

ВЕСТНИК

ДОНБАССКОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ



Выпуск 2019-6(140)

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

ГОУ ВПО “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 2019-6(140)

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

Макеевка 2019

ДООУ ВПО “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 2019-6(140)

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

Макіївка 2019

Основатель и издатель

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Свидетельство о регистрации средства массовой информации серия ААА № 000094

выдано 17.01.2017 г. Министерством информации ДНР

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.

Выпускается по решению ученого совета

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Протокол № 3 от 25.11.2019 г.

Редакционный совет:

Горохов Е. В., д. т. н., профессор – главный редактор;

Мущанов В. Ф., д. т. н., профессор – зам. гл. редактора (научный редактор);

Югов А. М., д. т. н., профессор – ответственный редактор выпуска; технический редактор.

Редакционная коллегия:

Высоцкий С. П., д. т. н., профессор;

Горожанкин С. А., д. т. н., профессор;

Горохов Е. В., д. т. н., профессор;

Кожемяка С. В., к. т. н., доцент;

Левин В. М., д. т. н., профессор;

Лобов М. И., д. т. н., профессор;

Мущанов В. Ф., д. т. н., профессор;

Пенчук В. А., д. т. н., профессор;

Петраков А. А., д. т. н., профессор;

Шаленный В. Т., д. т. н., профессор;

Югов А. М., д. т. н., профессор.

Корректоры Л. М. Лещенко, Е. В. Гнездилова

Программное обеспечение С. В. Гавенко

Компьютерная верстка Е. А. Солодкова

Подписано к выпуску 23.12.2019

Адрес редакции и издателя

86123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2,

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

Телефоны: +38(062) 343-7033; +38(062) 343-7028

E-mail: vestnik@donnasa.ru, <http://vestnik.donnasa.ru>

Приказом МОН ДНР № 464 от 02.05.2017 г. журнал включен в перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук

Выпущено в полиграфическом центре

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

86123, ДНР, г. Макеевка, ул. Державина, 2

© ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 2019

Засновник і видавець

ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»
Свідоцтво про реєстрацію засобу масової інформації серія ААА № 000094
видано 17.01.2017 р. Міністерством інформації ДНР

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.

Випускається за рішенням Вченої ради
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»
Протокол № 3 від 25.11.2019 р.

Редакційна рада:

Горохов Є. В., д. т. н., професор – головний редактор;
Мушанов В. П., д. т. н., професор – заст. гол. редактора (науковий редактор);
Югов А. М., д. т. н., професор – відповідальний редактор випуску; технічний редактор.

Редакційна колегія:

Висоцький С. П., д. т. н., професор;	Мушанов В. П., д. т. н., професор;
Горожанкін С. А., д. т. н., професор;	Пенчук В. О., д. т. н., професор;
Горохов Є. В., д. т. н., професор;	Петраков О. О., д. т. н., професор;
Кожемяка С. В., к. т. н., доцент;	Шалений В. Т., д. т. н., професор;
Левін В. М., д. т. н., професор;	Югов А. М., д. т. н., професор.
Лобов М. І., д. т. н., професор;	

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

Підписано до випуску 23.12.2019

Адреса редакції і видавця

86123, ДНР, м. Макіївка, вул. Державіна, 2,
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»
+38(062) 343-7033; +38(062) 343-7028
E-mail: vestnik@donnasa.ru, <http://vestnik.donnasa.ru>

Наказом МОН ДНР № 464 від 02.05.2017 р. журнал включено до переліку рецензованих наукових видань, в яких повинні бути опубліковані основні наукові результати дисертацій на здобуття наукового ступеня кандидата наук, на здобуття наукового ступеня доктора наук

Випущено у поліграфічному центрі
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»
86123, ДНР, м. Макіївка, вул. Державіна, 2

© ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури», 2019

УДК 69.059.7:669.162.213

А. М. ЮГОВ, В. Д. ШЕВЧЕНКО, А. А. ТИМОШКО

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ОПЫТ РЕКОНСТРУКЦИИ КОМПЛЕКСА ДОМЕННОЙ ПЕЧИ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА НАДВИЖКИ

Аннотация. Статья посвящена анализу авторского опыта при реконструкции комплекса доменной печи в условиях действующего производства. Приведена схема реальной монтажной площадки с указанием расположения главных элементов. В тексте рассмотрены принципы организации монтажной площадки и управления процессом возведения. Также изложены и подробно разобраны предложенные авторами технологические решения для обеспечения процесса укрупнительной сборки, монтажа и надвигки доменной печи, а именно: использование временных инвентарных эстакад для доставки блоков конструкций от места укрупнения до монтажной площадки; конструкция, место расположения и принцип работы временного стенда для укрупнения доменной печи, а также перечень и назначение монтажных механизмов. Кроме того, в статье затронуты вопросы реконструкции вспомогательных сооружений, например, пылеуловителя. Изложен непосредственно процесс надвигки печи в проектное положение и сделаны выводы о целесообразности применения избранных технологических решений.

Ключевые слова: доменная печь, технология надвигки, блочный монтаж, укрупнительная сборка, укрупнительный стенд, временная эстакада, стесненные условия.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Реконструкция зданий и сооружений на предприятиях в условиях действующего производства, безусловно, является актуальной проблемой. В условиях современных экономических реалий остановка практически любого производства даже на незначительный по времени период реконструкции может обернуться для владельцев предприятия большими убытками, вследствие чего единственным адекватным способом ремонта и замены конструкций зданий и сооружений является реконструкция без остановки основного технологического процесса предприятия. Данный метод реконструкции несет в себе определенные сложности, такие как: стесненные условия монтажной площадки; отсутствие прямого доступа к тем или иным частям сооружения; невозможность доставки конструкций на монтажную площадку традиционными путями и т. д. Поэтому инженерам, зачастую необходимо разрабатывать нестандартные пути решения вышеуказанных проблем, чтобы добиться необходимого уровня качества, безопасности и скорости проведения реконструкции.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В настоящее время существует большое количество разнообразных пособий и руководств, посвященных технологии и организации строительного производства при реконструкции промышленных предприятий, как более новые, к примеру [1], так и более старые, такие как [2, 3, 4]. Кроме того, в разных странах существует ряд специальных нормативных документов, регламентирующих проведение реконструкции зданий и сооружений. Так, в Украине существует документ [5], а в России был разработан документ [6]. Кроме того, процесс реконструкции и выполняемые работы не должны противоречить положениям общестроительных нормативных документов, таких как [7]. Важным вопросом также является обеспечение безопасности при проведении работ по реконструкции. Требования безопасности также указаны в нормативных документах различных стран, к примеру

[8] – для Украины и [9] – для России. Однако, как уже было отмечено ранее, в определенных, довольно часто встречающихся при реконструкции, случаях необходимо прибегать к нестандартным технологическим решениям, которые не описаны в пособиях, рекомендациях и нормативных документах, для обеспечения более рациональной организации работ с достаточной степенью их безопасности.

ЦЕЛИ

Целью статьи является анализ предложенных авторами технологических и организационных решений при реконструкции доменной печи № 4 завода «Азовсталь» в условиях действующего цеха.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

На заводе «Азовсталь» в г. Мариуполь была осуществлена реконструкция комплекса доменной печи № 4, в результате которой объем печи увеличился до 1 800 м³.

Выполнение строительно-монтажных работ в стесненных условиях действующего доменного цеха с непрерывным технологическим процессом предопределило основные решения по организации монтажной площадки – размещение монтажных механизмов, площадок для складирования и укрупнительной сборки строительных конструкций, устройство временных и постоянных железнодорожных путей для подачи строительных конструкций, а также места установки временных стенов для сборки доменной печи и пылеуловителя (рис. 1).

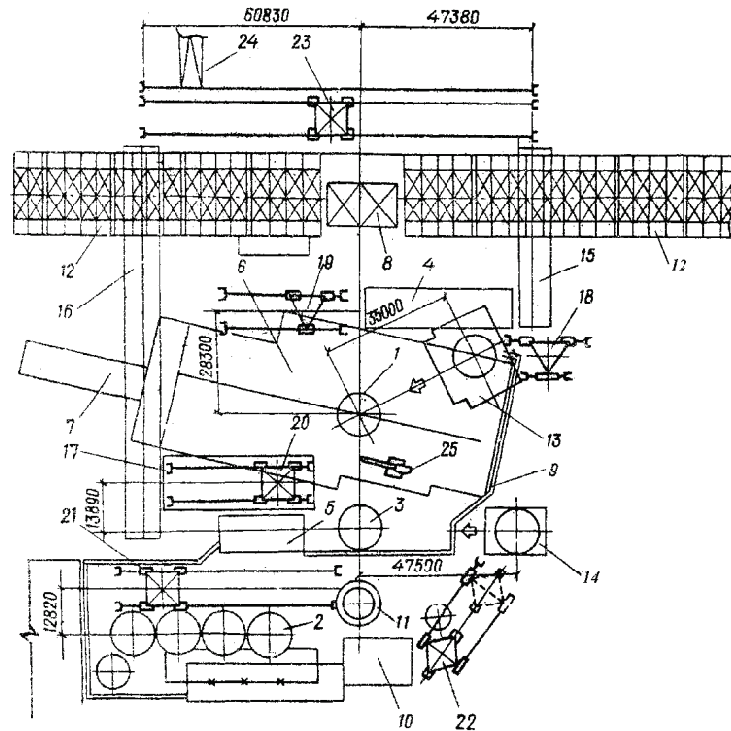


Рисунок 1 – Схема монтажной площадки доменной печи № 4: 1 – доменная печь; 2 – воздушонагреватели; 3 – пылеуловитель; 4 – мазгал; 5 – КНП; 6 – литейный двор; 7 – вытяжная станция литейного двора; 8 – скиповая яма; 9 – кабельная галерея; 10 – здание ЦВС и фильтронасосной; 11 – скруббер; 12 – бункерная эстакада; 13 – стенд для сборки доменной печи; 14 – стенд для сборки пылеуловителя; 15 – передаточная эстакада № 1; 16 – передаточная эстакада № 2; 17 – эстакада под кран; 18 – кран БК-1000 №1; 19 – кран БК-1000 № 2; 20 – кран БК-1000; 21 – кран БК-900; 22 – кран БК-300; 23 – кран БК-406М; 24 – козловой кран УСП-50-50; 25 – гусеничный кран СКГ-40.

Доменная печь № 4 расположена в средней части доменного цеха между действующими шлако- и чугуновозными путями, ограниченными с одной стороны бункерной эстакадой, а с другой – блоком воздушонагревателей.

С целью обеспечения бесперебойной работы доменного цеха при одновременном производстве строительно-монтажных работ впервые в отечественной практике реконструкции доменных печей был разработан и внедрен крупноблочный монтаж конструкций с применением временных инвентарных эстакад для подачи укрупненных блоков с расположенного на рудном дворе центрального склада конструкций в монтажную зону. Такой метод позволил вести работы без нарушения технологического процесса работы доменного цеха.

Одной из сложных технических задач подготовительного периода, связанных с надвижкой полностью зафутерованной доменной печи, являлся правильный выбор места сборки печи и устройство временного сборочного стенда. Согласно проекту производства работ (далее – ППР), место сборки доменной печи было определено на расстоянии 35 м от ее проектного положения под углом 25° к продольной оси цеха между существующими воздухонагревателями печи № 4 и действующими шлаковозными путями (рис. 1, поз. 13).

Место сборки блока пылеуловителя, лифта и маршевой лестницы располагалось на расстоянии 47,5 м от проектного положения пылеуловителя на оси существующего пути №6, временно перекрытого со стороны доменной печи № 3 (рис. 1, поз. 14).

В соответствии с ППР для реконструкции объектов комплекса печи были установлены пять башенных кранов (рис. 1):

1) БК-1000 № 1 – для монтажа непосредственно доменной печи с колошниковым устройством, основной части поддоменника, литейного двора № 2, здания колошникового подъемника и переходных мостов;

2) БК-1000 №2 – для монтажа литейного двора № 1 и поддоменника, наклонного моста, сливной ямы, подъемника коксовой мелочи;

3) БК-1000 – для монтажа нисходящего газопровода, литейного двора № 1, здания КНП, переходных мостов;

4) БК-900 – для монтажа блока воздухонагревателей, установки для взятия печи на тягу, электрокабельной галереи, промпроводок;

5) БК-300 – для монтажа блоков пылеуловителя, газоочистки и др.

Управление ходом реконструкции комплекса печи базировалось на применении поузлового метода организации строительства. Весь комплекс был разбит на 16 узлов, для каждого из которых был разработан узловой сетевой график.

Основные работы по укрупнительной сборке конструкций доменной печи, воздухонагревателей и литейного двора производились на специально отведенных на рудном дворе площадках, обслуживаемых кранами У КП-50-50 и БК-406м грузоподъемностью 50 т. На данных площадках выполнялись следующие работы:

- разгрузка и складирование конструкций, прибывших с завода-изготовителя;
- учет и сортировка по технологическим узлам;
- правка отдельных элементов, поврежденных при транспортировке;
- изготовление мелких конструкций и приспособлений для монтажа;
- укрупнительная сборка конструкций и частично складирование.

Укрупненные на рудном дворе блоки конструкций массой до 50 т подавались на монтажную площадку по временным инвентарным эстакадам № 1 и № 2 (рис. 1, поз. 15, 16), сооруженным над действующими промпроводками и железнодорожными путями доменного цеха. По данным эстакадам (длиной соответственно 66 и 232 м с шагом колонн 6...12 м) перемещались площадки-тележки грузоподъемностью 50 т, которые были изготовлены на базе ходовых тележек крана БК-300, приводимых в движение электрическими лебедками, установленными в торцах эстакад.

Эстакада длиной 36 м под башенный кран (рис. 1, поз. 17) в конструктивном отношении представляла собой металлические рамы пролетом 18 м, связанные между собой по верхнему поясу балками-мостомами пролетом 6...12 м.

Положительное влияние на организацию работ по укрупнению конструкций на рудном дворе оказала разработка в составе ППР чертежей КМД по принципу «чертеж – монтажный блок». Всего для объектов центрального узла разработано до 125 таких чертежей. Одновременно с разработкой блока решались вопросы его строповки.

Монтаж конструкций доменной печи на временном стенде производился при помощи гусеничного крана СКГ-40 БС – для сборки конструкций ниже мораторного кольца, и башенного крана БК-1000 № 1 – для конструкций выше мораторного кольца. Укрупнительная сборка кожуха в монтажные блоки массой до 50 т производилась на рудном дворе при помощи козлового крана.

В общем объеме монтажных работ при сооружении доменной печи значительная часть приходится на работы, связанные с монтажом холодильных плит. Холодильные плиты монтировались при помощи специального прижимного приспособления и тельфера одновременно с основными конструкциями доменной печи. Они подавались в печь на тележке, установленной на временные блоки, которые были закреплены на кожухе доменной печи и кольцевом воздуховоде горячего дутья. В кожухе печи был вырезан проем для заезда тележки с холодильником.

В процессе монтажа качество выполняемых работ регулярно контролировалось производственным персоналом, а геометрические размеры и высотные отметки – геодезической службой монтажного управления.

Временный стенд, на котором собиралась доменная печь, представлял собой платформу размером 18×21 м, состоящую из балок высотой 1,8 м, связанных между собой вспомогательными блоками, настилом и залитую бетоном. Платформа опиралась на накаточное устройство, состоящее из нижних неподвижных слябов толщиной 150 мм и стали ст5, роликов диаметром 150 мм, длиной 1 400 мм и верхних неподвижных слябов толщиной 120 мм из стали 10 Г2С1.

Роликовый накаточный путь представлял собой звенья по 4...8 роликов с шагом 200 мм. Звенья соединялись планками в общую цепь, длина которой была рассчитана так, чтобы при подвижке не требовалась перекладка звеньев.

Для лучшего сцепления с бетоном к нижним плоскостям слябов приварены уголки 100×10 с шагом 500 мм. По обеим сторонам сляба через 1,5...2,0 м были закреплены установочные болты диаметром 30 мм, верхняя горизонтальная плоскость которых тщательно выверялась перед подливкой слябов.

Для ограничения смещения доменной печи при надвижке относительно продольной оси в плане к платформе приварили четыре специальных роликовых упора (рис. 2). Часть стенда, которая примыкала к фундаменту печи, а также пути надвижки, проходящие по фундаменту печи, были устроены после её остановки и разборки.

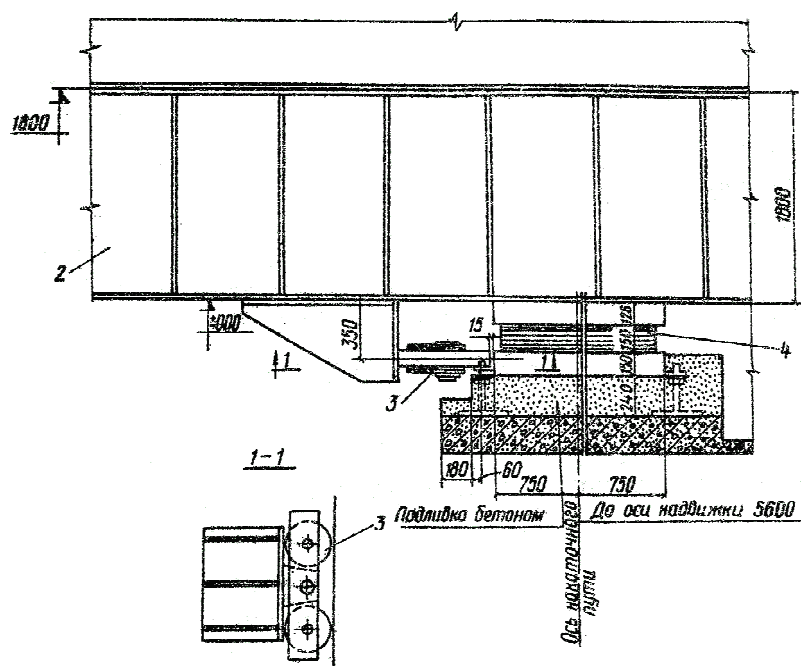


Рисунок 2 – Схема устройства накаточных путей: 1 – кожух доменной печи; 2 – накаточная платформа; 3 – упорные катки; 4 – ролик.

Надвижка печи осуществлялась с помощью 15-ниточных полиспастов суммарным тяговым усилием 260 тс и двух тяговых лебедок усилием 12,5 тс каждая. В начальный момент надвижки усилие лебедок составляло 129 ст, а в процессе надвижки – 98 тс. Усилие в полиспасте контролировалось динамометром, установленным на уравнительной нитке полиспастов. Для преодоления сил инерции при трогании с места позади печи на каждом накаточном пути были установлены два 200 – тонных гидравлических домкрата.

После очистки накаточных путей от строительного мусора при натянутых полиспадах синхронно включались два гидравлических домкрата и доменная печь в составе: кожуха, колошникового устройства, холодильных плит, горна и шахты, футеровочных плит купола, защитных сегментов колошника, огнеупорной кладки горна, свечей кольцевого воздухопровода, сантехнического и электротехнического оборудования, другими словами, стопроцентной готовности (рис. 3), была передвинута в проектное положение за 1 час 25 мин. Техническая скорость надвижки при этом составила 0,012 м/с. Период от остановки старой печи до пуска новой – 98 суток. Общая масса надвигаемого блока – 12 500 т.

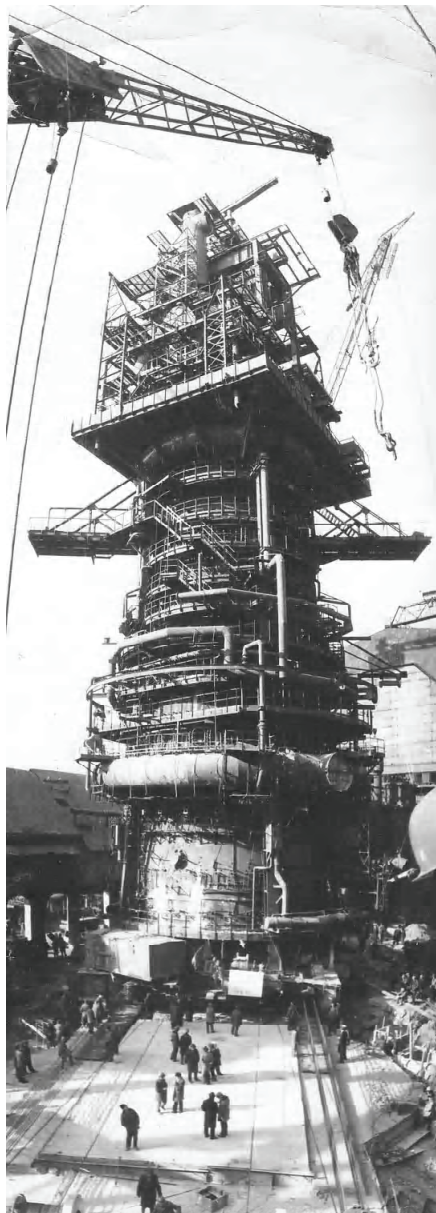


Рисунок 3 – Укрупненная на временном стенде доменная печь № 4 перед надвижкой.

Проектное положение печи контролировалось по нанесенным на платформе и фундаменте рискам вдоль поперечной и продольной оси. Одновременно выполнялась проверка положения печи оптическим квантовым генератором АГ-56.

ВЫВОДЫ

В условиях реконструкции без остановки производства предварительная сборка сооружения из крупных блоков с последующей надвижкой способна обеспечить проведение реконструкции доменной печи в наиболее короткие сроки, сокращая период ее остановки с 9–12 месяцев до 80–100 дней.

Реконструкция доменной печи с использованием эстакадного метода и укрупнением конструкций вне пределов монтажной площадки оказалась наиболее эффективным решением в условиях действующего доменного цеха.

Предварительную сборку инженерного сооружения из крупных блоков с последующей надвижкой можно рекомендовать в качестве типового метода реконструкции такого типа крупных строительных сооружений и технологических агрегатов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жадановский, Б. В. Организация строительного производства в условиях реконструкции зданий и сооружений [Текст] : учеб. пособие / Б. В. Жадановский, М. Ф. Кужин. – М. : изд. «Ассоциации строительных ВУЗов», 2010. – 50 с.
2. Реконструкция зданий и сооружений : учеб. пособие для строит, спец. вузов [Текст] / А. Л. Шагин, Ю. В. Бондаренко, Д. Ф. Гончаренко, В. Б. Гончаров ; под ред. А. Л. Шагина. – М. : Высш. шк., 1991. – 352 с : ил.
3. Руководство по организации строительного производства в условиях реконструкции промышленных предприятий, зданий и сооружений [Текст] / ЦНИИОМТП Госстроя СССР. – М. : Стройиздат, 1982. – 223 с.
4. Разработка проектов организации строительства и проектов производства работ для реконструкции действующих предприятий, зданий и сооружений [Текст] / ЦНИИ организации, механизации и техн. помощи стр-ву. – М. : Стройиздат, 1990. – 68 с. : ил. – (Справ. пособие к СНиП).
5. ДБН В.3.1-1-2002 Ремонт і підсилення несучих та огорожувальних будівельних конструкцій і основ промислових будинків та споруд [Текст]. – Надано чинності 2003-07-01. – К. : Держ. комітет України з будівництва і архітектури, 2003. – 52 с.
6. СТО НОСТРОЙ 98-2013 Стандарт организации. Организация строительного производства. Промышленное строительство. Реконструкция зданий и сооружений [Текст]. – Введен впервые ; введ. 2013-03-15 / ООО «ЦНИОМТП». – М. : Национальное объединение строителей, 2012. – 120 с.
7. СП 70.13330.2012 Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 [Текст] – Введ. 2013-01-01 / Мин-во рег. развит. Российской Федерации. – М. : Минрегион России, 2012. – 170 с.
8. ДНАОП 6.1.00-1.12-01 Государственный нормативный акт по охране труда. Правила безопасности при реконструкции зданий и сооружений промышленных предприятий [Текст]. – Введен впервые ; утв. 2001-04-02. – К. : Мин. труда и соц. политики, 2000. – 51 с.
9. СП 12-136-2002 Свод правил по проектированию и строительству. Безопасность труда в строительстве. Решения по охране труда и промышленной безопасности в проектах организации строительства и проектах производства работ [Текст]. – Введ. 2002-09-17. – М. : Госстрой России, 2003. – 10 с.

Получено 08.11.2019

А. М. ЮГОВ, В. Д. ШЕВЧЕНКО, А. О. ТИМОШКО ДОСВІД РЕКОНСТРУКЦІЇ КОМПЛЕКСУ ДОМЕННОЇ ПЕЧІ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДУ НАСУВАННЯ ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Стаття присвячена аналізу авторського досвіду при реконструкції комплексу доменної печі в умовах діючого виробництва. Наведено схему реального монтажного майданчика із зазначенням розташування головних елементів. У тексті розглянуті принципи організації монтажного майданчика і управління процесом зведення. Також викладені й докладно розібрані запропоновані авторами технологічні рішення щодо забезпечення процесу укрупнювального збирання, монтажу і насування доменної печі, а саме: використання тимчасових інвентарних естакад для доставки блоків конструкцій від місця укрупнення до монтажного майданчика; конструкція, місце розташування і принцип роботи тимчасового стенду для укрупнення доменної печі, а також перелік і призначення монтажних механізмів. Крім того, в статті підняті питання щодо реконструкції допоміжних споруд, наприклад пиловловлювача. На завершення статті викладено безпосередньо процес насування печі в проектне положення і зроблені висновки щодо доцільності застосування обраних технологічних рішень.

Ключові слова: доменна піч, технологія насування, блоковий монтаж, укрупнювальне збирання, укрупнювальний стенд, тимчасова естакада, обмежені умови.

ANATOLIY YUGOV, VALERIY SHEVCHENKO, ANDREY TYMOSHKO
EXPERIENCE IN RECONSTRUCTION OF A BLAST FURNACE COMPLEX USING
THE PUSH-UP METHOD

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article is devoted to the analysis of the author's experience in reconstruction of the blast furnace complex in the functioning manufacture conditions. The scheme of a real construction site with indication the location of main elements has been shown. Principles of organizing of construction site and construction process management have been discussed in the text. Also it has been described and discussed in detail the proposed technological solutions to ensure a process of pre-assembly, assembly and sliding the blast furnace, as follows: using temporary inventory overpasses for the delivery of structural units from the place of enlargement to the construction site; structure, location and working principle of a temporary stand for enlargement of a blast furnace; the list and purpose of used construction cranes are also outlined and detailed in the article. In addition, the article deals with the reconstruction of auxiliary structures, such as a dust collector. The process of moving the furnace to the design position is described directly and conclusions are made about the feasibility of using the selected technological solutions.

Key words: blast furnace, sliding technology, block assembly, pre-assembly, enlargement stand, temporary overpass, cramped conditions.

Югов Анатолий Михайлович – доктор технических наук, профессор; заведующий кафедрой технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия 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.

Шевченко Валерий Дмитриевич – старший преподаватель кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: реконструкция промышленных предприятий, разработка дополнительных технических требований к строительным конструкциям на стадии изготовления.

Тимошко Андрей Александрович – ассистент кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: напряженно-деформированное состояние металлических конструкций каркасов высотных зданий в переходных состояниях.

Югов Анатолій Михайлович – доктор технічних наук, професор; завідувач кафедри технології і організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія 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.

Шевченко Валерій Дмитрович – старший викладач кафедри технології і організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: реконструкція промислових підприємств, розробка додаткових технічних вимог до будівельних конструкцій на стадії виготовлення.

Тимошко Андрій Олександрович – асистент кафедри технології і організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: напружено-деформований стан металевих конструкцій каркасів висотних будівель у перехідних станах.

Yugov Anatoliy – D. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: planning, editing, exploitation, technical diagnostics, estimation of the technical state, reconstruction and strengthening of build metallic constructions, technology and organization of works, is at building and reconstruction of buildings and buildings.

Shevchenko Valeriy – senior lecturer, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: reconstruction of industrial enterprises and development of additional technical requirements for structures at the manufacturing stage.

Tymoshko Andrey – assistant, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: stress-strain state of metal structured frames of high-rise buildings in transition states

УДК 69.059.6

С. В. КОЖЕМЯКА, В. А. МАЗУР, Т. Н. КУЦЕНКО, П. С. НАЙДЁНОВА
ГОО ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО СПОСОБА ДЕМОНТАЖА ПАНЕЛЬНОГО ЖИЛОГО ДОМА

Аннотация. Статья посвящена выбору способа демонтажа панельного жилого дома. Рассмотрены два основных способа – механизированный процесс сноса и поэлементная разборка здания. Изучены преимущества и недостатки каждого способа. Подобраны ведущие машины и механизмы, определена стоимость их аренды и эксплуатации. В качестве объекта исследования выбран 5-этажный крупнопанельный четырехподъездный жилой дом, расположенный в микрорайоне «Химик» в городе Макеевка. Определены технико-экономические показатели выбранных способов, выяснена остаточная стоимость демонтированных конструкций. Анализ времени эксплуатации основных машин показал, что при поэлементном демонтаже краны используются неэффективно. Кроме того, необходимо учитывать плотность городской застройки, доступность ведущих машин и механизмов в регионе и т. д. Поэтому необходимы дальнейшие исследования, которые позволят сформировать рациональную схему демонтажа не только одного здания, но и целого микрорайона с учетом всех факторов и требований.

Ключевые слова: способы демонтажа зданий, поэлементная разборка конструкций, снос зданий, технико-экономические показатели демонтажа.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Как показали обследования 4- и 5-этажных жилых панельных и кирпичных домов, возведенных в период массовой застройки с конца 50-х и до конца 70-х годов (так называемых «хрущёвок»), эти здания устарели не только физически, когда износ некоторых конструкций и инженерных систем приближается к предельному, но и морально. Данная проблема усугубляется тем, что застройки подобными домами носили массовый характер и выполнялись целыми кварталами и микрорайонами. В практике отечественного строительства используются два варианта по решению данной проблемы: реновация здания с выполнением комплекса работ по перепланировке, увеличению жилой площади и объема здания, утеплению и т. д., и демонтаж здания с возведением на его месте жилья, соответствующего современным требованиям и нормам. Бурное развитие крупных областных городов, в которых подобные микрорайоны, как правило, размещены в центральных частях, связано с дефицитом свободной для застройки земли и предопределяет необходимость демонтажа не только отдельных жилых домов, но и целых микрорайонов.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Исследованиям конструктивно-технологических решений при капитальном ремонте и реконструкции зданий и сооружений посвящены работы как отечественных, так и зарубежных ученых [5–7], разработаны нормы и правила по проектированию и производству работ. Особенности технологии и организации работ по поэлементному демонтажу и сносу зданий изучены в меньшей степени. Также отсутствует научно обоснованная методика по выбору способов демонтажа как отдельных зданий, так и целых микрорайонов. Поэтому необходимы исследования в данном направлении.

Целью работы является технико-экономическое сравнение вариантов по демонтажу пятиэтажного панельного жилого дома.

В мировой практике производства используются три основных способа разрушения зданий и сооружений:

© С. В. Кожемяка, В. А. Мазур, Т. Н. Куценко, П. С. Найдёнова, 2019

- поэлементный демонтаж с использованием башенных или самоходных кранов,
- разрушение конструкций механическим способом с использованием гидравлических экскаваторов, тракторов и кранов со специальным навесным оборудованием,
- разрушение направленным взрывом.

Поэлементный демонтаж конструкций характеризуется более высокой трудоёмкостью и большими сроками производства работ, строгой последовательностью производства работ, необходимостью обеспечения устойчивости некоторых конструктивных элементов, большим объемом ручного труда. Основным рабочим механизмом является башенный или самоходный стреловой (автомобильный или гусеничный) кран. Несомненным достоинством данного способа является вторичное использование демонтируемых конструкций. Испытания кернов, выбранные в демонтированных железобетонных панелях, показали прирост прочности бетона до 30 % за период эксплуатации около 40 лет [1–3], что делает рациональным использование конструкций, например, в дорожном строительстве.



Рисунок 1 – Панельный жилой дом, г. Макеевка.

мик» в городе Макеевка (рис. 1). Площадь этажа составляет 873,6 м², общая площадь дома – 4 368,0 м², строительный объем здания – 15 328,0 м³. В процессе натурного обследования уточнены следующие основные конструктивные решения: фундамент выполнен из сборных железобетонных блоков, наружные стены – из панелей толщиной 400 мм, внутренние стены – из панелей толщиной 160 мм, перегородки – гипсобетонные толщиной 80 мм, лестницы – из сборных железобетонных конструкций, кровля – плоская многослойная из рубероида, приклеенного на мастике.

При исследовании архитектурно-планировочных характеристик микрорайона «Химик» в г. Макеевка установлено, что данный жилой дом является наиболее распространенным в застройке (35 домов) (рис. 2), хотя встречаются и 4-х этажные кирпичные жилые дома приблизительно тех же годов постройки.

В работе рассмотрены два способа демонтажа зданий.

Выбор механизмов при поэлементном демонтаже производился с учетом наибольшего веса и габаритов демонтируемой конструкции здания – это сборная железобетонная панель перекрытия. Требуемая грузоподъемность крана при наибольшем вылете до 30 м не превышает более 5 т. Высота подъема крюка при разборке крыши и пятого этажа составляет 18...20 м. Для

Разрушение конструкций механическим способом осуществляется методом ударного или раскалывающего действия. Стреловые краны и экскаваторы со свободно падающим грузом (клин – или шар-молотом) применяются при сносе кирпичных стен и перегородок, железобетонных и бетонных арочных покрытий. Тракторы со свободно падающим рабочим органом (клин-бабой, шар-молотом и т. д.) используются для разрушения бетонных и асфальтобетонных покрытий и дорог. Использование экскаваторов со специальным сменным оборудованием (пневмо- и гидромолоты, гидроножницы, бетоноломы и бетоноизмельчители, ковши) позволяет демонтировать все виды конструкций.

Объектом исследования в работе является 5-этажный крупнопанельный четырехподъездный жилой дом, расположенный в микрорайоне «Хи-

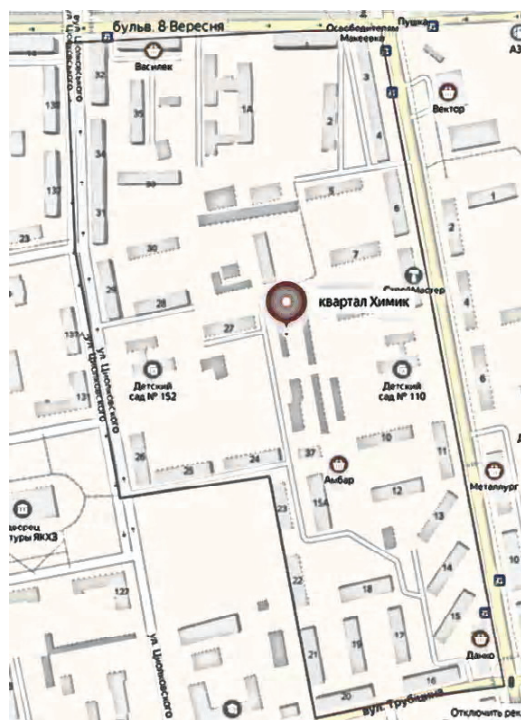


Рисунок 2 – Планировка микрорайона «Химик», г. Макеевка.

демонтажа объекта был рассмотрен случай с применением автомобильного крана КС-5374. Работы выполняются комплексной бригадой из 8 рабочих, в составе которых крановщик, стропальщики, газорезчики, монтажники. Трудоёмкость разборки здания составляет 670 чел.-дн. Комплект основных используемых машин состоит из крана КС-5473, экскаватор Hitachi 400 и бульдозера ДЗ-59.

При сносе механическим способом применяются два экскаватора (LIEBHERR 944 и Hitachi 400) и бульдозер ДЗ-59. Совместная работа двух экскаваторов обеспечивает интенсивный процесс демонтажа надземной части зданий. Работы данным способом производятся комплексной бригадой из 8 рабочих, в составе которых крановщик, монтажники. Трудоёмкость сноса здания составляет 630 чел.-дн.

При технико-экономическом сравнении вариантов использовались сборники ГЭСН. Также учитывались затраты на доставку строительной техники на объект и остаточная стоимость материалов [4].

Углубленный анализ трудоёмкости выбранных способов демонтажа на 100 м³ демонтируемого здания (рис. 3) показал, что затраты труда рабочих при поэлементном демонтаже почти на 20 % больше, чем при сносе здания, затраты труда машинистов приблизительно равны.

В то же время непосредственного использования ведущих машин при сносе приблизительно на 30 % меньше, чем при поэлементной разборке конструкций (рис. 4), что свидетельствует о простоях

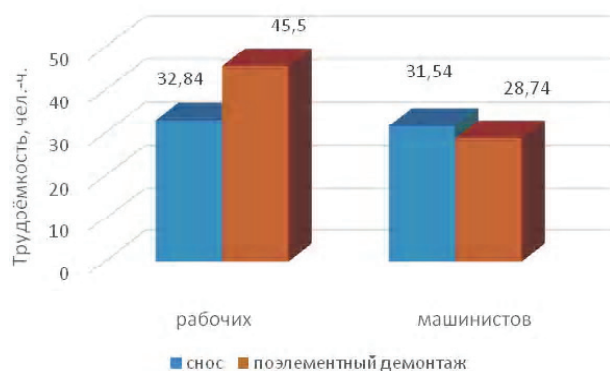


Рисунок 3 – Анализ трудоёмкости методов демонтажа на 100 м³ здания.

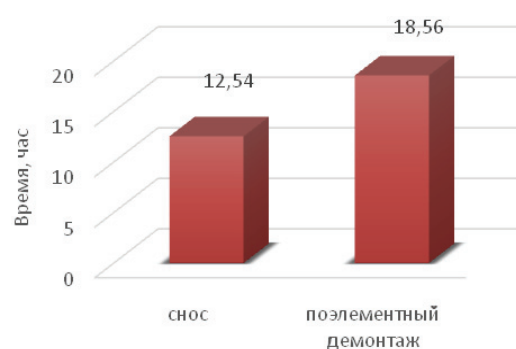


Рисунок 4 – Время использования ведущих машин на 100 м³ здания.

крана при выполнении работ и снижает эффективность использования кранов при поэлементном демонтаже.

При определении технико-экономических показателей помимо непосредственно стоимости демонтажных работ необходимо учитывать стоимость аренды машин и механизмов, которая значительно увеличивает затраты на производство работ, и остаточную стоимость материалов при поэлементной разборке конструкций, позволяющую сократить затраты (таблица).

Таблица – Техничко-экономическое сравнение укрупнённых показателей по демонтажу конструкций

Критерий/Способ	Механическое разрушение	Поэлементная разборка
Трудоёмкость работ, чел.-дн	530	670
Продолжительность, дн.	66	84
Стоимость демонтажных работ, тыс. руб.	58,799	1 718,470
Общая стоимость эксплуатации машин и механизмов, тыс.руб.	6 031,200	2 418,700
Стоимость работ, тыс. руб	6 089,999	3 137,170
Остаточная стоимость материалов, тыс. руб.	—	549,705

ВЫВОДЫ

Проведенный анализ показал, что стоимость и трудоёмкость, стоимость и продолжительность работ при сносе конструкций разрушающим способом значительно меньше, чем при поэлементной

разборке. Но стоимость аренды специальных экскаваторов в 2,3 раза больше, чем при использовании комплекта машин для поэлементного демонтажа. Поэтому с учетом остаточной стоимости материалов при поэлементном демонтаже экономически целесообразно использовать этот метод.

Кроме того, при выборе способа демонтажа зданий необходимо учитывать доступность машин и механизмов в регионе производства работ, плотность городской застройки, материалы основных несущих и ограждающих конструкций. Поэтому необходимы дальнейшие исследования, которые позволят сформировать рациональную схему демонтажа не только одного здания, но и целого микрорайона с учетом всех факторов и требований.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 325.1325800.2017 Здания и сооружения. Правила производства работ при демонтаже и утилизации [Текст]. – Введ. 2018-03-01. – М. : ЦНИИПромзданий, 2018. – 48 с.
2. СП 48.13330.2011 Организация строительства [Текст] : актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 (с Изменением N 1) ; введ. 2011-05-20. – М. : ООО «ЦНИОМТП», 2011. – 25 с.
3. СТО НОСТРОЙ 2.33.53-2011 Снос (демонтаж) зданий и сооружений [Текст]. Введен впервые ; введ. 2011-12-23. – М. : Издательство «БСТ», 2012. – 45 с.
4. Указания по применению сметных расценок на разборку пятиэтажных панельных жилых зданий и учет затрат на утилизацию строительного мусора и переработку во вторичное сырье материалов, получаемых от разборки [Текст] / ГУП «НИАЦ». – М. : ГУП «НИАЦ», 1999. – 14 с.
5. Афанасьев, А. А. Реконструкция жилых зданий [Текст] : учебное пособие для студентов направления 270100 «Строительство» / А. А. Афанасьев, Е. П. Матвеев ; Ч. 1 : Технологии восстановления эксплуатационной надежности жилых зданий. – М. : 1999. – 57 с.
6. Разборка жилых зданий и переработка их конструкций и материалов для повторного использования. [Текст] / В. Н. Колосков, П. П. Олейник, А. Ф. Тихонов. – М. : Издательство АСВ, 2004. – 199 с.
7. Методические рекомендации по разработке и оформлению проекта организации строительства, проекта организации работ по сносу (демонтажу), проекта производства работ [Текст] / Центральный научно-исследовательский Проектно-экспериментальный Институт Организации, Механизации и Технической Помощи Строительству. – М. : ЦНИИОМТП, 2009. – 21 с.

Получено 01.11.2019

С. В. КОЖЕМ'ЯКА, В. О. МАЗУР, Т. М. КУЦЕНКО, П. С. НАЙДЬОНОВА
ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО СПОСОБУ ДЕМОНТАЖУ ПАНЕЛЬНОГО
ЖИТЛОВОГО БУДИНКУ
ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Анотація. Стаття присвячена вибору способу демонтажу панельного житлового будинку. Розглянуто два основні способи – механізований процес зносу і поелементного розбирання будівлі. Вивчено переваги і недоліки кожного способу. Підібрані провідні машини і механізми, визначена вартість їх оренди та експлуатації. Як об'єкт дослідження обрано 5-поверховий великопанельний чотириповерховий житловий будинок, розташований у мікрорайоні «Хімік» у місті Макіївка. Визначено техніко-економічні показники обраних способів, з'ясована залишкова вартість демонтованих конструкцій. Аналіз часу експлуатації основних машин показав, що при поелементному демонтажі крани використовуються неефективно. Крім того, необхідно враховувати щільність міської забудови, доступність провідних машин і механізмів в регіоні тощо. Тому необхідні подальші дослідження, які дозволять сформувати раціональну схему демонтажу не тільки одного будинку, але і цілого мікрорайону з урахуванням всіх факторів і вимог.

Ключові слова: способи демонтажу будівель, поелементне розбирання конструкцій, знесення будівель, техніко-економічні показники демонтажу.

SERGEY KOZHEMYAKA, VICTORIA MAZUR, TATYANA KUTSENKO,
POLINA NAYDYONOVA
THE CHOICE OF A RATIONAL METHOD OF DISMANTLING OF A PANEL
RESIDENTIAL BUILDING
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article is devoted to the choice of the method of dismantling of a panel residential building. Two main methods are considered – the mechanized demolition process and the elementwise dismantling

of the building. The advantages and disadvantages of each method were studied. Leading machines and mechanisms were selected, the cost of their rent and operation was determined. A 5-storey large-panel four-driveway residential building located in the «Khimik» micro district in the city of Makeyevka was chosen as the object of study. The technical and economic indicators of the selected methods are determined; the residual value of the dismantled structures is clarified. Analysis of the operating time of the main machines showed that cranes are used inefficiently when dismantled by element. In addition, it is necessary to take into account the density of urban development, the availability of leading cars and mechanisms in the region, etc. Therefore, further research is needed to create a rational scheme for dismantling not only one building, but also an entire neighborhood, taking into account all factors and requirements.

Key words: methods of dismantling buildings, elementwise dismantling of structures, demolition of buildings, technical and economic indicators of dismantling.

Кожемяка Сергей Викторович – кандидат технических наук, доцент; профессор кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: технология и организация строительства и реконструкции.

Мазур Виктория Александровна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: совершенствование конструктивно-технологических решений по устройству и капитальному ремонту ограждающих конструкций зданий и сооружений.

Куценко Татьяна Николаевна – старший преподаватель кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: повышение эффективности конструктивно-технологических решений при реконструкции зданий и сооружений.

Найдёнова Полина Сергеевна – магистрант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: организационно-технологические особенности процессов демонтажа жилых зданий.

Кожемяка Сергей Викторович – кандидат технічних наук, доцент; професор кафедри технології і організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: технологія і організація будівництва та реконструкції.

Мазур Вікторія Олександрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: удосконалення конструктивно-технологічних рішень по влаштуванню і капітальному ремонту огорожувальних конструкцій будівель і споруд.

Куценко Тетяна Миколаївна – старший викладач кафедри технології і організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: підвищення ефективності конструктивно-технологічних рішень при реконструкції будівель і споруд.

Найдьоновна Поліна Сергіївна – магістрант кафедри технології і організації в будівництві ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: організаційно-технологічні особливості процесів демонтажу житлових будинків.

Kozhemyaka Sergey – Ph. D. (Eng.), Associate Professor; Professor Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technology and organization of construction and reconstruction.

Mazur Victoria – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improvement of structural and technological solutions for the arrangement and overhaul of building envelopes of buildings and structures.

Kutsenko Tatyana – senior lecturer, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improving the effectiveness of the constructive-technological solutions in the reconstruction of buildings and structures.

Naydyonova Polina – master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: organizational and technological features of the processes of dismantling residential buildings.

УДК 621.878.2

В. В. ТАРАН, Д. Д. ПАРАХИН, Д. В. МУРИНЕЦ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ОБОСНОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ВОЗВЕДЕНИЯ КАРКАСНО-МОНОЛИТНЫХ ЗДАНИЙ НА НЕУСТОЙЧИВОМ ОСНОВАНИИ

Аннотация. Приведены общие сведения о применении выравнивающих устройств при возведении каркасно-монолитных зданий. Более детально рассмотрена технология монтажа выравнивающих устройств с перечнем простых операций, составляющих процесс в целом. Представлена схема обоснования организационно-технологических решений возведения высотных каркасно-монолитных зданий. Даны общие рекомендации по нормокomплекту орудий труда при выполнении работ на строительной площадке. Приведено краткое описание выравнивающих устройств, принцип работы каждого. Предложен уровень в каркасном здании с элементами колонн и плит перекрытия для расположения выравнивающих устройств. Рассчитаны технико-экономические показатели на монтаж выравнивающих устройств. Приведены показатели сравнения по трудоемкости, сметной стоимости и продолжительности монтажа.

Ключевые слова: каркасно-монолитные здания, технологичность, выравнивающие устройства.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Одной из главных проблем при возведении и эксплуатации каркасно-монолитных зданий на неустойчивом основании является обеспечение вертикальности их положения на стадии монтажа и, в дальнейшем, на стадии эксплуатации. Сложные инженерно-геологические условия являются основной причиной нестабильности оснований как строящихся, так и существующих объектов, что увеличивает риск потери их несущей способности. В связи с этим особое значение приобретает проблема контроля технического состояния несущих конструкций сооружений с целью предупреждения возникновения аварийных ситуаций и обоснованность выбора комплекса инженерных мероприятий по их недопущению. Контроль технического состояния несущих конструкций должен носить систематический характер и позволять осуществлять оценку происходящих изменений на основе количественных критериев, таких как прочность, жесткость и устойчивость конструктивных элементов нормативным требованиям. Если проектируемое здание расположено на неустойчивом основании, где происходят частые неравномерные оседания грунтов, то целесообразно применять выравнивающие устройства. Вопрос использования выравнивающих устройств остается достаточно слабо развитым.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Широкое применение конструкций выравнивающих устройств в практике строительства каркасно-монолитных зданий сдерживает практически полное отсутствие каких-либо исследований в области эффективности применяемых конструкций выравнивающих устройств экспериментального строительства в этой области.

Как показали исследования опыта возведения жилых и общественных зданий за последние годы в практике строительства, в том числе в условиях Донбасса, в основном, возводят каркасно-монолитные здания. Прежде всего это связано с простотой конструктивного решения, возможностью применения более гибкой архитектурно-планировочной системы здания. Воздействие горных выработок на здания и сооружения изменились в сторону увеличения, поскольку многократная подработка зданий и сооружений имеет иной характер напряженно-деформированного состояния в сравнении с

одиной подработкой. При строительстве зданий и сооружений на подрабатываемых территориях, на территориях угленосных месторождений, под которыми проводятся горные разработки, вследствие выемки пластов происходит сдвигание горных пород, проявляющееся на земной поверхности в виде оседаний, наклонов, прогибов, горизонтальных сдвижений и других деформаций, которые вызывают значительные повреждения и даже разрушения зданий и сооружений [1]. Несмотря на распространенную проблему корректировки накренившихся зданий в практике строительства нет опыта применения выравнивающих устройств в каркасно-монолитных зданиях на стадии монтажа для дальнейшего использования их, по необходимости, в процессе эксплуатации.

Методы исправления кренов зданий путем подъема их частей гидравлическими домкратами рассмотрены в работах Э. М. Генделя [2], М. В. Зотова [3]. Методы исправления кренов зданий путем опускания их частей (песочницы, термопластические элементы) рассмотрены в работах А. А. Петракова [4], Н. А. Живодерова [5], Е. О. Брыжато [6].

Большую популярность в России приобрели выравнивающие устройства, разработанные М. В. Зотовым [3].

ЦЕЛИ

Определить эффективность применения выравнивающих устройств при возведении каркасно-монолитных зданий для устранения деформации с учетом особенностей конструкции объекта, инженерно-геологических условий строительной площадки.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Проблема защиты зданий и сооружений от неравномерного оседания является достаточно сложной, требующей глубокого понимания причины возникновения, знания степени ответственности защищаемого объекта и основных его параметров. Объемы защиты зданий и сооружений от неравномерных осадок в различных условиях могут существенно отличаться. Поэтому необходимо выявить факторы, которые будут оказывать влияние на стоимость и на трудоемкость производства работ в случае использования выравнивающих здания устройств (рис. 1).



Рисунок 1 – Модель системы обоснования организационно-технологических решений возведения высотных каркасно-монолитных зданий.

Выравнивающие устройства должны отвечать такому требованию, как технологичность. Технологичность – это свойство конструкций, определяющее соответствие их требованиям технологии и позволяющее наиболее просто с наименьшими затратами труда, времени и средств производства осуществить их изготовление, транспортирование и монтаж при соблюдении требований безопасности работ и качества продукции. Технологичность монтажа характеризуется обобщенным свойством монтируемых конструкций, которое определяет соответствие требованиям технологии и позволяет при данных условиях изготовления транспортировать и производить монтаж с наименьшими затратами труда, материалов, средств и высоким качеством. Поэтому различают технологичность строительных конструкций при изготовлении, транспортировании и монтаже.

Раскрывается монтажная технологичность абсолютными и относительными показателями. Абсолютные показатели описывают строительно-технологическую характеристику возводимого объекта. К ним относятся количество ячеек, общее число элементов, количество укрупненных элементов, средняя масса одного элемента, максимальная масса монтируемого элемента, общая масса всех монтируемых элементов.

К числу показателей монтажной технологичности могут относиться и показатели конструктивной и технологической преемственности, рациональности используемого материала; уменьшения объемов и сложности транспортирования, сборочных и подгоночных операций и т. п. [7].

Технология монтажа выравнивающих устройств состоит из простых операций для которых требуются простые и распространенные монтажные и такелажные приспособления;

Для выравнивающих устройств, монтируемых в каркасно-монолитных зданиях, характерны общие виды работ по их монтажу на строительной площадке. К этим работам относятся:

1. Доставка.
2. Прием конструкции выравнивающего устройства.
3. Проверка на наличие дефектов.
4. Очистка места где будет установлено выравнивающее устройство.
5. Строповка устройства.
6. Подача к подготовленному месту монтажа.
7. Прием выравнивающего устройства.
8. Установка и выверка его в проектное положение.
9. Закрепление устройства.
10. Работы по антикоррозионной защите и герметизации выравнивающего устройства.
11. Защита выравнивающего устройства на период бетонирования вышележащих конструкций.

Следует понимать, что в зависимости от вида выравнивающего устройства, работы по его монтажу могут существенно отличаться, что будет влиять на общую трудоемкость и стоимость работ. Для этого необходимо выполнить моделирование систем выравнивающих устройств в зависимости от вида системы и материала основы устройства, а также с указанием ограничивающих факторов.

Операции по осуществлению монтажа выравнивающих устройств должны быть обеспечены нормокомплексом орудий труда. Нормокомплекты представляют собой такелажные и монтажные приспособления, которые были выбраны из справочников, каталогов, соответствующих типовых технологических схем [8, 9]. При выборе того или иного приспособления в первую очередь учитывается простота его конструкции и надежность использования.

В зависимости от конкретного вида устройств, набор необходимых приспособлений может отличаться. При выборе для конкретного выравнивающего устройства орудий труда, предпочтение следует отдавать монтажным приспособлениям с самоустанавливающимися и полуавтоматическими захватами, с максимальным ограничением степеней свободы конструкций при наводке, ориентировании и установке их в проектное положение, т. е. таким приспособлениям, которые обеспечивают снижение трудоемкости, повышение точности и безопасности монтажа выравнивающих устройств.

Рассмотрим, как введение того или иного выравнивающего устройства влияет на основные технологические параметры по возведению каркасно-монолитного здания. Для исследований отобраны наиболее приемлемые варианты выравнивающих устройств:

- выравнивающее устройство, работающее на принципе изъятия песка из основы устройства (ВУ1);
- выравнивающее устройство, которое работает на принципе расплавления термопластичных элементов и удаления их из основы устройства (ВУ2);
- выравнивающее устройство, с поршневым гидравлическим домкратом, которое по необходимости может поднимать или опускать части здания (ВУ3).

ВУ1 характеризуется принципом действия, которое опускает части здания, располагается в здании на цокольном этаже, монтируется отдельно в каждую колонну. По типу системы выравнивающего устройства относится к "песочницам", повторяет форму колонн здания поэтому имеет прямоугольную форму основания устройства, выполненную из металла. ВУ1 приемлемо для исправления крена зданий большой этажности путем опускания частей здания, процесс корректировки здания может повторяться. С практической точки зрения ВУ1 не рекомендуется для зданий с повышенной влажностью, поскольку, если песок наберет влагу, это может оказать негативное воздействие на процесс корректировки здания.

ВУ2 характеризуется принципом действия, которое опускает части здания, располагается в здании на цокольном этаже, монтируется отдельно в каждую колонну. По типу системы выравнивающего устройства относится к системам с термопластичными элементами, повторяет форму колонн здания, поэтому имеет прямоугольную форму основания устройства, выполненную из металла. ВУ2 приемлемо для исправления крена зданий большой этажности путем опускания частей здания, процесс корректировки здания может повторяться. С практической точки зрения ВУ1 здания не рекомендуется для зданий с нагревательными процессами, поскольку нарушение технологического процесса может привести к неподконтрольному расплаву термопластичного элемента.

ВУ3 характеризуется подъемно-опускным принципом действия, располагается в здании на цокольном этаже, монтируется отдельно в каждую колонну. По типу системы выравнивающего устройства относится к домкратным системам, а именно системе с поршневым гидравлическим домкратом. Опорная часть повторяет форму колонн здания, поэтому имеет прямоугольную форму, выполненную из металла. ВУ3 приемлемо для исправления крена зданий большой этажности, путем опускания или подъема его частей его.

Для выявления всей совокупности факторов, которые могут оказывать влияние на выбор выравнивающего устройства при возведении вертикальных конструкций, предложено рассматривать часть каркасного здания с элементами колонн и плит перекрытий, расположенную на уровне их монтажа (рис. 2).

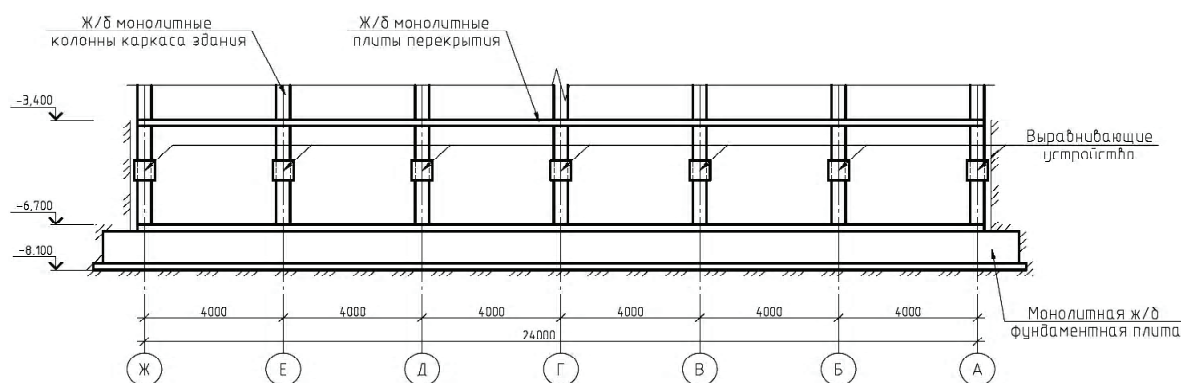


Рисунок 2 – Место расположения выравнивающих устройств.

Для выбора наиболее эффективного варианта монтажа выравнивающего устройства, и соответственно наиболее экономичного решения, выполнена оценка влияния его на общую стоимость возведения каркасно-монолитного здания.

Выполнен расчет сметной стоимости монтажа для ранее описанных вариантов выравнивающих устройств. Полученные данные представлены в таблице.

Таблица – Техничко-экономические показатели на монтаж выравнивающих устройств

	ВУ1	ВУ2	ВУ3
Сметная трудоемкость, тыс. рос. руб	52,243	54,087	52,024
Сметная стоимость, тыс. рос. руб:			
– материал	33 394,238	33 665,475	34 090,578
– монтаж	3 837,86	3 985,109	3 820,788
Продолжительность, час.	113,12	131,28	75,36

На рисунках 3–5 по данным таблицы построены гистограммы по трудоемкости, стоимости и продолжительности монтажа выравнивающих устройств.

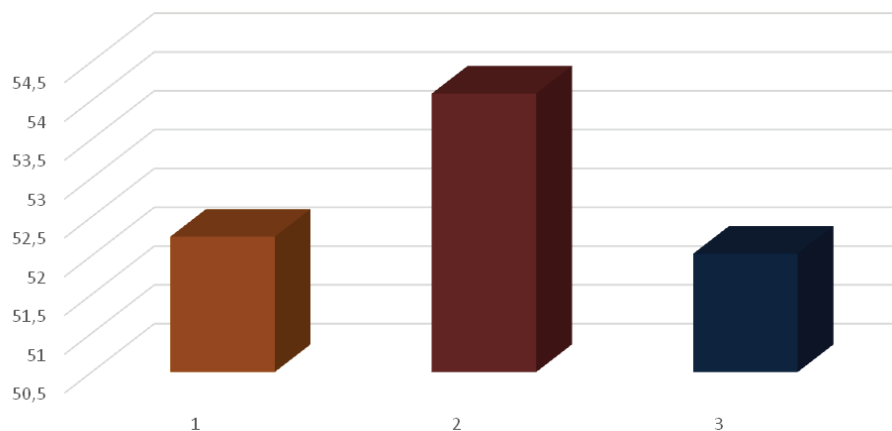


Рисунок 3 – Гистограмма сметной трудоемкости сравниваемых выравнивающих устройств.

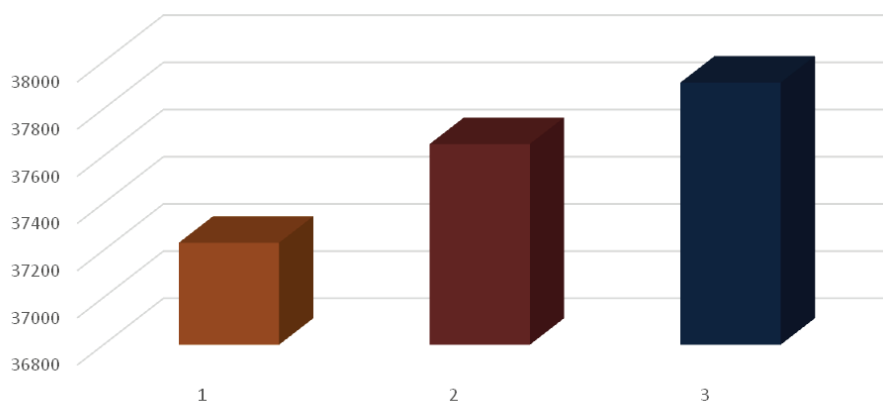


Рисунок 4 – Гистограмма сметной стоимости сравниваемых выравнивающих устройств.

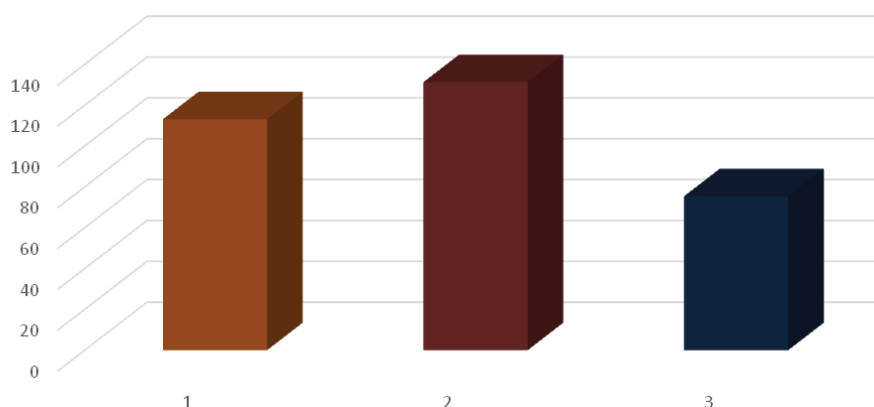


Рисунок 5 – Гистограмма продолжительности монтажа сравниваемых выравнивающих устройств.

Из полученных гистограмм следует, что наименее трудоемкими и наименее продолжительным будет установка выравнивающего устройства, с поршневым гидравлическим домкратом, которое по необходимости может поднимать или опускать части здания (ВУ3). А самым экономичным будет выравнивающее устройство, работающее на принципе изъятия песка из основы устройства (ВУ1).

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

В результате проведенного анализа технологии возведения каркасно-монокрипных зданий с выравнивающими устройствами, подтверждена гипотеза предложить строительству конструктивно-технологические решения, которые отвечают требованиям технологичности и надежности.

Технология монтажа выравнивающих устройств состоит из простых операций, для которых требуются простые и распространенные монтажные и такелажные приспособления. Организационно-технологические решения по применению в практике строительства зданий мало изучены, в связи с чем каркасно-монокрипные здания с выравнивающими устройствами практически не возводятся.

Для каждого из вариантов выравнивающих устройств составлены сметные расчеты, из которых следует, что выравнивающее устройство, работающее по принципу изъятия песка (ВУ1) на 7 и 12 % соответственно, экономичнее выравнивающего устройства, которое работает по принципу расплавления термопластичных элементов (ВУ2) и выравнивающего устройства с поршневым гидравлическим домкратом (ВУ3) соответственно. При этом сметная трудоемкость монтажа ВУ1 на 37% меньше, чем ВУ2, но больше на 5 %, чем ВУ3.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пустовойтенко, В. П. Строительство зданий и сооружений на подрабатываемых территориях [Текст] / В. П. Пустовойтенко, Е. Э. Мансуров // Перспективы развития строительных технологий : матер. 8-й междунар. научно-практич. конф. молодых уч-х, аспирантов и студ-тов (24–25 апр. 2014 г., Днепропетровск) [посвящена 110-летию научной школы геомеханики] / редкол. : О. М. Шашенко [и др.]. – Днепропетровск : Национальный горный университет, 2014. – С. 134–138.
2. Гендель, Э. М. Передвижка, подъем и выпрямление сооружений [Текст] / Э. М. Гендель. – М. : Стройиздат, 1975. – 270 с.
3. Зотов, В. Д. Подъем и выравнивание зданий с помощью плоских домкратов [Текст] / В. Д. Зотов, М. В. Зотов // Реконструкция городов и геотехническое строительство. – 2005. – № 9. – С. 156–167.
4. Петраков, А. А. Конструкции с изменяемыми параметрами для исправления кренов сооружения [Текст] / А. А. Петраков, Е. О. Брыжатая // Будівництво, реконструкція та експлуатація конструкцій та споруд залізничного транспорту : збірник наукових праць ДонІЗТ. – 2014. – № 37. – С. 196–200.
5. Живодеров, Н. А. Конструкції з термопластичними елементами для вирівнювання будівель і споруд [Текст] : автореферат дис. ... канд. техн. наук 05.23.01 / Н. А. Живодеров. – Макіївка : Донбаська державна академія будівництва і архітектури, 2005. – 32 с.
6. Брыжатая, Е. О. Конструкции с изменяемыми параметрами для исправления кренов сооружения [Текст] : дис. ... канд. техн. наук 05.23.01 / Е. О. Брыжатая. – Макеевка : ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры», 2017. – 150 с.
7. Литвинов, О. О. Технология строительного производства [Текст] / Под ред. О. О. Литвинова, Ю. И. Беякова. – К. : Высшая шк. Головное изд-во, 1984. – 479 с.
8. ДБН Г.1-4-95 Правила перевезення, складування та зберігання матеріалів, виробів, конструкцій і устаткування в будівництві [Текст]. – Надано чинності 1996-01-01 / Науково-дослідним інститутом будівельного виробництва Держкоммістобудування України. – Київ : Держкоммістобудування України, 1997. – 41 с.
9. ДБН Д.1.1-7-2000 Правила визначення вартості проектно-вишукувальних робіт для будівництва, що здійснюється на території України [Текст]. – На заміну ДБН IV-16-96, частина III. – Надано чинності 2001-01-01 / Київ : Держбуд України, 2000 – 13 с.

Получено 24.10.2019

В. В. ТАРАН, Д. Д. ПАРАХИН, Д. В. МУРИНЕЦЬ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗВЕДЕННЯ КАРКАСНО-МОНОЛІТНИХ БУДІВЕЛЬ НА НЕСТІЙКІЙ ОСНОВІ ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Наведено загальні відомості про застосування вирівнювальних пристроїв при зведенні каркасно-монокрипних будівель. Більш детально розглянута технологія монтажу вирівнювальних пристроїв з переліком простих операцій, які складають процес в цілому. Представлена схема обґрунтування організаційно-технологічних рішень зведення висотних каркасно-монокрипних будівель. Дано загальні рекомендації щодо нормокомплекту знарядь праці при виконанні робіт на будівельному майданчику. Наведено короткий опис вирівнювальних пристроїв, принцип роботи кожного. Запропоновано рівень в каркасному будинку з елементами колон і плит перекриття для розташування вирівнювальних пристроїв. Розраховані техніко-економічні показники на монтаж вирівнювальних пристроїв. Наведено показники порівняння щодо трудомісткості, кошторисної вартості і тривалості монтажу.

Ключові слова: каркасно-монокрипні будинки, технологічність, вирівнювальні пристрої.

VALENTINA TARAN, DMITRII PARAKHIN, DENYS MURYNETS
JUSTIFICATION OF THE EFFECTIVENESS OF CONSTRUCTION OF FRAME-MONOLITHIC BUILDINGS ON AN UNSTABLE FOUNDATION

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The general information about the use of leveling devices in the construction of frame-monolithic buildings is given. The installation technology of leveling devices with a list of simple operations that make up the whole process is considered in more detail. The substantiation scheme of organizational and technological solutions for the construction of high-rise frame-monolithic buildings is presented. General recommendations on the standard set of tools for performing work on a construction site are given. A brief description of the leveling devices, the principle of operation of each is given. A level in a frame building with elements of columns and floor slabs for the location of leveling devices is proposed. The technical and economic indicators for the installation of leveling devices are calculated. Comparison indicators for labor intensity, estimated cost and duration of installation are given.

Key words: frame-monolithic buildings, manufacturability, leveling devices.

Таран Валентина Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия 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.

Парахин Дмитрий Дмитриевич – магистрант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: повышение эффективности устройства свайных фундаментов в сложных условиях.

Муринец Денис Викторович – магистрант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: повышение эффективности конструктивно-технологических решений при возведении монолитных каркасных гражданских зданий.

Таран Валентина Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: підвищення ефективності конструктивно-технологічних рішень при зведенні монолітних каркасних цивільних будівель шляхом зменшення енергомосткості, трудомосткості, матеріаломосткості і вартості будівельної продукції.

Парахин Дмитро Дмитрович – магістрант кафедри технології та організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: підвищення ефективності улаштування пальових фундаментів в складних умовах

Муринець Денис Вікторович – магістрант кафедри технології та організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: підвищення ефективності конструктивно-технологічних рішень при зведенні монолітних каркасних цивільних будівель.

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

Parakhin Dmitrii – master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improving the efficiency of pile foundations in frozen soils.

Murynets Denys – master's student, 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.

УДК 624.042

Д. В. БЕЛОВ, А. М. ЮГОВ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ АВТОМОБИЛЬНОГО МОСТА СО СТАЛЬНЫМИ ПРОЛЕТНЫМИ КОНСТРУКЦИЯМИ

Аннотация. В данной статье предложен комплекс мероприятий по реконструкции автомобильного моста со стальными пролетными конструкциями, имеющими повреждения в результате длительной эксплуатации. Показывается общий вид и конструктивное решение рассматриваемого объекта, а также характер и степень его повреждения. Приводится перечень работ и мероприятий, необходимых для восстановления моста. Детально освещаются стадии реконструкции и выполняемые организационно-технологические решения для производства работ по восстановлению объекта. Представлены монтажные машины и специальные вспомогательные средства для производства работ. Даются варианты технологий реконструкции пролетных конструкций.

Ключевые слова: мост, пролетное строение, балки пролета, реконструкция, подвесные струнные леса, инвентарные понтоны.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

В связи с наличием в эксплуатации большого числа так называемых старых мостов, в основном с металлическими пролетными строениями, изготовленными в середине прошлого столетия, проблема их надежности, ремонта, усиления, реконструкции становится одной из главных.

Особое значение при эксплуатации мостов имеет оценка надежности и грузоподъемности, а также выбор технологии по их ремонту и усилению [1].

Мосты относятся к важнейшим сооружениям инфраструктуры и имеют большое значение для функционирования транспорта. В наши дни к несущим конструкциям моста предъявляются все более высокие требования вследствие постоянно растущих нагрузок и воздействий: повышение временной нагрузки; воздействия химических веществ (реагенты и прочие активные вещества); статические нагрузки; динамические нагрузки (более высокая интенсивность движения, усталостная надежность).

Пролетные строения мостов должны быть прочными и долговечными, отвечать требованиям промышленного изготовления, вместе с тем иметь минимальный расход материалов и низкую стоимость [2].

Поэтому **целью** данной статьи является разработка основных организационно-технологических решений по реконструкции автомобильного моста со стальными пролетными конструкциями с учетом местных условий и данным характером повреждений.

Общий вид рассматриваемого моста в городе Донецк представлен на рис. 1.

Мост расположен перпендикулярно к препятствию и перекрывает несудоходную реку Кальмиус. Глубина русла – 4,0 м. Левобережный подход к мосту – в сторону Макеевки, расположен на насыпи высотой до 4,3 м, правобережный подход – в центр города Донецк, расположен на уровне общего планирования, длина моста (по задним граням устоев) – 206,0 м.

Поперечный разрез реконструируемого моста показан на рис. 2.

В основной период реконструкции мостового сооружения в соответствии с принятыми проектными решениями выполняются следующие демонтажные и строительно-монтажные работы: 1) реконструкция пешеходной части моста; 2) ремонт монолитной железобетонной плиты проезжей части моста; 3) ремонт монолитных железобетонных подпорных стен и опор моста; 4) реконструкция главных балок и элементов связей пролетного строения, поврежденных коррозией.

© Д. В. Белов, А. М. Югов, 2019



Рисунок 1 – Общий вид реконструируемого моста.

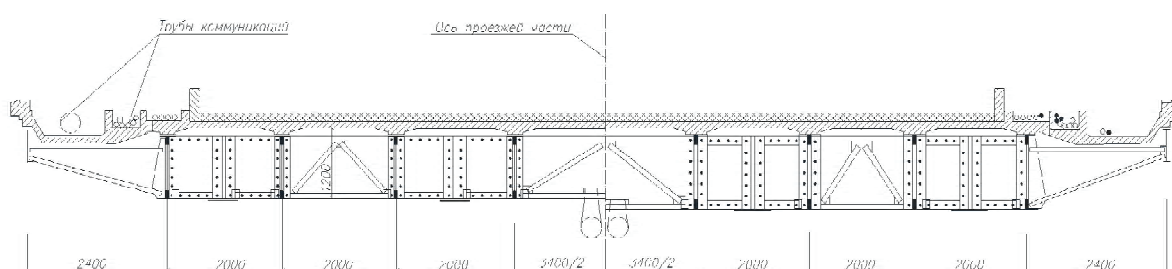


Рисунок 2 – Поперечный разрез реконструируемого моста.

1. Мероприятия по организации дорожного движения на прилегающей проезжей части в период ремонта

На время выполнения работ по реконструкции моста, со стороны реконструируемой части необходимо предусмотреть мероприятия по перекрытию полосы проезжей части. Технические мероприятия для осуществления перекрытия движения заключаются в установке фундаментных блоков – отбойников в местах въезда на мост, устройстве шлагбаумов для пропуска строительной техники и транспорта, установке предупредительных дорожных знаков [3]. Все мероприятия по организации и ограничению дорожного движения на реконструируемом мосту согласовываются с ГАИ.

2. Демонтаж и вывозка на приобъектный склад осветительных опор и перильного ограждения

Демонтаж перильного ограждения моста производится секциями металлоконструкций, секции подаются на грузовой автомобиль и вывозятся на приобъектный склад. Производится строповка свободного торца секции ограждения или осветительной опоры при помощи грузозхватных приспособлений согласно схеме строповки в ППР, производится демонтаж (срезка) креплений базы элементов и с помощью автомобильного крана элемент подается на грузовой автомобиль и вывозится на склад. При работе крана грузовой автомобиль устанавливается за краном по оси моста. Монтажники, производя строповку и демонтаж секций ограждения или осветительной опоры, пользуются монтажным поясом, крепя его за специальный трос, крепящийся на пролетном строении.

3. Разборка асфальтобетонного покрытия тротуарной части моста

Разборка производится отбойными молотками, с подачей сжатого воздуха от компрессора с ДВС и одноковшовым погрузчиком. Крупные обломки грузятся на самосвал при помощи экскаватора, мелкий бетонный лом собирается совковыми лопатами, грузится на самосвал и вывозится на полигон строительных отходов, согласованный с заказчиком [4].

4. Демонтаж сборных железобетонных накладных плит тротуара

Для выполнения работ принят стреловой кран на пневмоколесном шасси Liebherr LTM 1040-2.1 с телескопической стрелой на жесткой подвеске.

Кран устанавливается на стоянку на проезжей части возле опоры по оси моста. Грузовой автомобиль устанавливается за краном сбоку для максимальной загрузки автомобиля.

Далее строповка за два заведенных под тротуарной плитой стропа, на удав, затем погрузка на грузовой автомобиль и вывоз на приобъектный склад. Монтажники, производя строповку тротуарной

плиты, пользуются монтажным поясом, крепя его за специальный трос, крепящейся на пролетном строении.

5. Устройство временных конструкций для крепления коммуникаций, рабочего настила и специальных вспомогательных средств

При проектировании и устройстве специальных вспомогательных средств (СВС) руководствуются требованиями ДБН В.2.3-20-2008 «Мосты и трубы. Выполнение и приемка работ», СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции. Правила производства и приемки работ [5].

Деревянные конструкции должны быть защищены от гниения в соответствии с требованиями проекта. Загрузка СВС сверх обозначенных в проекте величин недопустима. Испытания СВС, предусмотренных проектом, должны быть проведены до их загрузки в соответствии с программой испытания.

СВС перед эксплуатацией должны пройти осмотр и приемку специальной комиссией с составлением акта результатов приемки. Состояние СВС подвергается систематическому контролю. Осмотр и обследование СВС выполняют перед их загрузкой.

Для переопирания коммуникаций, расположенных в тротуарной части моста, используется консольно-балочная система (рис. 3).

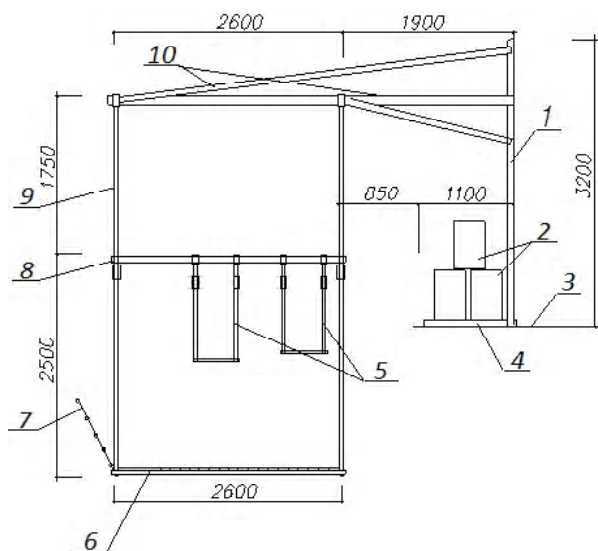


Рисунок 3 – Консольно-балочная система для временного крепления коммуникаций моста: 1 – стойка; 2 – груз; 3 – проезжая часть моста; 4 – подошва; 5 – подвесы коммуникаций; 6 – рабочий настил; 7 – ограждение; 8 – балка подвеса; 9 – штанга; 10 – консоль с подкосами.

Консольно-балочная система состоит из подошвы, которая устанавливается на проезжую часть и пригружается ФБС блоками, стойка крепится жестко с подошвой. На стойке жестко закреплена консоль с подкосами, на которую навешиваются штанги. На расстоянии 1,75 м на штангах закреплена балка подвесов, а на ней телескопические подвесы коммуникаций.

Для производства работ по демонтажу опорных кронштейнов и предохранению от падения элементов демонтируемой монолитной плиты устраивается рабочий настил с наклонным ограждением.

При реконструкции главных балок и элементов связей пролетного строения, поврежденных коррозией, возможны два варианта СВС: 1) устройство подвесных (струнных) подмостей; 2) использование понтонов.

1) Подвесные струнные леса крепятся на двутавровых главных балках с прочным закреплением. Несущей конструкцией таких лесов являются подвески-струны из круглой 16...19 мм стали, к которым через 2,4...2,5 м приваривают скобы для закладки опор и для настилов. Под плитой проезжей части моста устраивается сплошной подвесной настил на всю ширину моста длиной 6 м, по ходу производства работ подвесные леса крепят дальше за главные балки (рис. 4).

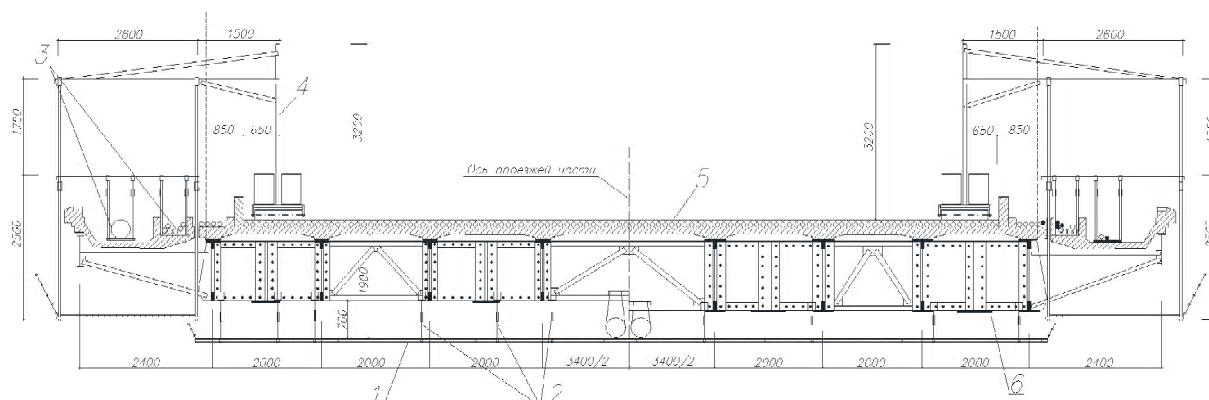


Рисунок 4 – Схема устройства подвесных струнных лесов при реконструкции пролетных конструкций моста: 1 – рабочий настил подвесных подмостей; 2 – подвески подмостей; 3 – трубы коммуникаций; 4 – консольно-балочная система; 5 – полотно моста; 6 – реконструируемые стальные балки.

2) Инвентарные понтоны типа КС используют в качестве плавучих опор для средств подмащивания. Понтон типа КС представляет собой стальную прямоугольную коробку с размерами 1,8×3,6×7,2 м. Три понтона объединяют на болтах в плашкоут и заводят под мостовое полотно с помощью лебедок, установленных на берегу. На понтоне размещаются подмости и средства подмащивания [6]. Для устранения раскачивания плашкоута во время производства работ его закрепляют вертикальными телескопическими связями (фиксаторами понтона) (рис. 5).

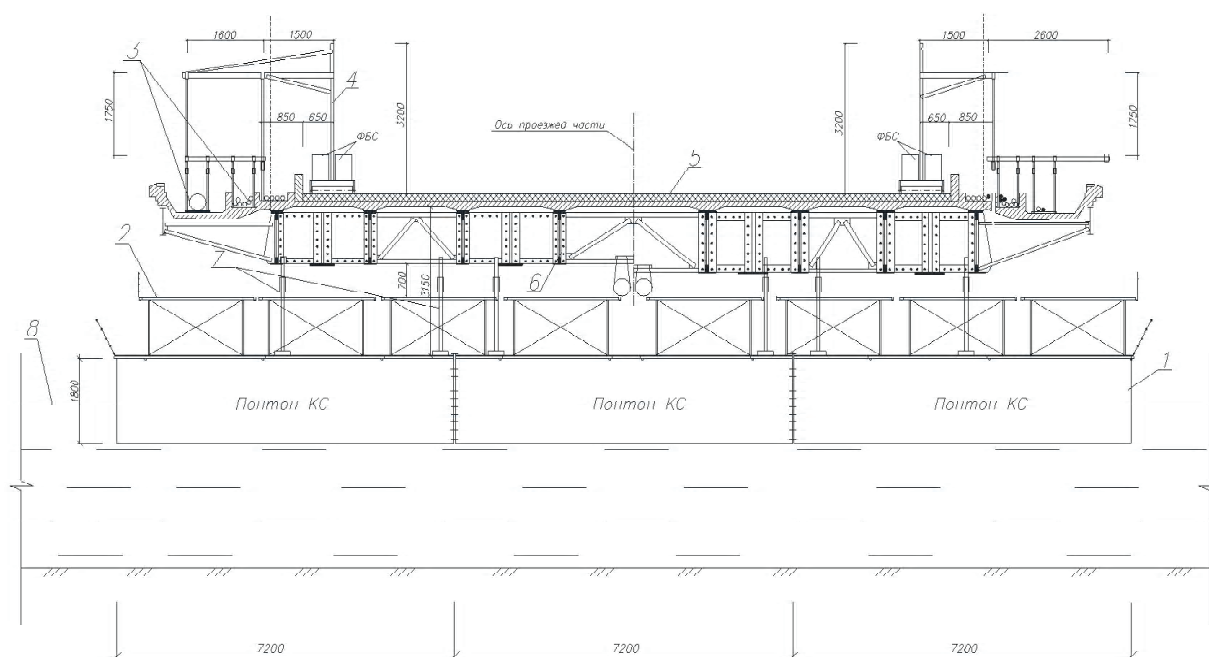


Рисунок 5 – Схема применения инвентарных понтонов при реконструкции пролетных конструкций моста: 1 – понтоны типа КС; 2 – подмости; 3 – трубы коммуникаций; 4 – консольно-балочная система; 5 – полотно моста; 6 – реконструируемые стальные балки; 7 – фиксаторы понтонов; 8 – поверхность воды.

Методы производства работ, типы конструкций вспомогательных сооружений и устройств, а также номенклатуру строительного оборудования для реконструкции моста выбирают на основании технико-экономического сравнения вариантов проектных решений, разработанных с учетом особенностей мостового сооружения, природных условий, вида и расположения подъездных путей, места нахождения моста, характера судоходства и других факторов, определяющих условия реконструкции [7].

Таким образом, необходимый этап, предшествующий детальному проектированию, – это составление и сравнение вариантов проекта реконструкции моста. Варианты сравнивают по основным показателям стоимости строительства и трудоемкости работ с учетом экономии от сокращения продолжительности реконструкции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Осипов, В. О. Содержание и реконструкция мостов [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. О. Осипов. – М. : «Транспорт», 1986. – 317 с.
2. Золотов, П. В. Реконструкция пролетных строений [Текст] : учеб. пособие для вузов / П. В. Золотов. – М. : «Автомобильные дороги», 1987. – 112 с.
3. ДБН В.2.3-14:2006 Мосты и трубы. Правила проектирования [Текст]. – Взамен СНиП 2.05.03-84* ; введ. 2006-01-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2006. – 79 с.
4. ДБН В.2.3-6:2009 Мосты и трубы. Обследование и испытания [Текст]. – Взамен ДБН В.2.3-6-2002 ; введ. 2010-03-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 82 с.
5. ДБН В.2.3-20:2008 Мосты и трубы. Выполнение и приемка работ [Текст]. – Взамен СНиП 3.06.04-91 ; введ. 2008-01-26. – К. : Мінрегіонбуд України, 2008. – 88 с.
6. ДБН А.3.1-5:2009 Організація будівельного виробництва [Текст]. – Взамен ДБН А.3.1-5-96 Організація будівельного виробництва ; надано чинності 2009-01-01. – К. : Мінрегіонбуд України, 2009. – 79 с.
7. СП 46.13330.2012 Мосты и трубы [Текст] : актуализированная редакция СНиП 3.06.04-91 ; введ. 2013-01-01. – М. : Транспстрой, 2012. – 86 с.

Получено 24.10.2019

Д. В. БЕЛОВ, А. М. ЮГОВ
ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО РЕКОНСТРУКЦІЇ АВТОМОБІЛЬНОГО МОСТА ЗІ
СТАЛЕВИМИ ПРОЛЬОТНИМИ КОНСТРУКЦІЯМИ
ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. У цій статті запропоновано комплекс заходів щодо реконструкції автомобільного моста зі сталевими прольотними конструкціями, що мають ушкодження в результаті тривалої експлуатації. Надано загальний вигляд і конструктивне рішення даного об'єкта, а також характер і ступінь його ушкодження. Наводиться перелік робіт і заходів, необхідних для відновлення моста. Детально висвітлюються стадії реконструкції і виконувані організаційно-технологічні рішення для виробництва робіт по відновленню об'єкта. Представлені монтажні машини і спеціальні допоміжні засоби для виробництва робіт. Надані варіанти технологій реконструкції прольотних конструкцій.

Ключові слова: міст, прольотна будова, балки прольоту, реконструкція, підвісні струнні риштування, інвентарні понтони.

DENIS BELOV, ANATOLIY YUGOV
PROPOSALS FOR THE RECONSTRUCTION OF A ROAD BRIDGE WITH STEEL
SPAN STRUCTURES

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. This article proposes a set of measures for the reconstruction of a road bridge with steel span structures that are damaged as a result of long-term operation. It shows the general appearance and design of the object under consideration, as well as the nature and extent of its damage. The list of works and measures required for the restoration of the bridge is given. The stages of reconstruction and performed organizational and technological solutions for the production of works on the restoration of the object are covered in detail. Assembly machines and special auxiliary tools for the production of works are presented. Variants of technologies for reconstruction of span structures are given.

Key words: bridge, flight structure, beams of flight, reconstruction, suspended string forests, inventory pontoons.

Белов Денис Викторович – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: технология и организация работ при строительстве монолитных сооружений.

Югов Анатолий Михайлович – доктор технических наук, профессор; заведующий кафедрой технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия 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.

Белов Денис Вікторович – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології і організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: технологія і організація робіт при будівництві монолітних споруд.

Югов Анатолий Михайлович – доктор технічних наук, професор; завідувач кафедри технології і організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія 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.

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

Yugov Anatoliy – D. Sc. (Eng.), Professor, Head of the Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: : planning, editing, exploitation, technical diagnostics, estimation of the technical state, reconstruction and strengthening of build metallic constructions, technology and organization of works, is at building and reconstruction of buildings and buildings.

УДК 69.058

Е. П. КАЛМЫКОВА

ГПОУ «Макеевский политехнический колледж»

ПРОИЗВОДСТВО ОБЩЕСТРОИТЕЛЬНЫХ И ПУСКОНАЛАДОЧНЫХ РАБОТ В КОТЕЛЬНЫХ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Аннотация. В статье рассмотрены особенности монтажа металлических конструкций котельной, креплений конструктивных элементов. Приведены примеры монтажа металлических конструкций зданий, особенности выполнения пусконаладочных работ в котельных в современных условиях. Детально представлен перечень операций, которые необходимо выполнить до начала производства работ, то есть подготовительные мероприятия. Дано описание выполнения технологических процессов в ходе монтажных и пусконаладочных работ, а также очередность их выполнения. Представлены крепежные элементы и профили, примеры соединений профилей для крепления трубопроводов. Акцентируется внимание на спецодежде при производстве работ по наладке оборудования. Показано крепление, стыковка технологических трубопроводов с помощью подъемника. Уделено внимание контролю качества выполнения работ на разных этапах в соответствии с проектом производства работ.

Ключевые слова: монтаж металлических конструкций, монтаж оборудования, пусконаладочные работы, контроль качества, техника безопасности.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Для производства монтажных работ при строительстве котельных требуется применение методов, отвечающих требованиям техники безопасности и обеспечивающих высокое качество выполняемых работ в установленные сроки.

ЦЕЛИ

Проанализировать методы монтажа металлических конструкций и оборудования котельных с целью применения их на практике.



Рисунок 1 – Жесткий блок металлического каркаса здания котельной.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

На прогрессивных стройках монтаж металлических конструкций каркаса котельной в современных условиях имеет ряд особенностей. Монтаж конструкций здания, как правило, начинают с жесткого блока (рис. 1).

Иногда возникает необходимость вносить изменения в технологию монтажа металлических конструкций [1], связанные с дополнительными требованиями по подготовке их к монтажу, устройству монтажных соединений.

Перед подачей на монтаж стыкуемые поверхности металлических конструкций тщательно очищают щетками, обеспыливают.

их, обезжиривают ветошью, пропитанной растворителем, грунтуют, производят антикоррозионную защиту, окрашивая их за два раза.

© Е. П. Калмыкова, 2019

В настоящее время для установки металлических конструкций в небольших зданиях обычно применяют наиболее распространенный метод монтажа с применением монтажного крана, однако существует метод выполнения работ с применением талей, лебедок, домкратов [2].



Рисунок 2 – Фрагмент оборудования котельной.

Конструктивные решения котельных отличаются большим числом узлов, поэтому очень велика трудоемкость работ по выверке и подгонке отдельных элементов (рис. 2).

Крепления труб, воздухопроводов делают из специальных профилей Hilti [3], так как с их помощью можно выполнить соединение любой конфигурации при абсолютной надежности крепления (рис. 3, 4).

Монтаж оборудования производится после выполнения отделочных работ, после клининга всех поверхностей.

В случае с оборудованием для фармакологии производится очистка воздуха от бактерий и работы производятся в специальной одежде (рис. 5).

Разметка осей оборудования производится ротационным лазером (Hilti), наносится при помощи тонкого маркера. Затем производят разметку опорных частей оборудования, отверстий.

Далее бурят отверстия опорных пят, выполняют обеспыливание и устройство химических анкеров. После детальной подготовки приступают к монтажу оборудования.

Производят обвязку оборудования технологическими трубопроводами (пар, воздух, газ, вода) (рис. 6). Затем производят испытание, опрессовку труб, рентген стыков.

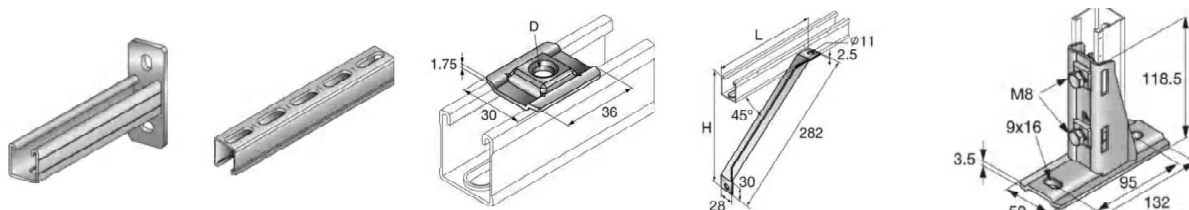


Рисунок 3 – Крепежные элементы и профили фирмы Hilti.



Рисунок 4 – Примеры соединений профилей для крепления трубопроводов.

Следующая технологическая операция – подвод вентиляционных коробов, вытяжек.

Затем производят монтаж кабельных галерей, лотков и монтаж кабелей, после чего устанавливают датчики (температуры, движения среды, давления, загазованности и т. д.). Производят подключение датчиков, процессоров оборудования, а также подключение к общему щиту управления (рис. 7, 8).

Проводят пусконаладочные работы, после которых выполняют проверку подключения датчиков [4]. Виртуальный пуск программ. Согласно технологическим картам производят увязку взаимодействия программного обеспечения процессоров разных агрегатов между собой. Далее выполняют виртуальный пуск и тестирование [5].

Занимаются моделированием аварийных ситуаций, записывают их в программу аварийных отключений, для заблаговременного оповещения о возникновении неполадок. Производят тестирование и пуск.



Рисунок 5 – Спецдежда при производстве работ по наладке оборудования.



Рисунок 6 – Крепление, стыковка технологических трубопроводов с помощью подъемника.



Рисунок 7 – Монтаж оборудования котельной с помощью роликовых катков.



Рисунок 8 – Пусконаладочные работы в котельной.

При монтаже металлических конструкций вопросам техники безопасности уделяют большое внимание: рабочие места (подъемники, подмости) важно не загромождать материалами и содержать в чистоте.

Контроль качества монтажа металлических конструкций предусматривает выполнение всех видов работ согласно проекту производства работ.

ВЫВОД

На прогрессивных строительных объектах при монтаже металлических конструкций приоритетом является высокое качество производства, безопасность, кратчайшие сроки выполнения работ, в этом строителям помогают новые технологии в строительстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Технология возведения зданий и сооружений [Текст] : учеб. для строит. вузов / В. И. Теличенко, О. М. Терентьев, А. А. Лапидус. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 2004. – 87 с.
2. Технология строительных процессов [Текст] : учеб. пособие / В. Г. Колесниченко, В. И. Веретенников, В. И. Кабанец, Е. В. Тихомиров ; том 2. – Макеевка : ДонНАСА, 2001. – 55 с.
3. Модульные опоры [Электронный ресурс] // HILTI. – Электрон. дан. – М., 2019. – Режим доступа : <https://www.hilti.ru/content/hilti/EE/RU/ru/engineering/design-center/modular-support-systems.html>.
4. Пусконаладка котельных, тепловых пунктов и других газовых объектов [Электронный ресурс] // ГАЗСИНТЕЗ Россия. – Электрон. дан. – М., 2019. – Режим доступа : <https://sargs.ru/uslugi/pnr/>.
5. Пусконаладочные работы при сдаче котельной в эксплуатацию [Электронный ресурс] / Компания «Бертекс». – Электрон. дан. – Санкт-Петербург, 2019. – Режим доступа : <http://www.bertex.ru/puskonalochnye-raboty-v-kotelnoj/>.

Получено 31.10.2019

О. П. КАЛМИКОВА

ВИРОБНИЦТВО ЗАГАЛЬНО-БУДІВЕЛЬНИХ І ПУСКОНАЛАГОДЖУВАЛЬНИХ РОБІТ У КОТЕЛЬНИХ В СУЧАСНИХ УМОВАХ

ДПНЗ «Макиївський політехнічний коледж»

Анотація. У статті представлені особливості монтажу металевих конструкцій котельні, кріплення конструктивних елементів. Наведені приклади монтажу, особливості виконання пусконаладжувальних робіт у котельнях в сучасних умовах. Детально представлено перелік операцій, які необхідно виконати до початку виконання робіт, тобто підготовчі заходи. Дано опис виконання технологічних процесів в ході монтажних і пусконаладжувальних робіт, а також черговість їх виконання. Представлені елементи кріплення і профілі, приклади з'єднань профілів для кріплення трубопроводів. Акцентовано увагу на спецодяг під час виконання робіт з налагодження обладнання. Показано кріплення, стикування технологічних трубопроводів за допомогою підйомника. Приділено увагу контролю якості виконання робіт на різних етапах відповідно до проекту виконання робіт.

Ключові слова: монтаж металевих конструкцій, монтаж обладнання, пусконаладжувальні роботи, контроль якості, техніка безпеки.

ELENA KALMYKOVA

MANUFACTURING AND CONSTRUCTION WORKS IN BOILER HOUSES IN MODERN CONDITIONS

SPEI «Makeevka Polytechnic College»

Abstract. The article discusses the features of the installation of metal structures of the boiler room, fixtures of structural elements. Examples of installation, features of commissioning in boiler rooms in modern conditions are given. The list of operations that must be completed before the commencement of work, that is, preparatory measures, is presented in detail. The description of technological processes in the course of installation and commissioning, as well as the order of their execution is given. It has been presented fasteners and profiles, examples of connection profiles for fastening pipelines. Special attention is paid to workwear when performing work on equipment adjustment. It has been shown the fastening and joining of technological pipelines with the help of a lift. Attention is paid to quality control of work at different stages in accordance with the project of work.

Key words: installation of metal structures, installation of equipment, commissioning, quality control, safety

Калмыкова Елена Петровна – преподаватель высшей категории специальных строительных дисциплин ГПОУ «Макеевский политехнический колледж». Научные интересы: инновационные технологии в строительстве.

Калмикова Олена Петрівна – викладач вищої категорії спеціальних будівельних дисциплін ДПНЗ «Макиївський політехнічний коледж». Наукові інтереси: інноваційні технології у будівництві.

Kalmikova Elena – the teacher of the highest category of special construction disciplines of SPEI «Makeevka Polytechnic College». Scientific interests: innovative technologies in construction.

УДК 699.82

В. А. МАЗУР, А. В. КРУПЕНЧЕНКО, В. О. КИСЕЛЁВА

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ВЛИЯНИЕ КОМПОНОВКИ ЗОНЫ ХРАНЕНИЯ В РЕЗЕРВУАРНЫХ ПАРКАХ НА ВЫБОР КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РЕШЕНИЯ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТНОГО БАРЬЕРА

Аннотация. Статья посвящена выбору методов устройства гидроизоляции пола и обвалования каре резервуарных парков нефтепродуктов. Рассмотрены существующие методы устройства защитного слоя пола и ограждения каре резервуаров. Выявлено влияние компоновки зоны хранения резервуарных парков на трудоемкость и материалоемкость проектных решений по устройству защитного слоя пола и ограждения каре. Анализ нормативных источников и научно-технической литературы показал необходимость разработки научно обоснованных рекомендаций по устройству защитного барьера пола каре и ограждения. Установлено, что при проектировании защитной изоляции полов каре и ограждения резервуаров используются рекомендации по изоляции полигонов по обезвреживанию и захоронению токсичных отходов. Сделаны выводы о необходимости дальнейших исследований, которые бы позволили усовершенствовать методику выбора рационального метода устройства защитного барьера с учетом особенностей компоновки каре резервуарных парков.

Ключевые слова: наземный резервуар, компоновка зоны хранения нефтепродуктов, каре резервуарного парка, ограждающая стена, обвалование, пол каре, устройство изоляции, защитный барьер.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Строительство и эксплуатация резервуарных парков регламентируются законами, нормами и правилами как при проектировании и возведении самих резервуаров [1], так и для обеспечения в процессе эксплуатации пожарной безопасности и предотвращения загрязнения окружающей среды [2]. В отличие от четких требований к проектированию и устройству банок-танкеров, практические, научно обоснованные рекомендации по устройству полов и ограждения каре резервуаров отсутствуют. На сложность выбора рационального метода устройства защитного изоляционного барьера, помимо многообразия конструктивно-технологических решений по их устройству, также влияют отличия в проектных решениях как по компоновке резервуарных парков, так и непосредственно самих зон хранения нефтепродуктов. Кроме того, резервуарные парки с одинаковым объемом хранения могут компоноваться разными по ёмкости банками-танками, что приводит к изменению площади хранения и размеров ограждения (стен или обвалования), а значит и к изменению технико-экономических показателей выбранного решения.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В процессе изучения существующей нормативной базы по возведению резервуарных парков выяснено, что процесс проектирования конструкций полов и ограждения каре резервуарных парков с учетом необходимости устройства защитного барьера освещен крайне мало [1–3], а его устройство рекомендуется выполнять аналогично изоляции полигонов по обезвреживанию и захоронению токсичных отходов [4]. Предлагаемые конструктивно-технологические решения предполагают длительное хранение отходов, что делает необходимым выполнение слоев конструкций большой толщины (слои толщиной 500 мм и более в зависимости от принятого конструктивного решения). Эксплуатация резервуарных парков предполагает кратковременный розлив нефтепродуктов и нефти на территории зоны хранения с последующим устранением разлива.

© В. А. Мазур, А. В. Крупенченко, В. О. Киселёва, 2019

Целью работы является определение влияния компоновки зоны хранения в резервуарных парках на выбор конструктивно-технологического решения устройства защитного барьера

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ



Рисунок 1 – Пример схемы генплана нефтебазы.



Рисунок 2 – Зоны хранения нефтепродуктов с разной компоновкой.

Резервуарный парк – это группа резервуаров, предназначенных для хранения нефти и нефтепродуктов и размещенных на территории, ограниченной по периметру обвалованием или ограждающей стенкой при надземных резервуарах [4]. Резервуарные парки или отдельные резервуары связаны коммуникациями с основными технологическими зонами нефтебазы или завода по переработке нефти и расположены в пониженных местах территории для проведения сливо-наливных процессов самотеком (рис. 1). Площадка, на которой располагаются танки-емкости (резервуары), называется каре.

Зона хранения нефтепродуктов может быть абсолютно разной: при одинаковой ёмкости резервуарного парка нефть может храниться как в одном, так и в нескольких танках-емкостях (рис. 2).

Устройство защитного барьера пола каре резервуаров относится к сложным комплексным технологическим процессам, так как любое конструктивное решение состоит из 4–5 слоев в зависимости от принятых материалов (рис. 3). По уплотненному грунту выполняется основание, по которому выполняется

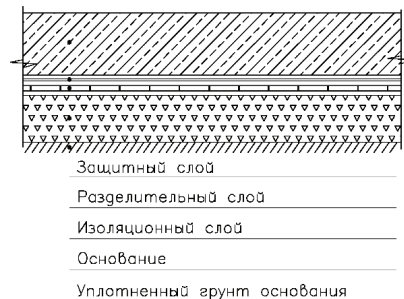


Рисунок 3 – Конструкция пола каре резервуарного парка.

изоляционный слой (защитный барьер), затем устраивают разделительный слой (при необходимости) и защитный слой.

Основным слоем, предопределяющим состав всей конструкции пола, является изоляционный слой (защитный барьер). В практике строительства используют следующие варианты его устройства:

- грунтовой (так называемый «глиняный замок»), выполненный из одного или двух слоев мятой глины толщиной 50...80 см;
- бетонный, выполненный из монолитного бетона толщиной 10...15 см, или из сборных железобетонных плит толщиной 15 см с последующим торкретированием поверхности;
- асфальтобетонный одно- или двухслойный толщиной 10...15 см;
- прокладной, выполненный из пленки ПИД или геомембраны;
- мастичный из полимерно-битумных мастик, жидкого стекла или резины.

Грунтовой защитный барьер укладывается непосредственно на уплотненное основание. Перед устройством защитного барьера из монолитного бетона, сборных железобетонных плит или прокладной изоляции выполняется песчаное основание толщиной 10...30 см. Устройство мастичной изоляции требует выполнения жесткого основания из монолитного бетона или железобетонных плит.

Проектирование и выполнение защитного слоя, регламентированное СП [3], предполагает его толщину не менее 50 см при устройстве грунтовых, прокладных и мастичных изоляционных слоев. При выполнении бетонных и асфальтобетонных барьеров устройство защитного слоя не предполагается. Но также отсутствуют рекомендации по устройству деформационных швов для монолитных барьеров и рекомендации по конструктивному решению деформационных швов и швов между железобетонными плитами с учетом температурного и атмосферного воздействия.

В качестве защитного слоя чаще всего выполняют песчаную засыпку с послойным уплотнением и последующей укладкой тротуарной плитки (рис. 4) или растительного слоя (рис. 5) (или без таковых), устройство монолитного бетонного покрытия (рис. 6).

Ограждение каре резервуарного парка может выполняться из монолитного или сборного железобетона (рис. 5) или устройством земляного обвалования (рис. 6).



Рисунок 4 – Ограждающий слой пола каре из тротуарной плитки.



Рисунок 5 – Устройство монолитного железобетонного ограждения каре.



Рисунок 6 – Устройство земляного защитного слоя и обвалования.

Площадь и высота ограждения каре зависят от емкости самого резервуара и их количества на площадке [1] и определяются расчетами. Нормами строго предписывается расположение танков-емкостей по числу рядов, расстояния между стенками резервуаров и расстояния от стенок до подошвы ограждения [2].

Для сравнения параметров зоны хранения в работе выполнены расчеты площади и высоты ограждения резервуарного парка емкостью 4 000 м³. Рассмотрены два варианта компоновки зоны хранения:

- использование одного резервуара РВС-4000 емкостью 4 000 м³,
- использование четырех резервуаров РВС-1000 емкостью 1 000 м³.

Диаметр одного большого стандартного резервуара РВС-4000 с емкостью 4 000 м³ равен 19 м (рис. 7).

Высота обвалования равна:

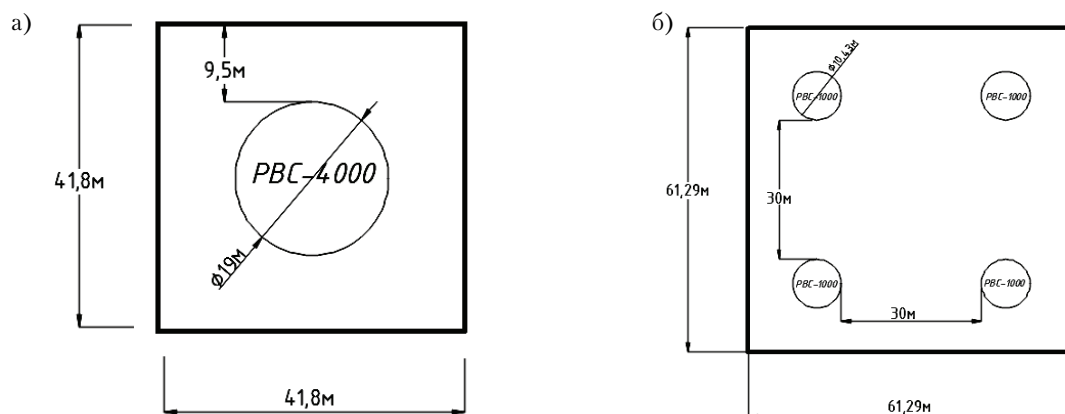


Рисунок 7 – Определение параметров зоны хранения для резервуаров РВС-4000 и РВС-1000.

$$h = \frac{V \cdot h}{a^2 - \frac{\pi \cdot D^2}{4}}, \quad (1)$$

где a – длина и ширина площади внутри обвалования, м,

$$a = 2x + D = 2 \cdot 9,5 + 19 = 38 \text{ м}, \quad (2)$$

где x – расстояние от стенки резервуара до подошвы ограждения, м,

$$x = D / 2 = 19 / 2 = 9,5 \text{ м}. \quad (3)$$

Высота ограждения равна:

$$h = \frac{4000}{38^2 - \frac{3,14 \cdot 19^2}{4}} = 3,45 \text{ м}.$$

Нормами регламентируется, что высота ограждения зоны хранения нефтепродуктов должна быть на 0,2 м выше уровня расчетного объема разлившейся жидкости, но не менее 0,8 м для резервуаров номинальным объемом до 10 000 м³ и 1,5 м для резервуаров объемом 10 000 м³ и более [2].

Следовательно, проектная высота ограждения будет равна:

$$h_{np} = h + 0,2 = 3,45 + 0,2 = 3,65 \text{ м}.$$

Аналогично выполняем расчет для четырех резервуаров РВС-1000 (рис. 7б).

Определим высоту обвалования для группы резервуаров с мазутом.

Расстояние от стенки резервуара до подошвы ограждения:

$$x = D / 2 = 10,43 / 2 = 5,22 \text{ м}.$$

Длина и ширина площади внутри обвалования

$$a = b = 2x + 2D + y = 2 \cdot 5,22 + 2 \cdot 10,43 + 30 = 61,29 \text{ м}.$$

Высота обвалования равна:

$$h = \frac{1000}{61,29 \cdot 61,29 - \frac{3,14 \cdot 10,43^2}{4} \cdot (4-1)} = 0,29 \text{ м}.$$

Проектная высота обвалования:

$$h_{np} = h + 0,2 = 0,29 + 0,2 = 0,49 \text{ м}.$$

Принимаем высоту ограждения каре резервуаров 0,8 м.

Анализ полученных данных (таблица) показал, что изменение компоновки зоны хранения в резервуарных парках существенно влияет на объемы выполняемых работ по устройству изоляционного слоя

пола и ограждения каре резервуаров. Применение одного более ёмкого резервуара сокращает трудоемкость и материалоемкость любого конструктивного решения по устройству пола каре почти в 2 раза, но увеличивает трудоемкость и материалоемкость по устройству ограждения каре более чем в 3 раза. Также вариант с танком-емкостью 4 000 м³ с высотой ограждения 3,65 м исключает использование земляного обвалования.

Таблица – Сравнение полученных данных при разных компоновках резервуаров

Вариант	Площадь каре, м ²	Высота ограждения, м	Площадь ограждения	Площадь изоляции, м ²
Вариант 1 Резервуар РВС-4000	1 747,24	3,65	610,28	2 357,52
Вариант 2 4 резервуара РВС-1000	3 757,69	0,8	196,13	3 953,82

Также при выборе конструктивно-технологического решения по устройству изоляции каре резервуаров необходимо учитывать доступность материалов, транспортные расходы, возможность максимальной механизации процессов.

ВЫВОДЫ

В работе выявлено влияние компоновки зоны хранения резервуарных парков на трудоемкость и материалоемкость проектных решений по устройству защитного слоя пола и ограждения каре. Анализ нормативных источников и научно-технической литературы показал необходимость разработки научно обоснованных рекомендаций по устройству защитного барьера пола каре и ограждения. Поэтому необходимы дальнейшие исследования, которые бы позволили усовершенствовать методику выбора рационального метода устройства защитного барьера с учетом особенностей компоновки каре резервуарных парков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 155.13130.2014 Склады нефти и нефтепродуктов. Требования пожарной безопасности [Текст]. – Введ. 2004-01-01 / ФГБУ «ВНИИПО» МЧС России. – М.: Министерство Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, 2004. – 78 с.
2. ГОСТ Р 53324-2009 Ограждения резервуаров. Требования пожарной безопасности [Текст]. – Введен впервые; введ. 2009-02-08 / ФГБУ «ВНИИПО» МЧС России. – М.: Стандартинформ, 2009. – 9 с.
3. СП 127.13330.2017 Полигоны по обезвреживанию и захоронению токсичных промышленных отходов. Основные положения по проектированию СНиП 2.01.28-85 [Текст]. – Введ. 2018-05-15 / АО «ЦНС». – М.: Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ, 2017. – 30 с.
4. Грознов, Г. А. Строительство нефтебаз и автозаправочных станций [Текст] / Г. А. Грознов. – М.: Недра, 1980. – 77 с.
5. Рекомендации по проектированию и строительству противофильтрационных устройств из полимерных рулонных материалов [Текст] / ОАО «ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева», СПб НИИ АКХ им. К. Д. Памфилова. – СПб.: НИИ АКХ им. К. Д. Памфилова, 1999. – 40 с.

Получено 31.10.2019

В. О. МАЗУР, Г. В. КРУПЕНЧЕНКО, В. О. КИСЕЛЬОВА
ВПЛИВ КОМПОНУВАННЯ ЗОНИ ЗБЕРІГАННЯ В РЕЗЕРВУАРНИХ ПАРКАХ
НА ВИБІР КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО РІШЕННЯ
УЛАШТУВАННЯ ЗАХИСНОГО БАР'ЄРУ
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Стаття присвячена вибору методів улаштування гідроізоляції підлоги і обвалування каре резервуарних парків нафтопродуктів. Розглянуто існуючі методи улаштування захисного шару підлоги та огороження каре резервуарів. Виявлено вплив компоновки зони зберігання резервуарних парків на трудомісткість і матеріаломісткість проектних рішень з улаштування захисного шару підлоги і огорожі каре. Аналіз нормативних джерел та науково-технічної літератури показав необхідність розробки науково обґрунтованих рекомендацій щодо влаштування захисного бар'єру підлоги каре та огороження. Встановлено, що при проектуванні захисної ізоляції підлоги каре і огороження резервуарів використовуються рекомендації щодо ізоляції полігонів по знешкодженню і похованню токсичних відходів. Зроблено висновки про необхідність подальших досліджень, які б дозволили удосконалити

методику вибору раціонального методу улаштування захисного бар'єру з урахуванням особливостей компонування каре резервуарних парків.

Ключові слова: наземний резервуар, компонування зони зберігання нафтопродуктів, каре резервуарного парку, огорожувальна стіна, обвалування, підлога каре, улаштування ізоляції, захисний бар'єр.

VICTORIA MAZUR, ANNA KRUPENCHENKO, VICTORIYA KISELYOVA
THE INFLUENCE OF THE COMPOSITION OF THE STORAGE AREA IN TANK
FARMS ON THE CHOICE OF STRUCTURAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS
FOR THE PROTECTIVE BARRIER DEVICE

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article is devoted to the selection of methods for waterproofing the floor and boning to the square of oil product tank farms. Existing methods of constructing a protective layer of the floor and fencing of the tank are considered. The influence of the layout of the storage area of tank farms on the complexity and material consumption of design solutions for the installation of a protective layer of the floor and fencing of the caret is revealed. The analysis of normative sources and scientific and technical literature showed the need to develop scientifically based recommendations on the construction of a protective barrier for the caret floor and the fence. It has been established that when designing the protective insulation of the caret floors and tank fencing, recommendations on the isolation of landfills for the disposal and disposal of toxic waste are used. Conclusions are drawn on the need for further studies that would improve the methodology for choosing a rational method for constructing a protective barrier, taking into account the specific layout of the caret of tank farms.

Key words: ground tank, arrangement of oil products storage area, tank farm square, enclosing wall, embankment, floor square, insulation device, protective barrier.

Мазур Вікторія Александрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та організації будівництва ГОУ ВПО «Донбасська національна академія будівництва та архітектури». Научні інтереси: удосконалення конструктивно-технологічних рішень по устрою та капітальному ремонту огорожувальних конструкцій будівель та споруд.

Крупенченко Анна Вікторівна – асистент кафедри технології та організації будівництва ГОУ ВПО «Донбасська національна академія будівництва та архітектури». Научні інтереси: технологія та організація робіт при реконструкції будівель та споруд.

Кисельова Вікторія Олегівна – магістрант кафедри технології та організації будівництва ГОУ ВПО «Донбасська національна академія будівництва та архітектури». Научні інтереси: конструктивно-технологічні рішення по устрою ізоляції та захисних бар'єрів будівель та споруд.

Мазур Вікторія Олександрівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва та архітектури». Наукові інтереси: удосконалення конструктивно-технологічних рішень по влаштуванню та капітальному ремонту огорожувальних конструкцій будівель та споруд.

Крупенченко Ганна Вікторівна – асистент кафедри технології та організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва та архітектури». Наукові інтереси: реконструкція промислових та цивільних споруд.

Кисельова Вікторія Олегівна – магістрант кафедри технології та організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва та архітектури». Наукові інтереси: конструктивно-технологічні рішення по влаштуванню ізоляції та захисних бар'єрів.

Mazur Victoria – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improvement of structural and technological solutions for the arrangement and overhaul of building envelopes of buildings and structures.

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.

Kiselyova Victoriya – master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: structural and technological solutions for insulation and protective barriers of buildings and structures.

УДК 693.2

В. В. ТАРАН, Р. О. КОСТРЫКИН

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ИССЛЕДОВАНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ВЫБОР ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ВОЗВЕДЕНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ БЕСКАРКАСНЫХ ЗДАНИЙ В ЗИМНИЙ ПЕРИОД В УСЛОВИЯХ ДОНБАССА

Аннотация. При возведении вертикальных конструкций бескаркасных зданий в зимний период в условиях Донбасса учитываются факторы, позволяющие применять наилучшие технологические решения с наименьшими затратами труда и времени. В статье рассмотрены существующие организационно-технологические процессы ведения кирпичной кладки в зимних условиях. Описаны технологии возведения вертикальных конструкций бескаркасных зданий и их особенности. При технологии строительства в зимних условиях уделяется внимание правилам охраны труда и государственным нормам, предъявляемым к зданиям данного типа. Также уделяется внимание разработке большого количества мероприятий для обеспечения безопасности ведения работ и комфортных условий труда, которые требуют надлежащего технико-экономического обоснования. Приведены достоинства и недостатки возведения вертикальных конструкций бескаркасных зданий данных организационно-технологических решений. Определена наиболее рациональная технология возведения вертикальных конструкций бескаркасных зданий в зимний период в условиях Донбасса.

Ключевые слова: бескаркасные здания, кирпичная кладка, зимние условия, раствор, противоморозные добавки, армирование, усиление.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Определяющая трудность при ведении зимней кладки заключается в замерзании цементной массы, а именно воды, содержащейся в ней. Такое обстоятельство нарушает нормальные процессы гидратации и прочность раствора теряет примерно 1/4 от требуемой нормы. Это приводит к неполноценному сцеплению строительных элементов, что напрямую сказывается на общей устойчивости здания. Следственно это может повлечь неприятные последствия.

При рассмотрении вопросов технологии и организации работ при возведении вертикальных конструкций бескаркасных зданий необходимо обращать внимание на факторы, влияющие на снижение энергоемкости, трудоемкости, и в конечном итоге на снижение стоимости строительной конструкции.

Для принятия наиболее технологичного решения целесообразно оценить информацию на основе сравнения различных схем возведения вертикальных конструкций бескаркасных зданий в зимних условиях.

ЦЕЛИ

Основной целью статьи является анализ организационно-технологических решений возведения вертикальных конструкций бескаркасных зданий в зимний период в условиях Донбасса.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Донбасс расположен во II климатическом районе [1]. Ему характерен умеренно-континентальный климат. Наиболее холодный месяц – январь. В холодное время года преобладает Азиатский антициклон. Климат неустойчив, так как равнинная местность способствует свободному продвижению

атлантических, арктических и континентальных воздушных масс, морозы часто сменяются оттепелями. Средняя температура воздуха зимой $-10...-15$ °С. Наблюдаются иногда морозы до $-41,9$ °С. На рисунке 1 приведена диаграмма минимальной температуры месяца за 2019 год.

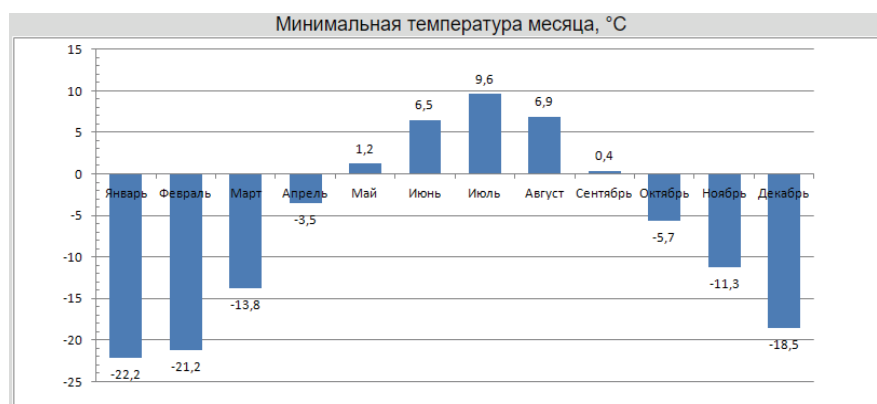


Рисунок 1 – Диаграмма распределения минимальных температура по месяцами за 2019 г.

Опыты С. А. Миронова, В. А. Сизова, А. А. Шишкина и др. [2] доказали возможность возведения каменной кладки в зимних условиях при минусовой температуре и привели некоторые факты:

- раствор, который замерз после оттаивания продолжает твердеть, но если он замерз в свежем состоянии, то конечная его прочность меньше, чем при твердении в летних условиях;
- конечная прочность при сжатии раствора на портландцементе вследствие замерзания в раннем возрасте снижается на 20...50 % в зависимости от температуры.
- сцепление раствора с камнем и арматурой, замерзшего в раннем возрасте снижается;
- если раствор замерз в свежем состоянии, то в кладке он обжимается значительно меньше, поэтому кладка дает значительную осадку при оттаивании;
- в случае замерзания раствора, который уже достиг прочности 20 % или более, то конечная прочность кладки при сжатии и сцепление раствора с камнем и арматурой не уменьшаются.

Основные особенности и рекомендации возведения кирпичной кладки в зимний период:

- увеличивается количество каменщиков, уменьшается размер делянок, обеспечивается быстрое возведение каменной кладки по высоте с одновременным выполнением работ сразу по всей захватке;
- вертикальные и продольные швы при многорядной системе перевязки перевязывают каждые три ряда или чаще;
- количество раствора на рабочем месте составляет максимум на 20–30 мин работы, при этом раствор подогретый и ящик утеплен;
- запрещается укладывать в конструкцию намокший и обледеневший кирпич, его необходимо оттаять и просушить;
- не допускается оставлять раствор на верхнем слое кладки при перерывах в работе.
- не рекомендуется приготавливать сразу большое количество раствора, так как он будет замерзать в бадре, а размораживать его категорически запрещается.
- для того, чтобы при оттаивании стены, отдельно стоящие колонны или арочные перемычки не утратили своей устойчивости, их необходимо закрепить временными подпорами.

В настоящее время каменные работы в зимних условиях выполняют следующими способами, указанными на рисунке 2.

Кладка на растворах с химическими добавками. Введение определенных химических добавок позволяет раствору твердеть и набирать прочность на морозе. Вид добавок, способы приготовления растворов и их количество принимают в соответствии с требованиями специальных инструкций. Добавки не должны вызывать разрушения каменных материалов, коррозии арматуры, впитывания влаги и разрушения каменных материалов.

Самые известные противоморозные добавки в растворах для зимней кладки: нитрат натрия и поташ. При введении добавок поташа в количестве 5...15 % веса цемента, в зависимости от температуры, растворы начинают интенсивно твердеть на морозе при температуре до -30 °С, а при добавлении нитрата натрия в количестве 5...10 % – на морозе до -15 °С. Все же, прочность раствора, затвердевшего при температуре -20 °С, меньше, чем затвердевшего в нормальных условиях.



Рисунок 2 – Схема методов выполнения каменной кладки в зимний период.

Марка раствора с химическими добавками, применяемого для зимней кладки, должна быть не менее 50. Применяется сетчатое армирование для повышения несущей способности кладки на этом растворе.

Несущую способность кладки на растворах с химическими добавками рассчитывают на эксплуатационные нагрузки для законченного здания или сооружения и на промежуточные стадии загрузки, определяемые темпами возведения кладки в зимних условиях.

При расчете на эксплуатационные нагрузки конечную прочность зимних растворов с химическими добавками принимают равной их летней марке, если кладку выполняли при температуре не ниже -20°C , и на одну марку ниже летней, если кладку выполняли при температуре ниже -20°C .

Для различных стадий готовности зданий, возводимых в зимних условиях на растворах с химическими добавками, каменные конструкции дополнительно рассчитывают по фактически накопленной ими прочности. Примерная прочность растворов в зависимости от температуры и продолжительности твердения, количества добавок указана в таблице.

Метод кладки на растворах с химическими добавками имеет недостатки:

Таблица – Ориентировочная прочность твердеющих на морозе растворов марки 50 и выше на портландцементе с добавками поташа или нитрита натрия

Химическая добавка	Средняя температура твердения, $^{\circ}\text{C}$	Количество добавки в % к весу цемента	Прочность раствора, %, марки (ГОСТ 5802-66) при твердении на морозе в течение суток			
			3	7	28	90
Поташ	До -5	5	15	25	60	80
	От -6 до -15	10	10	20	50	65
	Ниже -15	15	5	10	35	50
Нитрит натрия	До -5	5	5	10	40	55
	От -6 до -15	10	3	5	30	40

1. Применение каждой добавки требует особого подхода при ведении работ.

2. Поташ ускоряет процесс схватывания раствора, поэтому его следует израсходовать в течение 1 часа работы.

3. Раствор с добавлением поташа вызывает коррозию силиката и не совместим с силикатным кирпичом.

Электропрогрев. Электропрогрев применяют при твердении свежесозданной кладки таких конструкций, которые должны иметь повышенную прочность и уменьшенную осадку в период их оттаивания. Кладку с электропрогревом применяют редко из-за сложности устройства приспособлений для прогрева и высокой стоимости электроэнергии. Только в случаях, экономически оправданных (при наличии дешевых источников электроэнергии), этот способ применяют для возведения зданий с повышенной категорией ответственности.

Для электропрогрева в кирпичную кладку заделывают электроды (прутки арматурной стали диаметром 6 мм) или электронагревательные приборы (рис. 3). Включая их затем в электрическую цепь прогревают кладку. Проводником между электродами служит раствор, поэтому особое внимание при кладке обращают на тщательное выполнение вертикальных швов кладки.

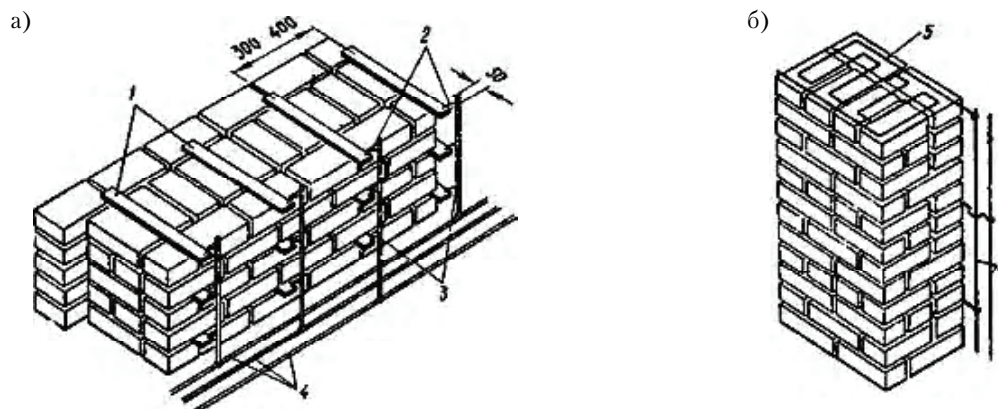


Рисунок 3 – Схема электропрогрева кладки: а) кирпичной стены; б) армированной кладки столбов; 1 – пластинчатые электроды; 2, 3 – коммутационные провода; 4 – электрическая сеть ($U = 220...380 \text{ В}$); 5 – стальная сетка.

Электропрогрев необходим лишь на время достижения 22 % марочной прочности цементного раствора. Как правило, это 6–7 суток.

Метод электропрогрева имеет некоторые недостатки:

1. Нужен грамотный и точный предварительный расчёт всех параметров;
2. Энергетическая затратность, которая создаёт большие дополнительные финансовые потери;
3. Постоянный контроль за электродной системой и уровнем прогрева кладки;
4. Максимально защищенный от поражения током, специально обученный персонал.

Кладка в термосах. Технология кладки в термосах основана на длительном удержании собственного тепла, которое выделяется при химических реакциях в растворе, термоизоляционным покрытием. Чтобы вести кирпичную кладку в условиях минимального холода (до -5 градусов) данная технология подходит.

Чтобы обеспечить приемлемую температуру, необходимо перед размещением каждый кирпич разогревать паяльной лампой, специальной газовой горелкой или аналогичными приспособлениями. Вид материала не является определяющим для работы. Таким образом можно укладывать клинкерный облицовочный, двойной силикатный, «красный», полнотелый, обыкновенный и другие разновидности кирпича.

Во время работы, через каждые три (можно через четыре) слоя, кладка укрывается теплоизолирующим материалом. Защищенные таким методом участки стены будут долго осуществлять самосогревание.

«Термосная» технология проста в исполнении, а именно: не нуждается в особых знаниях, использовании защитных средств и большом практическом опыте.

К минусам можно отнести:

1. Возможность строительства при незначительной минусовой температуре (до -5 градусов).
2. Приобретение вспомогательного оборудования.
3. Малую скорость строительства, так как работник вынужден тратить время на достаточный прогрев каждого кирпича.

Способ замораживания. Замораживание раствора представляет собой метод зимней кладки, основывающийся на использовании специально подготовленного раствора. Зимой он замерзает, а весной, по мере оттаивания, схватывается и надежно застывает с сохранением всех необходимых свойств.

При ведении кладки применяются специальные пластичные цементные растворы, параметральной марки не ниже М-10 без посторонних добавок.

Принцип способа основан на использовании значения марки в зависимости от температуры в период строительства. Последовательность такова:

1. Температура до $-3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ – марка раствора остается без изменений.

2. Среднесуточное значение до -20°C – марку необходимо повышать на 1 ступень.
3. Если установились морозы ниже -20°C – марка цементного раствора увеличивается на 2 ступени.

Такая методика замены раствора нужна для более надежной прочности «созревшей» кладки. Значение температуры используемого раствора имеет непосредственную зависимость от температуры.

При рассматриваемом способе кладки требуется соблюдение некоторых условий:

- в месте стыковочного контакта стен устанавливаются связующие металлические полосы;
- после строительства каждого этажа необходимо прочно связывать между собой стены поперечными балками;

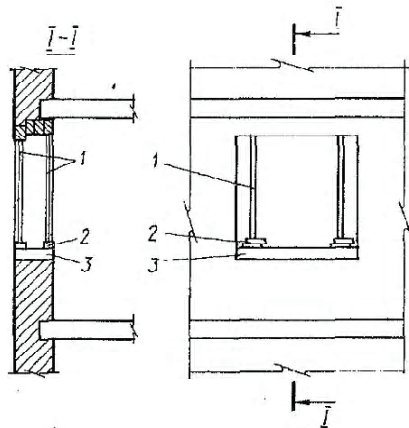


Рисунок 4 – Усиление простенков временными деревянными стойками:
1 – стойка диаметром 160...200 мм;
2 – клин; 3 – прокладка толщиной 100...150 мм.

- на участках соединения, дополнительно построенных по методике «замораживания раствора» (новых), стен формируются осадочные швы;

- над оконными и дверными проёмами соблюдается осадочный зазор;

- предельная высота стен составляет 15,2 м;

- усиление простенков и столбов временными конструкциями (рис. 4, 5) [4];

- при ведении кладки необходимо использовать только подогретый раствор и очищенные от грязи и наледи кирпичи;

- необходимо применять согревающее (тепловое) оборудование.

Данная методика требует существенных физических затрат. Помимо этого, постройка даёт неравномерную усадку – весной оттаивает раньше южная (солнечная) сторона, затем боковые части и в конце – северная (тенивая) сторона. При тщательном соблюдении технологии, усадка не превысит 2,0 мм на 1 метр стеновой высоты, что является допустимым параметром.

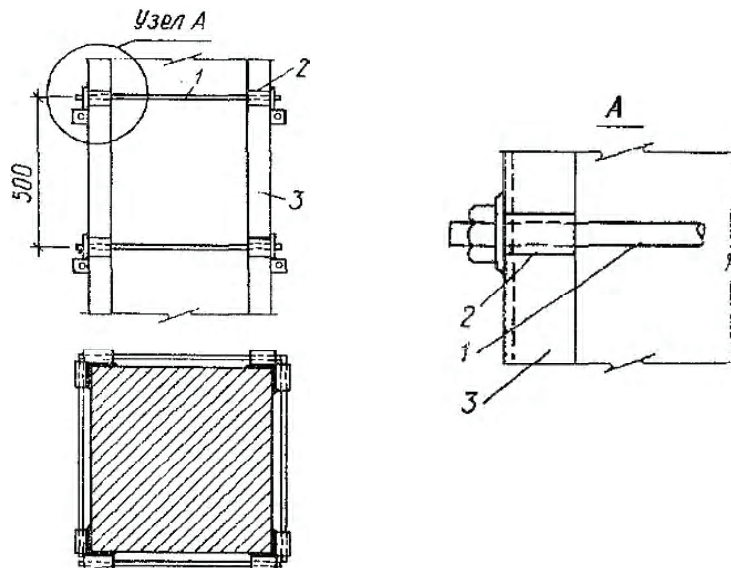


Рисунок 5 – Усиление простенков или столбов временной стальной облойкой: 1 – болт; 2 – трубка; 3 – уголок 50×50 мм.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

На сегодняшний день существуют разнообразные организационно-технологические решения возведения вертикальных конструкций бескаркасных зданий в зимний период в условиях Донбасса. Каждая технология обладает своими уникальными особенностями, преимуществами и недостатками. Изучив подробно природно-климатические условия Донбасса и каждую технологию возведения

каменной кладки, можно сделать вывод, что метод замораживание раствора – наиболее приемлемый, эффективный и экономичный метод зимней кладки. Метод замораживания раствора не требует большого количества рабочих, больших затрат и дополнительных материалов, однако следует тщательно подходить к разработке данного организационно-технологического процесса для достижения необходимых результатов.

В дальнейшем планируется разработать методику наиболее рационального выбора типа организационно-технологических решений исходя из факторов энергоёмкости, трудоёмкости, эффективности, экономичности и т. д.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Строительная климатология [Текст]. – Введ. 2011-11-01 / Мінрегіонбуд України. – К. : Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – (Национальный стандарт Украины).
2. Поляков, С. В. Каменные конструкции [Текст] / С. В. Поляков, Б. Н. Фалевич. – М. : Госстройиздат, 1960. – 307 с.
3. Вахненко, П. Ф. Каменные и армокаменные конструкции [Текст] / П. Ф. Вахненко. – Киев : «Будівельник», 1978. – 152 с.
4. Вахненко, П. Ф. Каменные и армокаменные конструкции [Текст] / П. Ф. Вахненко. – 2-е изд., перераб. и доп. – К. : Будівельник, 1990. – 184 с. ил.
5. Ищенко, И. И. Каменные работы [Текст] : учебник для проф.-техн. училищ / И. И. Ищенко. – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. школа, 1982. – 240 с.
6. Кладка кирпича зимой при минусовой температуре: рекомендации специалистов, технологические особенности зимней кладки [Электронный ресурс] // Строительный портал о материалах, ремонте и дизайне. – [Б. м. : Nastroiike.com]. – [2015–2019]. – Электрон. дан. – Режим доступа : <https://nastroiike.com/stroitelstvo-doma/526-kladka-kirpicha-zimoy-pri-minusovoj-temperature-rekomendatsii-spetsialistov-tehnologicheskie-osobennosti-zimnej-kladki>.
7. Возведение кладки в зимнее время [Электронный ресурс] // Технология строительства. Новости и обзоры. – [Б. м. : Stroyrubrica.ru]. – Электрон. дан. – Режим доступа : <https://stroyrubrika.ru/mason/zimnyaya-kladka.php>.

Получено 27.10.2019

В. В. ТАРАН, Р. О. КОСТРИКІН ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ВИБІР ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ЗВЕДЕННЯ ВЕРТИКАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ БЕЗКАРКАСНИХ БУДІВЕЛЬ У ЗИМОВИЙ ПЕРІОД В УМОВАХ ДОНБАСУ ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. При зведенні вертикальних конструкцій безкаркасних будівель у зимовий період в умовах Донбасу враховуються фактори, що дозволяють застосовувати найкращі технологічні рішення з найменшими затратами праці і часу. У статті розглянуті існуючі організаційно-технологічні процеси ведення цегляної кладки в зимових умовах. Описано технології зведення вертикальних конструкцій безкаркасних будівель і їх особливості. При технології будівництва в зимових умовах приділяється увага правилам охорони праці і державним нормам, що пред'являються до будівель даного типу. Також приділяється увага розробці великої кількості заходів для забезпечення безпеки ведення робіт і комфортних умов праці, які вимагають належного техніко-економічного обґрунтування. Наведено переваги і недоліки зведення вертикальних конструкцій безкаркасних будівель даних організаційно-технологічних рішень. Визначено найбільш раціональне технологію зведення вертикальних конструкцій безкаркасних будівель у зимовий період в умовах Донбасу.

Ключові слова: безкаркасні будівлі, цегляна кладка, зимові умови, розчин, противоморозні добавки, армування, посилення.

VALENTINA TARAN, ROSTISLAV KOSTRYKIN
RESEARCH OF FACTORS INFLUENCING THE CHOICE OF
ORGANIZATIONAL-TECHNOLOGICAL DECISIONS OF THE CONSTRUCTION
OF VERTICAL DESIGNS OF FRAME-FREE BUILDINGS IN THE WINTER
PERIOD UNDER THE CONDITIONS OF THE DONBAS
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. When erecting vertical structures of frameless buildings in the winter in the conditions of Donbas, factors are taken into account that allow applying the best technological solutions with the least labor and time. The article discusses the existing organizational and technological processes of bricklaying in winter conditions. The technologies of erecting vertical structures of frameless buildings and their features are described. With the construction technology in winter conditions, attention is paid to labor safety rules and state standards for buildings of this type. Attention is also paid to the development of a large number of measures to ensure the safety of work and comfortable working conditions, which require an appropriate feasibility study. The advantages and disadvantages of the construction of vertical structures of frameless buildings of these organizational and technological solutions are given. The most rational technology for the construction of vertical structures of frameless buildings in the winter in the Donbas was determined.

Key words: frameless buildings, brickwork, winter conditions, mortar, antifreeze additives, reinforcement, strengthening.

Таран Валентина Владимировна – кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия 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.

Кострыкин Ростислав Олегович – магистрант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: повышение эффективности возведения бескаркасных зданий в зимних условиях.

Таран Валентина Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та організації будівництва ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія 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.

Кострикін Ростислав Олегович – магістрант кафедри технології та організації будівництва ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: підвищення ефективності зведення безкаркасних будівель в зимових умовах.

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

Kostyrykin Rostislav – master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improving the efficiency of the construction of frameless buildings in winter conditions.

УДК 69.059.1

Н. С. НОВИКОВ, С. О. ТИТКОВ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

Аннотация. Техническое обследование зданий и сооружений позволяет определить безопасность их дальнейшей эксплуатации и текущее состояние объекта. Благодаря такой экспертной оценке выявляются существующие дефекты и возможные повреждения конструкций, способные привести к аварийной ситуации, а также полному или частичному разрушению объектов строительства. В момент, когда проводится обследование технического состояния зданий и сооружений, может также проводиться проверка инженерных сетей и окружающих объекты территорий. Оценка несущей способности строительных конструкций по результатам обследования технического состояния зданий и сооружений считается обязательной при проведении реконструкции, капитального ремонта, строительстве и реконструкции близко расположенных объектов, а также для поддержания в нормальном состоянии конструктивных элементов существующих объектов. Обследование технического состояния зданий и сооружений – комплекс мероприятий по определению и оценке фактических значений контролируемых параметров, характеризующих работоспособность объекта обследования и определяющих возможность его дальнейшей эксплуатации, реконструкции или необходимости восстановления, усиления, ремонта, и включающий в себя обследование грунтов основания и строительных конструкций на предмет выявления изменения свойств грунтов, деформационных повреждений, дефектов несущих конструкций и определения их фактической несущей способности.

Ключевые слова: здание, сооружение, техническое состояние, обследование, повреждения, оценка несущей способности, дефект

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Обследование технического состояния зданий и сооружений является одной из наиболее важных проблем, возникающих в процессе эксплуатации зданий и сооружений. Построенные строительные объекты вследствие отсутствия в последние десятилетия должного контроля их состояния и проведения ремонта находятся в удручающем техническом состоянии.

Как известно, со временем происходит постепенное разрушение зданий и инженерных сооружений от возникающих в них в процессе эксплуатации различных дефектов и повреждений.

Причин возникновения различного рода дефектов и повреждений много: воздействие внешней среды, ошибки в проектировании, вызванные недостаточными сведениями о поведении строительных материалов и конструкций при эксплуатации, условиями эксплуатации и работы конструкций, дефекты строительства, недостатки эксплуатации, перегрузка конструкций при эксплуатации и т. д.

Возникшие дефекты и повреждения строительных конструкций могут ухудшить условия эксплуатации, снизить несущую способность конструкций и при определенных условиях привести к аварии.

Выявление и оценка повреждений, возникающих в строительных конструкциях, имеет большое практическое значение для дальнейшей эксплуатации построенного объекта.

Для распознавания дефектов в конструкциях, причин возникновения дефектов и их влияния на техническое состояние сооружения применяется техническая оценка состояния строительных конструкций по результатам обследования зданий и сооружений.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Большой вклад в изучение по проведению обследования технического состояния конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений внесли следующие российские исследователи: А. Н. Малахова, А. И. Бедова, И. В. Богатырева, М. В. Лукин, И. С. Гучкин, Ю. С. Пириев, Г. М. Бадьин и др. [1-7].

Исследования в области оценки несущей способности строительных конструкций при обследовании технического состояния объекта, рассмотрено в работах [2-5].

А. Н. Малахова рассматривает вопросы организации и порядка проведения обследования технического состояния зданий [1].

В работе А. И. Бедова изложены вопросы надежности, физического и морального износа строительных конструкций, зданий и сооружений в целом. Представлена методика выполнения обследований оснований и строительных конструкций зданий и сооружений [2].

И. В. Богатырева рассматривает вопросы организации и порядок проведения обследований конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений, диагностику состояния строительных конструкций, определение несущей способности и жесткости сооружений в соответствии с изменившимися условиями эксплуатации [3].

Целью настоящих исследований является организация и порядок проведения обследования технического состояния зданий и сооружений.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ.

В настоящее время установлены следующие сроки проведения технического обследования состояния зданий и сооружений [8]:

- первое – не позднее двух лет после ввода объекта в эксплуатацию, последующие – не реже одного раза в 10 лет (не реже одного раза в 5 лет при неблагоприятных условиях эксплуатации: агрессивная среда, повышенная влажность, сейсмические воздействия, сложные инженерно-геологические, горно-геологические условия и др.);
- по истечении срока эксплуатации объекта;
- при неудовлетворительном техническом состоянии, в том числе, вызванном пожаром, стихийным бедствием и др.;
- по инициативе собственника объекта;
- при изменении назначения объекта;
- по предписанию органов, уполномоченных на ведение государственного строительного надзора.

Таким образом, обследование технического состояния зданий и сооружений может носить плановый характер и определяться установленными сроками проведения обследований. Но такие обследования могут также быть внеплановыми, и основаниями для их проведения могут стать следующие причины:

- выявление отступления от проекта;
- стихийные бедствия;
- возобновление строительства спустя 3 года;
- новое строительство вблизи уже возведенных зданий.

Примерные сроки (эксплуатации) зданий и сооружений приведены в [9].

Право на экспертную деятельность предоставлено специалистам, обладающим соответствующей квалификацией, которая должна быть подтверждена квалификационными сертификатами и другими разрешительными документами, заверенными государственными органами.

Требования к таким документам определяются действующим законодательством. Проводится техническое обследование зданий и сооружений с помощью профессионального сертифицированного оборудования. Это современная техника, обладающая высокой точностью измерений, позволяющая определять различные технические параметры строений с допустимой погрешностью.

Техническое обследование включает следующие виды контроля технического состояния зданий и сооружений:

- проведение плановых и внеплановых осмотров в процессе технической эксплуатации здания и сооружения;
- сплошное техническое обследование городской застройки;
- подготовка проектирования капитального ремонта или реконструкции;
- проведение экспертизы зданий в аварийных ситуациях;

- приемочный контроль законченных строительством, капитальным ремонтом или реконструкцией зданий и сооружений;
- определение дополнительного объема работ при возобновлении строительства объекта с длительным перерывом в строительстве (более трех лет с консервацией объекта и независимо от срока без консервации объекта);
- определение объема ремонтных работ при возобновлении эксплуатации объекта с длительным перерывом в эксплуатации.

Работы по техническому обследованию зданий и сооружений проводят в следующем порядке:

- подготовительный этап;
- этап предварительного (визуального) обследования;
- этап детального (визуально-инструментального или инструментального) обследования;
- оформление отчетной документации.

Заключительным документом, обобщающим результаты выполненных работ, является техническое заключение (отчет) следующего состава:

- сведения, которые характеризуют обследуемый объект на основе проектных материалов с учетом их изменений, выполненных при строительстве или эксплуатации;
- оценку технического состояния конструктивных элементов здания по результатам проведенного обследования с учетом современных нормативных требований;
- анализ причин образования дефектов и повреждений;
- рекомендации по обеспечению нормальной эксплуатации объекта с обоснованием дальнейшей целесообразности его использования, проведения работ по ремонту, усилению, замене, реконструкции, сносу.

Этап предварительного (визуального) обследования включает следующие работы:

- сплошное визуальное обследование конструкций зданий с выявлением дефектов и повреждений по внешним признакам;
- замеры конструкций и здания в целом;
- фотофиксация объекта, дефектов и повреждений.

Проведение обмерных работ заключается в определении фактических размеров зданий, сооружений, внутренних помещений и строительных конструкций на данный момент времени. Для составления обмерного чертежа делают предварительную зарисовку (эскиз) здания. Эскиз может быть сделан от руки. Размеры на эскизе проставляются в сантиметрах от базового нуля.

Измерение отклонений положения конструкций проводится:

- ✓ с помощью горизонтальной натянутой нити;
- ✓ с помощью геодезических инструментов.

Прогибы горизонтальных конструкций (плит, балок, ферм) определяются:

- ✓ с помощью оптических и гидростатических уровней;
- ✓ с помощью горизонтальной нити.

Ширину раскрытия трещин определяют:

- ✓ с помощью микроскопа МПБ-2 или МИР-2;
- ✓ лупы Бринелля);
- ✓ набора щупов или других приборов и инструментов, обеспечивающих точность измерений не ниже 0,1 мм.

Этап детального (инструментального) обследования включает следующие работы:

- обмеры необходимых геометрических параметров зданий, конструкций, их элементов и узлов, в том числе с применением геодезических приборов;
- инструментальное определение параметров дефектов и повреждений;
- определение фактических прочностных характеристик материалов основных несущих конструкций и их элементов;
- измерение параметров эксплуатационной среды, присущей технологическому процессу в здании и сооружении;
- определение реальных эксплуатационных нагрузок и воздействий, воспринимаемых обследуемыми конструкциями с учетом влияния деформаций грунтового основания;
- определение реальной расчетной схемы здания и его отдельных конструкций;
- определение расчетных усилий в несущих конструкциях, воспринимающих эксплуатационные нагрузки;
- расчет несущей способности конструкций по результатам обследования;

- камеральная обработка и анализ результатов обследования и поверочных расчетов;

Прочностные характеристики материалов строительных конструкций определяются с помощью методов технической диагностики:

- ✓ прямых методов (непосредственной оценки);
- ✓ косвенных методов (сравнения с мерой).

Прямой – разрушающий метод определения прочности образца является наиболее точным. Для определения прочности материала из конструкции отбираются образцы и испытываются разрушающей нагрузкой в лаборатории.

Косвенные методы оценки прочности:

- ✓ тензометрический метод;
- ✓ метод оценки твердости;
- ✓ методы неразрушающего контроля (упругого отскока, ударного импульса, скалывания, отрыва);
- ✓ ультразвуковой метод

Несущая способность конструкций рассчитывается в соответствии со СНиП на определенный вид конструкций с учетом данных, полученных при инструментальном обследовании:

- ✓ *геометрических параметров* здания и его конструктивных элементов – пролетов, высот, размеров расчетных сечений несущих конструкций;
- ✓ *фактических опираний и сопряжений* несущих конструкций, их реальной расчетной схемы;
- ✓ *расчетных сопротивлений материалов*, из которых выполнены конструкции;
- ✓ *дефектов и повреждений*, влияющих на несущую способность конструкций;
- ✓ *фактических нагрузок*, воздействий и условий эксплуатации здания или сооружения.

Сопоставление действующих нагрузок и усилий в элементах и их несущей способности показывает степень реальной загруженности конструкций.

Доля снижения несущей способности (степень повреждения) характеризует техническое состояние конструкций на момент обследования.

$$\Delta = (N_{\text{проект}} - N_{\text{факт}}) \cdot 100 \% / N_{\text{проект}}.$$

Сроки выполнения по техническому обследованию зданий зависят от объема работ. Важный фактор, влияющий на сроки выполнения работ – наличие документации по объекту. На сроки влияют расположение, площадь и состояние объекта, цель обследования.

ВЫВОДЫ

Собранные в результате экспертизы сооружений данные используются для анализа технического состояния объектов. По итогам экспертной оценки составляется специальный отчет. Он имеет утвержденную типовую форму и содержит в себе полные сведения об объекте, адрес места его нахождения и дату проведения технического обследования состояния зданий и сооружений. Одним из пунктов документа является экспертное заключение, которое основывается на полученных в ходе исследования объекта данных.

Отчёт о техническом обследовании здания – это официальный документ, который может выдаваться сертифицированным экспертом или лицензированной компанией, имеющей право проводить подобные высокоточные и ответственные работы.

На основании данных исследований заполняется паспорт технического состояния здания, необходимый для любого строения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Малахова, А. Н. Оценка несущей способности строительных конструкций при обследовании технического состояния зданий [Текст] : учебное пособие / А. Н. Малахова, Д. Ю. Малахов ; М-во образования и науки Рос. Федерации, Нац. Исследоват. Моск. гос. строит. ун-т. ; 2-е изд. – Москва : НИУ МГСУ, 2016. – 96 с.
2. Бедова, А. И. Оценка технического состояния, восстановление и усиление оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений [Текст] : учебное пособие / А. И. Бедова. – Москва : Изд-во АСВ, 2014. – 704 с.
3. Богатырева, И. В. Обследование и испытание конструкций зданий и сооружений [Текст] : учебное пособие / И. В. Богатырева. – Томск : Изд-во Том. гос. архит.-строит. ун-та, 2015. – 110 с.
4. Техническая эксплуатация зданий и сооружений [Текст] : учеб. пособие / С. И. Рощина, М. В. Лукин, М. С. Лисятников, Н. С. Тимахова ; под ред. С. И. Рощиной. – Москва : КНОРУС, 2016. – 232 с.

5. Лукин, М. В. Техническая эксплуатация и реконструкция зданий [Текст] : учебное пособие / М. В. Лукин. – Москва : Издательство АСВ, 2011. – 296 с.
6. Пириев, Ю. С. Технические вопросы реконструкции и усиления зданий [Текст] : учеб. пособие / Ю. С. Пириев. – Москва : Издательство АСВ, 2013. – 120 с.
7. Бадьин, Г. Н. Усиление строительных конструкций при реконструкции и капитальном ремонте зданий [Текст] : учеб. пособие / Г. Н. Бадьин, Н. В. Таничев. – Москва : Издательство Ассоциации строительных вузов, 2013. – 112 с.
8. НПА ОП 45.2-1.01-98 Правила обследования, оценки технического состояния и паспортизации производственных зданий и сооружений [Текст]. – Введен впервые ; 1997-11-27. – К. : Государственный комитет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины и Госнадзорхрантруда Украины, 1997. – 11 с.
9. ДБН В.1.2-14-2009 Общие принципы обеспечения надежности и конструктивной безопасности зданий, сооружений, строительных конструкций и оснований [Текст]. – Взамен ГОСТ 27751-88 (СТ СЭВ 384-87), СТ СЭВ 3972-83, СТ СЭВ 3973-83, СТ СЭВ 4417-83, СТ СЭВ 4668-84 ; введ. 2009-12-01 / ОАО УкрНИИ им. Шимановского. – Киев : Минрегионстрой Украины, 2009. – 33 с.

Получено 07.11.2019

М. С. НОВИКОВ, С. О. ТИТКОВ
ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ПРОВЕДЕННЯ ТЕХНІЧНОГО ОБСТЕЖЕННЯ
БУДІВЕЛЬ І СПОРУД
ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

Анотація. Технічне обстеження будівель і споруд дозволяє визначити безпеку їх подальшої експлуатації і поточний стан об'єкта. Завдяки такій експертній оцінці виявляються існуючі дефекти і можливі ушкодження конструкцій, що здатні призвести до аварійної ситуації, а також повного або часткового руйнування об'єктів будівництва. На момент, коли проводиться обстеження технічного стану будівель і споруд, може також проводитися перевірка інженерних мереж і територій, що оточують об'єкти. Оцінка несучої здатності будівельних конструкцій за результатами обстеження технічного стану будівель і споруд вважається обов'язковою при проведенні реконструкції, капітального ремонту, будівництві і реконструкції близько розташованих об'єктів, а також для підтримки у нормальному стані конструктивних елементів існуючих об'єктів. Обстеження технічного стану будівель і споруд – комплекс заходів щодо визначення і оцінки фактичних значень контрольованих параметрів, що характеризують працездатність об'єкта обстеження і визначають можливість його подальшої експлуатації, реконструкції або необхідності відновлення, посилення, ремонту, а також включає обстеження ґрунтів основи і будівельних конструкцій на предмет виявлення зміни властивостей ґрунтів, деформаційних ушкоджень, дефектів несучих конструкцій і визначення їх фактичної несучої здатності.

Ключові слова: будівля, споруда, технічний стан, обстеження, ушкодження, оцінка несучої здатності, дефект.

NYKYTA NOVYKOV, SERGEY TITKOV
GENERAL ISSUES OF TECHNICAL INSPECTION BUILDINGS AND
STRUCTURES
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The technical inspection of building and building allows defining safety of their further exploitation and current status of object. Existent defects and possible damages of constructions, able to result in an emergency situation, and also complete or partial destruction of building objects, come to light due to such expert estimation. In moment when the inspection of the technical state of building and building is conducted verification of engineering networks and surrounding objects territories can be also conducted. The estimation of bearing strength of building constructions on results the inspection of the technical state of building and building is considered obligatory during realization reconstruction, major repairs, building and reconstruction of the close located objects, and also for maintenance up to par of structural elements of existent objects. An inspection of the technical state of building and building is a complex of events on determination and estimation of actual values of the controlled parameters, characterizing the capacity of object of inspection and qualicator possibility of his further exploitation, reconstruction or necessity of renewal, strengthening, repair, and plugging in itself the inspection of soils of founding and building constructions for the purpose the exposure of change of properties of soils, deformation damages, defects of load carrying structures and determination of their actual bearing strength.

Key words: building, building, technical state, inspection, damages, estimation of bearing strength, defect

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

Титков Сергей Олегович – аспирант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: возведение и реконструкция промышленных сооружений.

Новиков Микита Сергійович – аспірант кафедри технології та організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: будівництво в обмежених умовах, технологія зведення підземних частин будівель на основі огороження «стіна в ґрунті», розробка ґрунту в котлованах.

Тітков Сергій Олегович – аспірант кафедри технології та організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: зведення і реконструкція промислових споруд.

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

Titkov Sergey – post-graduate student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: erection and reconstruction of industrial facilities.

УДК 624.074.2

А. В. ДЫШЛОВЕНКО

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

АНАЛИЗ КОНСТРУКТИВНЫХ ФОРМ И МЕТОДОВ МОНТАЖА

Аннотация. В данной статье рассматриваются варианты возведения арочных конструкций из дерева и металла, возможности максимально использовать несущие качества материала и получить за счет этого легкие и экономичные покрытия. Уменьшение массы конструкций и сооружений является одной из основных тенденций в строительстве и означает уменьшение объема материала, его добычи, переработки, транспортировки. Приводится сравнительный выбор материала, который в конкретных условиях строительства наилучшим образом отвечает поставленной задаче, даются рекомендации по технологии возведения. Выбор метода монтажа конструкций зданий определяют в зависимости от конструктивной схемы здания и конкретных условий строительной площадки, характеристик по массе основных конструктивных элементов, наличия основных строительных машин, оборудования и приспособлений. Монтаж конструкций следует выполнять с высоким качеством производства работ и с обязательным соблюдением правил техники безопасности. Это обеспечивается с помощью применения наиболее современной строительной техники.

Ключевые слова: арочные конструкции, сооружения, укрупнение, монтаж.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Наибольший интерес представляют конструктивные решения однотипных элементов и их узлов, обеспечивающих полную свободу выбора габаритов здания. Процесс эволюции конструктивных форм, в том числе и арочных, возможен лишь на основе последних достижений отечественной и зарубежной школ проектирования, а также в области производства современных стальных и деревянных элементов, способов их соединения.

Уменьшение массы конструкций является одной из основных тенденций в строительстве, поэтому вполне естественен интерес снижения массы и технологии возведения в различных конструктивных формах.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В работе [1] рассматривается дальнейшее развитие и повышение эффективности в быстровозводимых зданиях различного назначения, подход к проектированию и строительству с назначением фиксированного пролета, габаритной высоты и рациональной конструктивной схеме, а также к наилучшим показателям, по стоимости и расходу материалов, для сокращения количества типоразмеров.

ЦЕЛИ

Целью данной статьи является рассмотрение эффективности использования арочных конструкций из дерева и металла, их сравнение в технико-экономических показателях и технологии возведения.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

В современной практике строительства особое внимание уделяется возведению сооружений спортивного, культурного и общественного значения. Одна из причин потребности в сооружениях

заключается в том, что в одном сооружении часто совмещаются подготовка спортсменов с последующим их выступлением в различных видах спорта, а также планируются развлекательные мероприятия.

Проанализировав опыт возведения подобных сооружений, было выявлено, что одинаковой популярностью в выборе материала конструкций арочных покрытий пользуются металл и дерево. Исходя из того, что стадионы международных соревнований требуют при проектировании больших размеров, то арки с пролетами свыше 100 метров выполняются преимущественно из металла [2, 3]. Были рассмотрены некоторые примеры применения арочных покрытий.

Стадион Фишт в городе Сочи представляет собой сооружение с пролетом главных арок – 285 м, высота стадиона достигает 70 м. Арки собирались из отдельных блоков на земле и поднимались на проектную высоту с помощью грузоподъемных механизмов. Общий вес конструкций покрытия составляет более 22 тысяч тонн.

Шэньянский Олимпийский центр в Китае выполнен из однослойных сетчатых оболочек, основным несущим элементом которых являются стальные арки пролетом 360 м. Вес главной арки равен 1 938 т, а размеры сечения 16×21 м. Для проведения монтажа главная арка была разделена на 11 секций.

Кроме того, рассматривались сооружения с деревянными арочными конструкциями. Так, Спортивный зал во французском городе Пуатье, основной несущей конструкцией которого является деревянная двухшарнирная арка пролетом 74 м. Арка состоит из двух частей и служит опорой для вспомогательных балок, идущих в поперечном направлении и опирающихся снаружи на железобетонные стойки [6, 7].

Каток в городе Цуг, Швейцария, основными элементами покрытия которого являются семь клееных трехшарнирных арок ломаного очертания пролетом 82 м и стрелой подъема 16 м и имеют сплошное прямоугольное сечение 0,20×1,25 м. Каждая полуарка состоит из трех элементов ломаного очертания. На строительной площадке элементы полуарок жестко скреплены между собой двухсторонними накладками на клею и болтах. Зачастую при проектировании арочных сооружений проектировщики проводят сравнение конструкций из дерева и стали и выбирают наиболее выгодный вариант.

Сравнение технико-экономических показателей по каркасам покрытия из металла и клееной древесины показало эффективность древесины, в частности: снижение массы конструкций каркаса в три раза, снижение стоимости изготовления несущих конструкций в 4 раза, снижение стоимости одного погонного метра конструкции в 1,5 раза. Причинами, влияющими на разницу стоимости металлической и деревянной конструкции, являются следующие:

- процесс изготовления конструкции сложной формы из дерева проще, чем из металла;
- более трудоемкая дополнительная обработка конструкции из металла, нежели из дерева;
- гораздо меньший вес деревянных конструкций уменьшает стоимость монтажа сооружения и затраты на фундамент по сравнению с металлическими конструкциями.

Для строительства сооружений предпочтительнее рекомендуется применить клееную древесину по причине меньшей стоимости ее исходного материала и монтажа. Также масса здания с деревянным покрытием будет значительно ниже, чем с металлическим, что немаловажно в связи с повышением сейсмической активности, а конструкции из древесины эффективны и надежны в сейсмических районах строительства и связаны с особыми свойствами древесины как конструкционного материала. По этой же причине основным типом арок для строительства следует принять трехшарнирные, т. к. они нечувствительны к неравномерным осадкам опор и колебаниям температуры, удобны в монтаже и перевозке в виде полуарок. Для возведения данного типа арок рекомендуется применять одну из следующих схем:

– монтаж краном с промежуточными опорами, когда (рис. 1) монтаж арки ведется от концов к её середине. Монтажные блоки заранее укрупняются и устанавливаются на промежуточные опоры, оборудованные тарировочными домкратами, после чего блоки взаимно соединяют. После этого домкраты припускают, констатируют работоспособность конструкции и перемещают монтажную оснастку и механизмы на следующую ось поперечника [4, 5];

– монтаж с предварительным укрупнением и монтажом с помощью подвижного телескопического портала. Монтажные блоки арки собираются на площадке укрупнительной сборки, затем устанавливаются краном на телескопические порталы и поднимаются в проектное положение (рис. 2). Здесь их взаимно соединяют воедино [4, 5];

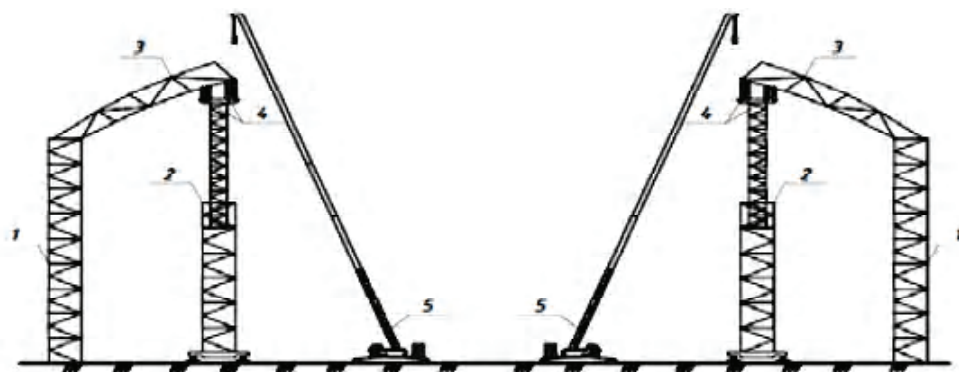


Рисунок 1 – Монтаж элементов арки краном с промежуточными опорами: 1 – колонны здания; 2 – промежуточные опоры; 3 – монтажные блоки арки; 4 – домкратные устройства; 5 – монтажные краны.

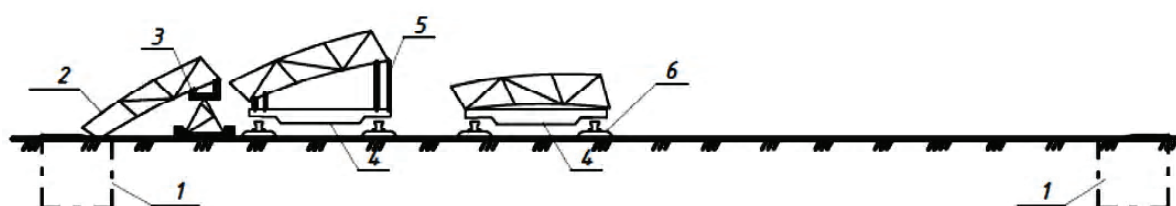


Рисунок 2 – Монтаж с предварительным укрупнением и монтажом на подвижном телескопическом портале: 1 – фундамент; 2 – монтажный блок арки; 3 – монтажные подмости; 4 – подвижные порталы с телескопическими опорами; 5 – домкраты; 6 – рельсы.

– в естественных условиях, метод укрупнения внутри пролета с последующим подрачиванием коньковых частей, когда арочная конструкция разрезается по коньковой части, полуарки укрупняются внутри пролета на подставках, обеспечивающих проектную кривизну (рис. 3). Затем с помощью гидродомкратов или блока, закрепленного к монтажной площадке временной стойки и лебедки, производится подрачивание коньковой части [4, 5].

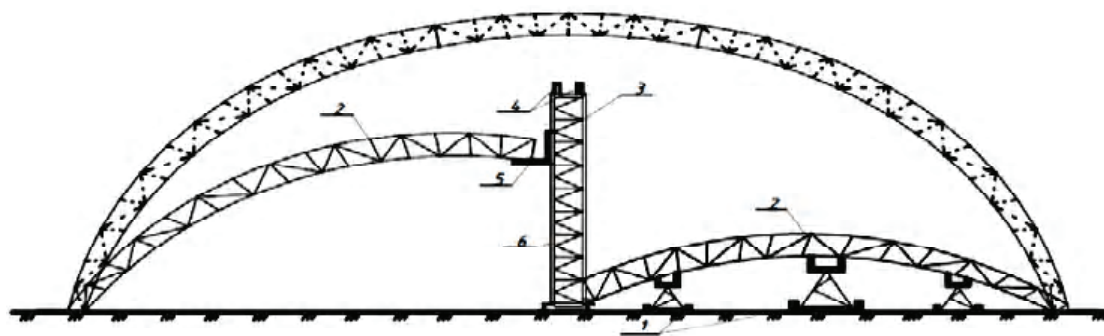


Рисунок 3 – Метод укрупнения внутри пролета с последующим подрачиванием коньковых частей: 1 – монтажные подмости; 2 – полуарки; 3 – монтажная башня; 4 – тарировочные домкраты; 5 – монтажный столик; 6 – домкратные стержни.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Отмеченные выше достижения по строительству и монтажу арочных зданий свидетельствует о высокой эффективности применения как стальных, так и деревянных арок при перекрытии не только больших, но и малых пролетов. При этом принимая во внимание современные темпы монтажа сооружений многоцелевого назначения и многообразие требуемых объемно-планировочных решений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фахрутдинов, А. Э. Конструкции легких арочных зданий, реализуемых по принципу «открытой» типизации [Текст] / А. Э. Фахрутдинов. – Л. : Издательство Казанский государственный архитектурно-строительный университет (КГАСУ), 2012. – 134 с.
2. Файбишенко, В. К. Металлические конструкции [Текст] : учеб. пособие для вузов / В. К. Файбишенко. – М. : Стройиздат, 1984. – 336 с.
3. Кузнецов В. В. Металлические конструкции [Текст] / Под общ. ред. заслуж. строителя РФ, лауреата госуд. премии СССР В. В. Кузнецов. – В 3 т. – Т. 2 Стальные конструкции зданий и сооружений (Справочник проектировщика). – М. : Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ), 1998. – 512 с.
4. Крупноблочный монтаж трубчатых подогревателей [Текст] / И. В. Федорцев и др. – Уфа : УГНТУ, 2002. – 71 с.
5. Торкатюк, В. И. Монтаж конструкций покрытия большепролетных зданий [Текст] / В. И. Торкатюк. – М. : Стройиздат, 1985. – 170 с.
6. Иванов, В. Ф. Деревянные конструкции [Текст] / В. Ф. Иванов – Л. : Стройиздат, 1956. – 318 с.
7. Калугин, А. В. Деревянные конструкции [Текст] : учеб. пособие для вузов / А. В. Калугин. – М. : Издательство Ассоциации строительных вузов (АСВ), 2003. – 224 с.

Получено 08.11.2019

А. В. ДИШЛОВЕНКО

АНАЛІЗ КОНСТРУКТИВНИХ ФОРМ І МЕТОДІВ МОНТАЖУ

ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Анотація. У даній статті розглядаються варіанти зведення аркових конструкцій з дерева та металу, можливості максимально використовувати несучі якості матеріалу і отримати за рахунок цього легкі і економічні покриття. Зменшення маси конструкцій і споруд є однією з основних тенденцій в будівництві, і означає зменшення обсягу матеріалу, його видобутку, переробки, транспортування і даються рекомендації щодо технології зведення. Наводиться порівняльний вибір матеріалу, який в конкретних умовах будівництва найкращим чином відповідає поставленому завданню. Вибір методу монтажу конструкцій будівель визначають залежно від конструктивної схеми будівлі і конкретних умов будівельного майданчика, характеристик за масою основних конструктивних елементів, наявності основних будівельних машин, обладнання та устаткування. Монтаж конструкцій слід виконувати з високою якістю виконання робіт і з обов'язковим дотриманням правил техніки безпеки. Це забезпечується за допомогою застосування найбільш сучасної будівельної техніки.

Ключові слова: арчні конструкції, споруди, укрупнення, монтаж.

ANASTASIA DYSHLOVENKO

ANALYSIS OF STRUCTURAL FORMS AND INSTALLATION METHODS

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. This article discusses the options for erecting arched structures made of wood and metal, the ability to maximize the use of the bearing qualities of the material and thereby obtain light and economical coatings. Reducing the mass of structures and structures is one of the main trends in construction, and means a decrease in the volume of material, its extraction, processing, transportation, and recommendations are made on the technology of construction. A comparative choice of material is given which, under specific construction conditions, best meets the task. The choice of the method of installation of building structures is determined depending on the structural scheme of the building and the specific conditions of the construction site, the characteristics of the mass of the main structural elements, the presence of the main construction machines, equipment and devices. Installation of structures should be carried out with high quality work and with mandatory compliance with safety regulations. This is achieved through the use of the most modern construction equipment.

Key words: arched structures, structures, enlargement, installation.

Дышловенко Анастасия Владимировна – магистрант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: разработка эффективного организационно-технологического процесса монтажа металлического облегченного арочного покрытия.

Дишловенко Анастасія Володимирівна – магістрант кафедри технології та організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: розробка ефективного організаційно-технологічного процесу монтажу металевого полегшеного ародного покриття.

Dyshlovenko Anastasia – master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of an effective organizational and technological process of installation of a metal lightweight arch coating.

УДК 528.48

П. И. СОЛОВЕЙ, А. Н. ПЕРЕВАРЮХА, А. С. ЧИРВА, П. А. ИВАНОВ
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ВОССТАНОВЛЕНИЕ РАЗБИВОЧНЫХ ОСЕЙ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ДЫМОВОЙ ТРУБЫ

Аннотация. В процессе строительства высотных сооружений башенного типа из-за нарушения технологии или других причин пункты, закрепляющие разбивочные оси, оказываются уничтоженными. Возникает необходимость восстановления разбивочных осей в стесненных условиях строительства в очень сжатые сроки. Предложено два способа восстановления утраченной разбивочной оси на стадии нулевого цикла строительства дымовой трубы. В первом способе с применением электронного тахеометра достаточно измерить один горизонтальный угол и две стороны. Во втором способе оптическим теодолитом измеряют три горизонтальных угла. Выполнен расчет точности предлагаемых способов. Проведены экспериментальные исследования точности способов с применением геометрического моделирования. Установлено, что разработанные способы соответствуют требованиям нормативных документов.

Ключевые слова: восстановление разбивочных осей, расчет точности, средняя квадратическая погрешность, разбивочный угол, геометрическое моделирование

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Геодезические разбивочные работы являются важной составной частью технологии строительного производства. От правильно вынесенных разбивочных осей зависит геометрическая точность возводимого объекта. Кроме того, от надежно закрепленных знаков зависит стабильность разбивочных осей. Иногда из-за нарушения технологии возведения сооружения или других причин часть знаков, закрепляющих разбивочные оси, оказываются уничтоженными. Возникает необходимость восстановления разбивочных осей в кратчайшие сроки. Разработка простой и эффективной методики восстановления осей является актуальной задачей.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Большинство работ [2–5 и др.] посвящено исследованию способов разбивочных работ и обоснованию их точности. Но очень мало публикаций посвящено разработке способов восстановления утраченных разбивочных осей, особенно на стадии нулевого цикла строительства. Наиболее полно эта проблема решена в работе [1], но предлагаемая методика требует высокоточного координирования знаков, закрепляющих оси.

ЦЕЛИ

Целью статьи является разработка и исследование способов восстановления разбивочных осей на стадии строительства железобетонной дымовой трубы.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Перед началом строительства железобетонной дымовой трубы высотой 80 метров была выполнена геодезическая подготовка проекта, в результате которой вычислены разбивочные элементы для выноса сооружения в натуру. Затем от пунктов разбивочной сети вынесен центр O (рис. 1) дымовой трубы и одна из разбивочных осей ON .

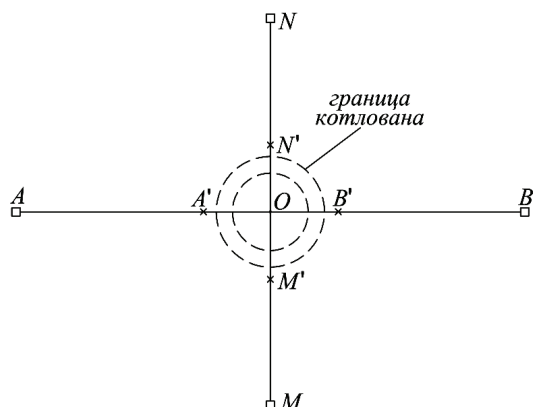


Рисунок 1 – Схема расположения разбивочных осей строящейся дымовой трубы.

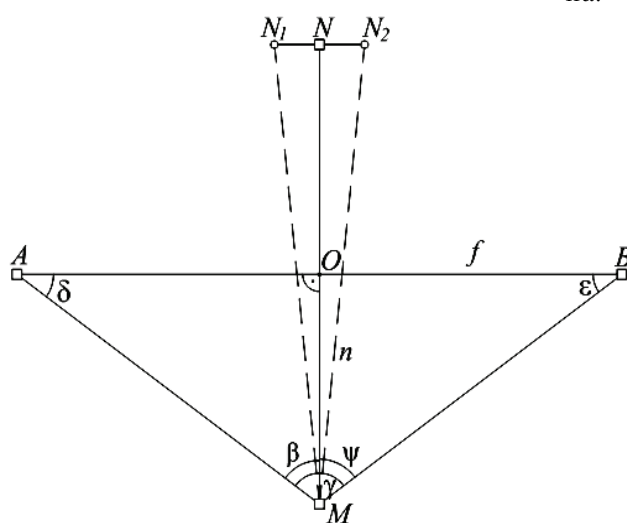


Рисунок 2 – Схема восстановления разбивочной оси MN.

По теореме синусов получим угол:

$$\delta = \arcsin\left(\frac{b \cdot \sin \gamma}{f}\right). \quad (3)$$

Из прямоугольного треугольника AOM вычисляют угол β :

$$\beta = 90^\circ - \delta. \quad (4)$$

От направления MA при двух положениях вертикального круга откладывают угол β и по новому направлению фиксируют временную точку N_1 .

Аналогично вычисляют разбивочный угол ψ , который откладывают от направления MB и фиксируют временную точку N_2 . Посередине отрезка N_1N_2 окончательно фиксируют точку N, которая задаст разбивочную ось MN.

Точность восстановления разбивочной оси MN зависит от погрешности разбивочного угла β . Предельную погрешность угла β получим на основании формулы (4):

$$m_\beta = m_\delta. \quad (5)$$

В свою очередь предельную погрешность определения угла δ получим на основании формулы (3) по независимым переменным b , f и γ :

$$\frac{\partial \delta}{\partial b} = \frac{\sin \gamma}{f \cdot \cos \beta}; \quad (6)$$

$$\frac{\partial \delta}{\partial f} = \frac{b \cdot \sin \gamma}{f^2 \cdot \cos \beta}; \quad (7)$$

От разбивочной оси ON вынесены остальные разбивочные оси OB, OM, OA, количество которых зависит от высоты и диаметра сооружения и рассчитывается по опытной формуле:

$$n = 0,04 \cdot H, \quad (1)$$

где H – высота сооружения в сотнях метров.

Так, для трубы высотой до 100 метров количество разбивочных осей составило:

$$n = 0,04 \cdot 100 = 4.$$

Разбивочные оси закреплены за пределами котлована специальными знаками в точках A, N, B, M, а также на обноске в точках A', N', B', M' вблизи котлована.

Из точки O была намечена нижняя и верхняя бровки котлована и началась его отрывка.

На стадии зачистки дна котлована и его откосов из-за нарушения технологии строительства знаки в точках N и на обноске оказались уничтоженными. Возникла необходимость восстановления разбивочной оси MN. Предложено два способа восстановления разбивочной оси MN, перпендикулярной оси AB.

Первый способ заключается в следующем. В точке M электронным тахеометром SET 530R (фирмы Sokkia, Япония) измеряют расстояния $a = MA$, $b = MB$ и угол γ между направлениями MA и MB (рис. 2).

Используя теорему косинусов, из треугольника ABM вычисляют отрезок $f = AB$:

$$f = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \gamma}. \quad (2)$$

$$\frac{\partial \delta}{\partial \gamma} = \frac{b \cdot \cos \gamma}{f \cdot \cos \beta}. \quad (8)$$

Перейдя к погрешностям, получим предельную погрешность вычисления угла δ :

$$m_{\delta} = \sqrt{\left(\frac{\sin \gamma \cdot m_{\beta} \cdot \rho}{f \cdot \cos \beta}\right)^2 + \left(\frac{b \cdot \sin \gamma \cdot m_f \cdot \rho}{f^2 \cdot \cos \beta}\right)^2 + \left(\frac{b \cdot \cos \gamma \cdot m_{\gamma}}{f \cdot \cos \beta}\right)^2}. \quad (9)$$

Так как третий член подкоренного выражения очень мал, то им можно пренебречь. Тогда формула (9) примет вид:

$$m_{\delta} = \sqrt{\left(\frac{\sin \gamma \cdot m_{\beta} \cdot \rho}{f \cdot \cos \beta}\right)^2 + \left(\frac{b \cdot \sin \gamma \cdot m_f \cdot \rho}{f^2 \cdot \cos \beta}\right)^2}. \quad (10)$$

В формуле (10) все входящие параметры известны, за исключением предельной средней квадратической погрешности определения стороны f , которую можно вычислить на основании формулы (2). С этой целью найдем частные производные функции (2) по независимым переменным a, b, γ :

$$\frac{\partial f}{\partial a} = \frac{a + b \cdot \cos \gamma}{f}; \quad (11)$$

$$\frac{\partial f}{\partial b} = \frac{b + a \cdot \cos \gamma}{f}; \quad (12)$$

$$\frac{\partial f}{\partial \gamma} = \frac{ab \cdot \sin \gamma}{f}. \quad (13)$$

Тогда предельная погрешность определения f составит:

$$m_f = \sqrt{\left[\frac{(a + b \cos \gamma)m_a}{f}\right]^2 + \left[\frac{(b + a \cos \gamma)m_b}{f}\right]^2 + \left(\frac{a \cdot b \sin \gamma \cdot m_{\gamma}}{f \cdot \rho}\right)^2}. \quad (14)$$

Применительно к условиям строительной площадки, при $a = 115$ м, $b = 100$ м, $m_a = m_b = 6$ мм, $f = 180$ м, $\gamma = 120^\circ$, $m_{\gamma} = 15''$, $\beta = 60^\circ$ по формуле (14) получим $m_f = 8,7$ мм.

При тех же данных и с учетом $m_f = 8,7$ мм по формуле (10) получим предельную погрешность вычисления углов δ и β : $m_{\delta} = m_{\beta} = 15''$. Тогда средняя квадратическая погрешность определения разбивочного угла β составит $15:3 = 5''$. При длине разбивочной оси $S = MN = 120$ м, средняя квадратическая погрешность разбивки точки N от одной референтной линии составит:

$$m_N = \frac{S \cdot m_{\beta}}{\rho} = \frac{1,2 \cdot 10^5 \cdot 5}{2 \cdot 10^5} = 3 \text{ мм}. \quad (15)$$

С учетом разбивки точки N дважды (от линий MA и MB) средняя квадратическая погрешность разбивки уменьшится в $\sqrt{2}$ раз, т. е. $3/\sqrt{2} = 2,1$ мм. В свою очередь погрешность разбивки точки O (центр дымовой трубы) составит $m_O = 1,1$ мм, и не превысит допустимой погрешности.

Так как на строительной площадке не всегда бывают электронные тахеометры, то в этом случае предлагается второй способ восстановления разбивочной оси с применением оптического теодолита. Теодолитом типа Т5 измеряют все внутренние углы $\delta, \varepsilon, \gamma$ в треугольнике ABM (рис. 2). Контролем измерений может служить формула:

$$\delta + \varepsilon + \gamma = 180^\circ. \quad (16)$$

Затем вычисляют разбивочные углы:

$$\left. \begin{aligned} \beta &= 90^\circ - \delta, \\ \psi &= 90^\circ - \varepsilon. \end{aligned} \right\}. \quad (17)$$

В дальнейшем методика разбивке точки N аналогична, как в первом способе, но объем работ больше, так как углы измеряют в трех пунктах.

Рассмотрим возможность применения технических теодолитов типа Т30 при восстановлении разбивочной оси. Для этого подставим в формулу (15) среднюю квадратическую погрешность измерения угла одним приемом теодолитом 2Т30П $m_{\beta} = 30''$:

$$m_N = \frac{S \cdot m_\beta}{\rho} = \frac{1,2 \cdot 10^5 \cdot 30''}{2 \cdot 10^5} = 18 \text{ мм.}$$

Такая точность не соответствует требованиям нормативных документов, согласно которым предельное расхождение осей при двух положениях вертикального круга не должно превышать 15 мм. Вычислим погрешность измерения угла при котором $m_N = 15$ мм. Из формулы (15) получим:

$$m'_\beta = \frac{m_N \cdot \rho}{S}. \quad (18)$$

При $m_N = 15$ мм, $S = 120$ м, $\rho = 206\,265''$ по формуле (18) получим $m'_\beta = 25''$. Для обеспечения такой точности необходимо увеличить количество приемов измерений, которое вычисляют по формуле:

$$n = \sqrt{\left(\frac{m_\beta}{m'_\beta}\right)^2} = \sqrt{\frac{30^2}{25^2}} = 1,44 \approx 2.$$

Таким образом, увеличив количество приемов до двух, можно обеспечить точность восстановления разбивочной оси для данных условий измерений техническим теодолитом.

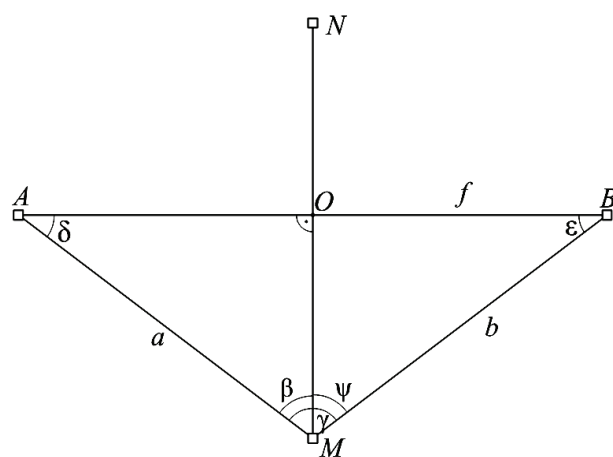


Рисунок 3 – Схема геометрического моделирования восстановления разбивочной оси при строительстве дымовой трубы.

Для подтверждения теоретических выводов выполнены экспериментальные исследования точности предлагаемых способов восстановления разбивочной оси дымовой трубы с использованием геометрического моделирования. Для этого на местности были закреплены две взаимно перпендикулярные оси AB и MN , пересекающиеся в точке O (рис. 3). В треугольниках ABM , AOM и BOM измерены углы δ , ε , γ , β и ψ и длины сторон a , b , f двумя приемами электронным тахеометром SET 530R. Все измеренные параметры представлены в таблице.

Анализ таблицы показывает, что измеренные и моделируемые линейные и угловые параметры совпадают в пределах точности измерений. Разности (столбец 5) между измеренными и вычисленными параметрами не выходят за пределы допусков. Таким образом, можно констатировать, что предложенные способы восстановления разбивочной оси дымовой трубы на стадии нулевого цикла строительства соответствуют требованиям нормативных документов и их можно использовать в производстве.

бивочной оси дымовой трубы на стадии нулевого цикла строительства соответствуют требованиям нормативных документов и их можно использовать в производстве.

Таблица – Сравнение измеренных и вычисленных параметров в моделируемой разбивочной сети

№№ п/п	Параметры	Измеренные	Вычисленные	Разность
1	2	3	4	5
2	a , м	113,331	–	–
3	b , м	100,042	–	–
4	f , м	180,087	180,088	0,001
5	δ	30°13'53"	30°13'58"	5"
6	β	59°45'55"	59°46'07"	12"
7	ε	34°46'47"	34°46'40"	7"
8	ψ	55°13'21"	55°13'13"	8"
9	γ	114°59'21"	114°59'14"	7"

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Баран, П. И. Інженерна геодезія [Текст] : монографія / П. І. Баран. – К. : ПАТ «ВІПОЛ», 2012. – 618 с.

2. Геодезические работы при строительстве сооружений башенного типа [Текст] / В. В. Буш, В. В. Калугин, А. И. Саар. – М. : Недра, 1985. – 216 с.
3. Видуев, Н. Г. Геодезические разбивочные работы [Текст] / Н. Г. Видуев, П. И. Баран, С. П. Войтенко и др. – М. : Недра, 1973. – 213 с.
4. Прикладная геодезия: Основные методы и принципы инженерно-геодезических работ [Текст] : учеб. для вузов / Г. П. Левчук, В. Е. Новак, В. Г. Конусов. – М. : Недра, 1981. – 438 с.
5. Справочное руководство по инженерно-геодезическим работам [Текст] / В. Д. Большаков, Г. П. Левчук, В. Е. Новак и др. – М. : Недра, 1980. – 781 с.

Получено 29.10.2019

П. І. СОЛОВЕЙ, А. М. ПЕРЕВАРЮХА, О. С. ЧИРВА, П. О. ІВАНОВ
ВІДНОВЛЕННЯ РОЗМІЧУВАЛЬНИХ ОСЕЙ ПРИ БУДІВНИЦТВІ ДИМОВОЇ
ТРУБИ

ДОНЕСІ ВПО «ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ»

Анотація. У процесі будівництва висотних споруд баштового типу через порушення технології або інших причин пункти, що закріплюють геодезичні осі, виявляються знищеними. Виникає необхідність відновлення розмічувальних осей в умовах обмеженого простору будівництва в дуже стислі терміни. Запропоновано два способи відновлення втраченої розмічувальної осі на стадії нульового циклу будівництва димаря. У першому способі із застосуванням електронного тахеометра досить виміряти один горизонтальний кут і дві сторони. У другому способі оптичним теодолітом вимірюють три горизонтальних кута. Виконано розрахунок точності запропонованих способів. Проведено експериментальні дослідження точності способів із застосуванням геометричного моделювання. Встановлено, що розроблені способи відповідають вимогам нормативних документів.

Ключові слова: відновлення розмічувальних осей, розрахунок точності, середня квадратична похибка, розмічувальний кут, геометричне моделювання.

PAVEL SOLOVEJ, ANATOLY PEREVARJUHA, ALEXANDER CHIRVA,
PAVEL IVANOV
RESTORING CENTER AXES DURING CHIMNEY CONSTRUCTION
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. In the process of constructing tower-type high-rise structures, due to a violation of technology or other reasons, points fixing the center axes are destroyed. There is a need to restore the center axes in tight construction conditions in a very short time. Two methods of restoring the lost center axis at the stage of the zero chimney construction cycle are proposed. In the first method using an electronic total station, it is enough to measure one horizontal angle and two sides. In the second method, three horizontal angles are measured with an optical theodolite. The accuracy of the proposed methods is calculated. Experimental studies of the accuracy of methods using geometric modeling have been carried out. It is established that the developed methods comply with the requirements of regulatory documents.

Key words: restoration of alignment axes, accuracy calculation, standard deviation, center angle, geometric modeling

Соловей Павел Илларионович – кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование статических и динамических деформаций высотных зданий и сооружений.

Переварюха Анатолий Николаевич – кандидат технических наук, доцент; заведующий кафедрой инженерной геодезии ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование статических и динамических деформаций колеблющихся и вращающихся объектов.

Чирва Александр Сергеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геодезии ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование статических и динамических деформаций мачтовых сооружений.

Иванов Павел Александрович – студент ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: геодезическое обеспечение земельного кадастра.

Соловей Павло Іларіонович – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної геодезії ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження статичних і динамічних деформацій висотних будівель і споруд.

Переварюха Анатолій Миколайович – кандидат технічних наук, доцент; завідувач кафедри інженерної геодезії ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження статичних і динамічних деформацій коливних і обертових об'єктів.

Чирва Олександр Сергійович – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної геодезії ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження статичних і динамічних деформацій щоглових споруд.

Іванов Павло Олександрович – студент ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: геодезичне забезпечення земельного кадастру.

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

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

Chirva Alexander – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Engineering Geodesy Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: research of static and dynamic deformations of mast structures.

Ivanov Pavel – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: geodetic support of the land cadaster.

УДК 72.012.18

В. Н. ЛЕВЧЕНКО, С. Н. МАШТАЛЕР, А. В. НЕДОРЕЗОВ, В. В. ВЕГНЕР
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»**АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ВЫБОРА
ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ОБЪЕМНО-ПЛАНИРОВОЧНОГО И
КОНСТРУКТИВНОГО РЕШЕНИЯ РАССМАТРИВАЕМОГО
СТРОИТЕЛЬНОГО ОБЪЕКТА**

Аннотация. В промышленном строительстве необходимо предусматривать приоритетную разработку планировочных и конструктивных решений зданий. Особое внимание следует обращать на применение новых типов зданий разнообразного предназначения, которые должны обеспечивать сокращение сроков возведения, снижение стоимости и трудоемкости строительства и эксплуатационных затрат, повышение архитектурных качеств объектов, которые строятся, исполнение требований по охране окружающей среды. В каждом случае при проектировании приходится сталкиваться с необходимостью выбора одного из нескольких вариантов объемно-планировочных и конструктивных решений. Прежде всего необходимо решить, целесообразно ли осуществлять способ, который рассматривается при строительстве намеченного объекта, использовать предложенное оборудование, доставку конструкций и материалов и др. Необходимо определить экономично оправданную последовательность и сроки осуществления этих методов.

Ключевые слова: эффективность, оптимальный вариант, экономический эффект, приведенные затраты, капитальные вложения.

Реализация проектов на строительство новых и реконструкцию действующих предприятий обеспечивает внедрение в промышленность достижений науки и техники, создание новых средств производства, совершенной технологии. В решении этих задач важнейшая роль отводится проектным организациям, ибо на стадии проектирования предопределяется судьба будущего производства, здания, сооружения и ход их строительства, размещение будущего объекта строительства, его технологические, конструктивные и объемно-планировочные решения и, в конечном итоге, эффективность капитальных вложений. Таким образом, вопросы технико-экономической оценки выбора оптимального варианта объемно-планировочного и конструктивного решения являются актуальными и требуют тщательного изучения.

Вопросы оценки эффективности инвестиционных проектов, капитальных вложений, получения инвестиционной привлекательности при строительстве детально рассмотрены в [1–5].

Целью данной работы является анализ технико-экономической оценки выбора оптимального варианта объемно-планировочного и конструктивного решения строительного объекта.

Выбирая оптимальный выбор объемно-планировочного или конструктивного решения здания или сооружения, необходимо обеспечить выполнение расчетов сравнительной экономической эффективности и обоснование наиболее экономического варианта объектов строительства, методов производства работ, новых строительных машин и материалов на основе известных методических положений. При этом необходимо обращать внимание на правильность выбора соответствующей расчетной формулы, а также правомерность и порядок учета влияния фактора времени от сокращения продолжительности строительства. Так, экономический эффект от создания и использования новых строительных конструкций определяется по формуле:

$$E = [(Z_1 + Z_{c1})\varphi + \vartheta_3 - (Z_2 + Z_{c2})]A_2, \quad (1)$$

где Z_1, Z_2 – соответственно, приведенные затраты на заводское изготовление конструкций с учетом стоимости транспортировки к строительной площадке по сравниваемым вариантам на единицу измерения. При использовании в строительстве освоенных промышленностью конструкций (деталей), на которые установлены оптовые цены, в расчетах вместо приведенных затрат можно принимать их сметную стоимость;
 Z_{c1}, Z_{c2} – соответственно приведенные затраты на возведение конструкций на стройплощадке (без учета стоимости заводского изготовления) по сравниваемым вариантам на единицу измерения;
 φ – коэффициент изменения сроков службы новой строительной конструкции в сравнении с базовым вариантом;

$$\varphi = \frac{P_1 + E_s}{P_2 + E_s}, \quad (2)$$

где P_1, P_2 – часть сметной стоимости конструкций в расчете на один год их службы в сравнении вариантов;
 A_2 – объем внедрения новых строительных конструкций в расчетном году;
 E_s – экономия в сфере эксплуатации конструкции за срок их службы:

$$E_s = \frac{(I'_1 - I'_2) - E_s(K'_2 - K'_1)}{P_2 + E_s}, \quad (3)$$

где I'_1, I'_2 – соответственно, годовые затраты в сфере эксплуатации на единицу конструктивного элемента зданий, сооружений или объекта в целом по сравниваемым вариантам.

Вышеперечисленные затраты относятся к затратам на капитальный ремонт строительных конструкций, поддержку предусмотренных проектом надежности конструкций и сооружений в целом, ежегодные затраты на поточный ремонт и техническое обслуживание (отопление, освещение, очистка от снега и т. д.);

K'_2, K'_1 – соответственно капитальные вложения в сфере эксплуатации строительных конструкций (без учета стоимости конструкций) в расчете на единицу конструктивного элемента зданий, сооружений или объектов в целом по сравниваемым вариантам.

Количественное значение экономического эффекта от создания и эксплуатации здания и сооружений нового типа с улучшенными объемно-планировочными и конструктивными решениями определяется по формуле:

$$E = \beta \varphi \sum_{i=1}^n Z_{1i} \alpha_i + E_s - \sum_{i=1}^m Z_{2i} \alpha_i, \quad (4)$$

где Z_{1i}, Z_{2i} – соответственно приведенные затраты в i -том году строительства объекта по сравниваемым вариантам;
 α_i – коэффициент приведения к году завершения строительства;

$$\alpha_i = (1 + E)^i, \quad (5)$$

где E_s – норматив для определения затрат, принимается в размере 0,1;
 t – период времени определения в годах, то есть число лет, которые отделяют затраты и результаты данного года от начала расчетного.

β – коэффициент учета изменений качественных параметров сравниваемых вариантов (производительной мощности, пропускной способности, полезной площади и др.), которые зависят только от строительных проектных решений:

$$\beta = \frac{B_2}{B_1}, \quad (6)$$

где B_1, B_2 – соответственно производственная мощность, пропускная способность и т. д. по базовым и новым вариантам;
 n, m – периоды строительства по сравниваемым вариантам в годах.

Эффективность использования новой технологии производства строительно-монтажных работ, новых методов механизации и автоматизации производственных процессов, усовершенствования организации производства и труда определяется:

$$E = (Z_1 - Z_2)A_2, \quad (7)$$

где Z_1, Z_2 – соответственно приведенные затраты на единицу объема работ (изделий), которые выполняются с использованием базовой и новой техники;
 A_2 – годовой объем работ, который выполняется в расчетном году с использованием новой техники в соответствующих единицах измерения.

Эффективность от создания и использования новых или усовершенствования уже использованных материалов, деталей, полуфабрикатов и т. п. определяется:

$$E = \left[Z_1 \frac{Y_1}{Y_2} + \frac{(I_1 - I_2) - E_3(K'_2 - K'_1)}{Y_2} - Z_2 \right] A_2, \quad (8)$$

где Z_1, Z_2 – соответственно приведенные затраты на производство единицы базового и нового материала;
 Y_1, Y_2 – соответственно удельные затраты базового и нового материала в расчете на единицу конструктивного элемента (вида работ в натуральных единицах);
 I_1, I_2 – соответственно затраты на выполнение работ при использовании базового и нового материала (без учета его стоимости) на единицу конструктивного элемента (вида работ);
 K'_2, K'_1 – соответственно сопровождающие капитальные вложения в строительство при использовании базового и нового материала в расчете на единицу конструктивного элемента с использованием нового материала;
 A_2 – годовой объем производства нового материала в расчетном году в натуральных единицах.

Основное внимание следует уделять на отрасль использования (8). Если использование нового материала приводит к изменению технических или эксплуатационных качеств строительной конструкции, то соответствующий экономический результат входит составляющей частью в годовой экономический эффект, который рассчитывается по (1).

Экономический эффект от производства и использования в строительстве новых способов труда долговременного использования по сравнению с теми, которые заменялись (машины, оборудование, приспособления и т. д.) определяется:

$$E = \left[Z_1 \frac{B_1}{B_2} \varphi + E_3 - Z_2 \right] A_2, \quad (9)$$

где Z_1, Z_2 – соответственно приведенные затраты на производство единицы базового и нового способа труда. При использовании освоенных промышленностью новых машин и других способов труда, на которые установлены оптовые цены промышленности, вместо приведенных затрат может приниматься их балансовая (инвентарно-расчетная) стоимость;
 B_1, B_2 – соответственно годовые объемы работ, которые выполняются при использовании способов труда в сравниваемых вариантах, в натуральных единицах;
 φ – коэффициент учета изменения сроков службы нового предмета труда по сравнению с базовым определяется:

$$\varphi = \frac{P'_1 + E_n}{P'_2 + E_n}, \quad (10)$$

где P'_1, P'_2 – часть отчислений от балансовой стоимости способов труда долговременного использования на полное обновление (реновацию) по вариантам, которые сравниваются;
 A_2 – годовой объем производства новых способов труда, предназначенных для использования в строительстве в расчетном году в натуральных единицах;
 E_n – экономия в строительном производстве на затратах по эксплуатации строительных машин (оборудования, приспособлений и т. п.) и по другим статьям затрат, смена которых непосредственно связана с использованием новых способов труда, а также на отчисление от сопровождающих капитальных вложений за срок службы в строительстве новых способов труда по сравнению с базовым определяется:

$$E_e = \frac{(I_1'' - I_2'') - E_n(K_1'' - K_2'')B_2}{P_2 + E_n}, \quad (11)$$

где I_1'', I_2'' – удельные годовые эксплуатационные затраты в строительстве при использовании базового и нового способов труда;
 $K_1'' - K_2''$ – сопроводительные капитальные вложения в строительное производство (без учета стоимости способов труда, которые рассматриваются) при использовании заменяемого и нового способов труда в расчете на единицу объема работ, которые выполняются при помощи нового способа труда.

Отчисления на амортизацию в этих случаях учитываются только в части, которая определяется на капитальный ремонт, то есть без учета способов на реновацию, а также в части амортизационных отчислений по сопроводительным капитальным вложениям в строительное производство.

Определяя экономическую эффективность, необходимо иметь ввиду, что в случае, когда имеет место сокращение продолжительности строительства объекта в результате разработки и использования более экономичных проектных решений, которые обуславливают уменьшение объема и сметной стоимости работ по сравнению с базовым вариантом, то экономия условно постоянных затрат в строительной организации не создается, а если сокращение продолжительности строительства связано с дополнительными затратами, их необходимо учитывать при определении экономического эффекта.

Экономия условно постоянных затрат в связи с сокращением продолжительности строительства объектов сметной стоимости, определяется по формуле:

$$E = H \left(1 - \frac{T_2}{T_1} \right), \quad (12)$$

где H – условно постоянные затраты по базовому варианту строительства.

Условно постоянные затраты при отсутствии конкретных данных можно принимать в следующих размерах (в процентах от общего размера затрат по соответствующим статьям): от затрат на материалы – 1 %; от затрат на эксплуатацию машин и механизмов – 15 %; от накладных затрат – 50 %.

Эффект от выпуска дополнительной продукции или предоставления дополнительных услуг за период сокращения продолжительности строительства объектов производственного назначения:

$$E_\phi = E_n \Phi (T_1 - T_2), \quad (13)$$

или

$$E_\phi = \Pi_p (T_1 - T_2), \quad (14)$$

где Φ – стоимость основных фондов, досрочно введенных в эксплуатацию;
 T_1, T_2 – соответственно продолжительность строительства по сравниваемым вариантам в годах;
 Π_p – среднегодовая прибыль за период досрочного ввода в эксплуатацию.

Размер экономического эффекта, полученного в случае сокращения продолжительности строительства и рассчитываемого по (12)–(14), сравнивается с эффектом, определенным по (1)–(9).

За расчетный год, как правило, принимается первый год после окончания срока освоения производства новой техники.

При суммировании расчетов экономической эффективности, которая проектируется (оρίζается), используются плановые или расчетные затраты. Расчеты фактической экономической эффективности составляются на основе отчетных данных, которые подтверждаются соответствующими документам.

ВЫВОД

Имеющийся опыт технико-экономической оценки сравнительной экономической эффективности и обоснования выбора оптимального объемно-планировочного и конструктивного решения проектируемого строительного объекта позволяет проводить такие расчеты с учетом всех факторов, влияющих на эффективность рассматриваемых решений в конкретных условиях применения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Оценка эффективности инвестиционных проектов [Текст] : учебно-практическое пособие. Серия «Оценочная деятельность» / Н. Л. Виленский, В. Н. Липсиц, Е. Р. Орлова [и др.]. – М. : Дело, 1998. – 248 с.
2. EN-1-1994 Eurocode 4. Design of composite steel and concrete structures [Text]. Part 1-1: General rules and rules for buildings. – Supersedes ENV 1994-1-1:1992 ; This European Standard was approved by CEN on 25 March 2003. – Sheffield: CEN, 2003. – 136 p.
3. Актуальные вопросы проектирования экономичных зданий и сооружений путем оптимизации проектных решений и реконструкции действующих предприятий [Текст] : учеб. пос. для строит. вузов / под ред. В. Н. Левченко. – Москва : [б. и.], 2018. – 198 с.
4. Методика определения эффективности капитальных вложений [Текст] / Научный совет по экономической эффективности капитальных вложений, основных фондов и новой техники. – М. : Научный Совет по экономической эффективности капитальных вложений, основных фондов и новой техники АН России, 1998. – 132 с.
5. Руководство по оценке экономической эффективности и качества проектов промышленных объектов [Текст] / Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений. – М. : Стройиздат, 1991. – 56 с.

Получено 23.10.2019

В. М. ЛЕВЧЕНКО, С. М. МАШТАЛЕР, А. В. НЕДОРЕЗОВ, В. В. ВЕГНЕР
АНАЛІЗ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНОЇ ОЦІНКИ ВИБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО
ВАРІАНТА ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНИХ І КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ
РОЗГЛЯДУВАНОГО БУДІВЕЛЬНОГО ОБ'ЄКТА
ДООУ ВПО «Донбасська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. У промисловому будівництві необхідно передбачати пріоритетну розробку планувальних і конструктивних рішень будівель. Особливу увагу слід звертати на застосування нових типів будівель різноманітного призначення, які повинні забезпечувати скорочення термінів зведення, зниження вартості і трудомісткості будівництва і експлуатаційних витрат, підвищення архітектурних якостей об'єктів, які будуються, виконання вимог з охорони навколишнього середовища. У кожному випадку при проектуванні виникає необхідність вибору одного з декількох варіантів об'ємно-планувальних і конструктивних рішень. Перш за все необхідно вирішити, чи доцільно здійснювати спосіб, який розглядається при будівництві позначеного об'єкта, використовувати запропоноване обладнання, доставку конструкцій і матеріалів та ін. Необхідно визначити економічно виправдану послідовність і терміни здійснення цих методів.

Ключові слова: ефективність, оптимальний варіант, економічний ефект, наведені витрати, капітальні вкладення.

VIKTOR LEVCHENKO, SERGII MASHTALER, ANDRII NIEDORIEZOV,
VALERIYA VEGNER
ANALYSIS OF TECHNICAL AND ECONOMIC ASSESSMENT OF THE CHOICE
OF OPTIMUM ALTERNATIVE FOR SPATIAL AND DESIGN ARRANGEMENT OF
THE CONSTRUCTIONAL PROJECT UNDER REVIEW
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The development of both spatial and design arrangement of buildings should be the top priority in industrial building construction. Special attention should be paid to the use of new types of buildings for various purposes, which should reduce the time of construction, reduce the cost and labor intensity of construction and operating costs, improve the architectural qualities of the objects that are being built, and meet the requirements for environmental protection. In each case it is necessary to select one of a number of alternatives for spatial and design arrangements. First of all, it is necessary to decide whether it is appropriate to implement the method that is considered during the construction of the planned object, use the proposed equipment, delivery of structures and materials, etc. It is necessary to determine the cost-effective sequence and timing of these methods.

Key words: efficiency, optimum alternative, cost advantage, reduced costs, capital investments

Левченко Виктор Николаевич – кандидат технических наук, профессор; проректор по научно-педагогической и воспитательной работе ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Машталер Сергей Николаевич – кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных конструкций ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: развитие методик определения характеристик напряженно-деформированного состояния железобетонных (сталефибробетонных) элементов при простых режимах силового и температурного воздействий, оценка технического состояния и проектирование железобетонных конструкций.

Недорезов Андрей Владимирович – кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных конструкций ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: экспериментальные исследования процессов деформирования и разрушения бетона при сложных напряженных состояниях.

Вегнер Валерия Валериевна – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономичных строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Левченко Віктор Миколайович – кандидат технічних наук, професор; проректор з науково-педагогічної і виховної роботи ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

Машталер Сергій Миколайович – кандидат технічних наук, доцент кафедри залізобетонних конструкцій ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: розвиток методик визначення характеристик напружено-деформованого стану залізобетонних (сталефібробетонних) елементів при простих режимах силового і температурного впливів, оцінка технічного стану і проектування залізобетонних конструкцій.

Недорезов Андрій Володимирович – кандидат технічних наук, доцент кафедри залізобетонних конструкцій ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: експериментальні дослідження процесів деформування і руйнування бетону в умовах складних напружених станів.

Вегнер Валерія Валеріївна – магістрант ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

Levchenko Victor – Ph. D. (Eng.), Professor; Vice-rector in education and pedagogic activities, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

Mashtaler Sergii – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Reinforced Concrete Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: development of methods of estimation of characteristics of the stress-strain state of reinforced concrete (steel fiber concrete) elements under simple modes of power and temperature influences, estimation of technical state and design of reinforced concrete constructions.

Niedoriezov Andrii – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Reinforced Concrete Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: experimental studies of concrete deformation and fracture under complex stress states.

Vegner Valeriya – master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

УДК 624.013.3:725.4003.13

В. Н. ЛЕВЧЕНКО, Т. Н. ВИНОГРАДОВА, Н. А. НЕВГЕНЬ, В. В. ВЕГНЕР
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ И КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Аннотация. В промышленном строительстве необходимо предусматривать приоритетную экономически целесообразную разработку конструктивных решений зданий. Практика строительства указывает на необходимость освоения более прогрессивных конструкций из высокопрочных или повышенной прочности материалов, которые помимо снижения материалоемкости конструкций должны обеспечивать дальнейшее повышение индустриальности заводского изготовления конструкций. Необходимо обратить внимание на использование легких бетонов на пористых заполнителях и ячеистые бетоны. В Донбассе с развитой металлургией приоритет принадлежит легким бетонам на шлаковой пемзе, изготавливаемой из расплавов доменных шлаков. Параллельно с определением экономически целесообразных отдельных конструкций необходимо решать вопрос выбора оптимальных объемно-планировочных решений зданий и сооружений, который связан с определением и анализом основных технико-экономических показателей (строительных затрат, эксплуатационных расходов и др.). Поэтому выбор конкретного объемно-планировочного решения производственного здания следует всесторонне обосновать экономическим расчетом.

Ключевые слова: эффективность, оптимальное решение, унификация, типизация, относительный показатель.

Анализ проектных решений производственных зданий последних лет показывает, что факторы, способствующие снижению стоимости строительства, не компенсируют факторов, приводящих к повышению стоимости строительства. В связи с этим весьма острым остается вопрос скорейшего внедрения в практику эффективных конструктивных решений промышленных зданий и научно-технических достижений, направленных на повышение эффективности капитальных вложений в строительство.

Важнейшие тенденции в развитии типов и архитектурно-строительных решений промышленных зданий в современном строительстве [1]:

- а) унификация объемно-планировочных и конструктивных решений;
- б) стремление к обеспечиванию максимальной универсальности строительных решений в целях наилучшего использования производственных площадей при изменении технологии;
- в) создание гибких зданий комплексной поставки.

В результате широкого внедрения работ по межотраслевой унификации уровень типизации сборных железобетонных конструкций по промышленным зданиям в настоящее время достиг 86 %. Такие элементы конструкций, как плиты покрытий и перекрытий, а также панели наружных стен почти полностью типизированы. Уровень типизации ферм и балок покрытий, а также балок и ригелей перекрытий достиг соответственно 91...96 и 81 %, а уровень типизации колонн промышленных зданий – 84 %.

Номенклатура типовых конструкций для промышленного строительства в бывшем общесоюзном каталоге насчитывала около 2000 типоразмеров, из которых 38 % относятся к инженерным сооружениям, 28 % – к многоэтажным и 34 % – к одноэтажным зданиям [2, 3].

Опыт проектирования и строительства подтверждает рациональность создания территориальных каталогов типовых конструкций. Такие каталоги отражают возможность существенно сократить число типоразмеров конструкций.

В настоящее время на практике преимущественно используются конструкции, изготовленные из материалов относительно низкой прочности, что, как известно, приводит к перерасходу материальных ресурсов. Это указывает на необходимость освоения более прогрессивных конструкций из высокопрочных или повышенной прочности материалов, которые, помимо снижения материалоемкости конструкций, должны обеспечивать дальнейшее повышение индустриальности заводского изготовления конструкций и способность организации поточного производства на специализированных линиях.

При совершенствовании отдельных конструктивных элементов следует учитывать не только их повторяемость, но и удельный вес в общем наборе конструктивных элементов, формирующих промышленное здание. При этом наибольшее внимание обращается на элементы, удельная стоимость которых в общей стоимости всего здания небольшая. В таблице приведены относительные стоимости элементов здания.

Таблица – Относительная стоимость элементов здания

Конструктивные элементы здания	Относительная стоимость элемента в здании, %	
	одноэтажном	многоэтажном
Здание в целом	1	1
Фундаменты	0,07–0,09	0,04–0,13
Несущие конструкции каркаса	0,25–0,28	0,14–0,17
Стены и покрытия	0,24–0,23	0,18–0,24
Перекрытия	–	0,15–0,30
Внутренние ограждения	0,04–0,06	0,05–0,07
Кровля	0,09–0,11	0,02–0,04
Инженерное оборудование	0,02–0,15	0,11–0,20
Прочие	0,10–0,12	0,04–0,06

Процесс индустриализации строительства связан с постоянным совершенствованием номенклатуры продукции, смена которой осуществляется за счет модернизации технологии производства сборного железобетона и других конструкций [4].

В настоящее время в практике строительной индустрии при производстве сборных и монолитных бетонных и железобетонных конструкций шире применяются высокомарочные цементы, расширяется использование арматурной стали повышенной прочности и стойкости, а также бетонов, пропитанных мономерами с последующей их полимеризацией. Реализация этих мероприятий позволит перейти на более широкое применение несущих железобетонных конструкций из бетонов высоких классов В60 и В80 [5].

В будущем должны широко применяться легкие бетоны на пористых заполнителях и ячеистые бетоны, использование которых должно составлять не менее половины общего применения сборных железобетонных конструкций в строительстве.

Использование легких бетонов на искусственных пористых заполнителях и прочих отходах промышленности способствует решению важной проблемы – утилизации отходов в защите окружающей среды.

В Донбассе с развитой металлургией приоритет принадлежит легким бетонам на шлаковой пемзе, изготавливаемой из расплавов доменных шлаков и не требующей практически расхода топлива при производстве.

Для конструкций покрытия производственных зданий взамен плит по фермам или балкам необходимо использовать крупнопанельные железобетонные плиты на пролет сводчатого типа КЖС и П-образного сечения с малоуклонными плоскими скатами. Эти плиты позволяют полностью заменить типовые железобетонные покрытия из плит размерами 3×6 и 3×12 м по фермам или по балкам и могут применяться в зданиях с пролетом до 24 м, с шагом колонн до 12 м, с мостовыми кранами грузоподъемностью до 32 т, в том числе в агрессивных средах. При этом по сравнению с плоскостными покрытиями сокращается трудоемкость монтажа до 60 %, экономия бетона достигает 35 % и стали 15...25 %.

Ежегодно такими плитами в странах бывшего СНГ покрывалось около 300 тыс. м² производственных площадей, в то время как целесообразный объем внедрения составляет не менее 5 млн м².

Плиты типа П характеризуются несколько большим расходом металла по сравнению с плитами КЖС, но в производстве они более технологичны благодаря плоской верхней поверхности.

Применение плит замкнутого коробчатого сечения, используемых одновременно и в качестве воздуховодов, обеспечивает снижение приведенных затрат на 30...35% и расхода стали на 40...45 %.

Составная плита – оболочка для покрытий промышленных зданий пролетом 12...18 м таврового сечения – собирается из двух одно- и двух-осно предварительно напряженных железобетонных пластин (ребра и полка), изготавливаемых на стендах методами непрерывного армирования и безопалубочного формования. Применение составных плит позволяет сократить на 1 м² покрытия расход бетона на 35 %, стали – на 20 %, трудозатраты на 20 %. Экономический эффект по сравнению с традиционным составляет до 89,5 руб. на 1 м² пола зданий.

Разработка эффективных конструкций двухэтажных промышленных зданий с укрупненной сеткой колонн в верхнем этаже способствует расширению области применения таких зданий, а следовательно, сокращению размеров территории предприятий, протяженности межцеховых коммуникаций, снижению трудоемкости и стоимости строительства.

Ряд усовершенствований внесен в решение отдельных элементов конструкций. Двухветвевые колонны высотой до 14,4 м заменяются колоннами прямоугольного сечения, которые при почти одном и том же расходе бетона требуют на 30 % меньше стали и менее трудоемки при изготовлении. Разработаны для ряда типов одноэтажных зданий предварительно напряженные колонны, при использовании которых может быть достигнуто снижение расхода стали на 20...30 %. Для многоэтажных зданий широко применяются колонны длиной на несколько этажей без стыков. Усовершенствованы конструкции балок покрытий пролетами 6,9 и 12 м, повышена несущая способность плит размерами 3×6 и 3×12 м, что позволяет отказаться в большинстве случаев от более материалоемких плит шириной 1,5 м.

Внедрены в строительство двух- и многоэтажные промышленные здания с укрупненной сеткой колонн повышенной этажности. Ведутся поиски эффективных решений конструкций междуэтажных перекрытий зданий с укрупненной квадратной сеткой колонн.

Наибольшая эффективность использования высокопрочных тяжелых бетонов достигается в конструкциях, несущая способность которых определяется в основном работой элементов на сжатие. К таким конструкциям относятся прежде всего колонны зданий и сжатые элементы раскосных ферм (при этом экономия бетона может достигать 40 %) и в определенной степени балки и ригеля (экономия до 15...20 %).

Увеличение прочности бетона в конструкциях массового применения повышает качество изделий, а в ряде случаев и существенно снижает косвенное армирование и расход стали в целом.

Для одноэтажных производственных зданий разработаны конструкции колонн из высокопрочного бетона эффективных сечений (кольцевые, П-образные). Использование бетона класса В45 вместо классов В25-В30 в сборных колоннах одноэтажных зданий при изменении прямоугольного сечения на кольцевое позволяет сократить объем бетона до 30 % и уменьшить расход стали до 25 %.

В колоннах многоэтажных зданий замена бетона классов В25-В30 бетоном классов В45-В55 без изменения опалубочных размеров сечения колонн нижних этажей способствует уменьшению расхода стали на 1 м³ конструкции до 200 кг.

Практика строительства подтверждает эффективность использования высокопрочных бетонов в каркасах многоэтажных зданий с укрупненной сеткой колонн (6×9, 9×8, 6×12 м) не только в колоннах, но и ригелях и ребристых плитах перекрытий при больших нагрузках.

Также эффективно применение бетона классов В60 в колоннах кольцевого сечения по сравнению с двухветвевыми типовыми колоннами.

Применение бетонов высоких марок и высокопрочной стали с предварительным натяжением арматуры растянутого нижнего пояса позволяет весьма эффективно применять безраскосные фермы в зданиях с межфермерными этажами.

В многоэтажных зданиях с межфермерными этажами безраскосные фермы связаны с колоннами и, являясь составной частью каркаса этих зданий, работают как ригели многоярусных рам.

Применение зданий с межфермерными этажами позволяет снизить расход бетона на 20 %, стали – на 11 %. Кроме того, количество сборных элементов, а значит и количество сварных стыков в каркасе многоэтажного здания с межфермерными этажами в 2,0–2,5 раза меньше, чем в типовом здании с пристройкой. Это позволяет значительно снизить трудоемкость и стоимость монтажа конструкций.

Весьма актуальное направление повышения эффективности железобетонных конструкций – учет их совместной и пространственной работы, что позволит в ряде случаев существенно снизить расход материалов. В наибольшей мере этот вопрос проработан применительно к строительным конструкциям промышленных зданий.

Особое внимание следует уделить изучению влияния различных нарушений, приближенных к реальным условиям эксплуатации конструкций, оценке влияния нагрузок длительного воздействия в сочетании с кратковременными различной интенсивности и направленности, что позволит более обоснованно вести проектирование, обеспечивая эффективную безаварийную работу конструкций.

Разработанные, в том числе на основе опыта Финляндии и США, конструктивные решения армирования стыков многопустотных панелей позволяют применять их не только в качестве длинномерных плит перекрытий пролетом до 9...12 м, но и использовать в качестве панелей внутренних стен с вертикальными каналами и панелей наружных стен с утеплителем.

Таким образом, эффективность железобетонных конструкций зданий и сооружений достигается за счет следующих мероприятий:

- расширение области применения основных типов сборных железобетонных конструкций на основе межвидовой унификации;
- разработки конструкций с бессварными узлами сопряжения, укрупнения монтажных элементов;
- расширения использования высокомарочной арматуры и высокопрочных бетонов;
- новых конструктивных решений на основе передовой технологии изготовления;
- совершенствования методов расчетов конструкций с учетом их пространственной работы в зданиях и сооружениях, в том числе применения расчетных схем, наиболее близких к действительной работе;
- развития и более широкого использования программно-информационного обеспечения автоматизированных систем проектирования с выбором оптимальных по расходу материалов вариантов;
- совершенствование норм проектирования конструкций и норм нагрузок и воздействий.

Поиск оптимальных объемно-планировочных решений зданий связан с определением и анализом следующих технико-экономических показателей: строительных затрат, эксплуатационных расходов.

Выбор конкретного объемно-планировочного решения производственного здания следует всесторонне обосновать экономическим расчетом.

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

В целом экономичность конструктивных решений промышленных зданий связана с учетом таких факторов эффективности, как снижение трудоемкости и материалоемкости, а также фондоемкости строительства и будущего промышленного производства, сокращение эксплуатационных расходов. Поиск оптимального конструктивного решения базируется на всестороннем анализе факторов и тщательном обосновании выбора тех или иных решений с учетом условий сопоставимости показателей конкретных условий проектирования и строительства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ENV-1-1994 Eurocode 4. Design of composite steel and concrete structures [Text]. Part 1-1: General rules for buildings. – Supersedes ENV 1994 -1-1:1992 ; This European Standard was approved by CEN on 25 March 2003. – Sheffield : CEN, 2003. – 136 p.
2. Удосконалення проектних рішень і оцінка ефективності проектів промислових будівель [Текст] : навчальний посібник Міністерства освіти і науки України / під ред. В. М. Левченко. – Макіївка : ДонНАБА, 2004. – 310 с.
3. Актуальные вопросы проектирования экономичных зданий и сооружений путем оптимизации проектных решений и реконструкции действующих предприятий [Текст] : учебное пособие для студ. строит. вузов / под ред. В. Н. Левченко. – Макеевка : [б. и.], ДонНАСА, 2018. – 198 с.
4. Руководство по оценке экономической эффективности и качества проектов промышленных объектов [Текст] / Центральный научно-исследовательский и проектно-экспериментальный институт промышленных зданий и сооружений. – М. : Стройиздат, 1991. – 56 с.
5. СП 63.13330.2018 «СНиП 52-01-2003 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения» [Текст]. – Взамен СП 63.13330.2012 ; введ. 2019-06-20. – М. : Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ. – 143 с.

Получено 30.10.2019

В. М. ЛЕВЧЕНКО, Т. М. ВІНОГРАДОВА, М. О. НЕВГЕНЬ, В. В. ВЕГНЕР
ЕКОНОМІЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ КОНСТРУКЦІЙ І
КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ПРОМИСЛОВИХ БУДІВЕЛЬ
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. У промисловому будівництві необхідно передбачати пріоритетну економічно доцільну розробку конструктивних рішень будівель. Практика будівництва вказує на необхідність освоєння більш прогресивних конструкцій із високоміцних чи підвищеної міцності матеріалів, які, крім зниження матеріалоємності матеріалів конструкцій повинні забезпечувати подальше підвищення індустриальності заводського виготовлення конструкцій. Необхідно звернути увагу на використання легких бетонів на пористих наповнювачах та ніздрюваті бетони. На Донбасі з розвинутою металургією пріоритет належить легким бетонам на шлаковій пемзі, що виготовляється з розплавів доменних шлаків. Паралельно з визначенням економічно доцільних окремих конструкцій необхідно вирішувати питання вибору оптимальних об'ємно-планувальних рішень будівель і споруд, яке пов'язане з визначенням і аналізом основних техніко-економічних показників (будівельних, експлуатаційних витрат та інш.). Тому вибір конкретного об'ємно-планувального рішення виробничої будівлі слід всебічно обґрунтувати економічним розрахунком.

Ключові слова: ефективність, оптимальне рішення, уніфікація, типізація, відносний показник.

VICTOR LEVCHENKO, TAMARA VINOGRADOVA, NICOLAI NEVGEN,
VERA VEGNER
ECONOMIC EFFICIENCY OF REINFORCED CONCRETE CONSTRUCTIONS
AND DESIGN CONCEPTION OF INDUSTRIAL BUILDINGS
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. It is necessary to anticipate priority-oriented economically viable elaboration of design conception in industrial construction. Best practice in the field of construction points to the need for developing advanced high-strength or high-duty structures, which should further enhance in the industrialization of prefabrication, in addition to reducing the material consumption of them. Attention should be paid to the usage of lightweight expanded aggregates and hollow concretes. Development of metallurgy in Donbas gives priority to the usage of foamed lightweight concretes, made of molten blast furnace slag. The selection of the optimal space-planning decisions for buildings and structures, which is related to the identification and assessment of the main technical-and-economic index (construction costs, operating costs, etc.), should be closely connected with the economically viable elaboration of design conception. Therefore, the selection of a specific space-planning decision for an industrial building should be fully substantiated by economic calculation.

Key words: efficiency, optimal space-planning decision, unification, standardizing, relative index

Левченко Виктор Николаевич – кандидат технических наук, профессор, проректор по научно-педагогической и воспитательной работе ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономических строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Невгень Николай Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных конструкций ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономических строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Виноградова Тамара Николаевна – кандидат технических наук, доцент кафедры железобетонных конструкций ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономических строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Вегнер Вера Валериевна – магистрант ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование экономических строительных конструкций и разработка оптимальных конструктивных и объемно-планировочных решений промышленных зданий и инженерных сооружений.

Левченко Віктор Миколайович – кандидат технічних наук, професор, проректор з науково-педагогічної і виховної роботи ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

Невгень Микола Олександрович – кандидат технічних наук, доцент кафедри залізобетонних конструкцій ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

Віноградова Тамара Миколаївна – кандидат технічних наук, доцент кафедри залізобетонних конструкцій ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: Проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

Вегнер Віра Валеріївна – магістрант ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування економічних будівельних конструкцій і розробка оптимальних конструктивних і об'ємно-планувальних рішень промислових будівель та інженерних споруд.

Levchenko Victor – Ph. D. (Eng.), Professor; Vice-rector in education and pedagogic activities, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

Nevgen Nikolai – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Reinforced Concrete Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

Vinogradova Tamara – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, Reinforced Concrete Constructions Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

Vegner Vera – master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: economically attractive building structures design and developing the structural and spatial designs of industrial buildings and engineering structures.

УДК 621.874

Т. В. ЛУЦКО, А. В. БАРТЕНЬЕВ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РЕЖИМА НАГРУЖЕНИЯ НА ПРОДЛЕНИЕ СРОКА СЛУЖБЫ МОСТОВОГО КРАНА

Аннотация. В статье рассмотрены нормативные требования по продлению срока службы мостовых кранов общего назначения, проведен численный анализ напряженно-деформированного состояния пролетного строения крана КМ 20 и обоснованы рекомендации по продлению срока службы крана. Прочностной анализ конструкции проводился в программной среде АРМ FEM. По результатам сочетаний нагрузок крана выявлены наибольшие концентрации напряжений в средней части пролета, а также в местах соединения главных балок с концевыми. Выполнен расчет прогибов моста при разных нагрузках. Полученные результаты показали, что группа классификации крана существенно влияет на требования по предельным прогибам конструкции, а также на продление срока службы (остаточного ресурса) машины, что рекомендуется учитывать при модернизации и реконструкции мостовых кранов.

Ключевые слова: кран, мост, нагрузка, напряженно-деформированное состояние, режим, срок службы.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Мостовые краны применяются в различных отраслях производства: в закрытых промышленных цехах предприятий различного профиля, на станциях, на закрытых и открытых складских комплексах, при монтаже строительных конструкций и т. д. Мостовые краны общего назначения отличаются простотой управления, долговечностью, многофункциональностью, высокой производительностью при минимальных затратах, а также экономией рабочего пространства.

В среднем нормативный срок службы общепромышленного мостового крана составляет 25–30 лет. По экспертным оценкам за пределами нормативного срока службы в настоящее время эксплуатируется около 40...70 % мостовых кранов общего назначения и около 80 % металлургических мостовых кранов [1–5]. В связи с этим вопрос продления срока службы мостовых кранов является актуальным.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В настоящее время разрабатываются различные методики определения остаточного ресурса, в частности с помощью программного обеспечения [4], с использованием теории риска, учитывая данные опроса экспертов, проводящих обследования кранов [6], кроме этого существуют инженерные методики расчета остаточного ресурса грузоподъемных кранов – методические указания и руководящие документы. Однако для всех этих методик характерен существенный недостаток – отсутствие универсальности [3]. Поэтому в данный момент продолжают исследования в этом направлении.

Целью настоящего исследования является обоснование продления срока службы мостового крана общего назначения путем коррекции его режима работы.

Для достижения поставленной цели выполнены следующие задачи:

1. Анализ нормативных требований по продлению срока службы мостовых кранов.
2. Численный анализ напряженно-деформированного состояния мостового крана общего назначения в зависимости от режима нагружения.
3. Обоснование рекомендаций по продлению срока службы мостового крана.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Ресурс машины – суммарная наработка объекта от начала его эксплуатации или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние [7]. Ресурс измеряется как в единицах наработки, так и в единицах времени [6]. Срок службы крана – это календарная продолжительность эксплуатации от начала эксплуатации машины или ее возобновления после ремонта до перехода в предельное состояние, измеряется в единицах времени.

По истечении срока службы экспертная комиссия решает: 1) списать кран, если он не подлежит восстановлению и представляет опасность при дальнейшей эксплуатации; 2) назначить капитальный ремонт для восстановления показателей надежности; 3) назначить остаточный срок службы, если кран находится в исправном состоянии, и разрешить дальнейшую эксплуатацию.

В качестве нормативных документов, регламентирующих требования по продлению срока службы мостовых кранов, являются:

- 1) РД 24-112-5Р «Руководящий документ по оценке остаточного ресурса кранов мостового типа»;
- 2) РД 10-112-5-97 «Методические указания по обследованию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы. Часть 5. Краны мостовые и козловые»;
- 3) РД 10-112-1 «Методические указания по обследованию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы. Часть 1. Общие положения»;
- 4) РДС РК 1.04-13-2002 «Методические указания по проведению обследования металлоконструкций мостовых электрических кранов и стреловых самоходных кранов общего назначения (на автомобильном, пневматическом и гусеничном ходу) с истекшим сроком службы с целью определения возможности их дальнейшей эксплуатации».

В соответствии с нормативным документом РД 24-112-5Р «Руководящий документ по оценке остаточного ресурса кранов мостового типа» рекомендуется экспертный метод продления остаточного ресурса для кранов мостового типа групп классификации А1-А5. Для кранов более высоких групп рекомендуется экспериментально-расчетный метод.

По экспертному методу остаточный ресурс назначается на основе данных о фактической группе классификации крана и результатов оценки его технического состояния при выполнении работ, предусмотренных РД 10-112-5-97 «Методические указания по обследованию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы». При этом также должны учитываться данные о конструктивных особенностях рассматриваемого крана и о наиболее характерных дефектах и повреждениях, встречающихся в кранах подобной конструкции. Также для определения ресурса должны использоваться такие признаки, как средний срок службы грузового каната, средняя периодичность ремонта или замены узлов механизмов крана, качество технического обслуживания при эксплуатации кранов.

По экспериментально-расчетному методу для определения остаточного ресурса, помимо данных, необходимых для экспертного метода, должен также быть произведен расчет одного или нескольких предельных состояний металлоконструкции крана, наиболее вероятных по мнению экспертов. Расчет рекомендуется проводить согласно нормам и методам расчета элементов стальных конструкций СТО 24.09-5281-91-93 «Краны грузоподъемные промышленного назначения. Нормы и методы расчета элементов стальных конструкций».

Среди наиболее важных факторов, влияющих на дальнейшую эксплуатацию крана, является состояние его металлоконструкции. В соответствии с требованием ГОСТ 27584-88 «Краны мостовые и козловые электрические. Общие технические условия»: пролетные балки в мостовых кранах при пролете L свыше 17 м должны иметь строительный подъем, равный $L/1000$. Допускается отклонение $\pm 20\%$.

В РД 10-112-5-97 «Методические указания по обследованию грузоподъемных машин с истекшим сроком службы. Часть 5. Краны мостовые и козловые» приводятся величины предельно допустимых остаточных деформаций металлоконструкций. В частности мостовой кран может эксплуатироваться до следующего очередного обследования при отрицательном остаточном прогибе каждой из главных балок $f \leq 0,0022L$, что соответствует прогибу $L/450$. Указанная величина получается немного ниже предельного прогиба, закладываемого в расчет металлоконструкции мостового крана для самой легкой группы режима работы, $L/400$, приведенного в СТО 24.09-5281-91-93 «Краны грузоподъемные промышленного назначения. Нормы и методы расчета элементов стальных конструкций». При отрицательном остаточном прогибе $0,0022L \leq f \leq 0,0035L$ эксплуатация крана допускается на срок не более 1 года или до достижения прогиба предельной величины, при условии выполнения контрольных замеров f не реже 1 раза в 4 месяца. При возрастании остаточной деформации до $f > 0,0035L$ эксплуатация крана должна быть прекращена, а его металлоконструкция – подвергнута реконструкции.

Данными требованиями будем руководствоваться при анализе напряженно-деформированного состояния крана.

Стандарт ИСО 4301/1-86 «Краны и подъемные устройства. Классификация» [8] устанавливает классификацию кранов (режим работы) грузоподъемного крана на основании двух параметров: 1) класса использования, определяющего число рабочих циклов, выполняемых в течение ожидаемого срока их службы; 2) коэффициента распределения нагрузки, определяющего номинальный режим нагружения.

Режим нагружения крана ($Q_1...Q_4$) характеризуется величиной коэффициента распределения нагрузок КР, который определяется по формуле 8:

$$K_p = \sum_{i=1}^n \left[\frac{C_i}{C_T} \cdot \left(\frac{P_i}{P_{\max}} \right)^m \right], \quad (1)$$

где C_i – среднее количество рабочих циклов с частным уровнем массы груза P_i ;
 C_T – суммарное число рабочих циклов за весь срок службы крана;
 P_i – значение частных масс отдельных грузов (уровня нагрузки) при типичном применении крана;
 P_{\max} – масса наибольшего груза (номинальный груз), который разрешается поднимать краном;
 $m = 3$ – показатель степени.

$$C_T = \sum_{i=1}^n C_i = M \cdot D \cdot T, \quad (2)$$

где M – число циклов работы крана в сутки;
 D – число рабочих дней в году;
 T – время эксплуатации крана в годах.

По найденному по формуле (1) значению K_p определяется класс нагружения крана (принимается ближайшее большее значение по таблице. При найденном по формуле (2) суммарном числе рабочих циклов за весь срок службы крана C_T определяется, какому классу использования U_i кран соответствует по ИСО 4301/1-86 (всего 10 классов использования U_0-U_9) [8]. Выписывается ближайшее большее нормативное (максимальное) значение количества рабочих циклов $N_H \geq U_i$ по таблице. Нормативный срок службы будет выработанным, когда C_T окажется равным N_H .

На основании полученных результатов K_p и $N_H \geq U_i$ определяется по таблице группа классификации (режим работы) крана в целом А1–А8.

Таким образом, если $C_T < N_H$, то кран не выработал свой ресурс.

Согласно РД 24-112-5Р «Руководящий документ по оценке остаточного ресурса кранов мостового типа», исходя из того, что для каждой группы классификации (режима работы) по ИСО 4301/1-86 значение показателя $s = C_T \cdot K_p$ величина постоянная, рассчитывается ресурс (число нагружений).

Расчет остаточного ресурса технического состояния крана выполняется по формуле, лет:

$$t = \frac{N_H - C_T}{M \cdot D}, \quad (3)$$

где N_H – нормативное (максимальное) число циклов для определенного режима нагружения (группы классификации) грузоподъемного крана;
 C_T – суммарное число рабочих циклов за весь срок службы крана;
 M – число циклов работы крана в сутки;
 D – число рабочих дней в году.

Формула (3) требует уточнения, поскольку необходимо учитывать различные факторы: нерегулярность нагружения, ремонты, возникновение трещин в конструкции и пр.

В частности предлагается учитывать время на ремонты при расчете числа рабочих дней в году следующей зависимостью, дн/год:

$$D = \frac{T_{РАБ}}{\frac{1}{k_{CM}} + t_{CM} \cdot D_p}, \quad (4)$$

где $T_{РАБ}$ – фонд рабочего времени машины в году, дн/год;
 k_{CM} – средний коэффициент сменности работы машины, см/дн;

Таблица – Группы классификации (режима работы) кранов по ИСО 4301/1-86 8

Режим нагружения	K_p	Характеристика грузов, поднимаемых кранами	Класс использования									
			Нерегулярное использование				Регулярное использование в легких условиях	Регулярное использование с перерывами	Регулярное интенсивное использование	Интенсивное использование		
			U_0	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	U_6	U_7	U_8	U_9
			Минимальное количество рабочих циклов									
			$1,6 \cdot 10^4$	$3,2 \cdot 10^4$	$6,3 \cdot 10^4$	$1,25 \cdot 10^5$	$2,5 \cdot 10^5$	$5 \cdot 10^5$	$1 \cdot 10^6$	$2 \cdot 10^6$	$4 \cdot 10^6$	$> 4 \cdot 10^6$
Q1 – легкий	0,125	легкие – регулярно, номинальные – изредка			A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8
Q2 – средний	0,25	средние – регулярно, а номинальные – довольно часто		A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	
Q3 – тяжелый	0,5	тяжелые – регулярно, а номинальные часто	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8		
Q4 – весьма тяжелый	1,0	близкие к номинальным	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8			

$t_{см}$ – средняя продолжительность рабочей смены, часов, $t_{см} = 8$ ч;

D_p – количество дней нахождения машины в ремонте, приходящееся на 1 маш-ч/работы, дн/маш-ч.

Тем не менее даже в первом приближении понятно, что при уменьшении числа рабочих циклов крана увеличивается остаточный ресурс машины. На рисунке 1 представлены графики зависимости остаточного ресурса от числа циклов нагружений для режимов работы A5 и A6 для крана КМ 20 (при условии, что кран спроектирован для режима работы A6, а по факту эксплуатации считали наработки для режимов A5 и A6).

Определив остаточный ресурс, рекомендуют дальнейшую эксплуатацию крана (в случае удовлетворительного значения). Причем для увеличения срока службы можно рекомендовать перейти крану на более легкий режим работы, поскольку в этом случае суммарное число рабочих циклов крана меньше (рисунок 1). Либо по исчерпанию остаточного ресурса по результатам диагностического обследования назначить капитальный ремонт или списать кран.

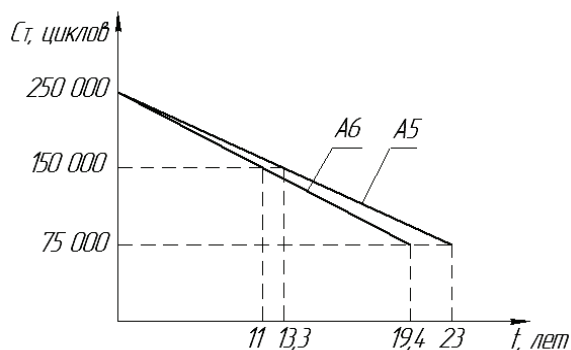


Рисунок 1 – График зависимости суммарного числа рабочих циклов C_T крана от его остаточного ресурса t для режимов работы A5 и A6.

Таким образом, в зависимости от числа наработки принимается решение о дальнейшей эксплуатации крана.

В настоящем исследовании также проводился численный анализ напряженно-деформированного состояния пролетного строения крана КМ 20 (грузоподъемностью 20 т и пролетом 28 м) при различных сочетаниях нагружений.

На рисунке 2 представлена модель пролетного строения крана КМ 20 в программном комплексе Компас – 3D APM FEM.

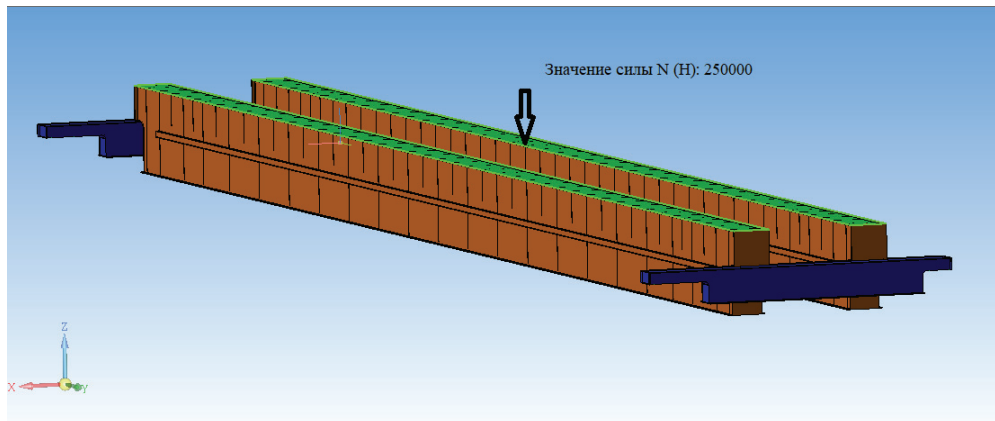


Рисунок 2 – Схема формирования нагрузок на металлоконструкцию.

Мост крана испытывает нагрузки от собственного веса, от максимальной грузоподъемности 20 т и массы грузовой тележки 5 т. Режим работы крана А6. Материал металлоконструкции моста сталь 09Г2С.

На рисунке 3 представлены результаты перемещений моста в вертикальной плоскости при нагружении. Максимальные перемещения в средней части пролета крана. На рисунке 4 представлены гистограммы напряжений и прогибов при различных сочетаниях нагружений. Максимальные концентрации напряжений в средней части пролета, а также в местах соединения главных балок с концевыми балками.

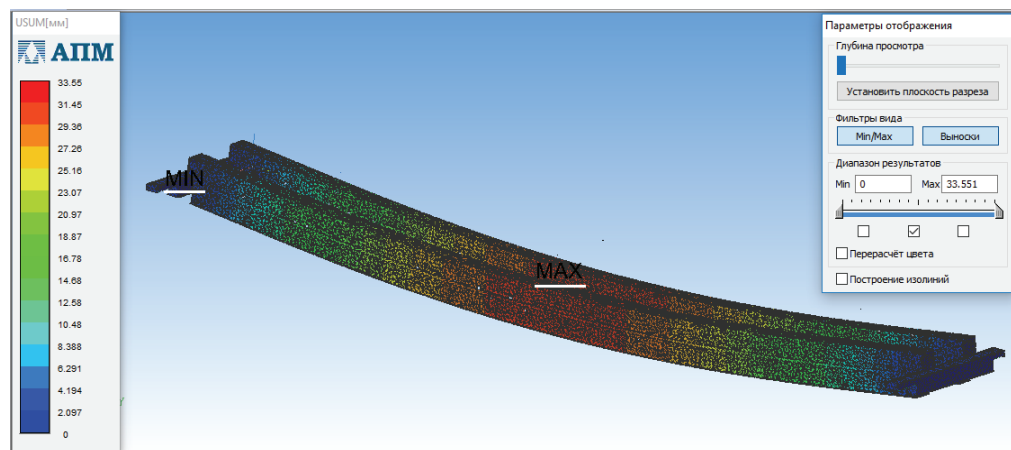


Рисунок 3 – Перемещения в вертикальной плоскости.

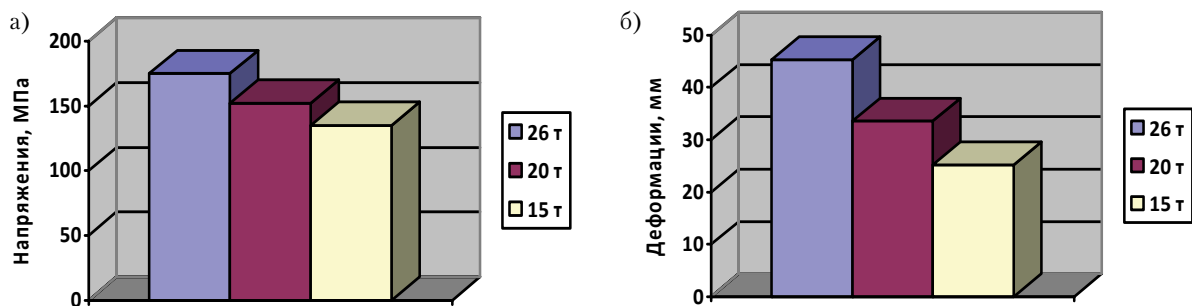


Рисунок 4 – Гистограммы напряжений (а) и прогибов (б), возникающих в главной балке металлоконструкции крана КМ 20.

В качестве режимов нагружений принимались: 1) подъем номинального груза 20 т; 2) подъем груза на 30 % больше максимальной грузоподъемности (то есть масса груза составила 26 т); 3) подъем груза на 25% меньше максимальной грузоподъемности (то есть масса груза составила 15 т). При данных нагрузках определялись напряжения и перемещения.

Согласно вышеуказанным нормам, величина прогиба балки, определенного при действии постоянных нагрузок, не должна превышать $1/700$ пролета балки для режима работы А6, то есть для 28 м должна быть не более 40 мм. Жесткость главных балок обеспечивается, поскольку максимальный прогиб при подъеме номинального груза составил 33,55 мм (рисунки 3 и 4), что не превышает предельного значения.

При увеличении нагрузки на 30 % прогиб увеличился на 35 % и составил 45,3 мм, что превышает предельное значение. В результате можно рекомендовать в соответствии со СТО 24.09-5281-91-93 перейти на режим работы более низкий при увеличении грузоподъемности, то есть с А6 на А5, для последнего режима предельный прогиб составляет $1/500$ пролета балки, то есть 56 мм.

При уменьшении нагрузки на 25 % прогиб уменьшился на 25 % и составил 25,2 мм.

Что касается напряжений, то максимальные нормальные напряжения составили 152 МПа при подъеме груза 20 т, 175 МПа при подъеме груза 26 т и 135 МПа при подъеме груза 15 т. Таким образом, рассматриваемый кран имеет достаточно большой запас прочности.

ВЫВОДЫ

1. Проведенный анализ нормативных документов показал, что определяющим на продление срока службы является группа классификации (режим работы) крана. Данный вопрос решается при проведении диагностирования при обследовании кранов.

2. Расчет остаточного ресурса технического состояния мостового крана показал, что с переходом на более легкий режим работы снижается как уровень нагрузки, так и число циклов, что способствует продлению срока службы машины.

3. Определяющее влияние на дальнейшую эксплуатацию крана оказывает достижение предельного отрицательного прогиба металлоконструкции моста. Проведенный численный анализ напряженно-деформированного состояния металлоконструкции мостового крана КМ 20 пролетом 28 м в программном комплексе Компас – 3D APM FEM позволил смоделировать разные сочетания нагружений и показал, что у крана достаточно большой запас прочности. И только при значительных перегрузках можно рекомендовать перейти с базового режима работы А6 на режим А5, тем самым продлив срок его эксплуатации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лагереv, И. А. Моделирование эксплуатационной нагруженности металлоконструкции мостового крана общего назначения [Текст] / И. А. Лагереv // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2015. – № 1. – С. 49–54.
2. Недельский, В. О. Конъюнктура отечественного рынка тяжелых и специальных мостовых кранов [Текст] / В. О. Недельский, К. Ф. Вольхин // Тяжелое машиностроение. – 2005. – № 3. – С. 36–38.
3. Развитие инженерных расчетов остаточного ресурса грузоподъемных кранов [Текст] / К. Д. Никитин, В. А. Баранов, Н. И. Ивашков, Л. Н. Горбунова // Подъемно-транспортное дело. – 2007. – № 5(43). – С. 6–8.
4. Оценка остаточного ресурса мостовых кранов коробчатого сечения [Текст] / В. М. Сниткин, И. П. Фролов, Е. М. Овсянников, В. Е. Овсянников // Инженерный вестник Дона. – 2015. – № 3(37). – С. 89.
5. Эффективная эксплуатация строительных машин в условиях Донбасса [Текст] : справочное пособие / Под общей редакцией В. А. Пенчука. – Донецк : Изд-во «Ноулидж» (Донецкое отделение), 2012. – 787 с.
6. Кычкин, В. И. Расчет остаточного ресурса металлоконструкции с учетом риска [Текст] / В. И. Кычкин, Л. А. Рыбинская // Вестник Пермского государственного технического университета. Охрана окружающей среды, транспорт, безопасность жизнедеятельности. – 2010. – № 2. – С. 108–117.
7. Подъемно-транспортная техника [Текст] : словарь-справочник : в 2 т. Т. 2 / Л. Н. Горбунова, К. Д. Никитин и др. ; ред. К. Д. Никитин, Л. Н. Горбунова. – Красноярск : ИПК СФУ. – 2008. – 598 с.
8. ИСО 4301/1-86. Краны и подъемные устройства. Классификация. Часть 1. Общие положения [Текст]. – Взамен ИСО 4301/1-80 ; 2-е изд. / Технический комитет ИСО/ТК 96. – М. : Изд-во стандартов, 1987. – 11 с.

Получено 07.11.2019

Т. В. ЛУЦЬКО, О. В. БАРТЕНЬЄВ
ВИЗНАЧЕННЯ ВПЛИВУ РЕЖИМУ НАВАНТАЖЕННЯ НА ПРОДОВЖЕННЯ
СТРОКУ СЛУЖБИ МОСТОВОГО КРАНА
ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. У статті розглянуто нормативні вимоги щодо продовження строку служби мостових кранів загального призначення, проведено чисельний аналіз напружено-деформованого стану прогонової будови крана КМ 20 і обґрунтовані рекомендації щодо продовження строку служби крана. Міцнісний аналіз конструкції проводився у програмному середовищі APM FEM. За результатами комбінацій навантажень крана виявлені найбільші концентрації напружень у середній частині прольоту, а також у місцях з'єднання головних балок з кінцевими. Виконано розрахунок прогинів моста при різних навантаженнях. Отримані результати показали, що група класифікації крана суттєво впливає на вимоги щодо граничного прогину конструкції, а також на продовження строку служби (залишкового ресурсу) машини, що рекомендується враховувати при модернізації і реконструкції мостових кранів.

Ключові слова: кран, міст, навантаження, напружено-деформований стан, режим, строк служби.

TATYANA LUTSKO, ALEXEY BARTENEV
DETERMINING THE EFFECT OF THE LOADING REGIME ON THE
EXTENSION OF SERVICE LIFE OF BRIDGE CRANE
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article describes the regulatory requirements for extending the service life of general purpose bridge cranes, presents a numerical analysis of the stress-strain state of the span structure of the crane KM 20 and substantiates the recommendations for extending the service life of the crane. Strength analysis of the structure was carried out in the program environment APM FEM. By results of combinations of loadings of the crane the greatest concentration of stresses in an average part of span, and also in places of connection of the main beams with end beams are revealed. Calculation of deflections of the bridge at different loadings is carried out. The results showed that the classification group of the crane significantly effects the requirements for the maximum deflection of the structure, as well as the extension of the service life (final resource) of the machine, which is recommended to take into account when upgrading and reconstructing bridge cranes.

Key words: crane, bridge, loading, stress-strain state, regime, service life.

Луцко Татьяна Васильевна – кандидат технических наук, доцент кафедры наземных транспортно-технологических комплексов и средств ГОУ ВПО «Донбасской национальной академии строительства и архитектуры». Научные интересы: статика и динамика грузоподъемных кранов.

Барте́нев Алексе́й Влади́мирович – магистрант ГОУ ВПО «Донбасской национальной академии строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование напряженно-деформированного состояния металлоконструкций грузоподъемных машин.

Луцько Тетяна Васи́лівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри наземних транспортно-технологічних комплексів та засобів ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва та архітектури». Наукові інтереси: статика і динаміка вантажопідйомних кранів.

Барте́нев Олексі́й Володи́мирович – магістрант ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва та архітектури». Наукові інтереси: дослідження напружено-деформованого стану металлоконструкцій вантажопідйомних машин.

Lutsko Tatyana – Ph. D. (Eng.), Associate Professor, of Land Transport and Technological Complexes and Facilities Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: static's and dynamics of lifting cranes.

Bartenev Alexey – master's student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: research of stress-strain state of metal structures of lifting machines.

УДК 692.2

А. А. БАРМОТИН ^а, А. Б. КОСИК ^б^а Государственное предприятия «Донецкий проектно-изыскательский институт железнодорожного транспорта "Донжелдорпроект"», ^б ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ОЦЕНКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ПРИГОДНОСТИ ГИПСОКАРТОННЫХ ПОТОЛКОВ КНАУФ ПРИ НАЛИЧИИ ХАРАКТЕРНЫХ НАРУШЕНИЙ ТЕХНОЛОГИИ МОНТАЖА

Аннотация. Приведены результаты статического расчета напряженно-деформированного состояния подвесных гипсокартонных потолков в зависимости от конструктивного решения металлического каркаса, различных жесткостных характеристик составляющих элементов и эксплуатационных прогибов железобетонного перекрытия. Численное моделирование НДС проводилось для подвесного двухуровневого гипсокартонного потолка, выполненного по системе D 112 Кнауф. Каркас выполнен из основных и несущих профилей CD 60/27, которые расположены в разных уровнях и взаимно перпендикулярны. Соединение профилей выполняется двухуровневым соединителем (соединительная муфта типа П). Шаг несущих профилей рекомендуется принимать 500 мм и 400 мм соответственно при поперечном и продольном расположении гипсокартонных плит (ГКП). Использование для подшивки ГКП толщиной 9,5 мм взамен регламентируемой плиты 12,5 мм недопустимо, так как требует повторного изменения шага несущих профилей, одновременно снижает прочность, трещиностойкость стыка и существенно увеличивает концентрацию напряжений в гипсокартонной облицовке, что приводит к нарушению нормальной эксплуатации подвесных гипсокартонных потолков и исчерпанию ресурса долговечности.

Ключевые слова: гипсокартонные листы, конструктивные решения подвесных потолков, напряженно-деформированное состояние.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

При устройстве подвесных потолков из ГКЛ монтажники зачастую слабо знакомы с рекомендуемыми конструктивными решениями, технической и методической документацией, разработанной для данных конструкций. Это приводит к непредсказуемым результатам при эксплуатации подвесных потолков и не позволяет определенно гарантировать высокие эксплуатационные качества монтируемых систем.

В ранее проведенных исследованиях [3, 4, 6–8] напряженно-деформированное состояние унифицированных плоских гипсокартонных потолков при наличии характерных нарушений технологии монтажа не исследовалось.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследовать работу подвесных гипсокартонных потолков при изменении жесткостных характеристик конструктивных элементов.

В общем случае конструктивное решение подвесных потолков предусматривает облицовку, крепежные элементы и каркас, который крепится к базовому перекрытию и обеспечивает необходимую жесткость и ограничение прогиба всей конструкции с учетом требуемых условий эксплуатации (рис. 1).

Численное моделирование НДС проводилось для подвесного двухуровневого гипсокартонного потолка, выполненного по системе D 112 Кнауф (рис. 2). Каркас выполнен из основных и несущих профилей CD 60/27, которые расположены в разных уровнях и взаимно перпендикулярны. Соединение профилей выполняется двухуровневым соединителем (соединительная муфта типа П). Шаг



Рисунок 1 – Комплектующие элементы: а) прямой подвес 60/125, б) двухуровневый соединитель CD 60/60, в) удлинитель CD профилей 60/110 (в).

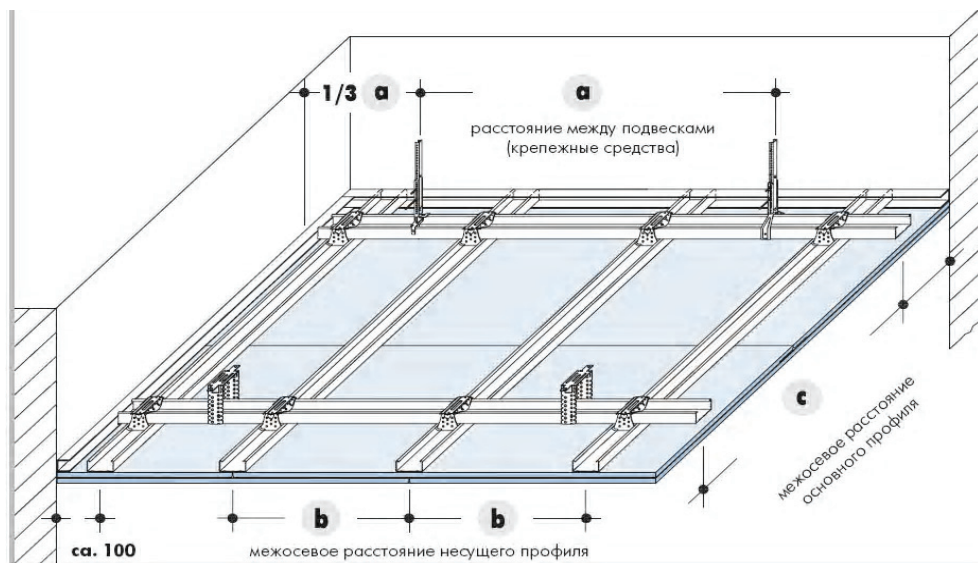


Рисунок 2 – Конструктивное решение подвесного потолка по системе D 112 Кнауф.

несущих профилей рекомендуется принимать 500 мм и 400 мм соответственно при поперечном и продольном расположении гипсокартонных плит (ГКП).

Профиль UD служит в качестве направляющей для CD профиля при монтаже каркаса подвесного потолка и крепится по периметру помещения.

В среднем, при однослойной обшивке из ГКП 12,5 мм (класс нагрузки по DIN 18168 до 0,15 кН/м²), шаг основных профилей составляет 900 мм, а расстояние между подвесами не должно превышать 1 000 мм. Эти параметры взаимосвязаны и могут корректироваться в определенном диапазоне. Максимальная длина консольного участка основного профиля принимается не более 1/3 шага подвесов, а несущего до 100 мм.

В сложившейся ситуации, даже при строительстве крупных и ответственных объектов, имеет место ухудшение качества монтируемых гипсокартонных подвесных потолков, связанное как с нарушением технологии, так и с желанием заказчика строительства и подрядчика минимизировать расходы за счет использования более дешевых материалов, имеющих значительные отклонения от жесткостных характеристик, регламентируемых в технической документации фирмой Кнауф.

Поэтому, кроме стандартного (эталонного) решения, просчитывались системы с использованием так называемого «потолочного гипсокартона» толщиной 9,5 мм вместо 12,5 мм и широко реализуемых профилей CD 60/27 и F 47/17 с толщиной стенок 0,4 мм в отличие от регламентируемой фирмой Кнауф 0,6 мм. Для получения более достоверных и полных данных моделировался прогиб железобетонного перекрытия от возможной временной нагрузки при эксплуатации и распространенное нарушение технологии монтажа гипсокартонной облицовки (таблица).

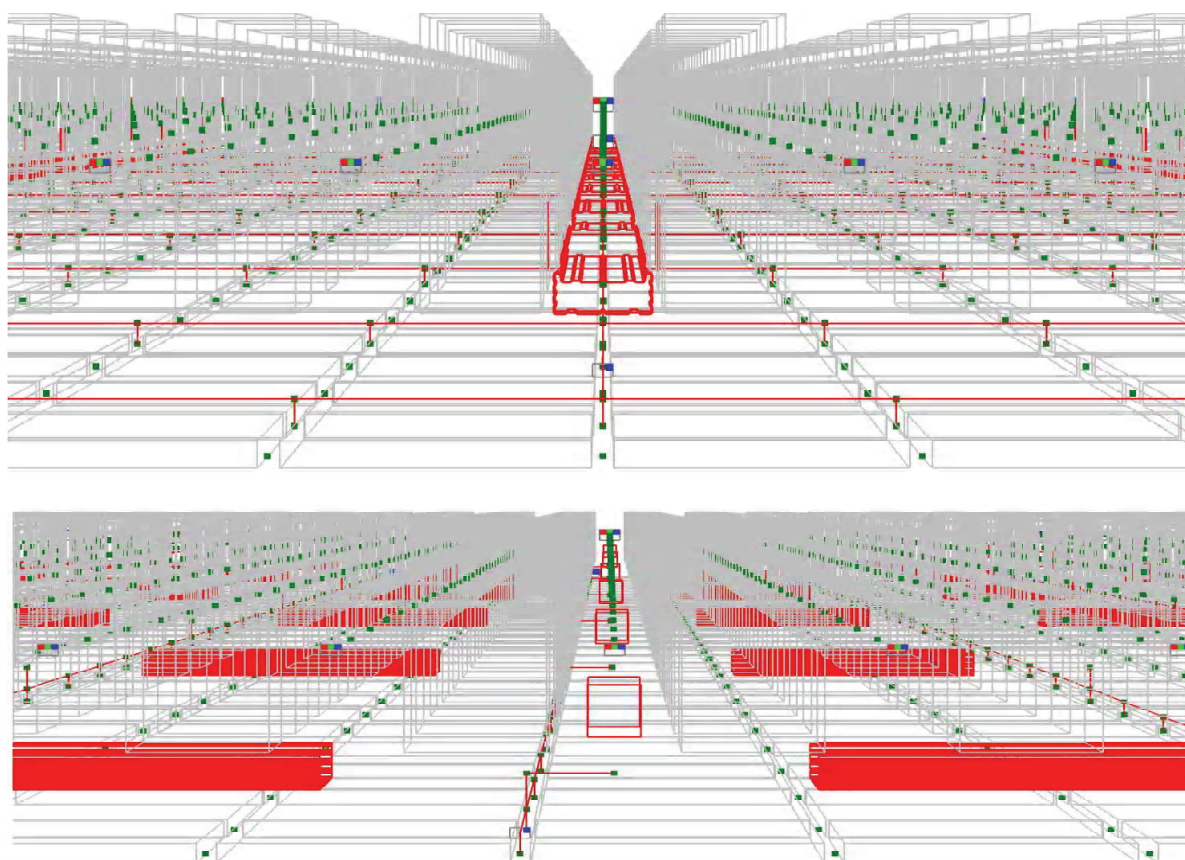
Моделирование расчетной схемы подвесного потолка из ГКП

Расчет несущих конструкций подвесного потолка выполнялся по первой и второй группе предельных состояний (на прочность и пригодность к нормальной эксплуатации). Расчет производился с

Таблица – Исследуемые факторы влияния на напряженно-деформированное состояние подвесных гипсокартонных потолков

Фактор влияния	Характеристика
Физико-технические характеристики гипсокартонной плиты	ГКП 12,5 мм, масса 8,0 кг/м ² ГКП 9,5 мм, масса 6,5 кг/м ²
Геометрические характеристики несущего и основного профилей	CD 60×27, толщина от 0,4–0,6 мм
Прогиб железобетонного перекрытия от временной нагрузки	Прогиб $f = 0$ мм, прогиб $f = 5$ мм от временной нагрузки $q = 2,5$ кН/м ²
Характерное нарушение технологии монтажа	Закрепление ГКП по периметру помещения к направляющему профилю UD

использованием программного комплекса «SCAD Office» при упругой работе материала, в основу которого положен метод конечных элементов (МКЭ). При моделировании работы гипсокартонных потолков (рис. 3) по системам № 1 и № 2 были приняты следующие предпосылки:

**Рисунок 3** – Графическая модель подвесного гипсокартонного потолка по системе D 112 Кнауф.

- подвесы имеют шарнирное соединение с профилем;
- сопряжения основных и второстепенных профилей принято шарнирным;
- гипсокартонная облицовка рассматривается как ортотропная цельная плита с равнопрочными поперечными и продольными стыками и шарнирным закреплением к несущему профилю;
- подвесной потолок работает совместно с базовой железобетонной панелью перекрытия, опирающейся по контуру на несущие стены;
- расчетная схема подвесного потолка состоит из универсальных пространственных стержневых и пластинчатых конечных элементов (КЭ) (рис. 4–5).

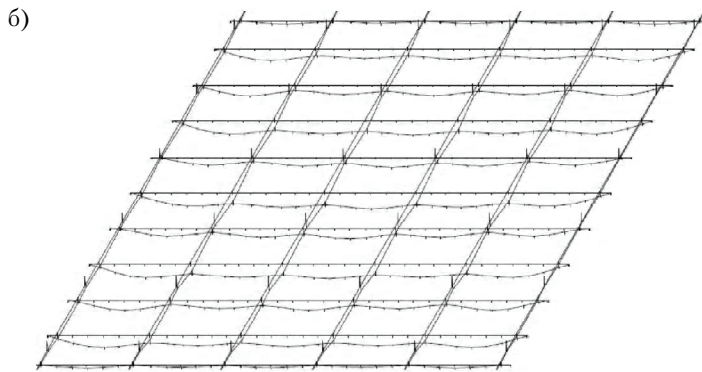
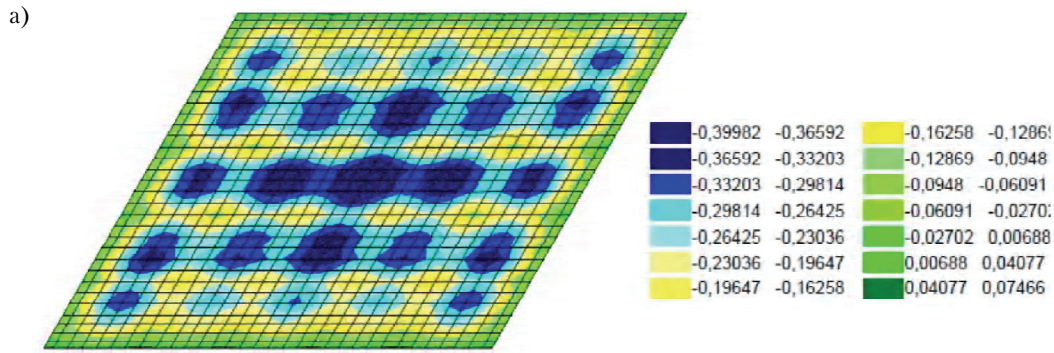


Рисунок 4 – Вертикальные перемещения подвесного потолка (мм) по системе D 112 Кнауф от собственного веса $q = 0,15 \text{ кН/м}^2$: а) гипсокартонной плиты; б) совместное отображение исходной и деформированной схемы каркаса потолка.

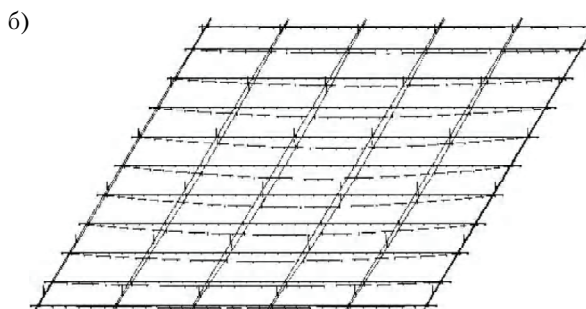
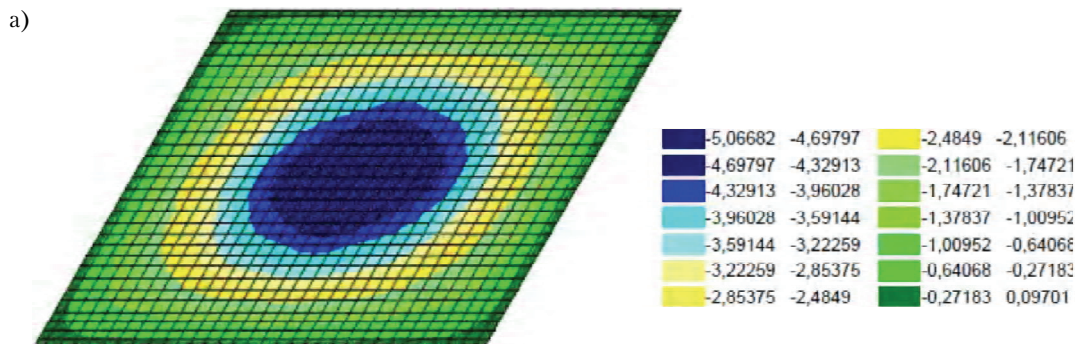


Рисунок 5 – Вертикальные перемещения подвесного потолка (мм) по системе D 112 Кнауф от собственного веса $q = 0,15 \text{ кН/м}^2$ и прогиба ж/б перекрытия от действия временной нагрузки $q = 2,5 \text{ кН/м}^2$: а) гипсокартонной плиты; б) совместное отображение исходной и деформированной схемы каркаса потолка.

При расчете определялись нормальные и касательные напряжения в продольном и поперечном направлениях гипсокартонной плиты, после чего исследовались максимальные приведенные напряжения по первой теории прочности (теории наибольших нормальных напряжений) (рис. 6–8).

Анализ работы подвесных потолков показал, что при соблюдении технических решений фирмы КНАУФ [1, 2, 5] и требований к монтажу прогиб железобетонного перекрытия от временной нагрузки не оказывает существенного влияния на НДС гипсокартонной обшивки, а в ряде случаев снижает

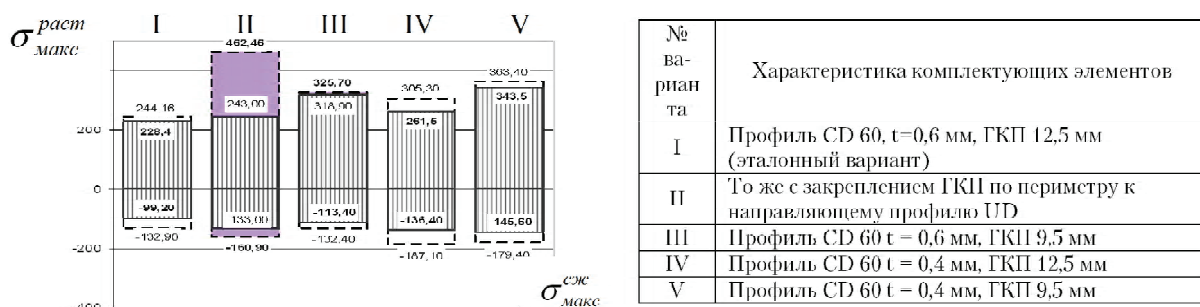
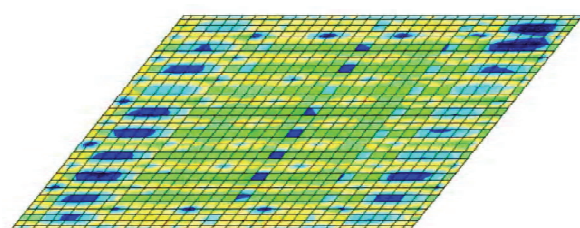


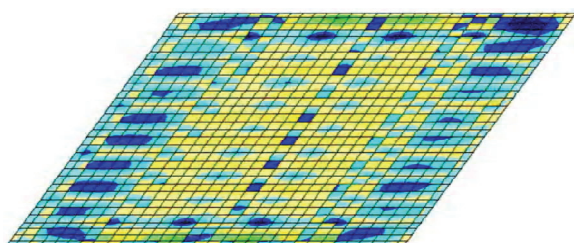
Рисунок 6 – Сопоставление приведенных максимальных напряжений в ГКП с учетом прогиба ж/б плиты от временной нагрузки при различных сочетаниях жесткостных характеристик материалов:

– увеличение и уменьшение напряжений при прогибе ж/б плиты.



-99,20803	-75,81114	64,5702	87,96709
-75,81114	-52,41425	87,96709	111,36398
-52,41425	-29,01736	111,36398	134,76081
-29,01736	-5,62047	134,76087	158,15771
-5,62047	17,77642	158,15776	181,55461
17,77642	41,17331	181,55465	204,95154
41,17331	64,5702	204,95154	228,34844

Рисунок 7 – Поля приведенных напряжений (кН/м²) по I теории прочности на лицевой стороне гипсокартонной облицовки подвесных потолков по системе D 112 Кнауф от действия собственного веса, временной нагрузки на ж/б перекрытия (прогиб $f = 5$ мм), при использовании **ГКП 12,5 мм, CD 60 t = 0,6 мм (эталонный вариант)**.



-100,07102	-71,8299	100,07102	130,7102
-116,35377	-71,8299	195,3133	239,83716
-71,8299	-27,30604	239,83716	284,36103
-27,30604	17,21783	284,36103	326,86489
17,21783	61,7417	326,86489	373,40876
61,7417	106,26556	373,40876	417,93263
106,26556	150,78943	417,93263	462,45649

Рисунок 8 – Поля приведенных напряжений (кН/м²) по I теории прочности на лицевой стороне гипсокартонной облицовки подвесных потолков по **системе D 112 Кнауф** от действия собственного веса, временной нагрузки на ж/б перекрытия (прогиб $f = 5$ мм), при использовании **CD 60 t = 0,6 мм, ГКП 12,5 мм закрепленного по периметру к UD (вариант с нарушением технологии монтажа)**.

до 15 % уровень растягивающих напряжений, за исключением случаев закрепления ГКП по периметру помещения к направляющему профилю UD, что при прогибе перекрытия приводит к резкому скачку растягивающих напряжений в 1,9 раза на лицевой стороне гипсокартонной облицовки.

Использование ГКП 9,5 мм и профиля ($t = 0,4$ мм) приводит к увеличению растягивающих напряжений до 30 и 25 %, соответственно. При их совместном использовании максимальные растягивающие напряжения и деформации в гипсокартонной облицовке возрастают до 50 % по сравнению с эталонными вариантами.

Без проведения ряда мероприятий (увеличения количества крепежных элементов, уменьшения шага профилей, использования более прочного шовного и армирующего материала и т. д.) и при возникновении дополнительных силовых факторов (температурные перепады, реологические процессы и т. п.) это приведёт к достижению предела трещиностойкости стыков и дополнительным неучтенным прогибам и, как следствие, к потере эстетического вида как основного критерия эксплуатационной пригодности подвесных потолков.

ВЫВОДЫ

1. Каркас подвесных потолков рассчитан на толщину CD профилей $0,6 \pm 10$ % мм, массовое применение строителями утоненных профилей без корректировок конструктивной схемы является грубым нарушением и влечет за собой снижение жесткости всей системы и, как следствие, дополнительные прогибы и приrost напряжений в ГК обшивке.

2. Использование для подшивки ГКП толщиной 9,5 мм взамен регламентируемой плиты 12,5 мм недопустимо, так как требует повторного изменения шага несущих профилей, одновременно снижает прочность, трещиностойкость стыка и существенно увеличивает концентрацию напряжений в гипсокартонной облицовке, что приводит к нарушению нормальной эксплуатации подвесных гипсокартонных потолков и исчерпанию ресурса долговечности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. KNAUF. Немецкий стандарт. Звукоизоляционные системы KNAUF [Текст]. – Киев : ДП «Кнауф Маркетинг», 2010. – 24 с.
2. СП 55-102-2001 Конструкции с применением гипсоволокнистых листов [Текст]. – Введен впервые ; введ. 2002-07-01 / ОАО «ЦНИИПромзданий»; ООО «КНАУФ ГИПС»; ООО «Сен-Гобен Строительная Продукция Рус». – М. : [Росстандарт], 2003. – 61 с. (Свод правил по проектированию и строительству).
3. Перельмутер, А. В. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа [Текст] / А. В. Перельмутер, В. И. Сливкер. - К. : Изд-во «Сталь», 2002. – 606 с.
4. Городецкий, А. С. Компьютерные модели конструкций [Текст] / А. С. Городецкий, И. Д. Евзеров. – Киев : Факт, 2007. – 394 с.
5. Бёккер, Х. Гипсокартонные плиты для отделки зданий [Текст] / Х. Бёккер ; пер. с нем. Бердичевского В. Г. : под ред. Ю. М. Веллера. – М. : Стройиздат, 1986. – 176 с.
6. Optimization of the acoustic performances of lightweight sandwich roof elements [Текст] / A. Dijkmans, G. Vermeir, J. W. Niggebrugge // Measurements : Proceedings of INTER-NOISE 2009 (Ottawa, Canada; 2009 August 23–26). – Ottawa. – 2009. – P. 1–7.
7. Craik, R. J. M. Non-resonant sound transmission through double walls using statistical energy analysis [Текст] / R. J. M. Craik // Applied Acoustics. – 2003. – Vol. 64, № 3. – P. 325–341.
8. Horoshenkov, K. V. A method to calculate the acoustic response of a thin, baffled, simply supported poroelastic plate [Текст] / K. V. Horoshenkov, K. Sakagami // Journal of the Acoustical Society of America. – 2001. – 110(2). – P. 904–917.

Получено 07.11.2019

О. О. БАРМОТИН^а, О. Б. КОСИК^б ОЦІНКА ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ПРИДАТНОСТІ ГІПСОКАРТОННИХ СТЕЛЬ КНАУФ ЗА НАЯВНОСТІ ХАРАКТЕРНИХ ПОРУШЕНЬ ТЕХНОЛОГІЇ МОНТАЖУ

^а Державне підприємство «Донецький проектно-вишукувальний інститут залізничного транспорту "Донжелдорпроект"», ^б ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Наведено результати статичного розрахунку напружено-деформованого стану підвісних гіпсокартонних стель залежно від конструктивного рішення металевих каркасів, різних характеристик жорсткості складових елементів і експлуатаційних прогинів залізобетонного перекриття. Чисельне моделювання ПДВ проводилося для підвісної дворівневої гіпсокартонної стелі, виконаної за системою D 112 Кнауф. Каркас виконано з основних і несучих профілів CD 60/27, які розташовані в різних рівнях і взаємно перпендикулярні. З'єднання профілів виконується дворівневим з'єднувачем (сполучна муфта типу П). Крок несучих профілів рекомендується приймати 500 мм і 400 мм відповідно при поперечному і поздовжньому розташуванні гіпсокартонних плит (ГКП). Використання для підшивки ГКП товщиною 9,5 мм замість регламентованої плити 12,5 мм неприпустимо, оскільки вимагає повторної зміни кроку несучих профілів, одночасно знижує міцність, тріщиностійкість стику і істотно збільшує концентрацію напружень в гіпсокартонному облицюванні, що призводить до порушення нормальної експлуатації підвісних гіпсокартонних стель і вичерпання ресурсу довговічності.

Ключові слова: гіпсокартонні листи, конструктивні рішення підвісних стель, напружено-деформований стан.

ALEKSANDR BARMOTIN ^a, ALEKSEY KOSIK ^b
SERVICEABILITY ESTIMATE OF GYPSUM WALLBOARD PAPER CEILINGS OF
KNAUF COMPANY GIVEN BY CHARACTERISTIC ERECTION PROCESS
DISTURBANCES

^a State Enterprise «Donetsk Design and Research Institute of Railway Transport
"Donzheldorproekt"», ^b Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The paper has given the results of the static analysis of the stressed and strained state of the suspended gypsum wallboard ceilings depending on the structural concept of the steel framework, various rigidity features of the composing elements and operational deflections of reinforced concrete floor. Numerical simulation of the VAT was carried out for a suspended two-level plasterboard ceiling made according to the D 112 Knauf system. The frame is made of basic and supporting profiles CD 60/27, which are located at different levels and mutually perpendicular. The profiles are connected by a two-level connector (type P coupling). The step of the bearing profiles is recommended to take 500 mm and 400 mm, respectively, with the transverse and longitudinal arrangement of drywall boards (GKP). The use of 9.5 mm thick HCP for filing instead of a regulated plate of 12.5 mm is unacceptable, since it requires a repeated change in the step of the bearing profiles, at the same time reduces the strength, crack resistance of the joint and significantly increases the stress concentration in the drywall lining, which leads to disruption in the normal operation of suspended gypsum plasterboards ceilings and resource exhaustion longevity.

Key words: drywall sheets, structural solutions of suspended ceilings, stress-strain state.

Бармотин Александр Александрович – кандидат технических наук, доцент; директор Государственного предприятия «Донецкий проектно-изыскательский институт железнодорожного транспорта "Донжелдорпроект"». Научные интересы: проектирование и организация работ при реконструкции гражданских зданий.

Косик Алексей Борисович – ассистент кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование и организация работ при реконструкции гражданских зданий.

Бармотін Олександр Олександрович – кандидат технічних наук, доцент, директор Державного підприємства «Донецький проектно-вишукувальний інститут залізничного транспорту "Донжелдорпроект"». Наукові інтереси: проектування і організація робіт при реконструкції цивільних будівель.

Косік Олексій Борисович – асистент кафедри технології і організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування і організація робіт при реконструкції цивільних будівель.

Barmotin Aleksandr – Ph. D. (Eng.), Associate Professor; director State Enterprise «Donetsk Design and Research Institute of Railway Transport "Donzheldorproekt"». Scientific interests: design and organization of work during the reconstruction of civil buildings.

Kosik Aleksey – assistant, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: design and organization of work during the reconstruction of civil buildings.

УДК 692.2

А. А. БАРМОТИН^а, А. Б. КОСИК^б^а Государственное предприятия «Донецкий проектно-изыскательский институт железнодорожного транспорта "Донжелдорпроект"», ^б ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

МЕТОДИКА РАСЧЕТА КРУПНОРАЗМЕРНЫХ ПОЛОГИХ ГИПСОКАРТОННЫХ КУПОЛОВ

Аннотация. Отдельные примеры монтажа крупноразмерных куполов показывают, что, сохраняя принципиальную схему типового решения, размеры куполов иногда увеличивают в 1,5–1,8 раза без подтверждающих расчетов в предположении потенциально существующих запасов надежности. В зависимости от геометрии купола и количества мест возможной подвески к конструкциям перекрытия (покрытия) зданий приходится отходить от типовых решений купольных систем Кнауф типа «Берлин» и «Мюнхен». Методика расчета гипсокартонных куполов строится на структурно-феноменологическом подходе. Упругие постоянные E_x , E_y , ν_{xy} , ν_{yx} , G_{xy} определяются экспериментально. Гипсокартон, как плоско армированный материал, представляется в виде сплошного однородного ортотропного тела, подчиняющегося закону Гука. Для перехода от комбинированного сечения с двухфакторным усилением к однородному ортотропному эквивалентному телу, обладающему упругими характеристиками E_1 , E_2 , μ_{12} , μ_{21} , полученными при одноосном растяжении эталонных образцов, необходим подбор эквивалентной жесткости, который заключается в определении эквивалентной толщины при неизменных упругих константах. Для практических инженерных расчетов рекомендуется ограничиваться обеспечением трещиностойкости в поперечном направлении. Трещиностойкость считается обеспеченной, если эквивалентные напряжения в материале не превышают предела трещиностойкости в поперечном направлении. На практике выполнен расчет и проектирование крупноразмерного эллипсоидного купола в рекреационной зоне первого учебного корпуса Донбасской национальной академии строительства и архитектуры.

Ключевые слова: гипсокартонные листы, инженерный расчет, трещиностойкость, напряженно-деформированное состояние.

АКТУАЛЬНОСТЬ РАБОТЫ

При внедрении в интерьер сложных оболочек, геометрия которых значительно отличается от типовых, проектировщики сталкиваются с проблемой гарантированной обоснованности применения определенных комплектных систем, предусмотренных технической документацией изготовителя и с необходимостью выбора конструктивной схемы и жесткости гипсокартонной (ГК) оболочки для обеспечения трещиностойкости как основного критерия потери эстетического вида. Для сложных ГК конструкций, эксплуатирующихся в неблагоприятных условиях (температурно-влажностные перепады, существенные эксплуатационные прогибы опорных конструкций, ограниченность мест подвески, деформации здания от различных силовых факторов и т. п.), необходимо выполнять численное моделирование их напряженно-деформированного состояния (НДС) по обеспечению надежности в пределах гарантированного срока эксплуатации.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ

Разработка методики расчета крупноразмерных пологих ГК куполов и рекомендаций по повышению их трещиностойкости.

Проектирование конкретного дизайнерского решения может выполняться, исходя из конструктивных требований унифицированных решений [1–4], в пределах прогнозированной работы ГК конструкций, или, во втором случае, для особо сложных нестандартных объемных криволинейных поверхностей на основании расчетов [5–8] с учетом индивидуальных особенностей объекта и геометрии ГК конструкции (рис. 1).

© А. А. Бармотин, А. Б. Косик, 2019



Рисунок 1 – Алгоритм расчета и проектирования крупноразмерных пологих ГК оболочек.

Этап 1. Определение геометрических параметров купола

Унифицированные купола Кнауф типа «Берлин» и «Мюнхен» (рис. 2) различаются между собой размерами и кривизной, но похожи по конструкции и относятся к пологим куполам. Пологие купола Кнауф выполнены по ребристо-кольцевой схеме: основной несущий каркас из профильной стальной трубы и второстепенный из тонкостенных прессованных оцинкованных профилей DIN 18182.

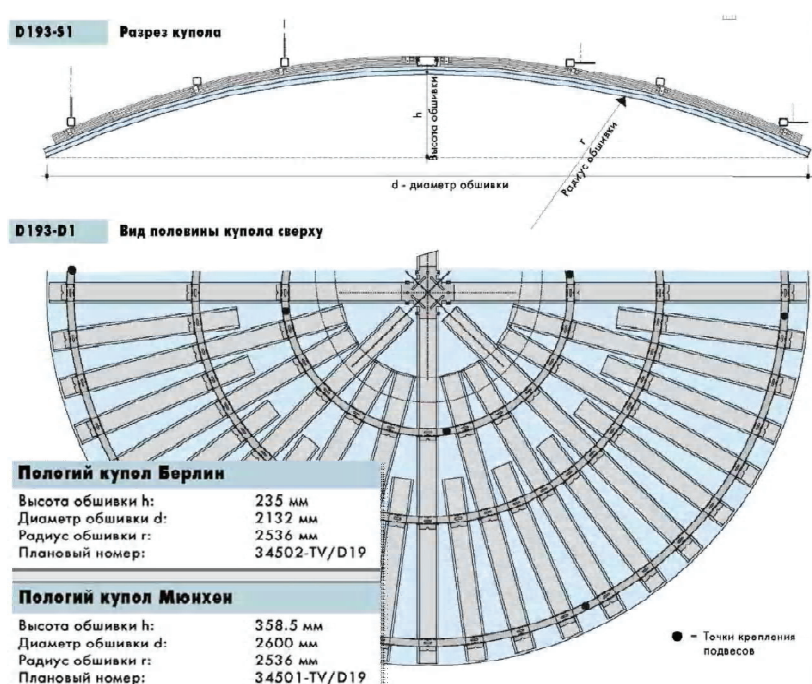


Рисунок 2 – Геометрия пологих куполов Кнауф.

Крепление основного каркаса купола к перекрытию здания осуществляется при помощи нониус-подвеса требуемой длины (рис. 3).

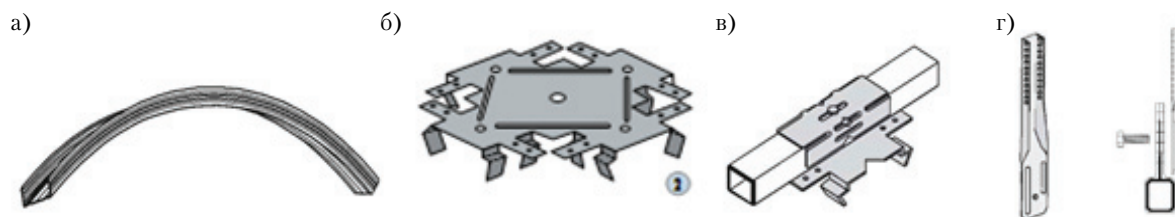


Рисунок 3 – Комплектующие к куполам: а) изогнутый профиль CD; б) одноуровневый соединитель; в) подвеска 4-гранной трубы; г) нониус-подвес.

Соединитель основного и вспомогательного каркасов – элемент, изготовленный путем конструктивной доработки стандартного одноуровневого соединителя для CD-профиля.

Обшивка каркаса купола ГК плитами производится в два этапа. На CD профили закрепляются полосы, шириной 60 мм, из ГК плит 9,5 мм. Устройство обшивки каркаса купола производится от центра купола к внешнему краю с использованием ГК плит 12,5 мм.

При проектировании индивидуальных криволинейных оболочек (рис. 4), важным вопросом являются шаг и жесткость кольцевых элементов основного каркаса (как правило из профильной трубы) для обеспечения установки подвески и необходимого пролета тонкостенных прессованных СД вспомогательного каркаса.

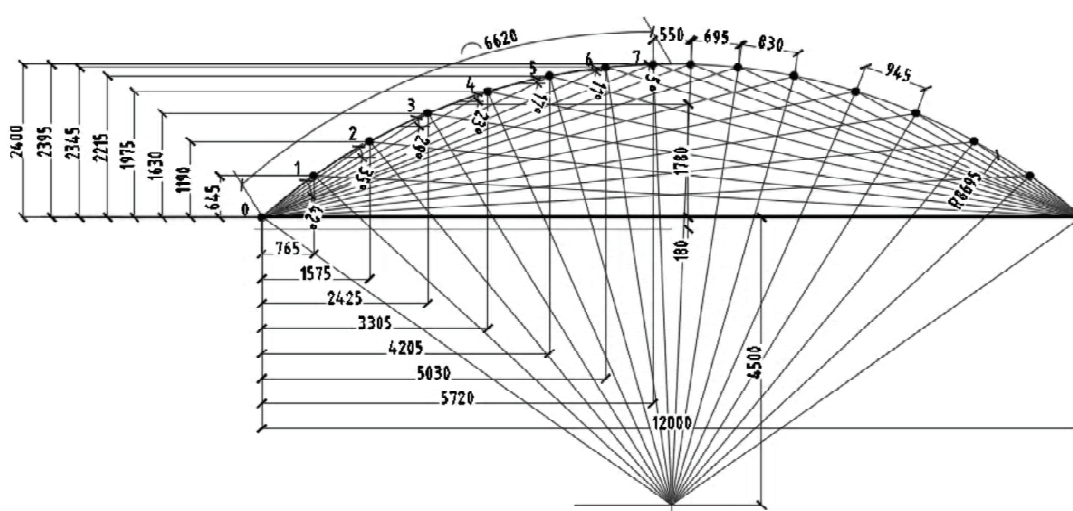


Рисунок 4 – Определение геометрических параметров несущего каркаса крупноразмерного купола.

Этап 2. Оценка напряженно-деформированного состояния основных несущих конструкций покрытия (перекрытия) и условий эксплуатации

К настоящему времени разработано ряд программных систем, с помощью которых выполняется расчет напряженно-деформированного состояния (НДС) зданий. На отечественном рынке наиболее распространенными программными системами (ПС), ориентированными на расчет современных пространственных конструкций, являются ЛИРА (рис. 5), SCAD, ANSYS, MikroFE, STARK_ES и RobotMillenium.

Все они используют унифицированные библиотеки конечных элементов и обеспечивают решение задач строительной механики:

- применение метода расчета на основе реальных диаграмм – материалов;
- определение наиболее невыгодных комбинаций нагрузок;
- определение главных и эквивалентных напряжений по теориям прочности;
- анализ устойчивости несущих элементов и конструкций в целом.

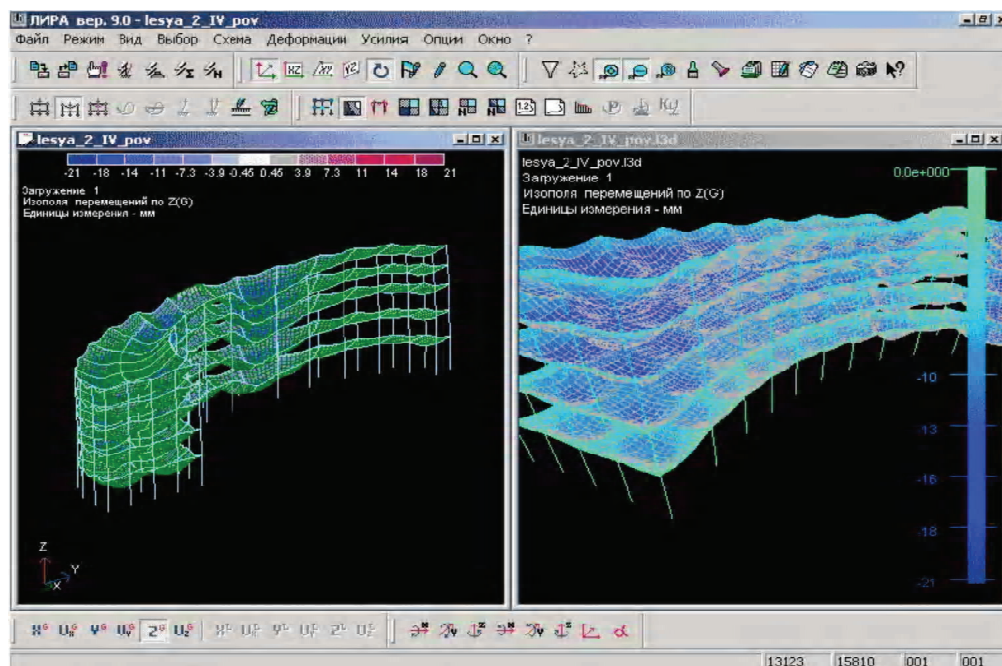


Рисунок 5 – Пример определения перемещений основного покрытия с использованием ПС Лира.

При эксплуатации возможно воздействие следующих видов нагрузок:

- постоянные (собственный вес купола);
- переменные кратковременные (температурно-климатические, прогибы несущего покрытия от снеговой и ветровой нагрузки, вес людей и т. п.);
- эпизодическое (вызванная резким нарушением температурного режима эксплуатации здания в зимний период).

Этап 3, 4. Выбор конструктивного решения несущего каркаса купола и рационального решения подвески

При внедрении в интерьер сложных оболочек, геометрия которых значительно отличается от типовых, проектировщики сталкиваются с проблемой выбора конструктивного решения формообразующего несущего каркаса для крепления ГК оболочки (рис. 6).

Отдельные примеры монтажа крупноразмерных куполов показывают, что сохраняя принципиальную схему типового решения, размеры куполов увеличивают в 1,5–1,8 раза без подтверждающих расчетов в предположении потенциально существующих запасов надежности.

В зависимости от геометрии купола и количества мест возможной подвески к конструкциям перекрытия (покрытия) зданий приходится отходить от типовых решений купольных систем Кнауф типа «Берлин» и «Мюнхен».

Предварительный анализ показывает, что схема закрепления с шарнирно-неподвижными опорами более предпочтительна при отсутствии температурных перепадов и деформаций вышележащего покрытия (рис. 7).

Этап 5. Оценка НДС и определение требуемой жесткости гипсокартонной оболочки

Методики расчета гипсокартонных куполов строятся на структурно-феноменологическом подходе. Упругие постоянные E_x , E_y , ν_{xy} , ν_{yx} , G_{xy} определяются экспериментально.

Основные предпосылки и допущения:

- плоско армированный материал представляет собой сплошное макроскопически однородное ортотропное тело (рис. 8);
- основной материал гипсовый сердечник и армирующий картон линейно упруги и однородны: связь между деформациями и напряжениями в связующем и арматуре следует закону Гука;
- между сердечником и армирующим картоном существует идеальное сцепление;
- гипсокартонная оболочка работает в условиях плоско-напряженного состояния;
- дополнительные напряжения, ввиду различных значений коэффициентов Пуассона для гипсового сердечника и армирующего картона, ничтожно малы.

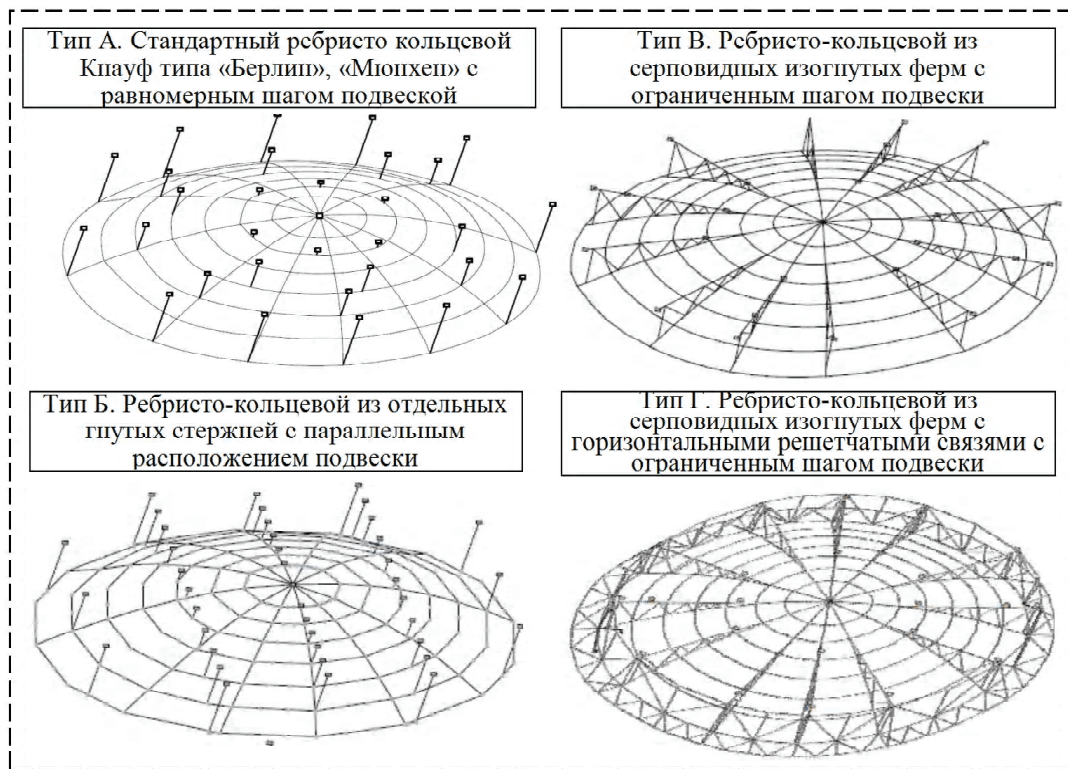


Рисунок 6 – Альтернативные варианты конструктивного решения несущего каркаса.

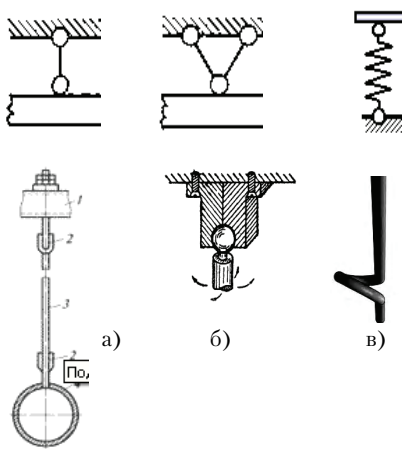


Рисунок 7 – Варианты типов подвесов: а) шарнирно-подвижные; б) шарнирно-неподвижные; в) упруго-податливые.

Экспериментальные исследования [9] показали, что наиболее рациональным является использование для крупноразмерных ГК оболочек двухслойных элементов с двухфакторным усилением (рис. 9) в виде одновременного использования клеевого и винтового соединений и дополнительного армирования в виде стеклохолста, вследствие чего предел трещиностойкости достигает предела прочности при растяжении. В этом случае разрушение образца происходит как по стыку, так и по цельному сечению.

Анализ показал, что, несмотря на межэлементное клеевое и винтовое соединения, элемент не работает как полноценное цельное сечение, это свидетельствует об отсутствии пропорционального уменьшения прогиба при увеличении толщины сечения. Наличие частичной податливости подтверждается и результатами численного моделирования с использованием упругих характеристик, полученных при одноосном растяжении.

Для перехода к однородному ортотропному эквивалентному телу, обладающему упругими характеристиками E_1 , E_2 , μ_{12} , μ_{21} , полученными при одноосном растяжении всего комбинированного сечения с двухфакторным усилением, необходим подбор эквивалентной жесткости, который заключается в определении эквивалентной толщины при неизменных упругих константах.

Сопоставление расчетных и экспериментальных данных (рис. 10) показывает, что наиболее оптимальной является корректировка толщины эквивалентного тела равной 15,5 мм. Для таких материалов, как гипсокартон, предельным считается состояние, которое предшествует началу образования трещин. При двухфакторном усилении предел трещиностойкости достигает предела прочности и при этом ГКП имеет различные прочностные и деформационные характеристики в продольном и поперечном направлениях, для которых имеет место условие:

$$R_1^p = \sigma_{mp,1}^p > R_2^p = \sigma_{mp,2}^p, R_1^{u32} = \sigma_{mp,1}^{u32} > R_2^{u32} = \sigma_{mp,2}^{u32},$$

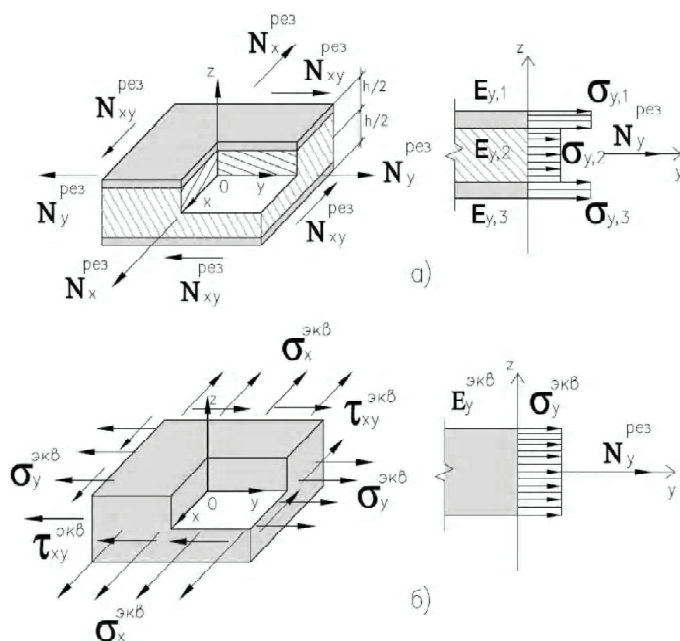


Рисунок 8 – Переход к расчетной схеме плоско-напряженного слоистого композитного материала (ГКП): а) структура и распределение напряжений в исходном ГК элементе; б) в расчетной ортотропной модели.

Для практических инженерных расчетов рекомендуется ограничиваться обеспечением трещиностойкости в поперечном направлении.

Трещиностойкость считается обеспеченной, если эквивалентные напряжения в материале не превышают предела трещиностойкости в поперечном направлении:

- для срединного слоя $\sigma_{расч2}^p \geq \sigma_{экв}^{ср}$;
- для крайних слоев $\sigma_{расч2}^{изг} \geq \sigma_{экв}^{кр}$.

Этап 6. Разработка конструкторской и технологической документации

На практике выполнен расчет и проектирование крупноразмерного эллипсоидного купола в рекреационной зоне первого учебного корпуса Донбасской национальной академии строительства и архитектуры (рис. 11). Исходными данными для расчета являются габариты рекреационной зоны главного учебного корпуса. Ширина здания составляет 16,0 м, длина – 30,0 м. Район строительства объекта: по снегу – V с нормативным весом снегового покрова $p_0 = 1,5$ кН/м²; по ветру – III с нормативным напором – $\omega_0 = 0,5$ кН/м². Учитывая размеры эллипсоидной оболочки ($2a = 14,3$ м, $2b = 8,7$ м), конструктивное решение стропильного покрытия и, как следствие, с ограниченное количество мест для возможной подвески купола, пришлось отойти от типового решения купольных пологих систем Кнауф типа «Берлин» и «Мюнхен» и запроектировать несущий каркас купола из серповидных изогнутых ферм с горизонтальными решетчатыми связями для восприятия температурных перепадов (рис. 6 Тип Г).

где $R_1^p, R_2^p, \sigma_{тр,1}^p, \sigma_{тр,2}^p$ – пределы прочности и трещиностойкости при одноосном растяжении (р) в продольном и поперечном направлениях (1,2); $R_1^{изг}, R_2^{изг}, \sigma_{тр,1}^{изг}, \sigma_{тр,2}^{изг}$ – то же при изгибе.

Для обеспечения трещиностойкости важным является установление уровня допустимых (расчетных) напряжений в материале при плосконапряженном состоянии, которые предлагается ограничивать этапом начала развития неупругих деформаций.

$$\begin{aligned} \sigma_{тр,1}^p &> \sigma_{расч,1}^p = 1,6 \text{ МПа}, \\ \sigma_{тр,2}^p &> \sigma_{расч,2}^p = 1,1 \text{ МПа}, \\ \sigma_{тр,1}^{изг} &> \sigma_{расч,1}^{изг} = 6,0 \text{ МПа}, \\ \sigma_{тр,2}^{изг} &> \sigma_{расч,2}^{изг} = 4,0 \text{ МПа}, \end{aligned}$$

где $\sigma_{расч,1}^p, \sigma_{расч,2}^p, \sigma_{расч,1}^{изг}, \sigma_{расч,2}^{изг}$ – расчетные значения предела трещиностойкости при одноосном растяжении и изгибе в продольном и поперечном направлениях.

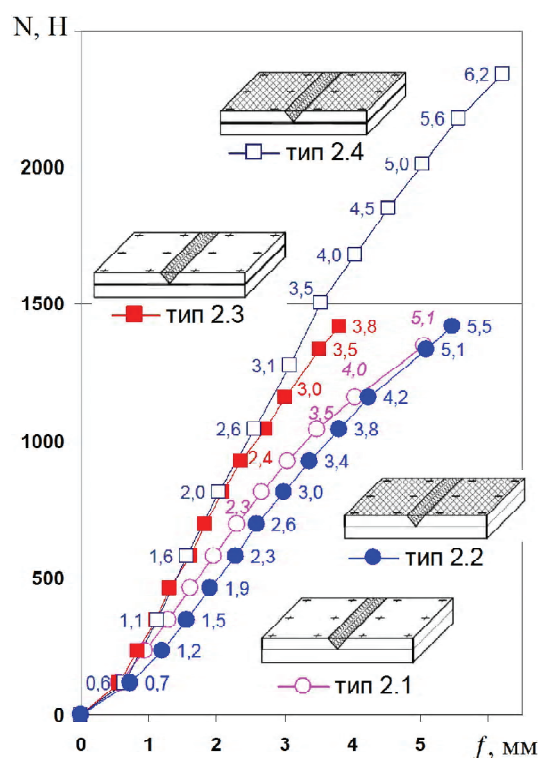


Рисунок 9 – Характер деформирования при изгибе двухслойных ГК образцов с различными вариантами армирования и типом соединения: тип 2.1 – стандартные образцы с винтовым соединением; тип 2.2 – дополнительно усиленные стеклохолстом; тип 2.3 – с клеевым и винтовым соединением; тип 2.4 – усиленные стеклохолстом и с клеевым и винтовым соединением.

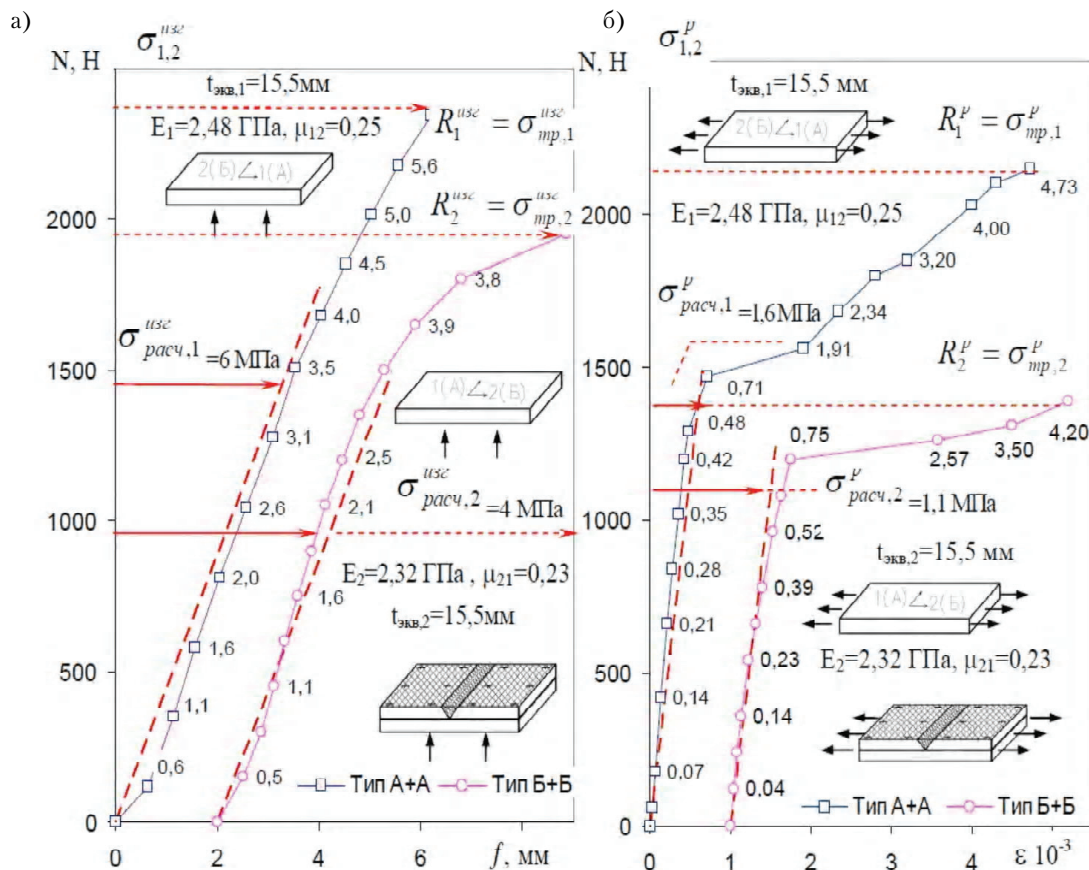


Рисунок 10 – Сопоставление экспериментальных данных при изгибе (а) и растяжении (б) ГК продольных и поперечных образцов с расчетными по SCAD с приведенной эквивалентной жесткостью.

Расчет несущих конструкций выполнен по первой и второй группе предельных состояний. Для расчета использован программный комплекс «SCAD Office». На основании расчета была запроектирована оболочка положительной гауссовой кривизны. Нижний и верхний пояс радиальных ферм, кольцевые элементы пространственной оболочки запроектированы из стальной квадратной трубы 40×3 и 25×2 мм элементы решетки ферм и горизонтальных связей. На втором этапе был выполнен расчет тонкостенной ГК оболочки. Оболочка смоделирована четырехугольными объемными КЭ, шаг дискретизации вдоль кольцевого и радиального направлений составлял 0,10÷0,14 м, что обеспечивает соотношение сторон не более 2 и необходимую точность расчета. Для обеспечения совместности деформаций разбиение оболочки в узлах примыкания к радиальным и кольцевым ребрам, выполнялось с помощью треугольных элементов.

При численном моделировании использованы три типа подвесов для крепления несущего каркаса купола к конструкциям покрытия: шарнирно-неподвижные; шарнирно-подвижные; упруго-податливые с жесткостью в вертикальном направлении, эквивалентно моделирующие поведение пластинчатого шарнира, в местах крепления несущего каркаса купола к стропильным конструкциям покрытия.

При расчете были приняты следующие виды статических нагрузок (рис. 12):

- нагрузка (L1) – постоянная нагрузка от собственного веса купола;
- нагрузка (L2) – переменная кратковременная от температурного – нагрузка (L3) – переменная кратковременная вследствие прогиба стропильных конструкций покрытия от снеговой нагрузки;
- нагрузка (L4) – эпизодическая нагрузка, вызванная резким температурным перепадом $\Delta t = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$ в зимний период.

Расчеты показали (рис. 13), что наиболее неблагоприятная IV комбинация (L1+L3+L4). Результаты расчетов и поля приведенных напряжений показали, что при температурных воздействиях и вероятном эксплуатационном прогибе стропильного покрытия, использование пластинчатого шарнира для несущего каркаса купола позволяет в местах опорных закреплений до 1,5 раза снизить уровень локальных напряжений.

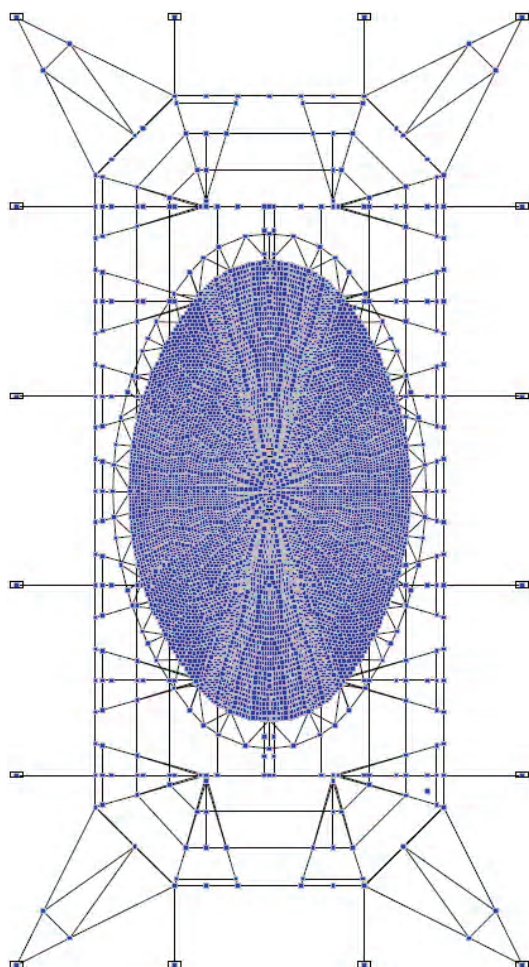


Рисунок 11 – Расчетная модель покрытия.

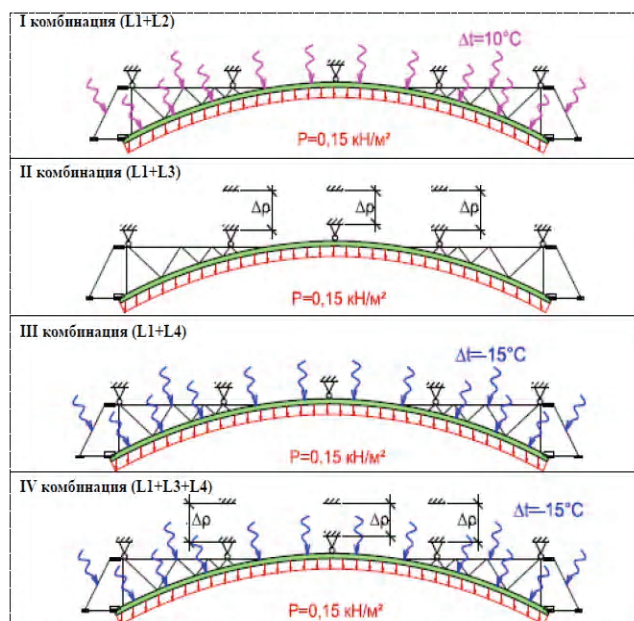


Рисунок 12 – Комбинации нагрузок при прогнозируемых условиях эксплуатации.

Расчеты показывают, что для определения приведенных (эквивалентных) напряжений при плоском напряженном состоянии справедливо использование как первой (наибольших нормальных напряжений), так и четвертой (энергетической) теорий прочности, при этом погрешность расчетов не превышает 3...5 %:

Перед монтажом произведена контрольная сборка каркаса на стендовой площадке. Монтаж в проектное положение осуществлялся отдельными элементами на болтах. Фиксировался элемент вершины купола, к ко-

торому крепились радиальные элементы. Параллельно велась установка кольцевых элементов. На всех этапах осуществлялся контроль высотных отметок, линейных и угловых размеров. Монтаж вспомогательного каркаса производился из изогнутых по различным радиусам СД-профилей. Устройство двухслойной ГК оболочки начиналось от центра купола к внешнему краю, а крепление – по принципу «от угла» по двум взаимно перпендикулярным направлениям, т. е. одновременно с двух противоположных секторов купола.

На протяжении четырех лет ГК оболочка эксплуатируется с заданными проектными характеристиками без образования трещин (рис. 14).

ВЫВОДЫ

1. В зависимости от геометрии купола и количества мест возможной подвески к конструкциям перекрытия (покрытия) зданий приходится отходить от типовых решений купольных систем Кнауф типа «Берлин» и «Мюнхен».

2. Экспериментальные исследования показывают, что для крупноразмерных ГК оболочек наиболее рациональными являются двухфакторное усиление в виде одновременного использования клевого и винтового межслойного соединений, и дополнительное армирование в виде стеклохолста, вследствие чего предел трещиностойкости достигает предела прочности при растяжении.

3. Разработанная методика расчета тонкостенных гипсокартонных оболочек базируется на структурно-феноменологическом подходе, гипсокартон, как плоско армированный материал, представляется в виде сплошного однородного ортотропного тела, подчиняющегося закону Гука. Для перехода от комбинированного сечения с двухфакторным усилением к однородному ортотропному эквивалентному телу, обладающему упругими характеристиками E_1 , E_2 , μ_{12} , μ_{21} , полученными при

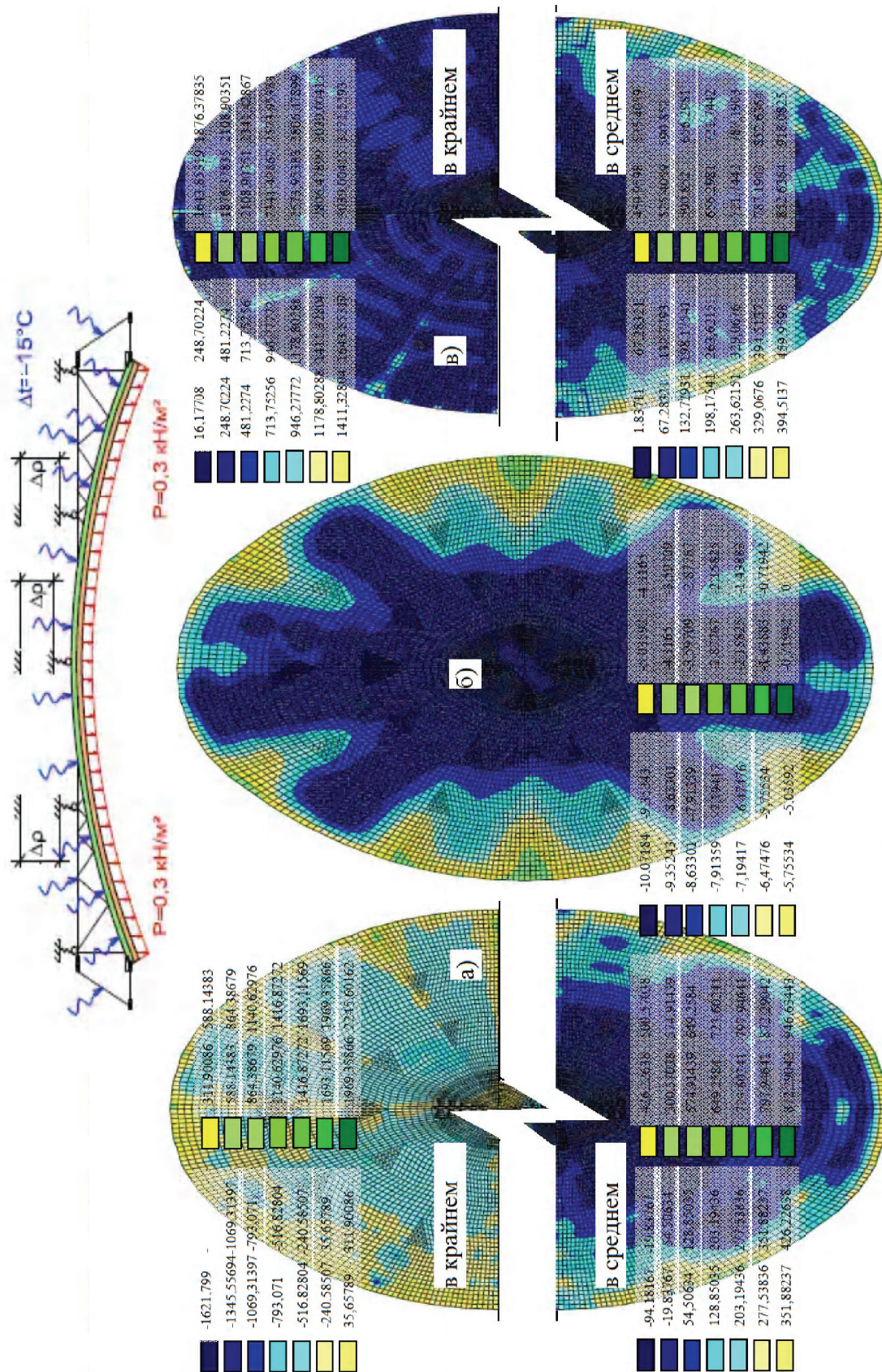


Рисунок 13 – Поля приведенных напряжений в кН/м² по I и IV теории прочности (а, в), поля деформаций (б) от действия собственного веса, прогиба основного покрытия от снега, температурного перепада $\Delta t = -15^\circ\text{C}$ в зимний период.



Рисунок 14 – Устройство двухслойной гипсокартонной оболочки.

одноосном растяжении эталонных образцов, необходим подбор эквивалентной жесткости, который заключается в определении эквивалентной толщины при неизменных упругих константах.

4. Для практических инженерных расчетов рекомендуется ограничиваться обеспечением трещиностойкости в поперечном направлении. Трещиностойкость считается обеспеченной, если эквивалентные напряжения в материале не превышают предела трещиностойкости в поперечном направлении:

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Подвесные потолки общественных зданий [Текст] / Е. В. Горохов, В. Ф. Мушанов, В. И. Веретенников, А. Ю. Старченко и др. – Макеевка : РИС ОМС ДонГАСА, 2002. – 96 с.
2. Циприанович, И. В. Комплексные системы сухого строительства [Текст] / И. В. Циприанович, А. Ю. Старченко. – Киев : Издательство ОАО Мастера, 1999. – 184 с.
3. Гамм, Х. Современная отделка помещений с использованием комплексных систем Кнауф [Текст] : учебное пособие по качественной отделке помещений / Х. Гамм; издание второе. – М. : [б. и.], 2002. – 89 с.
4. СП 55-102-2001 Конструкции с применением гипсоволокнистых листов [Текст]. – Введен впервые ; введ. 2002-07-01 / ОАО «ЦНИИПромзданий»; ООО «КНАУФ ГИПС»; ООО «Сен-Гобен Строительная Продукция Рус». – М. : [Росстандарт], 2003. – 61 с. (Свод правил по проектированию и строительству).
5. Plates and Shells for Smart Structures: Classical and Advanced Theories for Modeling and Analysis [Text] / E. Carrera, S. Brischetto, P. Nali; First Edition. – John Wiley & Sons, Ltd., 2011. – 322 p.
6. Nonlinear Deformation of Thin Isotropic and Orthotropic Shells of Revolution with Reinforced Holes and Rigid Inclusions [Text] / V. A. Maksimyuk, E. A. Storozhuk, I. S. Chernyshtnko // International Applied Mechanics. – 2013. – Vol. 49. – P. 685–692.
7. Lindgaard, E. A unified approach to nonlinear buckling optimization of composite structures [Text] / E. Lindgaard, E. Lund // Computers & Structures. – 2011. – Vol. 89. No. 3–4. – P. 357–370.
8. Tomas, A. Shape and size optimization of concrete shells [Текст] / A. Tomas, P. Marti // Engineering Structures. 2010. – Vol. 32. No. 6. – P. 1650–1658.
9. Бармотин, А. А. Прочность, трещиностойкость и деформативность стыков гипсокартонных элементов при изгибе [Текст] / А. А. Бармотин, А. Б. Косик // Современное промышленное и гражданское строительство. – 2015. – Т. 11, № 4. – С. 177–188.

Получено 07.11.2019

О. О. БАРМОТИН ^a, О. Б. КОСИК ^b

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ВЕЛИКОРОЗМІРНИХ ПОЛОГИХ ГІПСОКАРТОННИХ КУПОЛІВ

^a Державне підприємство «Донецький проектно-вишукувальний інститут залізничного транспорту "Донжелдорпроект"», ^b ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Окремі приклади монтажу великорозмірних куполів показують, що, зберігаючи принципову схему типового рішення, розміри куполів інколи збільшують в 1,5–1,8 рази без підтверджуючих розрахунків, з урахуванням потенційно існуючих запасів надійності. Залежно від геометрії купола і кількості місць можливої підвіски до конструкцій перекриття (покриття) будівель доводиться відходити від типових рішень купольних систем Кнауф типу «Берлін» і «Мюнхен». Методика розрахунку гіпсокартонних куполів будується на структурно-феноменологічному підході. Пружні постійні E_x , E_y , ν_{xy} , ν_{yx} , G_{xy} визначаються експериментально. Гіпсокартон, як плоско армований матеріал, представляється у вигляді суцільного однорідного ортотропного тіла, що підпорядковується закону Гука. Для переходу від комбінованого перерізу з двофакторним посиленням до однорідного ортотропного еквівалентного тіла з пружними характеристиками E_1 , E_2 , μ_{12} , μ_{21} , отриманими при одноосовому розтягуванні еталонних зразків, необхідний підбір еквівалентної жорсткості, який полягає у визначенні еквівалентної товщини при незмінних пружних константах. Для практичних інженерних розрахунків рекомендується обмежувати забезпечення тріщиностійкості в поперечному напрямку. Тріщиностійкість вважається забезпеченою, якщо еквівалентні напруження в матеріалі не перевищують межі тріщиностійкості в поперечному напрямку. На практиці виконано розрахунок і проектування габаритного еліпсоїдного купола в рекреаційній зоні першого навчального корпусу Донбаської національної академії будівництва і архітектури.

Ключові слова: гіпсокартонні листи, інженерний розрахунок, тріщиностійкість, напружено-деформований стан.

ALEKSANDR BARMOTIN ^a, ALEKSEY KOSIK ^b

METHODOLOGY FOR CALCULATING LARGE GENTLY SLOPING DRYWALL DOMES

^a State Enterprise «Donetsk Design and Research Institute of Railway Transport "Donzheldorproekt"», ^b Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. Separate examples of the installation of large-sized domes show that, on the one hand, preserving the schematic diagram of a typical solution, the size of the domes is increased by 1.5–1.8 times without confirming calculations, assuming potentially existing safety margins. Depending on the geometry of the dome and the number of places of possible suspension to the structures of the floor (coating) of buildings, one has to deviate from standard solutions of Knauf dome systems of the «Berlin» and «Munich» type. Methods for calculating drywall domes is based on a structural-phenomenological approach. The elastic constants E_x , E_y , ν_{xy} , ν_{yx} , G_{xy} are determined experimentally. Drywall, as a plane-reinforced material, appears as a continuous homogeneous orthotropic body obeying Hooke's law. To move from a combined cross section with two-factor amplification to a homogeneous orthotropic equivalent body with elastic characteristics E_1 , E_2 , μ_{12} , μ_{21} of standard samples obtained under uniaxial tension, it is necessary to select equivalent stiffness, which consists in determining the equivalent thickness with constant elastic constants. For practical engineering rozrahunkiv it is recommended to obmezhuvalsya to secure trips in transverse tension. The risk of entering into safety, as a matter of fact equivalent materials in material, I do not transfer between the three steps in transverse direction: In practice, we've completed the drawing and design of a large dimensional dome in the recreation area of the first main building of the Donbass National Academy of Architecture and Architecture.

Key words: gypsum plasterboard sheets, engineering rozrahunok, trischinostiykist, strained-deforming mill.

Бармотин Александр Александрович – кандидат технических наук, доцент; директор Государственного предприятия «Донецкий проектно-изыскательский институт железнодорожного транспорта "Донжелдорпроект"». Научные интересы: проектирование и организация работ при реконструкции гражданских зданий.

Косик Алексей Борисович – ассистент кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: проектирование и организация работ при реконструкции гражданских зданий.

Бармотін Олександр Олександрович – кандидат технічних наук, доцент, директор Державного підприємства «Донецький проектно-вишукувальний інститут залізничного транспорту "Донжелдорпроект"». Наукові інтереси: проектування і організація робіт при реконструкції цивільних будівель.

Косік Олексій Борисович – асистент кафедри технології і організації будівництва ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: проектування і організація робіт при реконструкції цивільних будівель.

Barmotin Aleksandr – Ph. D. (Eng.), Associate Professor; director State Enterprise «Donetsk Design and Research Institute of Railway Transport "Donzheldorproekt"». Scientific interests: design and organization of work during the reconstruction of civil buildings.

Kosik Aleksey – assistant, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: design and organization of work during the reconstruction of civil buildings.

СОДЕРЖАНИЕ

ЮГОВ А. М., ШЕВЧЕНКО В. Д., ТИМОШКО А. А. Опыт реконструкции комплекса доменной печи с применением метода надвижки	5
КОЖЕМЯКА С. В., МАЗУР В. А., КУЦЕНКО Т. Н., НАЙДЁНОВА П. С. Выбор рационального способа демонтажа панельного жилого дома	12
ТАРАН В. В., ПАРАХИН Д. Д., МУРИНЕЦ Д. В. Обоснование эффективности возведения каркасно-монолитных зданий на неустойчивом основании	17
БЕЛОВ Д. В., ЮГОВ А. М. Предложения по реконструкции автомобильного моста со стальными пролетными конструкциями	24
КАЛМЫКОВА Е. П. Производство общестроительных и пусконаладочных работ в котельных в современных условиях	30
МАЗУР В. А., КРУПЕНЧЕНКО А. В., КИСЕЛЁВА В. О. Влияние компоновки зоны хранения в резервуарных парках на выбор конструктивно-технологического решения устройства защитного барьера	34
ТАРАН В. В., КОСТРЫКИН Р. О. Исследование факторов, влияющих на выбор организационно-технологических решений возведения вертикальных конструкций бескаркасных зданий в зимний период в условиях Донбасса	40
НОВИКОВ Н. С., ТИТКОВ С. О. Общие вопросы проведения технического обследования зданий и сооружений	47
ДЫШЛОВЕНКО А. В. Анализ конструктивных форм и методов монтажа	53
СОЛОВЕЙ П. И., ПЕРЕВАРЮХА А. Н., ЧИРВА А. С., ИВАНОВ П. А. Восстановление разбивочных осей при строительстве дымовой трубы	58
ЛЕВЧЕНКО В. Н., МАШТАЛЕР С. Н., НЕДОРЕЗОВ А. В., ВЕГНЕР В. В. Анализ технико-экономической оценки выбора оптимального варианта объемно-планировочного и конструктивного решения рассматриваемого строительного объекта	64
ЛЕВЧЕНКО В. Н., ВИНОГРАДОВА Т. Н., НЕВГЕНЬ Н. А., ВЕГНЕР В. В. Экономическая эффективность железобетонных конструкций и конструктивных решений промышленных зданий	70
ЛУЦКО Т. В., БАРТЕНЬЕВ А. В. Определение влияния режима нагружения на продление срока службы мостового крана	76
БАРМОТИН А. А., КОСИК А. Б. Оценка эксплуатационной пригодности гипсокартонных потолков КНАУФ при наличии характерных нарушений технологии монтажа	83
БАРМОТИН А. А., КОСИК А. Б. Методика расчета крупноразмерных пологих гипсокартонных куполов	90

ЗМІСТ

ЮГОВ А. М., ШЕВЧЕНКО В. Д., ТИМОШКО А. О. Досвід реконструкції комплексу доменної печі із застосуванням методу насування	5
КОЖЕМ'ЯКА С. В., МАЗУР В. О., КУЦЕНКО Т. М., НАЙДЬОНОВА П. С. Вибір раціонального способу демонтажу панельного житлового будинку	12
ТАРАН В. В., ПАРАХИН Д. Д., МУРИНЕЦЬ Д. В. Обґрунтування ефективності зведення каркасно-монолітних будівель на нестійкій основі	17
БЄЛОВ Д. В., ЮГОВ А. М. Пропозиції щодо реконструкції автомобільного моста зі сталевими прольотними конструкціями	24
КАЛМИКОВА О. П. Виробництво загально-будівельних і пусконаладжувальних робіт у котельних в сучасних умовах	30
МАЗУР В. О., КРУПЕНЧЕНКО Г. В., КИСЕЛЬОВА В. О. Вплив компонування зони зберігання в резервуарних парках на вибір конструктивно-технологічного рішення улаштування захисного бар'єру	34
ТАРАН В. В., КОСТРИКІН Р. О. Дослідження факторів, що впливають на вибір організаційно-технологічних рішень зведення вертикальних конструкцій безкаркасних будівель у зимовий період в умовах Донбасу	40
НОВИКОВ М. С., ТІТКОВ С. О. Загальні питання проведення технічного обстеження будівель і споруд	47
ДИШЛОВЕНКО А. В. Аналіз конструктивних форм і методів монтажу	53
СОЛОВЕЙ П. І., ПЕРЕВАРЮХА А. М., ЧИРВА О. С., ІВАНОВ П. О. Відновлення розмічувальних осей при будівництві димової труби	58
ЛЕВЧЕНКО В. М., МАШТАЛЕР С. М., НЄДОРЄЗОВ А. В., ВЕГНЕР В. В. Аналіз техніко-економічної оцінки вибору оптимального варіанта об'ємно-планувальних і конструктивних рішень розглядуваного будівельного об'єкта	64
ЛЕВЧЕНКО В. М., ВІНОГРАДОВА Т. М., НЕВГЕНЬ М. О., ВЕГНЕР В. В. Економічна ефективність залізобетонних конструкцій і конструктивних рішень промислових будівель	70
ЛУЦЬКО Т. В., БАРТЕНЬЄВ О. В. Визначення впливу режиму навантаження на продовження строку служби мостового крана	76
БАРМОТІН О. О., КОСІК О. Б. Оцінка експлуатаційної придатності гіпсокартонних стель КНАУФ за наявності характерних порушень технології монтажу	83
БАРМОТІН О. О., КОСІК О. Б. Методика розрахунку великорозмірних пологих гіпсокартонних куполів	90

CONTENTS

YUGOV ANATOLIY, SHEVCHENKO VALERIY, TYMOSHKO ANDREY. Experience in Reconstruction of a Blast Furnace Complex using the Push-up Method	5
KOZHEMYAKA SERGEY, MAZUR VICTORIA, KUTSENKO TATYANA, NAYDYONOVA POLINA. The Choice of a Rational Method of Dismantling of a Panel Residential Building	12
TARAN VALENTINA, PARAKHIN DMITRII, MURYNETS DENYS. Justification of the Effectiveness of Construction of Frame-Monolithic Buildings on an Unstable Foundation	17
BELOV DENIS, YUGOV ANATOLIY. Proposals for the Reconstruction of a Road Bridge with Steel Span Structures	24
KALMYKOVA ELENA. Manufacturing and Construction Works in Boiler Houses in Modern Conditions	30
MAZUR VICTORIA, KRUPENCHENKO ANNA, KISELYOVA VICTORIYA. The Influence of the Composition of the Storage Area in Tank Farms on the Choice of Structural and Technological Solutions for the Protective Barrier Device	34
TARAN VALENTINA, KOSTRYKIN ROSTISLAV. Research of Factors Influencing the Choice of Organizational-Technological Decisions of the Construction of Vertical Designs of Frame-Free Buildings in the Winter Period under the Conditions of the Donbas	40
NOVYKOV NYKYTA, TITKOV SERGEY. General Issues of Technical Inspection Buildings and Structures	47
DYSHLOVENKO ANASTASIA. Analysis of Structural Forms and Installation Methods	53
SOLOVEJ PAVEL, PEREVARJUHA ANATOLY, CHIRVA ALEXANDER, IVANOV PAVEL. Restoring Center Axes During Chimney Construction	58
LEVCHENKO VIKTOR, MASHTALER SERGII, NIEDORIEZOV ANDRII, VEGNER VALERIYA. Analysis of Technical and Economic Assessment of the Choice of Optimum Alternative for Spatial and Design Arrangement of the Constructional Project under Review	64
LEVCHENKO VICTOR, VINOGRADOVA TAMARA, NEVGEN NICOLAI, VEGNER VERA. Economic Efficiency of Reinforced Concrete Constructions and Design Conception of Industrial Buildings	70
LUTSKO TATYANA, BARTENEV ALEXEY. Determining the Effect of the Loading Regime on the Extension of Service Life of Bridge Crane	76
BARMOTIN ALEKSANDR, KOSIK ALEKSEY. Serviceability Estimate of Gypsum Wallboard Paper Ceilings of KNAUF Company Given by Characteristic Erection Process Disturbances	83
BARMOTIN ALEKSANDR, KOSIK ALEKSEY. Methodology for Calculating Large Gently Sloping Drywall Domes	90