дію з 1 січня 2002 р. – К. : Державний комітет будівництва, архітектури і житлової політики України, 2001. – 51 с.
2. ДБН А.1.1-73-2003. Положение по производственному нормированию расхода материалов в строительстве [Текст]. – Вводятся вместо СНиП 5.01.18-86 ; введены в действие с 01 января 2004 года. – Киев : Госстроя Украины, 2003. – 12 с.
3. ДСТУ-П Б В.2.7-126:2006. Суміші будівельні сухі модифіковані. Загальні технічні умови [Текст]. – Уведено вперше ; чинний від 2006.10.01. – К. : Мінбуд України, 2006. – 34 с.
4. Кожемяка, С. В. Оценка качества штукатурных покрытий [Текст] / С. В. Кожемяка, Д. А. Хохрякова // Современные проблемы строительства : Ежегод. науч.-техн. сборник. – 2009. – Вып. № 7(12). – С. 185–190.
5. СНиП 3.04.01-87. Изоляционные и отделочные покрытия [Текст]. – Взамен СНиП III-20-74*; СНиП III-21-73*; СНиП III-B.14-72; ГОСТ 22753-77; ГОСТ 22844-77; ГОСТ 23305-78 ; введ. в действие 1 июля 1988 г. – М. : Госстрой СССР, 1988. – 67 с.
6. 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. 1 июля 1988 г. – М. : Госстрой СССР, 1988. – 190 с.
7. ТУ У В.2.7-26.6-24577862-003-2004. Суміші гіпсові сухі [Текст] / ТОВ «КНАУФ Гіпс Київ». – Київ, 2004. – 30 с.
8. DIN 18202:2005-10. Toleranzen im Hochbau – Bauwerke [Текст]. – Ersatz für DIN 18202:1997-04 und DIN 18201:1997-04 ; Oktober 2005. – Berlin : Normenausschuss Bauwesen, 2005. – 18 s.

Получено 10.09.2014

О. О. БАРМОТИН, О. Б. КОСИК

ТЕХНОЛОГІЯ ОШТУКАТУРЮВАННЯ СТІН І СТЕЛЬ СУХОЮ СУМІШШЮ
КНАУФ МП-75

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Наведені відомості про розроблений стандарт підприємства на технологію оштукатурювання стін і стель сухою сумішшю КНАУФ МП-75. Описано структуру й основні положення розробленого стандарту. Наведена методика визначення витрат сухої штукатурної суміші КНАУФ МП-75 на основі німецького промислового стандарту DIN 18202. Запропоновано визначати витрати сухої суміші з урахуванням якості поверхонь конструкцій.

суха штукатурна суміш, поверхні, технологічна карта, відхилення поверхні конструкцій, товщина шару, витрати

ALEXANDER BARMOTIN, ALEXEY KOSIK

TECHNOLOGY OF PLASTERING WALLS AND CEILINGS IN DRY MIX KNAUF
MP-75

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The information about the company developed a technology standard of plastering walls and ceilings in dry mix Knauf MP-75 has been done. The structure and main provisions of the standard have been described.

A method for determining flow rate of dry plaster Knauf MP-75 on the basis of the German industrial standard DIN 18202 has been suggested. We propose a method for determining the flow of dry mix, taking into account the quality of surface structures.

a dry plaster mix, surfaces, an estimation of quality, the requirement, roughness, a deviation, a thickness of a layer, the expense

Бармотін Олександр Олександрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проектування великорозмірних куполів фірми КНАУФ.

Косик Олексій Борисович – асистент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проектування великорозмірних куполів фірми КНАУФ.

Бармотин Александр Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: проектирование большиеразмерных куполов фирмы КНАУФ.

Косик Алексей Борисович – ассистент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: проектирование большиеразмерных куполов фирмы КНАУФ.

Barmotin Alexander – PhD (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: designing of large-domes of company Knauf.

Kosik Alexey – Assistant, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: designing of large-domes of company Knauf.

УДК 620.16

В. И. БРАТЧУН, А. Б. КОСИК

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ИССЛЕДОВАНИЯ ДОЛГОВЕЧНОСТИ ЦЕМЕНТНОЙ ПЛИТЫ КНАУФ AQUAPANEL® OUTDOOR

В статье приведены условия и результаты испытания на морозостойкость и коррозионную стойкость цементной плиты AQUAPANEL® Outdoor в сильноагрессивных жидких средах, а также анализ возможного максимального содержания агрессивных газов в атмосфере промышленных и селитебных территорий.

морозостойкость, коррозия, цементная плита, фасадная система

АКТУАЛЬНОСТЬ

При проектировании фасадных систем основным вопросом является изучение характеристик окружающей среды и обоснованный подбор материалов по долговечности и коррозионной стойкости, обеспечивающих гарантированный срок эксплуатации для данного района строительства. Степень агрессивного воздействия на бетонные и железобетонные конструкции (композитные материалы с использованием цементных вяжущих) определяется для жидких сред – наличием и концентрацией агрессивных агентов, температурой, величиной напора или скоростью движения жидкости у поверхности; для газовых сред – видом и концентрацией газов, растворимостью их в воде, влажностью и температурой среды; для твердых тел (соли, аэрозоли, пыли) – дисперсностью, растворимостью в воде, влажностью окружающей среды. Степень и агрессивность воздействия на цементные композитные материалы определяется нормами по антикоррозионной защите строительных конструкций [3].

Отсутствие надежных экспериментальных данных о коррозионной стойкости материалов приводит к необоснованному увеличению сметной стоимости и искажению реальной оценки фактической долговечности конструкций (рис. 1).

ЦЕЛЬ

Проведение экспериментальных исследований на морозостойкость и коррозионную стойкость цементной плиты AQUAPANEL® Outdoor (производитель – фирма «Knauf USG Systems GmbH & Co. KG») для наружных работ размером 900×2 500×12,5 мм (код ДКПП 26.65.12) в соответствии с нормативными требованиями [1, 2, 3, 4, 5, 6].

Подготовка образцов

Контрольные испытания проводились на образцах размерами: 12×95×245 мм, которые были выпилены из плиты на расстоянии не менее 50 мм от кромки. Образцы перед испытанием выдерживались в помещении лаборатории не менее 24 ч на расстоянии не менее 10 мм друг от друга. Образцы осматривались на наличие внешних дефектов в виде трещин, вздутий и раковин. Средняя плотность ρ_m отдельных образцов одной серии контролировалась в пределах $\pm 1\%$. При отклонении в пределах больше, чем $\pm 3\sigma$ (σ – среднеквадратичное отклонение средней плотности) образцы отбраковывались. Перед испытанием торцы защищали холодной битумной мастикой. Эталонные образцы высушивали при температуре $(110 \pm 5)^\circ\text{C}$ до постоянной массы и взвешивали с точностью до 0,01 г. Кроме этого, определяли прочность на растяжении при изгибе, водонепроницаемость и общую пористость.

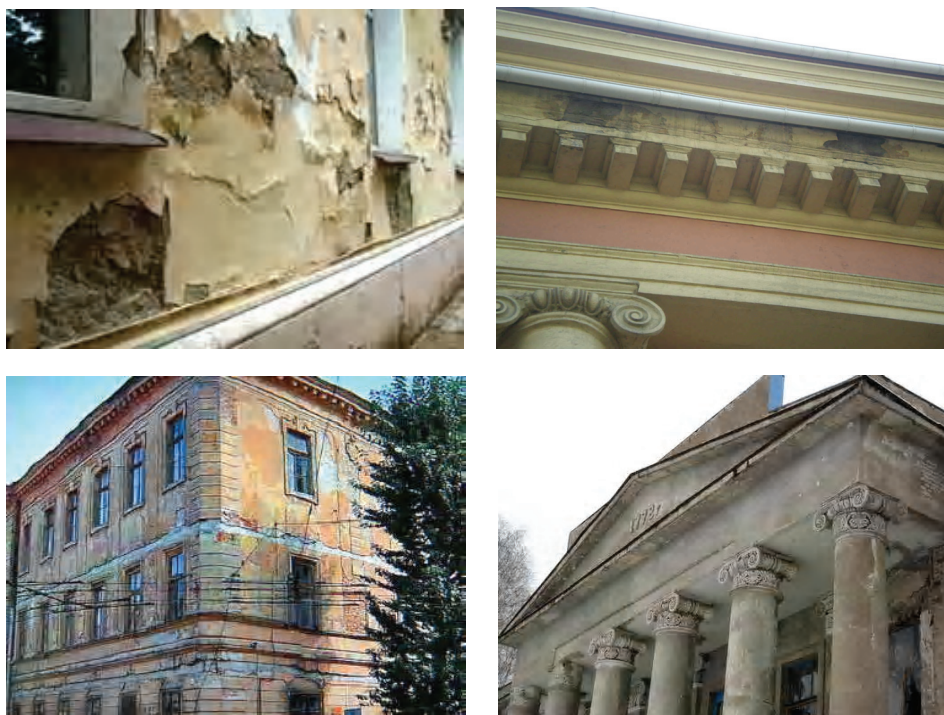


Рисунок 1 – Повреждения фасадов зданий при эксплуатации в условиях промышленных городов.

Испытания на морозостойкость

Кассеты с образцами погружали на 48 ч в емкость с водой так, чтобы уровень воды был выше образцов на 50 мм. После насыщения водой проводили попеременное замораживание и оттаивание образцов [1, 2]:

- 1) замораживание – не менее 4 ч при температуре -18 ± 2 °С;
- 2) оттаивание – не менее 4 ч в воде при температуре 18 ± 2 °С;

При проведении испытания на морозостойкость образцы осматривали через каждые 10 циклов после их оттаивания. Оценка морозостойкости производится по внешнему виду (степени повреждений) и потере прочности (рис. 2).



Рисунок 2 – Подготовка образцов и процесс оттаивания при испытаниях на морозостойкость.

При оценке морозостойкости по внешнему виду (степени повреждений) образцы считали выдержавшими испытание, если после требуемого числа циклов испытания они не разрушались или на их поверхности не было обнаружено видимых повреждений. Признаки повреждений (расслоение, шелушение, отколы, сквозные трещины, выкрашивания).

Марка образцов по морозостойкости устанавливалась, если потеря прочности основных образцов после испытания не превышает 10 %. Остаточную прочность в процентах вычисляли как отношение предела прочности при изгибе образцов, подвергшихся замораживанию, к пределу прочности при изгибе контрольных образцов (табл. 1). За предел прочности при изгибе образцов, подвергшихся замораживанию и оттаиванию, принимали среднее арифметическое значение результатов испытаний всех образцов.

Таблица 1 – Результаты испытаний на морозостойкость

Наименование вида продукции	Нормативное значение	Предел прочности при изгибе после количества циклов замораживания / оттаивания Н/мм ²						
		0	10	20	30	40	50	75
Прочность AQUAPANEL® Outdoor, Н/мм ²	≥ 6,2	9,91	9,69	9,48	9,43	9,42	9,05	8,95
Уменьшение прочности при изгибе, ΔR _{огн} , %	≤ 10	–	2,22	4,34	4,84	4,94	8,68	9,7

В процессе замораживания на 41-ом цикле на отдельных образцах с тыльной стороны плит были обнаружены незначительные повреждения в виде лущения размером до 1 мм, которые на 75-ом цикле составляли до 2 % от общей площади образцов. Повреждение лицевой стороны плит (лущение, сквозные трещины, выкрашивания) не зафиксированы (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты испытаний на водопоглощение

Наименование вида продукции	Единица измерения	Фактическое значения			
		1 образец	2 образец	3 образец	Среднее значение
Водопоглощение по массе цементной плиты AQUAPANEL® Outdoor	%	7,55	7,4	8,0	7,65

Согласно требованиям [1, 2, 4] образцы цементной плиты AQUAPANEL® Outdoor выдержали испытание 75 циклов попеременного замораживания и оттаивания.

Испытания на коррозионную стойкость

С учетом возможных условий эксплуатации были приняты следующие агрессивные среды:

- выщелачивающая (вымывание свободного Са(ОН)₂ под действием дождевых вод);
- кислотная Н₂SO₄ (промышленные регионы: Донецк, Запорожье, Днепропетровск);
- углекислая СО₂ (промышленные регионы: Донецк, Запорожье, Днепропетровск);
- магниевая Mg²⁺ (прибрежные районы Черного и Азовского морей);
- аммонийная NH⁺₄ (действие биохимических процессов);
- сульфатная SO₄²⁻ (действие грунтовых вод).

Образцы помещали в неагрессивную и агрессивную среды таким образом, чтобы они не соприкасались друг с другом и был обеспечен равномерный доступ жидкой среды со всех сторон. Слой раствора над образцами был не менее 2...3 см. В качестве неагрессивной среды принимали питьевую воду и постоянные условия воздействия агрессивной среды:

- концентрация агрессивной среды не должна изменяться более чем на 5 %;
- жесткость не должна превышать 2°;
- pH не должно изменяться в пределах более чем ±0,2;
- отклонение температуры агрессивной среды не должно превышать ±3 °С;
- соотношение объема агрессивного раствора в кубических сантиметрах к 1 см² поверхности образцов должно быть не менее 5:1.

Через 30 суток проверялась концентрация агрессивных веществ в растворе. В случае снижения концентрации более чем на 5 % от установленной среду полностью заменяли. По истечении установленного срока нахождения в условиях воздействия жидкой агрессивной среды образцы извлекали из емкости, ополаскивали водопроводной водой и протирали тканью, после чего взвешивали и определяли прочность на растяжение при изгибе.

Результаты испытаний оценивали, сравнивая значения показателей, характеризующих коррозионную стойкость испытываемых образцов, помещенных в жидкую агрессивную среду, со значениями показателей образцов, помещенных в неагрессивную среду (сравнение параллельных образцов). Оценка коррозии производилась по внешнему виду (степени повреждений), по потере массы и изменению предела прочности при изгибе. показателей образцов, помещенных в неагрессивную среду (сравнение параллельных образцов). Оценка коррозии производилась по внешнему виду (степени повреждений), по потере массы и изменению предела прочности при изгибе.

При оценке коррозии по внешнему виду (степени повреждений) образцы считались выдержавшими испытание, если после требуемого числа суток испытания они не разрушались или на их поверхности не было обнаружено видимых повреждений. Признаки повреждений (расслоение, трещины, выкрашивания, вздутия, раковины).

По результатам испытаний (табл. 3) в пределах каждой серии находили среднеарифметическое значение показателей прочности образцов на растяжение при изгибе и их массы. Коэффициент химической стойкости $K_{х.с}$ определяли по изменению прочности образцов на растяжение при изгибе после каждого срока испытаний:

$$K_{х.с} = \frac{R_t}{R_0} \quad (1)$$

где R_0 – предел прочности серии образцов на растяжение при изгибе, не погружавшихся в среду;
 R_t – предел прочности серии образцов на растяжение при изгибе после выдержки в среде в течение времени t , сут.

Таблица 3 – Результаты испытаний на коррозионную стойкость

Наименование агрессивной среды и контрольных параметров	Значение контрольных параметров в зависимости от количества суток в агрессивной среде						
	0	30	60	90	120	150	180
Прочность AQUAPANEL® Outdoor, Н/мм ² в выщелачивающей среде 60 мг·л ⁻¹	10,71	10,47	10,35	10,33	10,01	9,73	9,61
Уменьшение прочности при изгибе, $\Delta R_{отн.}, \%$	–	2,24	3,36	3,55	6,54	9,15	10,3
Уменьшение массы образца, $\Delta m, \%$	–	0,15	0,34	0,4	0,64	1,68	2,2
Коэффициент химической стойкости, $K_{х.с}$	–	0,98	0,97	0,96	0,93	0,91	0,9
Прочность AQUAPANEL® Outdoor, Н/мм ² в кислотной среде H ₂ SO ₄ , pH 4,5	10,71	10,45	10,06	9,73	9,01	8,38	7,73
Уменьшение прочности при изгибе, $\Delta R_{отн.}, \%$	–	2,43	6,07	9,15	15,5	21,75	28
Уменьшение массы образца, $\Delta m, \%$	–	0	0,42	0,86	1,8	2,82	4,97
Коэффициент химической стойкости, $K_{х.с}$	–	0,98	0,94	0,91	0,84	0,8	0,72
Прочность AQUAPANEL® Outdoor, Н/мм ² в углекислой среде CO ₂ , 40 мг·л ⁻¹	10,71	10,3	9,81	9,27	8,98	8,52	6,23
Уменьшение прочности при изгибе, $\Delta R_{отн.}, \%$	–	3,8	8,4	13,44	16,15	20,4	42
Уменьшение массы образца, $\Delta m, \%$	–	0,27	0,67	0,98	1,1	3,8	4,16
Коэффициент химической стойкости, $K_{х.с}$	–	0,96	0,92	0,87	0,84	0,8	0,6
Прочность AQUAPANEL® Outdoor, Н/мм ² в магнезильной среде Mg ²⁺ , 5 000 мг·л ⁻¹	10,71	10,52	9,94	9,65	9,09	8,91	8,7
Уменьшение прочности при изгибе, $\Delta R_{отн.}, \%$	–	1,8	7,2	9,9	15,13	16,81	18,8
Уменьшение массы образца, $\Delta m, \%$	–	0,31	0,78	1,0	1,7	2,8	4,77
Коэффициент химической стойкости, $K_{х.с}$	–	0,98	0,93	0,9	0,85	0,83	0,81
Прочность AQUAPANEL® Outdoor, Н/мм ² в аммонийной среде NH ₄ ⁺ , 1 000 мг·л ⁻¹	10,71	10,48	9,98	9,7	8,89	8,66	8,18
Уменьшение прочности при изгибе, $\Delta R_{отн.}, \%$	–	2,14	6,82	9,43	17,0	19,14	23,6
Уменьшение массы образца, $\Delta m, \%$	–	0,48	0,67	0,98	1,2	2,7	5,45
Коэффициент химической стойкости, $K_{х.с}$	–	0,98	0,93	0,91	0,83	0,81	0,76
Прочность AQUAPANEL® Outdoor, Н/мм ² в сульфатной среде SO ₄ ²⁻ , 3 000 мг·л ⁻¹	10,71	10,19	9,95	9,73	9,19	8,61	6,98
Уменьшение прочности при изгибе, $\Delta R_{отн.}, \%$	–	4,85	7,1	9,15	14,2	19,61	34,8
Уменьшение массы образца, $\Delta m, \%$	–	0,32	0,71	0,85	1,1	2,7	4,19
Коэффициент химической стойкости, $K_{х.с}$	–	0,95	0,93	0,91	0,86	0,8	0,65
Общая пористость, %	52–55						

Изменение массы образцов m после каждого срока испытания Δm в процентах вычисляли по формуле:

$$\Delta m = \frac{m - m_1}{m} \cdot 100, \quad (2)$$

где m – масса образцов до погружения в среду;
 m_1 – масса образцов после выдержки в среде.

Характеристики составов агрессивных сред, принятых согласно [3, 5], используются при испытаниях на коррозионную стойкость бетонов, работающих в условиях жидких сильноагрессивных сред. В то же время атмосферные воды, выпадающие в виде осадков, содержат обычно ничтожное количество солей: хлор-ионов, как правило, в пределах 1,5–4,0 мг/л, а сульфатов в расчете на SO_3 от 1 до 16 мг/л [7]. Количество SO_3 может быть значительно выше в районе городов, где воздух загрязняется дымовыми газами. Кроме этого, атмосферные воды содержат некоторое количество растворенной CO_2 , снижающей pH в результате образования в воде угольной кислоты. Обычная воздушная среда неагрессивна по отношению к композиционным цементным материалам [8]. В газовой атмосферной среде при средней относительной влажности $\phi = 61\text{--}75\%$ (нормальная влажность среды) максимальная концентрация агрессивных ионов и оксидов по отношению к цементному камню составляет: CO_2 до 2 000 мг/м³; SO_2 до 0,5 мг/м³; H_2S до 0,01 мг/м³; Cl^- до 0,1 мг/м³; HCl до 0,05 мг/м³ (среда группы А).

Анализ испытаний на коррозионную стойкость цементной плиты AQUAPANEL® Outdoor показал, что плита выдерживает такое воздействие сильноагрессивных сред в течение 3 месяцев. С увеличением длительности воздействия с 3 месяцев до полугода образцы отвечают требованиям по степени повреждений, но значения по потере массы и прочности при изгибе превышают нормативные.

Применительно к фасадам, в период проектного срока службы, такое воздействие может носить только эпизодический характер, в случае аварийной ситуации в промзоне или стихийного наводнения (опытная концентрация сульфатной и магниевой среды выше, чем среднестатистическая в морской воде и минерализованных грунтовых водах).

Анализ зарубежных и отечественных исследований показывает (рис. 3), что при умеренной концентрации углекислой CO_2 и сульфатной сред SO_4^{2-} средняя плотность цементно-песчаных растворов увеличивается, общая пористость и водопоглощение по объему уменьшаются, растет предел прочности при сжатии в течение года эксплуатации при благоприятных условиях ($T = 20\text{ }^\circ\text{C}$, $\phi = 90\text{--}100\%$).

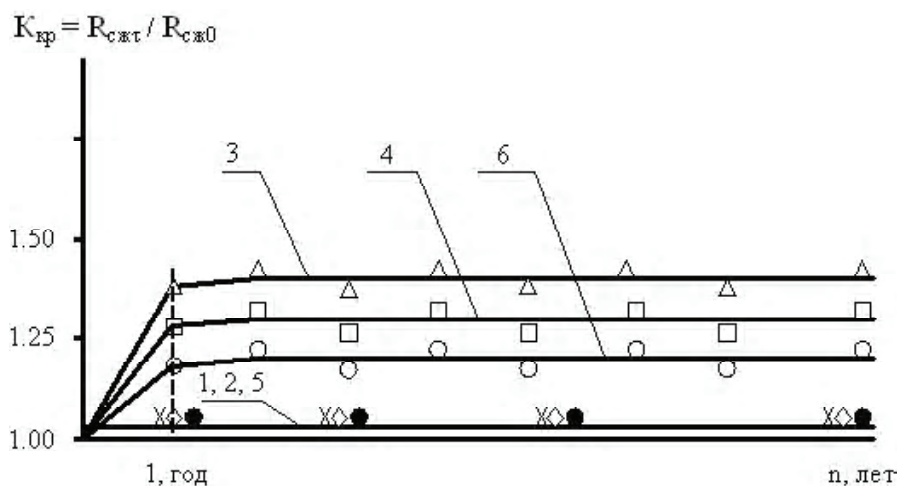


Рисунок 3 – Зависимость коррозионной стойкости бетонных образцов от концентрации агрессивной среды

($R_{сжт}$ – предел прочности при сжатии плиты после нахождения в агрессивной среде в течение времени t ; $R_{сж0}$ – начальный предел прочности при сжатии плиты): 1 – в щелочной среде $\text{Ca}(\text{OH})_2 = 20$ мг/л; 2 – в кислой среде HCl (H_2SO_4) $\text{pH}=5,7$; 3 – в углекислой среде H_2CO_3 $\text{pH} = 5,7$; 4 – в магниевой среде; $\text{MgSO}_4 = 16$ мг/л; 5 – аммонийной среде NH_4^+ $\text{pH} = 5,7$; 6 – в сульфатной среде $\text{CaSO}_4 = 50$ мг/л.

ВЫВОДЫ

1. Согласно требованиям [1, 2, 4] образцы цементной плиты AQUAPANEL® Outdoor (производитель – фирма «Knauf USG Systems GmbH & Co. KG») выдержали испытание 75 циклов попеременного замораживания и оттаивания, что применительно к требованиям для лицевого кирпича соответствует одной из высоких марок по морозостойкости.

2. Результаты и условия испытания в сильноагрессивных средах, а также анализ возможного максимального содержания агрессивных газов в атмосфере промышленных и селитебных территорий показывают, что цементная плита AQUAPANEL® Outdoor относится к коррозионно стойким материалам для проектного срока службы фасадов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ДСТУ Б В.2.7-42-97. Будівельні матеріали. Методи визначення водопоглинання, густини і морозостійкості будівельних матеріалів і виробів [Текст]. – Введений вперше; чинний від 1997-07-01. – Київ: Держкоммістобудування України, 1997. – 22 с.
2. ДСТУ Б В.2.7-47-96 (ГОСТ 10060.0-95). Будівельні матеріали. Бетони. Методи визначення морозостійкості. Загальні вимоги [Текст]. – Введений на заміну ГОСТ 10060-87 в частині загальних вимог визначення морозостійкості; чинний від 1997-04-01. – К.: Держкоммістобудування України, – 9 с.
3. СНиП 2.03.11-85. Защита строительных конструкций от коррозии [Текст]. – Взамен СНиП II-28-73*, СНиП 65-76; введ. 1 января 1986 г. – М.: Госстрой СССР, 1986. – 46 с.
4. ГОСТ 8747-88. Изделия асбестоцементные листовые. Методы испытаний [Текст]. – Взамен ГОСТ 8747-83; введ. 1989-07-01. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 22 с.
5. ГОСТ 27677-88 (СТ СЭВ 5852-86). Защита от коррозии в строительстве. Бетоны. Общие требования к проведению испытаний [Текст]. – Введен впервые; введ. 01.07.88. – Москва: Издательство стандартов, 1988. – 7 с.
6. ГОСТ 25881-83. Бетоны химически стойкие. Методы испытаний [Текст]. – Взамен ГОСТ 25246-82 в части приложения 5; введ. 1984-07-01. – М.: Издательство стандартов, 1983. – 7 с.
7. Коррозия бетона и железобетона, методы защиты [Текст] / В. М. Москвин, Ф. М. Иванов, С. Н. Алексеев, Е. А. Гузев. – М.: Стройиздат, 1980. – 536 с.
8. Чехов, А. П. Захист будівельних конструкцій від корозії [Текст] / А. П. Чехов, В. М. Глушенко. – К.: Вища школа, 1994. – 224 с.

Получено 15.09.2014

В. І. БРАТЧУН, А. Б. КОСИК
ДОСЛІДЖЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ЦЕМЕНТНОЇ ПЛИТИ КНАУФ
AQUAPANEL® OUTDOOR

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті наведені умови та результати випробування на морозостійкість і корозійну стійкість цементної плити AQUAPANEL® Outdoor в сильноагресивних рідких середовищах, а також аналіз можливого максимального вмісту агресивних газів в атмосфері промислових і селітебних територій.

морозостійкість, корозія, цементна плита, фасадна система

VALERY BRATCHUN, ALEKSEY KOSIK
STUDIES OF DURABILITY OF CEMENT BOARD KNAUF AQUAPANEL®
OUTDOOR

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

The paper gives the terms and results of investigations to frost resistance and corrosion resistance of the cement slab AQUAPANEL® Outdoor in strong aggressive liquid media and there is an analysis of the possible maximum content of aggressive gases at atmosphere of industrial and residential areas.

frost resistance, corrosion, cement slab, facade system

Братчун Валерій Іванович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автомобільних доріг і аеродромів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: фізико-хімічна механіка технологічних і довговічних дорожніх бетонів для будівництва конструктивних шарів нежорстких дорожніх одягів на основі модифікування структури бетонів; розробка ефективних технологій переробки техногенної сировини в компоненти композиційних матеріалів.

Косик Олексій Борисович – асистент кафедри технології і організації будівництва Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: проектування великорозмірних куполів фірми Кнауф.

Братчун Валерій Іванович – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автомобильных дорог и аэродромов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: физико-химическая механика технологичных и долговечных дорожных бетонов для строительства конструктивных слоев нежестких дорожных одежд на основе модифицированных органических вяжущих и комплексного модифицирования структуры бетонов; разработка эффективных технологий переработки техногенного сырья в компоненты композиционных материалов.

Косик Алексей Борисович – ассистент кафедры технологии и организации строительства Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: проектирования болшеразмерных куполов фирмы Кнауф.

Bratchun Valery – DSc (Eng.), Professor, the Head of the Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: physical and chemical mechanics of technological and durable concrete for road construction structural layers of nonrigid road clothes on the basis of modified organic binders and complex modification of the structure of concrete; development of effective technologies for processing man-made materials in the components of the composite materials.

Kosik Aleksey – Assistant, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: design of large domes of company Knauf.

УДК 620.16

В. И. БРАТЧУН, Р. И. ИГНАТЕНКО

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ИССЛЕДОВАНИЕ СТЫКОВ ГИПСОКАРТОННЫХ ПЛИТ КНАУФ ПРИ ИЗГИБЕ

Согласно рекомендациям немецких стандартов проведены экспериментальные исследования прочности, трещиностойкости и прогибов стыков гипсокартонных плит Кнауф толщиной 9,5 и 12,5 мм с использованием различных комплектов шовного шпатлевочного материала.

прочность, гипсокартон, дефекты

АКТУАЛЬНОСТЬ

При проектировании и строительстве современных гражданских зданий комплектные системы сухого строительства позволяют решать многочисленные инженерно-технические и архитектурные задачи, направленные на создание комфортных и безопасных условий пребывания людей. Несмотря на универсальность и, на первый взгляд, простоту и доступность, гипсокартонные системы требуют тщательного изучения технической документации и выдерживания регламента выполнения работ для обеспечения эксплуатационной надежности и сохранения эстетического вида на протяжении всего срока службы, что, определенно, характеризуется критерием сохранения целостности гипсокартонной облицовки без образования трещин в реальных условиях эксплуатации объекта.

Прочность облицовки определяется показателями прочности гипсокартонной плиты (ГКП) и швов между плитами. Практика эксплуатации подобного рода облицовок выявила наиболее проблемные и ответственные участки вероятного образования и развития трещин, которыми являются стыки ГКП. Технология устройства стыков ГКП детально разработана и описана в технических листах. Имеется целый ряд стандартных решений для различных типов кромок и сочетаний комплектов шовного шпатлевочного и армирующего материалов.

Несмотря на это в отечественной и зарубежной литературе по данному вопросу отсутствуют сведения о результатах экспериментальных исследований прочности, трещиностойкости и деформативности стыков ГКП. Отсутствие подтвержденных опытных данных о поведении под нагрузкой стыков ГКП для различных типов облицовок не позволяет с гарантированной точностью устанавливать запас надежности при проектировании и оценке реального напряженно-деформированного состояния как унифицированных плоских конструкций, так и многообразных объемных элементов, имеющих сложную и нестандартную геометрию. Наиболее вероятные причины образования трещин в гипсокартонных конструкциях (фото 1) обусловлены рядом факторов:

- отсутствие достаточного количества деформационных стыков, компенсирующих деформации зданий от различных силовых воздействий;
- наличие неучтенных динамических нагрузок на несущие конструкции;
- значительная концентрация локальных напряжений от смонтированного оборудования;
- нарушение технологии монтажа (отклонение от конструктивной схемы, прочностных и жесткостных свойств используемых материалов, нарушение требований по расстановке крепежных элементов и т. д.).

Прочность гипсокартонных плит оценивают по величине максимального изгибающего усилия, приложенного к образцу-пластине.

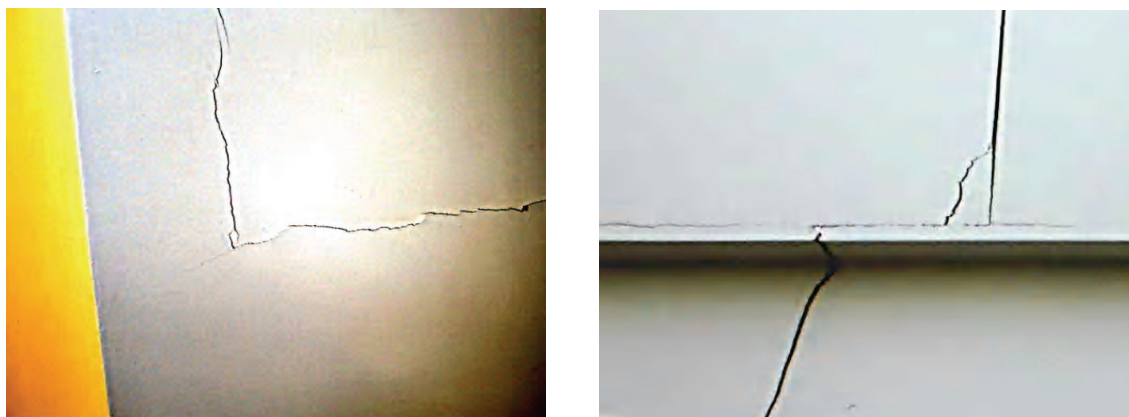
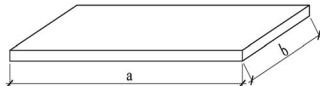
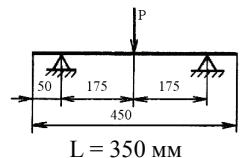
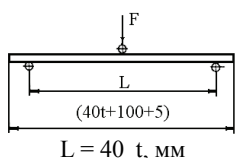
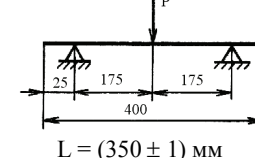


Фото 1 – Характерные дефекты в гипсокартонных конструкциях.

Испытания проводят для образцов, вырезанных в продольном и поперечном по отношению к длине листа направлениях (табл.).

Таблица – Сравнение методик испытания гипсокартонных листов

1	Нормативный документ	Национальный стандарт Украины ДСТУ Б В.2.7-95-2000				Европейский стандарт DIN EN 520:2005	
2	Толщина (t) ГКП, мм	9,5	12,5	9,5	12,5	9,5	12,5
3	Размеры образцов, мм 	a = (450+5) b = (150+5)		a = (40t + 100 + 5) b = (400 + 5)		a = (400 ± 5) b = (300 ± 5)	
4	Схема нагружения опытных образцов Расстояние между центрами опор (пролет)						
Разрушающая нагрузка при изгибе, Н							
5	Продольных образцов	222	322	450	600	400	550/725*
6	Поперечных образцов	81	105	150	180	160	210/300*

* – разрушающая нагрузка при изгибе гипсовых плит с повышенной прочностью (тип R).

Для получения достоверных данных о работе стыков в облицовках из ГКЛ в лаборатории испытаний дорожно-строительных материалов и изделий ДонНАСА был проведен ряд экспериментальных исследований по определению предела прочности, трещиностойкости и величин прогибов на стадиях образования трещин и разрушения стыков ГКЛ толщиной 9,5 и 12,5 мм с использованием различных комплектов шовного шпатлевочного и армирующего материалов.

Подготовка образцов

Подготовка образцов для испытаний проводилась в соответствии с требованиями немецкого стандарта DIN 13963 (фото 2). Контрольные испытания стыков ГКЛ на изгиб проводились на подготовленных образцах с размерами 12,5×300×400 мм в и 9,5×300×400 мм в количестве 200 шт, которые были изготовлены из ГКЛ производства ООО Кнауф Гипс Донбасс. Для заделки стыков между гипсокартонными образцами использовались шпатлевки «Фугенфюллер» производства ООО Кнауф Гипс Донбасс и «Унифлот» производства Knauf Gips-KG (Германия). Для армирования швов гипсокартонных образцов применялись бумажная и сетчатая армирующие ленты производства «Knauf Gips-KG» (Германия).

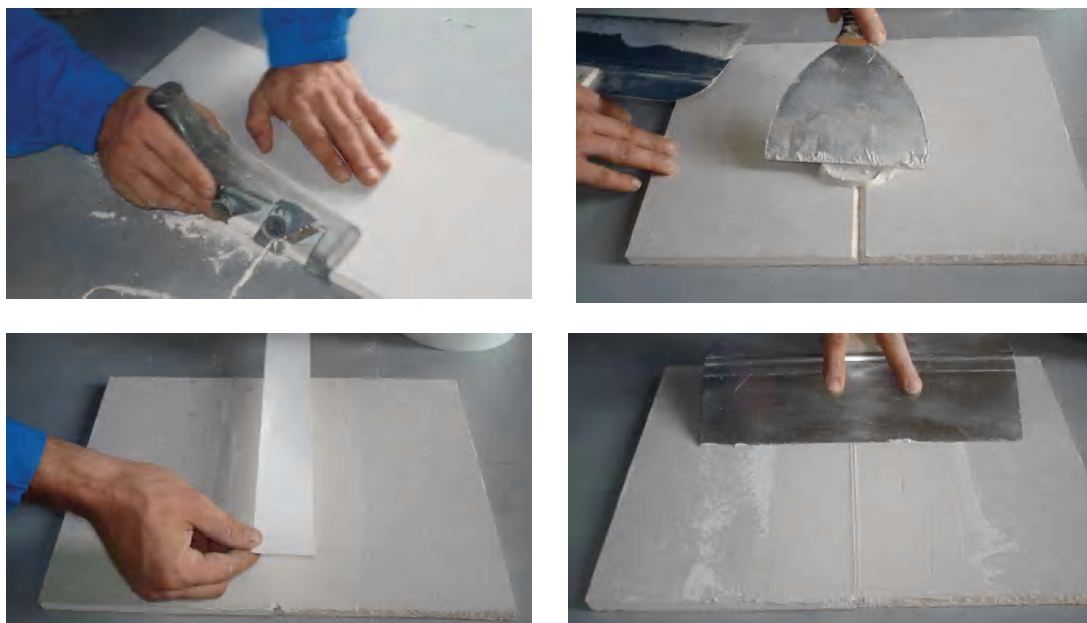


Фото 2 – Последовательность операций по подготовке образцов.

Проводились испытания стыков с отрезной и с заводской (ПЛУК) кромками (рис. 1). Отрезная кромка подготавливалась в соответствии с требованиями технической документации Кнауф по применению шпатлевок «Унифлот» и «Фугенфюллер». При изготовлении образцов с отрезной кромкой для шпатлевки «Фугенфюллер» снималась фаска под углом 45° на глубину $1/3$ толщины плиты, а для «Унифлот» – фаска под углом $22,5^\circ$ на глубину $2/3$ толщины плиты. Полученные заготовки обрабатывались грунтовкой «Тифенгрунд» и хранились в естественных условиях в течение 6 часов. Перед нанесением шовного шпатлевочного материала стык проклеивался с обратной стороны клейкой лентой.

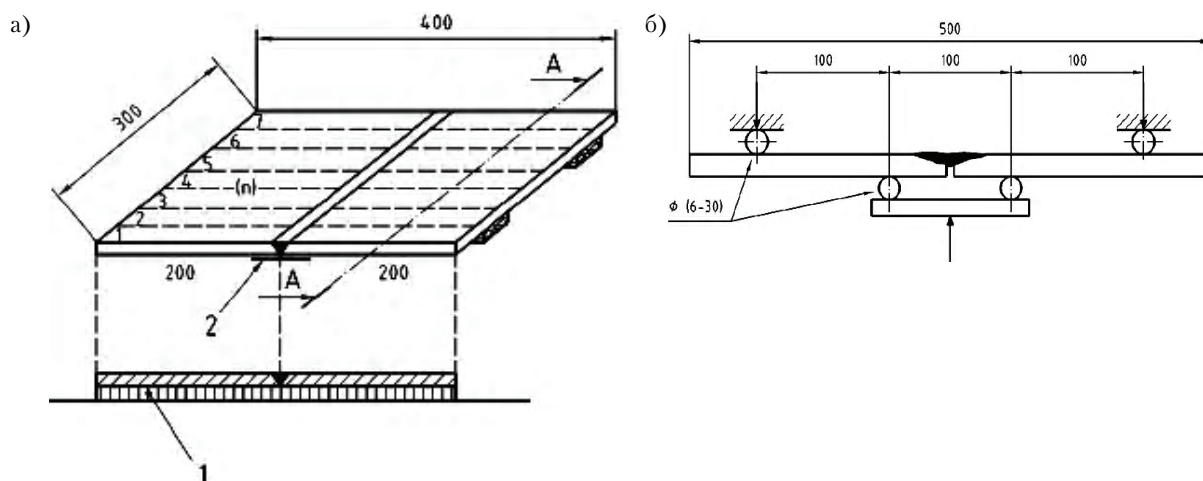


Рисунок 1 – Изготовление образцов (а) и испытание на изгиб стыков гипсокартонных плит (б): 1 – деревянная форма для заделки швов; 2 – клейкая лента.

В первый слой шпатлевки втапливалась армирующая лента. После высыхания первого слоя широким шпателем (200–300 мм) наносился второй накрывочный выравнивающий слой шпатлевки. Изготовленные образцы высушивались при температуре $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ и относительной влажностью воздуха $(50 \pm 5) \%$ в течение семи дней в лабораторных условиях. После сушки снималась клейкая лента.

Испытания

Испытания прочности стыков гипсокартонных плит проводились в соответствии с требованиями немецкого стандарта DIN 13963 (рис. 1).

Для проведения эксперимента было изготовлено приспособление, позволяющее прикладывать к образцу постоянно возрастающее усилие (фото 3). Для регистрации прикладываемого усилия использовался динамометр с индикатором часового типа и ценой деления 316 г. Для регистрации прогиба образца использовался прогибомер с индикатором часового типа и ценой деления 0,01 г. Каждый образец помещался в приспособление таким образом, чтобы шов был обращен вверх и имел опору.



Фото 3 – Приспособление для испытания стыков гипсокартонных образцов.

Шов подвергался непрерывно возрастающей нагрузке со скоростью (250 ± 125) Н/мин и точностью измерений до 1 % (фото 4).

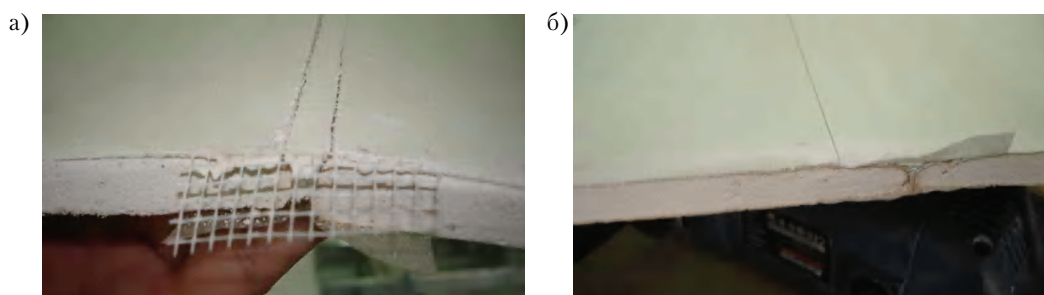


Фото 4 – Характер разрушения стыков при армировании сетчатой лентой (а) и бумажной лентой (б).

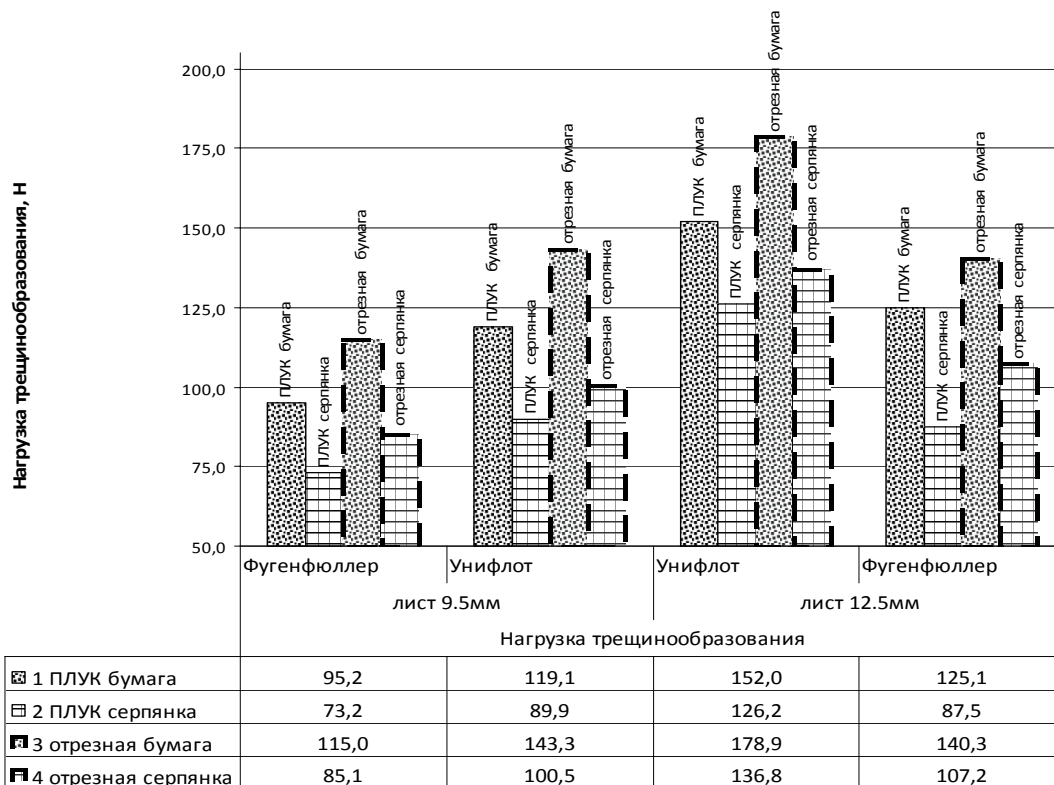
Результаты экспериментальных исследований (рис. 2, 3) показали:

1. Пределы прочности при изгибе стыков сопоставимы с аналогичными значениями при испытаниях гипсокартонных образцов, выпиленных в поперечном направлении плиты.
2. Трещиностойкость стыков составляет в среднем 40–60 % от разрушающей нагрузки при изгибе.
3. Наиболее эффективным шовным шпаклевочным материалом для обшивок из ГКП является комплект шпатлевки Кнауф «Унифлот» с бумажной лентой, который превышает среднестатистические показатели базового комплектного варианта (шпатлевка Кнауф «Фугенфюллер» с сетчатой лентой) для плиты 12,5 мм: по пределу прочности в 1,2 раза, по пределу трещиностойкости в 1,7 раза, величины возможного прогиба без образования трещин – в 1,25 раза.
4. При уменьшении толщины гипсокартонных плит с 12,5 мм до 9,5 мм, независимо от комплекта шовного шпаклевочного материала наблюдается снижение аналогичных показателей в среднем на 20–30 %.
5. При соблюдении рекомендаций изготовителя прочность и деформативность шва не зависят от типа кромки (ПЛУК, отрезная).

Выводы

Проведенные исследования позволяют прогнозировать напряженно-деформированного состояния гипсокартонных конструкций и с определенной обеспеченностью рекомендовать проектные решения по их устройству без наступления предельных состояний на протяжении нормативного срока службы.

а)



б)

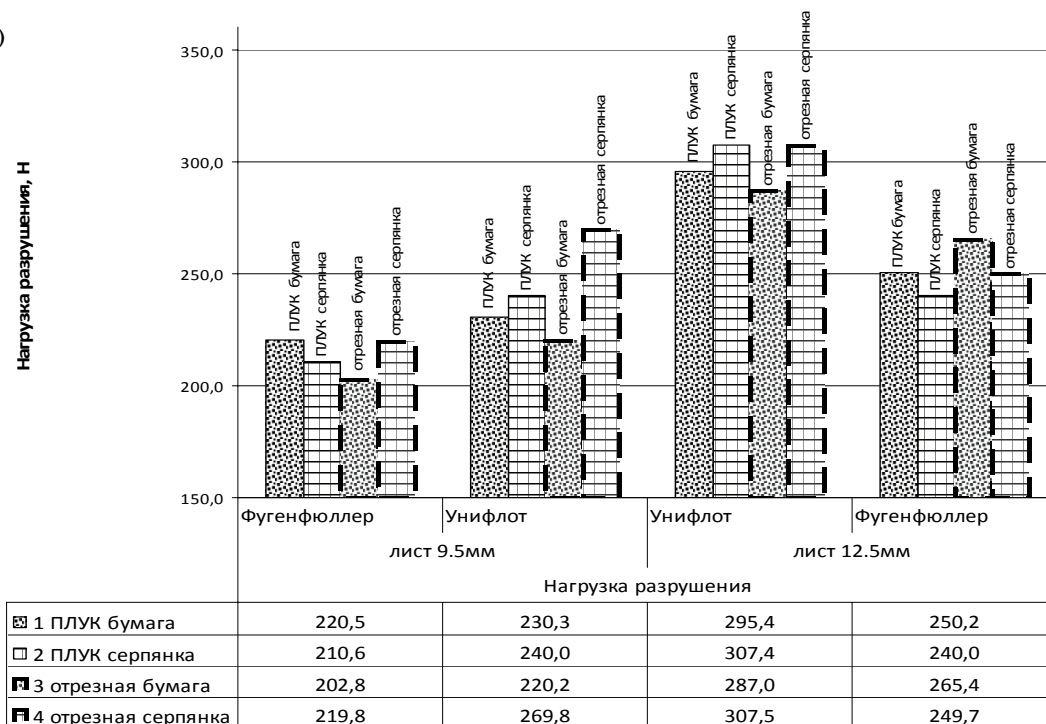


Рисунок 2 – Трещиностойкость (а) и предел прочности (б) при изгибе стыков образцов в зависимости от вида шовного и армирующего материалов, толщины плиты и вида кромки.

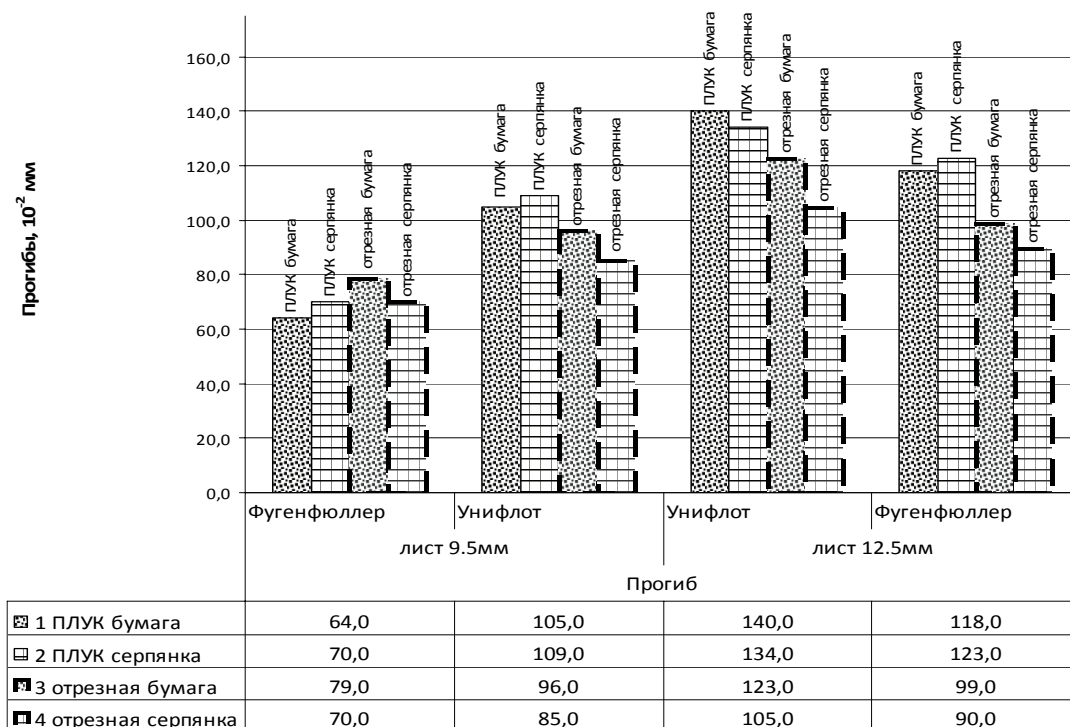


Рисунок 3 – Величина возможного прогиба стыков образцов без образования трещин в зависимости от вида шовного и армирующего материалов, толщины плиты и вида кромки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ Р ИСО 1924-2-2012. Бумага и плита. Определение свойств при растяжении на изгиб [Текст]. Часть 2. Метод определения удлинения при постоянно увеличивающейся нагрузке. – Введен впервые ; введ. 2014-01-01. – М. : Стандартинформ, 2014. – 14 с.
2. СТБ EN 520-2009. Гипсовые плиты. Определения, требования и методы испытания [Текст]. – Введен впервые ; введ. 2010-01-01. – Минск : Госстандарт, 2009. – 105 с.
3. DIN 13963. Jointing materials for gypsum plasterboards. Definitions, requirements and test methods [Текст]. – Материалы для шпаклевки швов на гипсовых плитах – определения, требования и методы испытаний. – Введен впервые ; введ. 2010-01-01. – Город: BSI, 2005. – 34 с. – ISBN 0-580-46150-5.
4. ДСТУ Б В.2.7-95-2000 (ГОСТ 6266-97). Листи гіпсокартонні. Технічні умови [Текст]. – На заміну ГОСТ 6266-89 ; чинний від 2000-07-01. – Київ : Держбуд України, 2000. – 20 с.
5. Циприанович, И. В. Комплексные системы сухого строительства [Текст] / И. В. Циприанович, А. Ю. Старченко. – Киев : Издатель ОАО «Мастера», 1999. – 192 с.

Получено 22.09.2014

В. І. БРАТЧУН, Р. І. ІГНАТЕНКО

ДОСЛІДЖЕННЯ СТИКІВ ГІПСОКАРТОННИХ ПЛИТ КНАУФ ПРИ ВИГІНІ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Згідно з рекомендаціями німецьких стандартів проведені експериментальні дослідження міцності, тріщиностійкості та прогинів стиків гіпсокартонних плит Кнауф товщиною 9,5 і 12,5 мм з використанням різних комплектів шовного шпатлювального матеріалу.

міцність, гіпсокартон, дефекти

VALERY BRATCHUN, ROMAN IGNATENKO
THE STUDY KNAUF PLASTERBOARD JOINTS IN BENDING
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

In accordance with German standards recommendation, an experimental investigation of joints strength, crack resistance and deflection of 9,5 and 12,5 mm thickness Knauf gypsum board slabs with the use of various joint fillers has been made.

strength, drywall, defects

Братчун Валерій Іванович – доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автомобільних доріг і аеродромів Донбаської національної академії будівництва і архітектури. Наукові інтереси: фізико-хімічна механіка технологічних і довговічних дорожніх бетонів для будівництва конструктивних шарів нежорстких дорожніх одягів на основі модифікування структури бетонів; розробка ефективних технологій переробки техногенної сировини в компоненти композиційних матеріалів.

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

Bratchun Valery – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автомобильных дорог и аэродромов Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. Научные интересы: физико-химическая механика технологичных и долговечных дорожных бетонов для строительства конструктивных слоев нежестких дорожных одежд на основе модифицированных органических вяжущих и комплексного модифицирования структуры бетонов; разработка эффективных технологий переработки техногенного сырья в компоненты композиционных материалов.

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

Bratchun Valery – DSc (Eng.), Professor, the Head of the Highways and Air Fields Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: physical and chemical mechanics of technological and durable concrete for road construction structural layers of nonrigid road clothes on the basis of modified organic binders and complex modification of the structure of concrete; development of effective technologies for processing man-made materials in the components of the composite materials.

Ignatenko Roman – Assistant, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technology and management of metal structures erection.

УДК 692.415:69.059.25

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

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ РЕМОНТА ПЛОСКИХ ПОЛИМЕРНО-БИТУМНЫХ КРОВЕЛЬ

Для качественного проведения работ по ремонту кровель важно правильно выбрать методы их ремонта. Необходимо исследовать технологическую структуру ремонта полимерно-битумных кровель с применением наплавливаемых рубероидов и холодных мастик с учетом технико-экономических показателей.

технологическая структура, процессы ремонта кровли, методы ремонта кровли, технико-экономические показатели

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Частичный ремонт плоских кровель промышленных зданий, проводящийся ежегодно путем устройства заплат или нанесения дополнительного слоя рулонного либо мастичного материала, малоэффективен, так как не устраняет дефекты и повреждения в нижерасположенных слоях водоизоляционного ковра, а поверхностный слой быстро разрушается. Выбор метода ремонта таких кровель является сложной задачей из-за разнообразия тепло- и гидроизоляционных материалов, отличающихся как по эксплуатационным характеристикам, технологии и методам укладки, так и по стоимости. Применяемые в практике ремонтно-строительного производства разнообразные методы ремонта многослойных кровель недостаточно эффективны, так как практически ни один из них не является одновременно экономичным, надежным, ресурсосберегающим и безопасным [1].

АНАЛИЗ ОПЫТА

В промышленном строительстве получили широкое распространение конструкции кровель, выполненные по совмещенным невентилируемым покрытиям. В таких конструкциях в качестве гидроизоляции используются многослойные кровельные ковры из полимерно-битумных материалов (рубероидов), ковровые кровли из пленочных материалов (полимерных мембран) и мастичные кровли (мастичные наливные из горячих или холодных мастик).

В большинстве существующих методик [3, 4] и в нормативных документах [1] основное внимание уделяется разработке и принятию конструктивных решений по восстановлению верхнего гидроизоляционного ковра, а организационные и технологические решения ремонта всей кровли отражены в меньшем объеме. Для качественного проведения работ по ремонту кровель важно правильно выбрать методы ремонта для данных конкретных условий с учетом дефектов и повреждений здания [5].

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование технологической структуры ремонта плоских кровель, сравнение технико-экономических показателей разных методов ремонта.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Формирование технологии выполнения ремонтных кровельных работ в виде блок-схемы принятия решения представлено на рисунке 1.

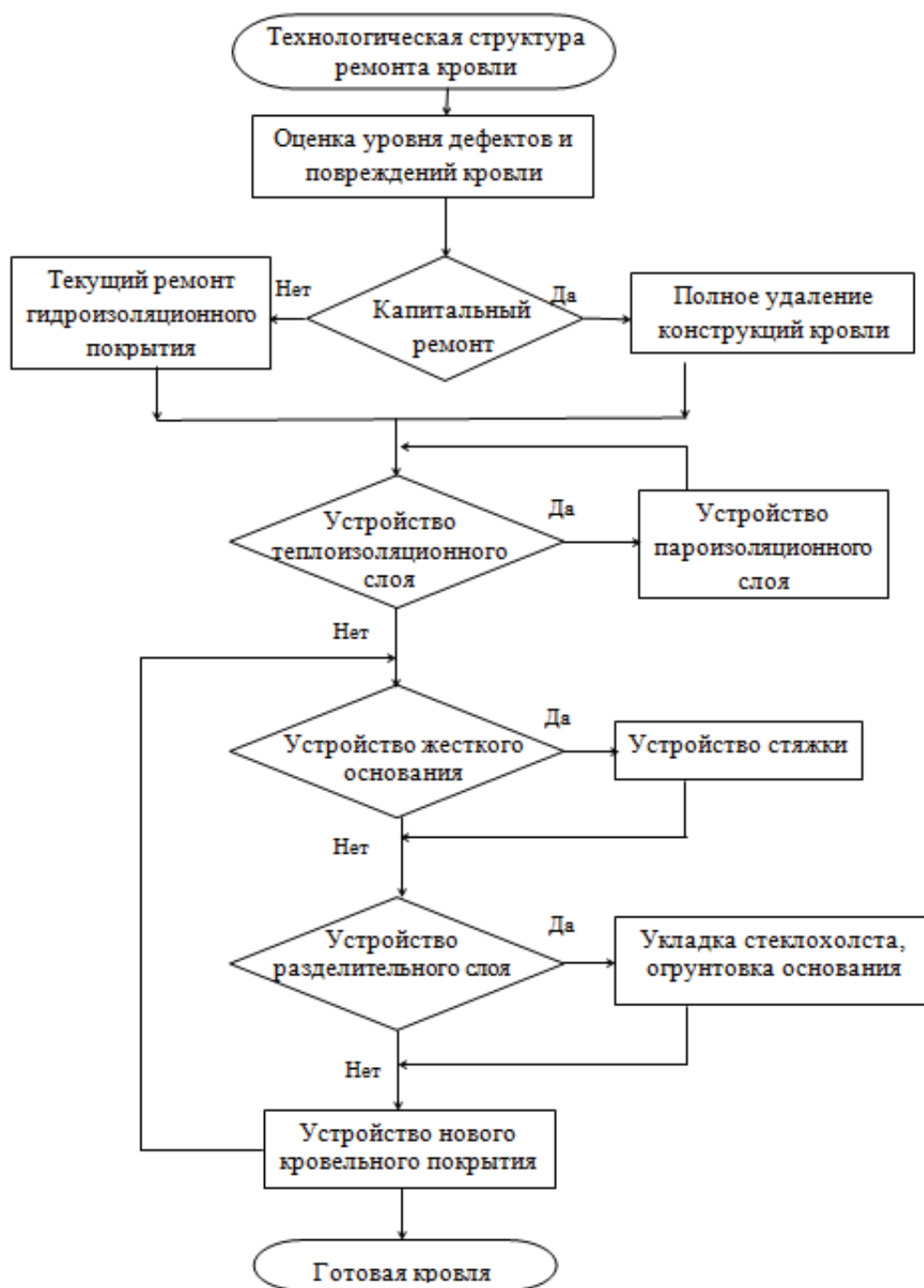


Рисунок 1 – Блок-схема формирования технологической структуры выполнения ремонтных кровельных работ.

На основании составленной дефектной ведомости решается вопрос о виде ремонта: капитальный или текущий. После анализа основных вариантов существующих кровельных покрытий и технологий необходимо оценить применимость их на конкретном объекте с учетом всех факторов (необходимости паро-, теплоизоляции, жесткого основания, разделительного слоя).

В работе исследовалась технологическая структура ремонта утепленной полимерно-битумной кровли по цементно-песчаной стяжке с применением наплавляемых рубероидов и холодных мастик.

Рассматриваемые варианты разделили на технологические процессы с учетом устранения групп дефектов и повреждений кровли.

Для определения технико-экономических показателей ремонта (таблица) использовались сборники РЭСН [2] и создавались индивидуальные сметные нормы.

Для разных дефектов и повреждений разных конструктивных решений кровли существуют одинаковые методы их устранения. На этом основании дефекты и повреждения кровель были сформированы в группы.

Таблица – Пример определения технико-экономических показателей ремонта полимерно-битумной кровли наплавленным рубероидом по группам дефектов

№	Группа дефектов	Наименование операций	Обоснование	Технико-экономические показатели на 100 м ²	
				Трудоемкость чел.-ч.	Стоимость грн.
1	Группа г ₁	Разборка покрытий кровли из рулонных материалов	Р 8-2-1	27,51	323,00
		Разборка цементно-песчаной стяжки	Р 7-2-8 (прим.)	50,88	888,00
		Устройство цементной выравнивающей стяжки	Р 8-27-1	69,16	1 864,00
		Устройство кровель рулонных из наплавляемых материалов с применением газопламенных горелок в три слоя	Р 8-32-2-ИН	43,72	3 558,00
		Итого по группе г₁:		191,27	6 633,00
2	Группа г ₂	Замена отдельными местами 1 слоя рулонного покрытия	Р 8-9-1-ИН	35,31	2 399,00
		Итого по группе г₂:		35,31	2 399,00

Аналогично определялись стоимость и трудоемкость ремонтных работ для устранения других групп дефектов и повреждения для разных методов ремонта. На основании полученных данных построены сравнительные гистограммы трудоемкости (рисунок 2) и стоимости (рисунок 3) ремонтных работ на 100 м² дефектов и повреждений кровли.

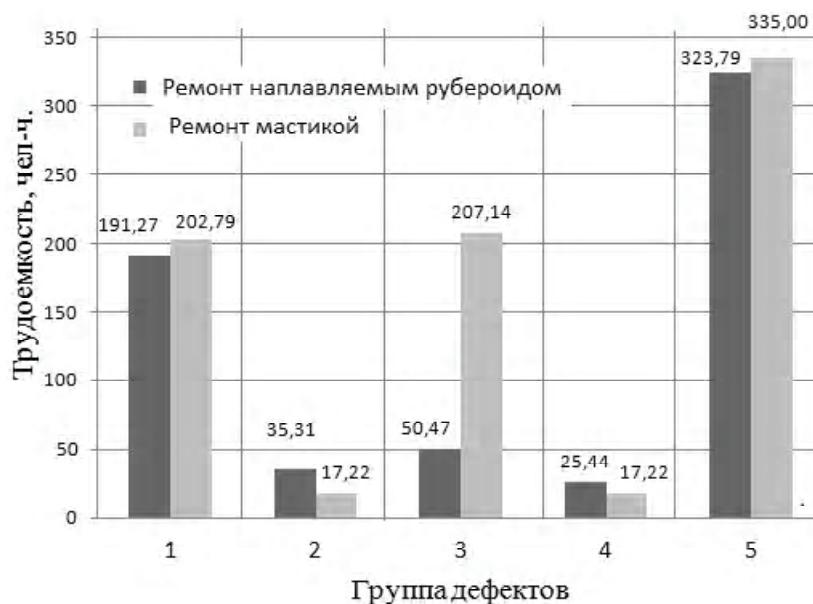


Рисунок 2 – Сравнение трудоемкости ремонтных кровельных работ при ремонте наплавленным рубероидом и при ремонте мастикой: группа г₁ – потеря прочности и разрушение стяжки, нарушение уклонов, группа г₂ – отрыв от основания и отсутствие ковра, влагонакопление и расслоение полотнищ в гидроизоляционном ковре, группа г₃ – механическое повреждение, вздутия с образованием воздушных или водяных мешков, биологическое разрушение рубероида, группа г₄ – растрескивание рубероида, нарушение направления укладки рубероида, группа г₅ – потеря прочности и теплоизолирующих свойств утеплителя.

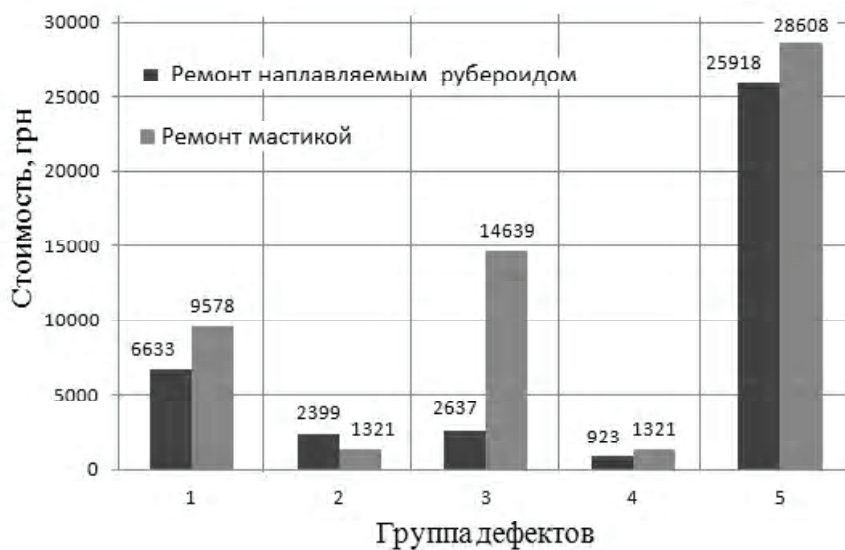


Рисунок 3 – Сравнение стоимости ремонтных кровельных работ при ремонте рубероидом и при ремонте мастикой.

Результаты сравнения трудоемкости показали, что при ремонте полимерно-битумных кровель рационально выполнять ремонт холодными мастиками при устранении 2 группы дефектов (отрыв от основания и отсутствие ковра, влагонакопление и расслоение полотнищ в гидроизоляционном ковре) и 4 группы дефектов (растрескивание рубероида, нарушение направления укладки рубероида). При устранении остальных групп дефектов целесообразно применять методы ремонта с наплавляемым рубероидом.

Сравнение стоимостей методов ремонта показало рациональность применения методов с применением холодных мастик только для устранения 2 группы дефектов.

ВЫВОДЫ

Исследование технологической структуры ремонта плоских полимерно-битумных кровель позволило выбрать более эффективные методы ремонта кровель с учетом групп дефектов и повреждений, при которых достигается снижение трудовых и материальных затрат.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ДБН В.2.6-14-97. Конструкции зданий и сооружений. Покрытия зданий и сооружений. [Текст]. Том 1, 2, 3. – Взамен СНиП II-26-76, СНиП 3.04.01-87 (раздел «Кровли»), РСН 295-88, РСН 353-90, РСН 355-91 (раздел «Кровли»), ВСН 10-89; введены в действие с 01.01.1998 г. – К.: Госкомградостроительства Украины, 1998. – 109 с.
2. ДБН Д.2.4-8-2000. Ресурсные элементные сметные нормы на ремонтно-строительные работы [Текст]. Сборник 8. Крыши, кровли. – Взамен СНиР-93 Сборник 58; введен в действие 01.10.2000. – К.: Госстрой Украины, 2000. – 31 с.
3. СОУ ЖКХ 75.11-35077234.0015:2009. Житлові будинки. Правила визначення фізичного зносу житлових будинків [Текст]. – На зміну ВСН 53-86(р); прийнято та надано чинності: наказ Міністерства з питань житлово-комунального господарства України № 21 від 03.02.2009 р. – К.: [б. в.], 2009. – 49 с.
4. Панасюк, М. В. Кровельные материалы. Практическое руководство. Характеристики и технологии монтажа новых и новейших гидроизоляционных, теплоизоляционных, пароизоляционных материалов [Текст] / М. В. Панасюк. – Ростов н/Д.: Феникс, 2005. – 448 с. – ISBN 5-222-07353-х.
5. Кожемяка, С. В. Дефекты и повреждения кровель промышленных зданий. Причины и факторы их появления. Технология, организация, механизация и геодезическое обеспечение строительства [Текст] / С. В. Кожемяка, В. А. Мазур // Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры. – 2010. – Выпуск 2010-5(85). – С. 321-326.

Получено 03.10.2014

С. В. КОЖЕМЯКА, В. В. ГОЗУЛОВ, В. О. МАЗУР
ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СТРУКТУРИ РЕМОНТУ ПЛОСКИХ
ПОЛІМЕРНО-БІТУМНИХ ПОКРІВЕЛЬ

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

Для якісного проведення робіт з ремонту покрівель важливо правильно вибрати методи їх ремонту. Необхідно досліджувати технологічну структуру ремонту полімерно-бітумних покрівель із застосуванням наплавлених руберойдів і холодних мастик з урахуванням техніко-економічних показників.

технологічна структура, процеси ремонту покрівлі, методи ремонту покрівлі, техніко-економічні показники

SERGEI KOZHEMYAKA, VALERIY GOZULOV, VICTORIA MAZUR
INVESTIGATION OF TECHNOLOGICAL STRUCTURE REPAIR OF FLAT
POLYMERIC BITUMEN ROOFS

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

It is important to choose the right methods for qualitative work of roofing repair. It is necessary to investigate the technological structure of repair of polymer-bitumen roofs with using surfaced roofing material and cold mastics taking into account the technical and economic indicators.

technological structure, processes of roofing repair, roofing repair methods, technical and economic indicators

Кожемяка Сергій Вікторович – 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 й бетонні роботи.

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

Кожемяка Сергей Викторович – 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.

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

Kozhemyaka Sergei – PhD (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 – PhD (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: are isolating and concrete works.

Mazur Victoria – graduate student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: repair and reconstruction of roofs of industrial buildings.

УДК 622.678.5

А. И. ЕВДОКИМОВ

Донбасская национальная академия строительства и архитектуры

К МЕТОДИКЕ РАСЧЕТА ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ ДЛЯ ИСПЫТАНИЯ ПАРАШЮТНЫХ УСТРОЙСТВ ШАХТНЫХ ПОДЪЕМНЫХ УСТАНОВОК

В статье представлены расчеты перекрытий ствола шахты, которые можно использовать при проведении ремонтных работ в стволе шахтного подъема, при смене-навеске подъемных сосудов и канатов, при испытании шахтных парашютов. Основными элементами предохранительного перекрытия являются несущая конструкция и амортизирующая подушка. В данном случае амортизирующую подушку рекомендуется выполнять в виде деревянного костра, состоящего из нескольких слоев деревянных брусьев, расположенных крестообразно.

шахтный подъем, подъемная машина, несущая конструкция, амортизирующая подушка, предохранительное перекрытие, шахтный ствол

При проведении ремонтных работ в стволе шахты, при смене подъемных сосудов и канатов, при испытании шахтных парашютов возникает опасность падения подъемного сосуда в ствол шахтного подъема. Для предотвращения такого падения у устья ствола шахты сооружают предохранительные перекрытия. Основными элементами перекрытия являются несущая конструкция и амортизирующая подушка.

Проведенные исследования при абсолютно жестком ударе падающей клетки с высоты 1,5–2,0 м показали, что в деталях несущей конструкции перекрытия и клетки возникают напряжения, превышающие предел прочности материала. В связи с этим роль гасителя кинетической энергии клетки должна выполнять амортизирующая подушка, расположенная на несущей конструкции перекрытия. Конструктивно амортизирующая подушка может быть самой разнообразной формы, однако ее податливость должна быть максимально возможной.

В данном случае амортизирующую подушку рекомендуется выполнять в виде деревянного костра, состоящего из нескольких слоев брусьев, расположенных крестообразно. При такой конструкции податливость амортизирующей подушки зависит от количества слоев деревянных брусьев и от их площади смятия. Высота амортизирующего костра устанавливается конструктивно: в данном случае рекомендуется принимать высоту костра не более 1 м, а костер выкладывать деревянными брусьями квадратного сечения.

Как показали исследования, конструкция перекрытия не обеспечивает условия безопасности, если она воспринимает падающий груз как сосредоточенную нагрузку. В связи с этим амортизирующую подушку необходимо проектировать таким образом, чтобы передающееся через нее усилие от падающей клетки было распределено по всей площади несущей конструкции. Расчетные параметры балок несущей конструкции перекрытия рекомендуется определить по такой методике.

Так как энергия падающей клетки при ударе о перекрытие превращается в потенциальную энергию сжатия древесины, то максимальное усилие на перекрытие определяется по такому соотношению [1]:

$$Q_{\max} = \frac{4P_{\text{кл}} h}{l_0}, \quad (1)$$

где $P_{\text{кл}}$ – вес падающей клетки;

h – высота падения клетки;

l_0 – начальная высота амортизирующего костра, задаваемая конструктивно.

Используя соотношение (1), определяем давление на несущую конструкцию перекрытия от ударной нагрузки.

$$q = \frac{Q_{\max}}{S}, \quad (2)$$

где S – площадь перекрытия, на которую действует Q_{\max} .

Q_{\max} – максимальное усилие, которое падающая клетка оказывает на площадь перекрытия.

Нагрузка, действующая на единицу длины балки, определяется по такому соотношению:

$$p = qb, \quad (3)$$

где b – ширина двутавровой балки несущей конструкции перекрытия;

p – нагрузка, действующая на единицу длины балки.

Изгибающий момент при таком нагружении балки можно определить по такой зависимости [2]:

$$M_{изг} = \frac{Pl^2}{8}, \quad (4)$$

где $M_{изг}$ – изгибающий момент балки конструкции перекрытия;

l – длина балки несущей конструкции.

Определив изгибающий момент, можно определить момент сопротивления балки по такой зависимости

$$W = \frac{M_{изг}}{\sigma_u}, \quad (5)$$

где σ_u – допустимое напряжение в сечении балки при изгибе;

W – момент сопротивления балки конструкции.

В качестве допустимого напряжения в балке принимается предел прочности или предел текучести материала с соответствующим запасом прочности [2]. Как показывает проходка при строительстве шахтных стволов, в качестве допустимого напряжения в балках несущей конструкции принимается предел текучести материала. Определив по формуле (5) значение необходимого сопротивления балки, можно установить количество слоев балок в перекрытии. Целесообразно расчет производить таким образом, чтобы в несущей конструкции перекрытия был запроектирован один слой балок при их сплошной укладке по всему сечению ствола шахты.

Чтобы установить количество слоев древесины в амортизирующей подушке, необходимо определить площадь смятия всех брусьев костра [2]:

$$F = \frac{2P_{кл}h}{El_0d_g}, \quad (6)$$

где E – модуль сжатия древесины поперек волокон;

d_g – допустимый коэффициент усадки древесины.

В качестве примера выполним расчет перекрытия шахтного ствола по предлагаемой методике для конкретных данных подъемной установки: $P_{кл} = 200$ кН; $\sigma_u = 210\,000$ кН/м²; $E = 20\,000$ кН/м²; $h = 2$ м; $l_0 = 0,6$ м; $l = 6$ м; $d_g = 0,7$.

По соотношению (6) площадь смятия древесины амортизирующей подушки $F = 0,095$ м². Деревянные брусья из лиственницы квадратного сечения с длиной стороны 0,1 м.

Зная общую площадь смятия древесины и площадь одного сечения, получаем 9,5 площадок смятия (для расчета принимаем 9). Это значит, что в одном слое амортизирующей подушки необходимо располагать 3 бруска лиственницы. Так как высота амортизирующего костра равна 0,6 м, то количество слоев будет равно 6. При укладке брусьев каждый слой должен располагаться таким образом, чтобы площадки смятия каждого слоя располагались на одной вертикальной прямой. Брусья рекомендуется скреплять между собой крепежными скобами.

Используя формулы (1)–(5), получим: $Q_{\max} = 2\,660$ кН; $q = 188$ кН/м²; $p = 23,3$ кН/м; $M_{изг} = 119$ кН·м; $W = 0,000565$ м³ = 565 см³.

Расчеты были приведены для двутавровой балки № 33.

Таким образом, по расчетным данным при падении клетки весом 200 кН с высоты 2 м необходимо соорудить несущую конструкцию из одного сплошного слоя двутавровых балок тридцать третьего номера с амортизирующей подушкой, расположенной на несущей конструкции и состоящей из шести слоев деревянных брусков из лиственницы.

Проведенными исследованиями было установлено, что нагрузка на несущую конструкцию перекрытия значительно уменьшается при подпружиненных фундаментах перекрытия. Выбирая расчетным путем жесткость пружины, можно значительно увеличить запас прочности элементов конструкции перекрытия и повысить безопасность подъемной установки.

Разработанная методика предусматривает расчет энергоемкости гасящих приемников и не выходит на определение прочностных характеристик деталей энергогасящего устройства. В основу методики расчета положены законы и теоремы теоретической и прикладной механики, выражающие содержание физических процессов ударных нагрузок и их воздействия на специальные приемные устройства.

Следует отметить, что в настоящее время явление удара рассматривается как на основе принципов классической механики Ньютона, так и на основе положения теории упругости Сен-Венана, которые в принципе не совместимы. Однако в зависимости от условий задачи возможно применение и той и другой теории; при этом исследователи получают достаточно удовлетворительные результаты.

Основное направление исследований явления удара проводится для соударяющихся тел, которые после удара получают некоторые скорости. В меньшей степени рассматриваются случаи удара тела конечной массы по несвободному твердому телу (неподвижному после удара) с различными деформационными свойствами (жесткому, упругому, пластичному).

В предложенной методике явление удара рассматривается на основе классической механики Ньютона, т.е. применяется приближенная теория расчета на удар, которая дает удовлетворительные результаты (ошибка не превышает 8–10%).

Энергогасящее устройство, проектируемое для улавливания подъемного сосуда в аварийной ситуации, т.е. при обрыве подъемного каната, должно представлять собой комплекс конструкций, назначение которых можно разделить на основное, полностью гасящее энергию падающего сосуда, и резервное (страхующее) для обеспечения надежности работы всего энергогасящего комплекса.

Одним из возможных проектных вариантов может быть комплекс, состоящий из основного резинокросового гасителя, изготавливаемого в виде «корзин», резинокросовые ленты которых своими концами закрепляются в специальных «башмаках» и которые перекрывают шахтный ствол таким образом, что падающий сосуд не может продолжать свое движение и все ударные нагрузки передает резинокросовым лентам.

Взаимное расположение лент, их качество, длина и прочность должны быть такими, чтобы они могли надежно гасить кинетическую энергию падающего подъемного сосуда, т.е. они полностью должны обеспечить улавливание оборвавшегося подъемного сосуда.

Однако непредвиденные обстоятельства, которые заранее учесть невозможно (например, появление острых режущих кромок у падающего сосуда, колебание сосуда вокруг своего центра масс, что создает приращение кинетической энергии, неопределенность контакта подъемного сосуда и резинокросовой ленты и т.д.), могут создать такие ситуации, при которых подъемный сосуд может оборвать резинокросовые ленты и уже с небольшой скоростью продолжать свое движение в стволе шахтного подъема.

В этом случае для исключения дальнейшего движения сосуда необходимо предусмотреть не менее двух резервных гасителей энергии, которые должны обеспечить поглощение ее не менее 20–30% общей кинетической энергии падающего сосуда.

ВЫВОДЫ

1. Анализ проведенных исследований показал, что обеспечить необходимый запас прочности предохранительного перекрытия ствола шахты невозможно без гасителя энергии падающей клетки – амортизирующего устройства.

2. Предлагаемый метод расчета амортизирующего устройства перекрытия ствола шахты можно рассматривать при разработке рабочей методики расчета перекрытия. Окончательный вариант методики расчета предохранительного перекрытия ствола шахты может быть разработан после проведения промышленных испытаний экспериментальных образцов.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Беляев, Н. М. Сопротивление материалов [Текст] / Н. М. Беляев. – 9-е изд. – М. : Гостехиздат, 1954. – 856 с.
2. Писаренко, Г. С. Справочник по сопротивлению материалов [Текст] / Г. С. Писаренко, А. П. Яковлев, В. В. Матвеев. – Киев : 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. – 205 с.
5. Яблонский, А. А. Курс теории колебаний [Текст] / А. А. Яблонский, С. С. Норейко. – М. : Высшая школа, 1998. – 200 с.

Получено 09.10.2014

А. І. ЄВДОКИМОВ

ДО МЕТОДИКИ РОЗРАХУНКУ ЗАПОБІЖНОГО ПЕРЕКРИТТЯ ДЛЯ ВИПРОБУВАННЯ ПАРАШУТНИХ ОБЛАДНАНЬ ШАХТНИХ ПІДЙОМНИХ УСТАНОВОК

Донбаська національна академія будівництва і архітектури

У статті наведені розрахунки перекриття ствола шахти, які можна використовувати при проведенні ремонтних робіт у стволі шахтного підйому, при заміні підйомних посудин і канатів, при проведенні перевірки надійності експлуатації шахтних парашутів. Основними елементами запобіжного перекриття є основна конструкція, яка затримує при падінні підйомний вантаж, та амортизаційна подушка. У даному випадку амортизаційну подушку рекомендується виконувати у вигляді дерев'яного багаття, яке складається із декількох дерев'яних рядів.

шахтний підйом, підйомна машина, амортизаційна прибудова, шахтний ствол, запобіжне перекриття, запас міцності підйомного каната

ANATOLII YEVDOKIMOV

THE CALCULATING METHODOLOGY OF THE SAFETY OVERLAPPING FOR TESTING SAFETY GEAR EQUIPMENT OF MINE HOISTING SYSTEMS

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Calculations of mine shaft overlapping are presented in article. They can be used for maintenance work in mine shaft hoisting when it is needed to change conveyances and ropes, and also at testing of safety gear. The main elements of the safety overlapping are supporting structure and cushioned cap. It is recommended to execute a cushioned cap in the form of wood chock which consists of several layers of the crosswisely located wooden beams. It is recommended to execute the supporting structure which takes the main load during the conveyance fall, in the form of several layers of I-beams.

safety gear, supporting structure, cushioned cap, conveyance

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.

Yevdokimov Anatolii – PhD (Eng.), Associate Professor, Theoretical and Applied Mechanics Department of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: safe operation of mine hoisting systems.

ЗМІСТ

БЄЛОВ Д. В. Спосіб зведення монолітних залізобетонних куполів з використанням ковзкої опалубки	5
КОЖЕМЯКА С. В., КРУПЕНЧЕНКО А. В., МАЗУР В. О. Особливості виконання монолітних стяжок з урахуванням норм і правил	11
АННЕНКОВА М. В. Оцінка економічної ефективності комплексних заходів щодо поліпшення умов праці вогнетривників	16
ТАРАН В. В., БЕРШАДСЬКА Д. Є. Технологія укладання бетону в незнімній опалубці колон круглого перерізу	21
ЮГОВ А. М., НОВИКОВ М. С. Аналіз аварійних ситуацій при зведенні підземних частин будівель	27
ПЕНЧУК В. О., ДАЦЕНКО В. М. Функціональна модернізація будівельних машин в умовах експлуатації	34
ІХНО Г. В., КАПУСТИНА К. П. Розрахунок системи металевої конструкції днища ванної скловарної печі	39
БАРМОТІН О. О., КОСИК О. Б. Технологія оштукатурювання стін і стель сухою сумішшю КНАУФ МП-75	44
БРАТЧУН В. І., КОСИК А. Б. Дослідження довговічності цементної плити Кнауф AQUAPANEL® Outdoor	50
БРАТЧУН В. І., ІГНАТЕНКО Р. І. Дослідження стиків гіпсокартонних плит Кнауф при вигині	57
КОЖЕМЯКА С. В., ГОЗУЛОВ В. В., МАЗУР В. О. Дослідження технологічної структури ремонту плоских полімерно-бітумних покрівель	64
ЄВДОКИМОВ А. І. До методики розрахунку запобіжного перекриття для випробування парашутних обладнань шахтних підйомних установок	69

СОДЕРЖАНИЕ

БЕЛОВ Д. В. Способ возведения монолитных железобетонных куполов с использованием скользящей опалубки	5
КОЖЕМЯКА С. В., КРУПЕНЧЕНКО А. В., МАЗУР В. А. Особенности выполнения монолитных стяжек с учетом норм и правил	11
АННЕНКОВА М. В. Оценка экономической эффективности комплексных мероприятий по улучшению условий труда огнеупорщиков	16
ТАРАН В. В., БЕРШАДСКАЯ Д. Е. Технология укладки бетона в несъемную опалубку колонн круглого сечения	21
ЮГОВ А. М., НОВИКОВ Н. С. Анализ аварийных ситуаций при возведении подземных частей зданий	27
ПЕНЧУК В. А., ДАЦЕНКО В. М. Функциональная модернизация строительных машин в условиях эксплуатации	34
ИХНО А. В., КАПУСТИНА Е. П. Расчет системы металлической конструкции днища ванной стекловаренной печи	39
БАРМОТИН А. А., КОСИК А. Б. Технология оштукатуривания стен и потолков сухой смесью КНАУФ МП-75	44
БРАТЧУН В. И., КОСИК А. Б. Исследования долговечности цементной плиты Кнауф AQUAPANEL® Outdoor	50
БРАТЧУН В. И., ИГНАТЕНКО Р. И. Исследование стыков гипсокартонных плит Кнауф при изгибе	57
КОЖЕМЯКА С. В., ГОЗУЛОВ В. В., МАЗУР В. А. Исследование технологической структуры ремонта плоских полимерно-битумных кровель	64
ЕВДОКИМОВ А. И. К методике расчета предохранительных перекрытий для испытания парашютных устройств шахтных подъемных установок	69

CONTENTS

BELOV DENIS. Way of erection of monolithic ferro-concrete domes with use of a sliding timbering	5
KOZHEMYAKA SERGEI, KRUPENCHENKO ANNA, MAZUR VICTORIA. Features of the solid ties with the rules and regulations	11
ANNENKOVA MARIA. Estimation of economic efficiency complex merpriyaty to improve working conditions the refractory	16
TARAN VALENTINA, BERSHADSKAYA DAR'YA. Process engineering of laying of concrete to the permanent form of round cross-section columns	21
YUGOV ANATOLIY, NOVYKOV NYKYTA. Analysis of accidents during the construction of underground parts of buildings	27
PENCHUK VALENTYNE, DATSENKO VITALIY. Functional modernization construction machinery in operation	34
IHNO ANNA, KAPUSTINA EKATERINA. Calculation of the metal construction of the bottom of the bath furnace	39
BARMOTIN ALEXANDER, KOSIK ALEXEY. Technology of plastering walls and ceilings in dry mix Knauf MP-75	44
BRATCHUN VALERY, KOSIK ALEKSEY. Studies durability cement board Knauf AQUAPANEL® Outdoor	50
BRATCHUN VALERY, IGNATENKO ROMAN. The study Knauf plasterboard joints in bending	57
KOZHEMYAKA SERGEI, GOZULOV VALERIY, MAZUR VICTORIA. Investigation of technological structure repair of flat polymeric bitumen roofs	64
YEVDOKIMOV ANATOLII. The calculating methodology of the safety overlapping for testing safety gear equipment of mine hoisting systems	69