

ВЕСТНИК

ДОНБАССКОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ СТРОИТЕЛЬСТВА И АРХИТЕКТУРЫ



Выпуск 2020-6(146)

**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 2020-6(146)

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

Макеевка 2020

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 2020-6(146)

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

Макіївка 2020

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 30.11.2020 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 28.12.2020

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», 2020

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 30.11.2020 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 28.12.2020

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», 2020

УДК 624.05

Д. В. БЕЛОВ, Г. В. РУКАВЦОВА

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**АНАЛИЗ ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПРИ
УСТРОЙСТВЕ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОПУСКНЫХ
КОЛОДЦЕВ**

Аннотация. В данной статье рассмотрены методы и мероприятия по устройству монолитных железобетонных опускных колодцев различного конструктивного назначения. Показываются принципиальная схема работы, технология устройства и конструктивные решения рассматриваемого объекта, а также возможные варианты технологических методов при погружении опускных колодцев. Приводится перечень работ и мероприятий, необходимых для возведения монолитного железобетонного опускного колодца. Детально освещаются стадии устройства опускных колодцев с применением различных технологий и средств механизации. Представлены ведущие строительные машины и специальные вспомогательные средства для производства работ. Даются варианты технологий, и выполняется анализ их технико-экономических показателей для выявления оптимального решения по устройству опускных колодцев различного функционального назначения.

Ключевые слова: опускные колодцы, ножевая часть, пульпа, фиксированные зоны, эрлифт, грейфер.

АКТУАЛЬНОСТЬ ТЕМЫ

Возведение подземных и заглубленных сооружений промышленного, коммунального и транспортного назначения приобретает все большее значение и масштабы. Объем строительных работ по объектам подземного хозяйства возрастает, что стимулирует поиски более рациональных и экономически целесообразных организационно-технологических решений. Факторы постоянно растущих цен земли под застройку вызывают необходимость строительства подземных сооружений в стесненных условиях. Ответственность заглубленных сооружений, возводимых в таких условиях, значительный объем средств, затрачиваемых на их строительство, предъявляют повышенные требования к их проектированию и возведению [1].

В городском хозяйстве проводится строительство водопроводно-канализационных подземных и заглубленных сооружений по забору и подаче воды, а также станций по перекачке сточных вод и их очистке. Для строительства подземных сооружений методом опускного колодца в последние годы чаще всего применяются способы, позволяющие уменьшать зоны обрушения грунта, что дает возможность вести работы вблизи существующих фундаментов зданий и сооружений [2].

Поэтому **целью** данной статьи является анализ и выбор рациональных организационно-технологических решений при возведении монолитных железобетонных опускных колодцев.

Опускные колодцы представляют собой монолитную железобетонную конструкцию, которая под собственным весом или при дополнительной загрузке по мере разработки грунта внутри ее опускается до проектной отметки.

Технологическая последовательность выполнения работ включает в себя: установку конструкций колодца на поверхности земли в месте погружения (бетонирование монолитных конструкций); разработку грунта внутри колодца в направлении от центра к ножу; опускание колодца с выдавливанием грунта из-под ножа во внутрь; наращивание высоты колодца по мере погружения; устройство днища или заполнение полости колодца бетоном [3] (рис. 1).

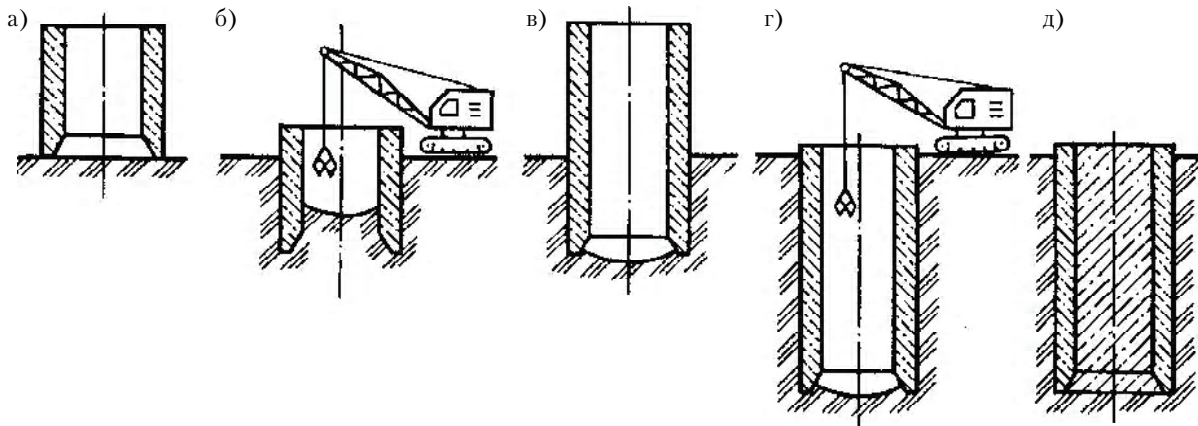


Рисунок 1 – Последовательность устройства опускного колодца: а) изготовление первого яруса опускного колодца на поверхности грунта; б) погружение первого яруса опускного колодца в грунт; в) наращивание оболочки колодца; г) погружение колодца до проектной отметки; д) заполнение бетоном полости опускного колодца.

По форме поперечного сечения опускные колодцы могут быть круглыми, квадратными, прямоугольными, смешанной формы с внутренними перегородками или без них (рис. 2).

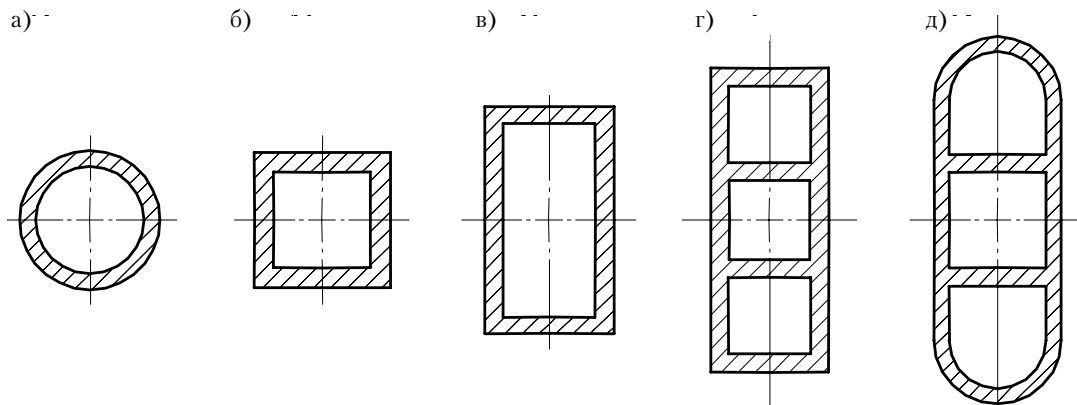


Рисунок 2 – Формы поперечного сечения опускных колодцев: а) круглая; б) квадратная; в) прямоугольная; г) прямоугольная с поперечными перегородками; д) с закругленными торцевыми стенками.

В зависимости от назначения, размеров в плане, гидрогеологических условий и экономической целесообразности используют следующие методы погружения опускных колодцев: 1) насухо с помощью экскаватора и крана; 2) насухо с помощью грейфера; 3) гидромеханизированный способ (рис. 3).

По первой схеме грунт разрабатывают бульдозерами, экскаваторами на гусеничном ходу и выдают на поверхность кранами в бадьях. При внутреннем диаметре колодца до 20 м используют экскаваторы с объемом ковша 0,25...0,40 м³, свыше 20 м – с объемом ковша 0,65...1,25 м³. В колодцах диаметром более 32 м работы ведут не менее двух экскаваторов. Грунт разрабатывают в следующей последовательности: первоначально – в средней части колодца на глубину 1,5...4,0 м (в зависимости от размера колодца), оставляя вблизи ножа берму шириной 1...3 м; далее, уточнив места и размеры фиксированных зон, производят послойную (10...15 см) срезку грунта бермы на участках между фиксированными зонами (момент начала погружения колодца). Если после полной разработки этих участков бермы колодец не опускается, то начинают разработку грунта фиксированных зон. При первых подвижках колодца переходят к разработке грунта в средней части и т. д. По мере погружения колодца размеры фиксированных зон уменьшаются до полного исключения, при необходимости разрабатывают (вручную) грунт под ножевой частью. При погружении опускных колодцев необходимо обеспечивать его вертикальное положение, не допуская развития крена. Крен обычно устраняют с помощью увеличения разработки грунта в той части, где осадка меньше [4].

По второй схеме предусматривается разработка грунта грейфером (рис. 3б). Для этого используют двух-, трех- и четырехлопастные грейферы вместимостью 0,5...1,5 м³. Грейферами разрабаты-

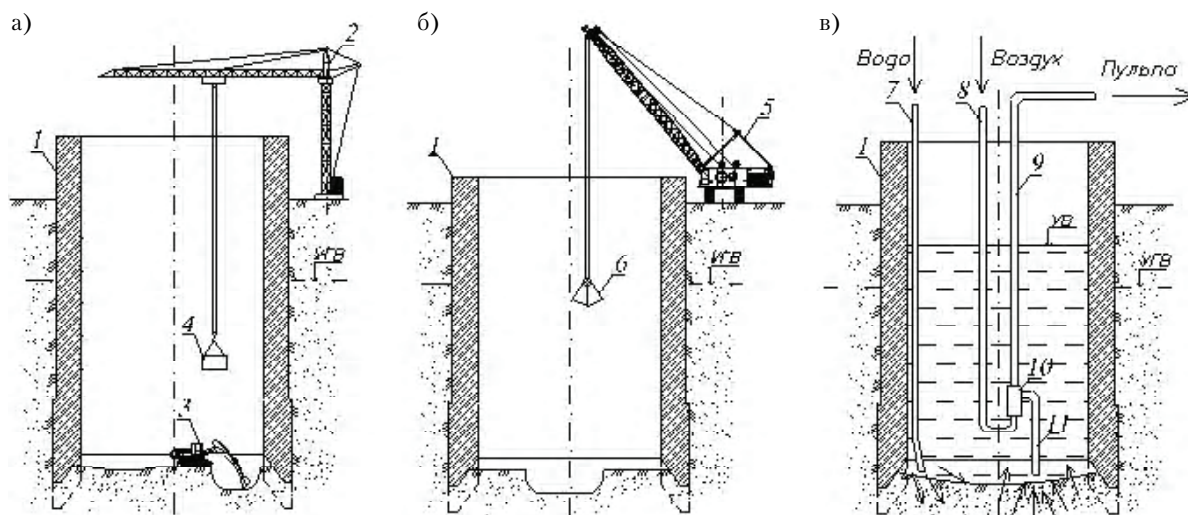


Рисунок 3 – Методы погружения опускных колодцев: а) насухо с помощью экскаватора и крана; б) насухо с помощью грейфера; в) гидромеханизированный способ (эрлифт); 1 – опускной колодец; 2 – башенный кран; 3 – экскаватор; 4 – саморазгружающаяся бадья; 5 – кран-экскаватор; 6 – грейфер; 7 – труба подачи воды; 8 – труба подачи воздуха; 9 – труба откачки пульпы; 10 – камера смешивания; 11 – всасывающая труба.

вают грунт I и II групп. Для грунтов III группы используют грейферы вместимостью более 1 м³. Последовательность разработки грунта кольцевыми траншеями – от центра к стенам или радиальными траншеями от середины к дальней и ближней стенкам относительно крана [5].

При третьей схеме разработки грунта используют гидромеханизированный способ. Возможны три варианта рассматриваемого способа: разработка гидромониторами и транспортировка на поверхность земснарядами или углесосами; разработка гидромониторами и подъем на поверхность гидроэлеваторами или эрлифтами.

Уровень воды в колодце необходимо постоянно поддерживать в пределах уровня и выше грунтовых вод, что предотвращает наплыв грунта из-под ножа в колодец (рис. 3б).

Для подъема и перемещения жидкостей применяются пневматические подъемники, в которых используется сжатый воздух или технический газ. В строительстве применяется воздушный (газовый) подъемник для жидкостей, известный под названием эрлифт или газлифт. Если для перемещения пульпы используется воздух, то подъемник такого типа называется эрлифт, а если используется технический газ – то газлифт. При использовании в качестве рабочего тела воды подъемник называется гидроэлеватором [6].

На основании калькуляций, графиков производства работ и сравнительного расчета вариантов методов устройства опускных колодцев выполнена таблица сравнения показателей. Построены диаграммы и сводная гистограмма технико-экономических показателей представленных методов устройства монолитного опускного колодца на 100 м³ вынимаемого грунта (рис. 4).

Таблица – Сравнения показателей устройства опускного колодца на 100 м³

№ п/п	Наименование метода устройства опускного колодца	Трудоемкость работ		Стоимость производства работ		Продолжительность работ	
		чел-дн	%	тыс. руб.	%	дни	%
1	Устройство опускного колодца насухо с помощью экскаватора и крана	94,5	100	234,3	100	19	100
2	Устройство опускного колодца насухо с помощью грейфера	92,4	97,8	156,8	66,9	18	94,7
3	Устройство опускного колодца с применением эрлифта	79,8	84,4	114,1	48,7	12	63,2

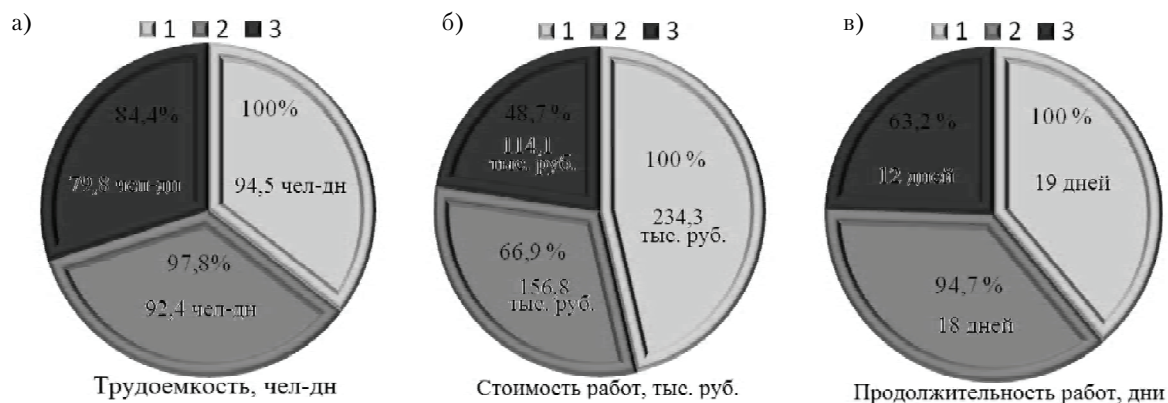


Рисунок 4 – Диаграммы технико-экономических показателей при устройстве монолитного опускного колодца на 100 м³ вынимаемого грунта: а) трудоемкости; б) стоимости работ; в) продолжительности работ; 1 – устройство опускного колодца насухо с помощью экскаватора и крана; 2 – устройство опускного колодца насухо с помощью грейфера; 3 – устройство опускного колодца с применением эрлифта.

Сводная гистограмма технико-экономических показателей рассматриваемых методов устройства монолитного опускного колодца (рис. 5) раскладывает стоимость возведения опускного колодца на три составляющие: 1) затраты на заработную плату; 2) затраты на использование ведущих машин; 3) затраты на использование вспомогательного оборудования. Гистограмма показывает процентное соотношение каждой части с учетом времени использования ведущих и вспомогательных машин согласно графикам производства работ для каждой рассматриваемой технологии.

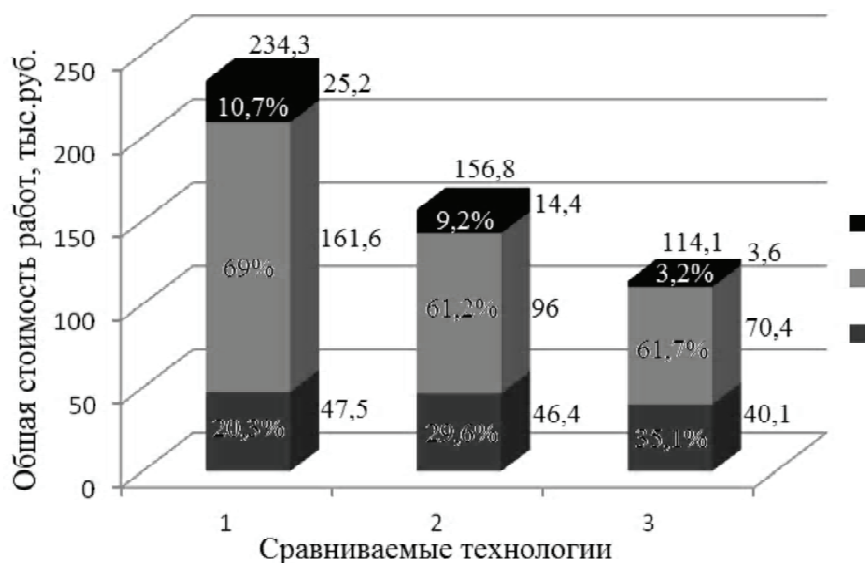


Рисунок 5 – Сводная гистограмма эффективности методов устройства опускных колодцев на 100 м³ разрабатываемого грунта: 1 – устройство опускного колодца насухо с помощью экскаватора и крана; 2 – устройство опускного колодца насухо с помощью грейфера; 3 – устройство опускного колодца с применением эрлифта; ■ – затраты на заработную плату; ■ – затраты на использование ведущих машин; ■ – затраты на использование вспомогательного оборудования (водоотлив).

Полученные диаграммы и сводная гистограмма технико-экономических показателей представленных методов устройства монолитного опускного колодца показали, что наиболее рациональным для объекта, расположенного в гидрогеологических условиях, допускающих использование три рассматриваемых технологии, является: устройство опускного колодца с применением эрлифта (метод № 3). Снижение трудозатрат составляет – от 13,4 до 15,6 %. Снижение материальных затрат составляет – от 18,2 до 51,3 %. Снижение продолжительности производства работ составляет – от 31,5 – 36,8 %.

Затраты на заработную плату для трех сравниваемых методов составляют приблизительно равную часть и колеблются в пределах 20...35 % от общей стоимости применения технологии.

При использовании гидромеханизированного способа эффективность достигается главным образом за счет использования в качестве ведущего механизма эрлифта, что позволяет сократить затраты в 1,5–2,0 раза.

Отсутствие постоянного водоотлива при выполнении работ дает возможность сократить затраты и на вспомогательное оборудование в 4–7 раз. Затопление опускного колодца предполагается грунтовыми водами, и их откачка производится только при окончании погружения стен колодца [7].

Технологичность гидромеханизированного метода позволяет сократить продолжительность работ за счет отсутствия цикличности в работе ведущего механизма и не требует длительного пребывания людей в опускном колодце.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Озеров, Н. В. Кессонные фундаменты : учебное пособие для вузов / Н. В. Озеров. – Москва : Стройиздат, 1940. – 88 с. – Текст : непосредственный.
2. Климов, В. Т. Строительство опускных колодцев и кессонов : учебное пособие для вузов / В. Т. Климов, В. И. Марычев, А. М. Рубинчик. – Москва : Стройиздат, 1963. – 96 с. – Текст : непосредственный.
3. Климов, В. Т. Строительство уникальных опускных колодцев для непрерывной разливки стали : учебное пособие для вузов / В. Т. Климов. – Москва : Стройиздат, 1966. – 182 с. – Текст : непосредственный.
4. Силин, К. С. Фундаменты опор мостов из сборного железобетона : учебное пособие для вузов / К. С. Силин, Н. М. Глотов, В. И. Карпинский. – Москва : Стройиздат, 1966. – 126 с. – Текст : непосредственный.
5. Тер-Галустов, С. А. Опускные сооружения в тиксотропных рубашках : учебное пособие для вузов / С. А. Тер-Галустов, В. Д. Иванов. – Москва : Стройиздат, 1970. – 138 с. – Текст : непосредственный.
6. Силин, К. С. Опускные колодцы : учебное пособие для вузов / К. С. Силин, Н. М. Глотов – Москва : Стройиздат, 1971. – 198 с. – Текст : непосредственный.
7. Рекомендации по строительству опускных сооружений способом задавливания : официальное издание : утверждены НИИОПС Госстроя СССР / разработаны НИИ оснований и подземных сооружений им. Н. М. Герсеванова. – Москва : Стройиздат, 1980. – 226 с. – Текст : непосредственный.
8. ТОИ Р-218-45-95. Типовая инструкция по охране труда для землекопателей : издание официальное : утверждена Федеральным дорожным департаментом Министерства транспорта РФ 1 декабря 1994 г. : дата введения 1995-07-01. – Москва : Стройиздат, 1996. – 98 с. – Текст : непосредственный.

Получена 09.09.2020

Д. В. БЕЛОВ, Г. В. РУКАВЦОВА
АНАЛІЗ ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ ПРИ
ОБЛАШТУВАННІ МОНОЛІТНИХ ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ОПУСКНИХ
КОЛОДЯЗІВ
ДОНБАСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Анотація. У цій статті розглянуті методи і заходи по облаштуванню монолітних залізобетонних опускних колодязів різного конструктивного призначення. Показуються принципова схема роботи, технологія облаштування і конструктивні рішення даного об'єкта, а також можливі варіанти технологічних методів при зануренні опускних колодязів. Наводиться перелік робіт і заходів, необхідних для зведення монолітного залізобетонного опускного колодязя. Детально висвітлено стадії облаштування опускних колодязів із застосуванням різних технологій і засобів механізації. Представлені провідні будівельні машини і спеціальні допоміжні засоби для виробництва робіт. Наведено варіанти технологій і виконано аналіз їх техніко-економічних показників для виявлення оптимального рішення щодо облаштування опускних колодязів різного функціонального призначення.

Ключові слова: опускні колодязі, ножова частина, пульпа, фіксовані зони, ерліфт, грейфер.

DENIS BELOV, GALINA RUKAVTSOVA
ANALYSIS OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR
THE CONSTRUCTION OF MONOLITHIC REINFORCED SUNK WELLS
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. This article discusses methods and measures for the construction of monolithic reinforced sunk wells for various structural purposes. The basic scheme of operation, the technology of the device and the

design solution of the object under consideration, as well as possible variants of technological methods for sinking sunk wells are shown. The list of works and measures necessary for the construction of monolithic reinforced sunk wells is given. The stages of the device of sinkholes with the use of various technologies and means of mechanization are covered in detail. The leading construction machines and special auxiliary means for the production of works are presented. Variants of technologies are given, and the analysis of their technical and economic indicators is carried out to identify the optimal solution for the device of sinkholes of various functional purposes.

Key words: sunk wells, cutting edge, pulp, fixed area, air elevator, clamshell.

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.

Рукавцова Галина Викторовна – магистрант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: технология и организация работ при строительстве монолитных подземных сооружений.

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

Рукавцова Галина Вікторівна – магістрант кафедри технології і організації будівництва ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: технологія і організація робіт при будівництві монолітних підземних 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.

Rukavtsova Galina – Master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: technology and organization of work in the construction of monolithic underground structures.

УДК 69.059.25

В. А. МАЗУР, Т. Н. КУЦЕНКО, С. В. ПЕТРОВ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ВЫБОР РАЦИОНАЛЬНОГО МЕТОДА РЕМОНТА МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ОБОЛОЧЕК ГРАДИРЕН С УЧЕТОМ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАЗЛИЧНЫХ СРЕДСТВ ПОДМАЩИВАНИЯ

Аннотация. Применяемые технологии восстановления железобетонных оболочек вытяжных башен градирен недостаточно эффективны, поэтому периодичность выполнения ремонтных работ составляет 3–4 года. Кроме того, специфичность тонкостенных конструкций вытяжных башен градирен существенно ограничивает возможность использования средств подмащивания и малой механизации, что приводит к значительному увеличению стоимости и продолжительности ремонтных работ. Проведенные исследования показали, что разнообразие конкретных условий производства работ по восстановлению монолитных железобетонных оболочек градирен требует комплексного подхода, учитывающего не только размеры и геометрическую форму вытяжной башни градири, но и возможность использования различных средств подмащивания с учетом их технико-экономического обоснования. Построенные графики позволяют определять трудоемкость и стоимость ремонтных работ, а также стоимость аренды средств подмащивания.

Ключевые слова: монолитная железобетонная оболочка градирни, башня градирни, средства подмащивания, технология ремонта оболочки, технико-экономические показатели.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

На большинстве предприятий Донбасса, России и Украины до настоящего времени функционируют башенные железобетонные градирни, возведенные еще в прошлом столетии. Анализ проведенных исследований и документов обследования указанных сооружений показал, что уже на ранних этапах эксплуатации возникали проблемы, связанные с разрушением их оболочек в результате воздействия агрессивной среды, перепадов температуры на внутренней и наружной поверхностях оболочки, обледенения конструкций и т. д.

Несмотря на периодические текущие и капитальные ремонты сооружений, объемы разрушения железобетонных оболочек градирен ежегодно увеличиваются, что приводит к частичной потере их несущей способности вследствие образования сквозных отверстий, повреждения защитного слоя бетона, коррозии арматуры. Применяемые для ремонта оболочек градирен технологии нанесения защитных слоев методом торкретирования и нанесения эпоксидных смол, перхлорвиниловых лаков, специальных праймеров, инъектирования специальными составами недостаточно эффективны, так как срок нормальной эксплуатации градирен после восстановления не превышает 3–4 года [1, 2, 4]. Кроме того, специфичность тонкостенных конструкций железобетонных градирен существенно ограничивает возможность использования средств подмащивания и малой механизации, что приводит к значительному увеличению стоимости ремонтных работ. На основании вышеизложенного тема исследований является актуальной.

Целью работы является повышение эффективности ремонта вытяжных башен (оболочек) монолитных железобетонных градирен на основании технико-экономического сравнения различных конструктивно-технологических вариантов.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Основными конструктивными элементами монолитной железобетонной гиперболической градирни являются: оболочка вытяжной башни, водосборный бассейн, ороситель, наклонная колоннада,

© В. А. Мазур, Т. Н. Куценко, С. В. Петров, 2020

верхнее и нижнее кольца жесткости, ограждение, ходовая лестница, воздухонаправляющий козырек и зимние защитные щиты (рис. 1).

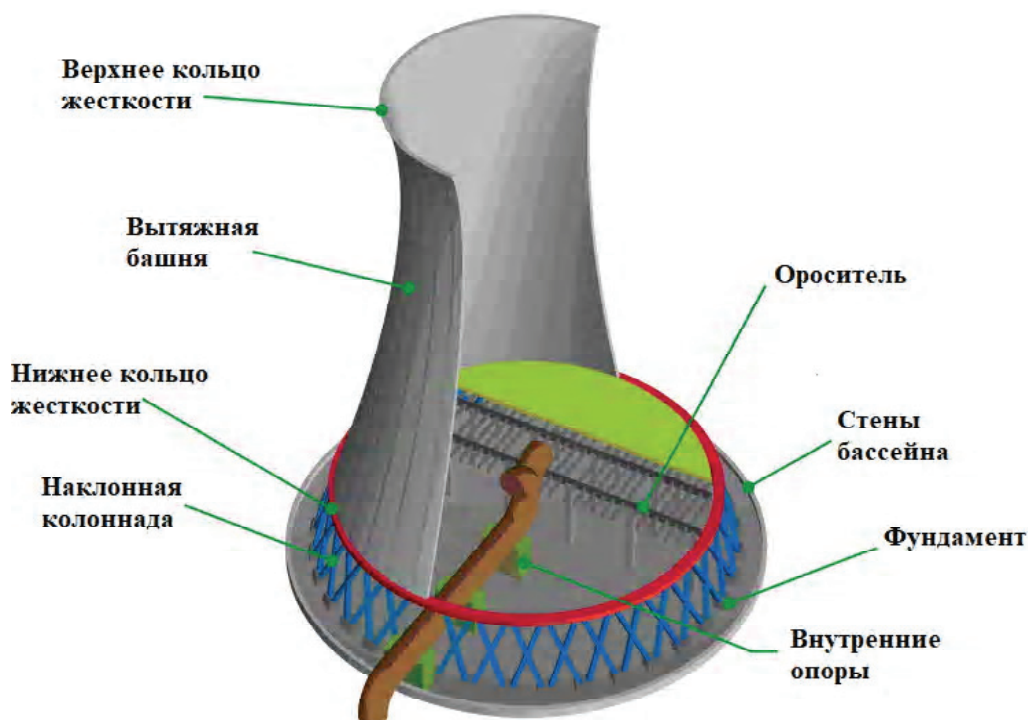


Рисунок 1 – Основные конструктивные элементы градирни.

Наиболее сложным элементом монолитной железобетонной башенной градирни является вытяжная башня (оболочка), толщина стенок которой должна быть не менее 180 мм [6]. В зависимости от требуемой площади орошения башни бывают конической, цилиндрической или гиперболической формы. Оболочку армируют двойной сеткой: отдельными стержнями в меридиональном (с шагом 200 мм) и в кольцевом направлениях (с шагом 150 мм).

Выбор рациональной технологии ремонта железобетонной оболочки градирни, а также потребность в инструментах, приспособлениях, средствах малой механизации, средствах подмащивания зависят не только от геометрических размеров и формы градирни, но и от характерных дефектов и повреждений, их количества и места расположения на самой оболочке.

Характерными дефектами железобетонных монолитных оболочек градирен являются:

- уменьшение площади сечения бетона и наличие в нем трещин, отслоений, вздутий, сквозных отверстий, отколов бетона вследствие коррозии арматуры;
- изменение механических и коррозионных характеристик бетона в процессе эксплуатации в агрессивной среде;
- дефекты железобетона (недостаточные прочность и плотность, смещение арматуры при бетонировании, недостаточная толщина защитного слоя бетона, внутренние трещины, каверны и т. д.);
- механические и коррозионные повреждения арматуры, приводящие к уменьшению площади ее сечения и, как следствие, к изменению механических характеристик;
- прекращение работы арматуры в теле оболочки вследствие ее выпучивания;
- уменьшение толщины оболочки до величины ниже требуемой, предусмотренной проектной и нормативной документацией [3, 4].

Дефекты на поверхности вытяжной башни могут располагаться как внутри самой башни, так и на ее внешней поверхности.

Расположение дефектов на внутренней поверхности оболочки градирни приводит к необходимости технологического перерыва в работе самой градирни, а значит, и частичной приостановке процессов предприятия. Ремонт дефектов на внешней поверхности оболочки возможен без остановки работы градирни. Расположение дефектов в нижней части градирни позволяет выполнять работы с

использованием вышек и лесов. Расположение дефектов в верхней части градирни требует применения подвесных люлек, для установки и демонтажа которых необходимо использование специальных кранов или лебедок.

В работе для дальнейших исследований выбраны три типоразмера градирен: малая (с площадью орошения 1 500 м², высотой 55,3 м, диаметром 50,03 м), средняя (с площадью орошения 2 600 м², высотой 74,0 м, диаметром 63,67 м) и большая (с площадью орошения 4 400 м², высотой 90,0 м, диаметром 76,49 м).

Ремонт оболочки монолитной железобетонной градирни представляет собой комплекс технических мероприятий, направленных на поддержание или восстановление первоначальных эксплуатационных качеств как отдельных конструкций, так и градирни в целом.

Как правило, текущие ремонты планируются ежегодно, а капитальный ремонт осуществляется через 7–8 и более лет после постройки градирни. Обычно под капитальным ремонтом подразумевается реконструкция градирни, выполняемая на основании дефектных ведомостей технического осмотра. В зависимости от состояния градирни ее реконструкция может быть совмещена с модернизацией, т. е. с использованием новых прогрессивных технических решений (рис. 2).

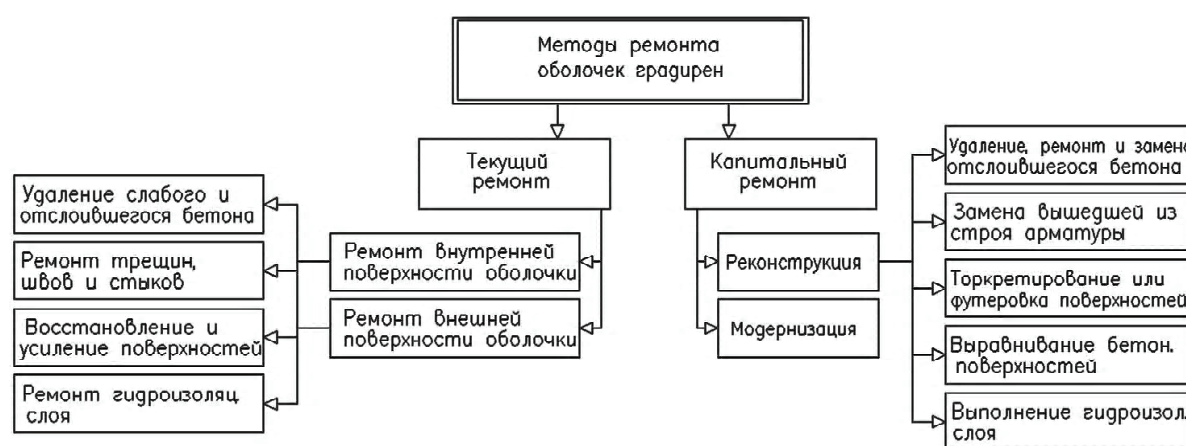


Рисунок 2 – Методы ремонта оболочек градирен.

Любой ремонт должен выполняться строго по проекту производства работ, разработанному на основании результатов осмотра, актов обследования и составленных дефектных ведомостей [3].

Наиболее распространенными видами работ по ремонту железобетонных монолитных оболочек градирен являются: замена разрушенного бетона и арматуры, заделка трещин и раковин наружной поверхности, торкретирование поверхности бетона, выполнение тепло- и влагозащитного экрана на внутренней поверхности оболочки.

Восстановление эксплуатационных характеристик железобетонных конструкций корпуса градирни производится по следующей технологии:

- 1) удаление отслоившегося и слабого бетона с поверхностей градирни механическим способом (пескоструйной или гидроструйной обработками, шлифованием, фрезерованием);
- 2) обеспыливание и увлажнение поверхностей;
- 3) заделка швов, стыков и трещин в железобетонных конструкциях специальными инъекционными составами на основе эпоксидных смол;
- 4) восстановление и усиление бетона торкретированием или бетонированием опалубочным или безопалубочным способами с использованием тиксотропных и литевых составов на основе цементов;
- 5) нанесение защитного слоя бетона.

Для дальнейших исследований приняты два варианта технологий восстановления поверхности железобетонной монолитной оболочки:

Вариант 1. Ремонт внешней поверхности оболочки железобетонной градирни с использованием ремонтных смесей и устройство антикоррозионного покрытия методом окрашивания, очистка основания пескоструйным способом.

Вариант 2. Ремонт внешних поверхностей оболочки железобетонной градирни с использованием технологии торкретирования, устройство антикоррозионного покрытия методом окрашивания, очистка поверхности гидроструйным способом.

Комплекс ремонтных работ, выполняемых по указанным вариантам, состоит из отдельных технологических процессов, по которым производится определение трудоемкости и стоимости их выполнения (таблица).

Таблица – Исследование технологической структуры процессов ремонта

№	Наименование технологических процессов	Процессы	
		Вариант 1	Вариант 2
1	Удаление отслоившегося и слабого бетона с поверхностей градирни	+	+
2	Обеспыливание и увлажнение поверхностей	+	–
3	Ремонт швов, стыков и трещин в железобетонных конструкциях	+	–
4	Восстановление и усиление бетона	+	+
5	Уплотнение бетона	+	–
6	Выравнивание и очистка поверхности	+	+
7	Нанесение защитного слоя бетона	+	+

На основании анализа технологической структуры ремонтных работ построены графики, отражающие технико-экономические показатели ремонта поверхности оболочки железобетонной градирни в зависимости от площади орошения (рис. 3).

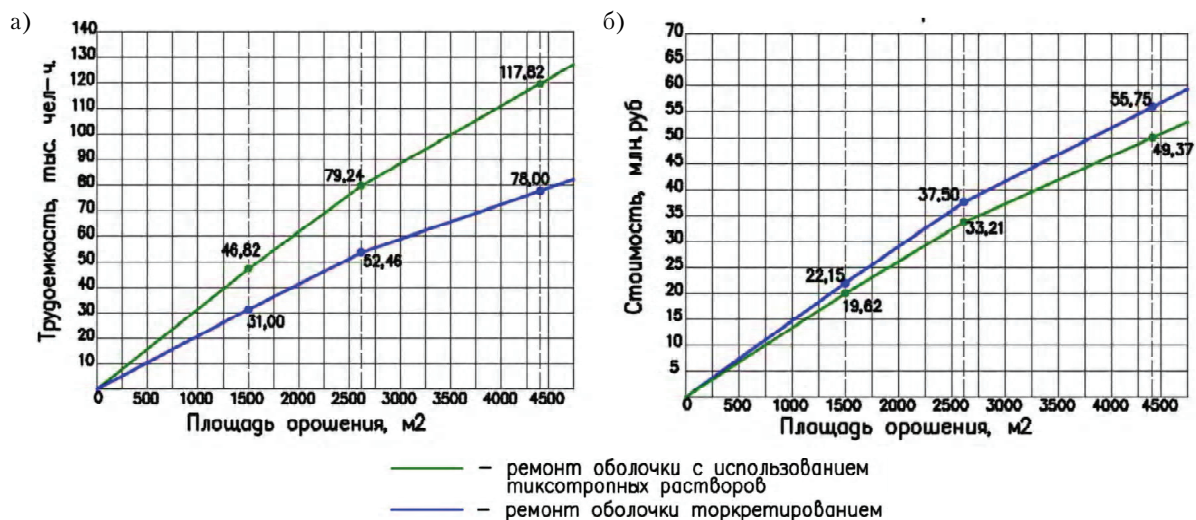


Рисунок 3 – Графики зависимости трудоемкости выполнения работ (а) и их стоимости (б) в зависимости от площади орошения градирни.

Проведенный анализ технико-экономических показателей показал, что технология ремонта оболочек градирен с применением тиксотропных смесей безопалубочным способом более экономична по сравнению с использованием метода торкретирования поверхности бетонным раствором. Но трудоемкость выполнения торкретирования в 1,5 раза меньше трудоемкости восстановления бетонной поверхности бетонометом. И, как следствие, продолжительность работ при торкретировании поверхностей меньше продолжительности работ по бетонированию (для малых градирен на 37 дней, для больших градирен на 106 дней), что позволяет в более ранние сроки ввести объект в эксплуатацию.

Так как при ремонте оболочек градирен существенным фактором являются директивные (а значит, минимальные) сроки выполнения работ, вариант с торкретированием поверхностей чаще всего является предпочтительным.

При производстве работ по ремонту поверхностей оболочек монолитных железобетонных градирен существенное влияние на общую стоимость и трудоемкость их выполнения оказывает использование различных средств подмазывания [5].

В качестве средств подмащивания используют:

а) самоподъемные люльки. Восстановление оболочки выполняют отдельными вертикальными полосами, равными ширине люльки. При этом сложно добиться качественного выполнения работ, особенно на стыках вертикальных захваток;

б) подмости на кронштейнах. При применении данных средств подмащивания работы ведутся по горизонтальным захваткам (ярусам). Качество работ повышается, но повышается и опасность их выполнения, так как для продолжения работы на очередном ярусе требуется перемещение бандажей на очередную захватку по высоте, закрепление на них кронштейнов и подъем настила;

в) леса. При использовании лесов работы ведутся горизонтальными полосами. Качество работ повышается по сравнению с использованием люлек. Недостатком данных средств подмащивания является невозможность использования стандартных комплектов лесов, а также ограничение их применения по высоте (не более 100 м);

г) самоподъемную кольцевую рабочую площадку, подъем которой осуществляется лебедками. Работы при использовании указанных площадок выполняются по горизонтальным захваткам с использованием специфического оснащения, поэтому в данной работе этот вид подмостей не рассматривается.

В результате анализа технико-экономических показателей монтажа-перестановки и продолжительности аренды построены графики трудоемкости и продолжительности выполнения процессов установки-перестановки разных средств подмащивания (рис. 4). Расчет продолжительности эксплуатации средств подмащивания выполнялся для односменного режима работы бригады, состоящей из 12 человек при использовании люлек, 15 человек при использовании подмостей, 24 человек – при работе с лесов.

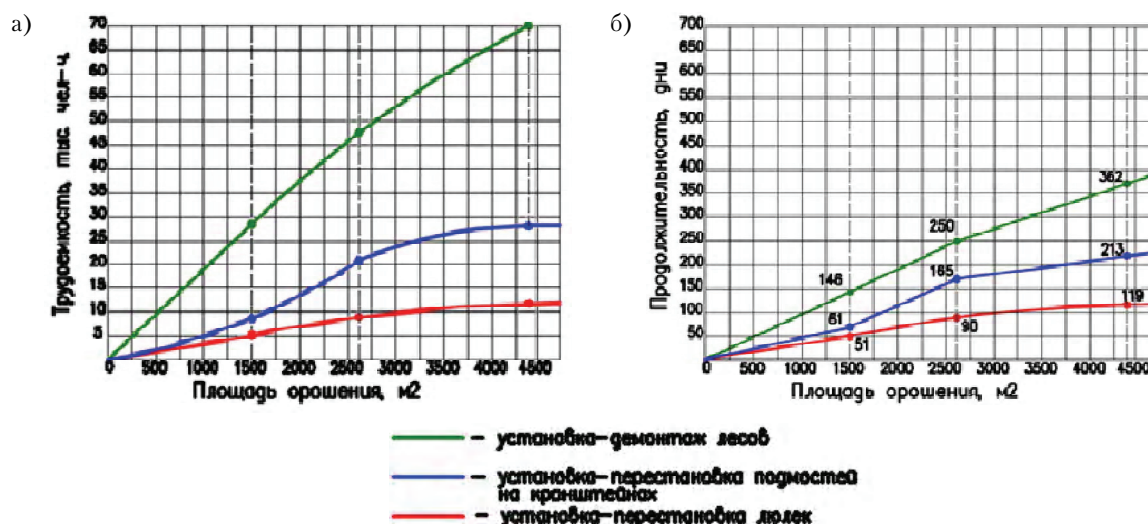


Рисунок 4 – Графики зависимости трудоемкости (а) и продолжительности (б) использования различных средств подмащивания.

В результате анализа полученных графиков установлено, что трудоемкость монтажа, демонтажа и перемещения средств подмащивания изменяется нелинейно и зависит от размеров градири. В среднем, трудоемкость установки-перестановки люлек в 2 раза меньше трудоемкости установки-перестановки подмостей на кронштейнах и в 6 раз меньше трудоемкости установки-демонтажа лесов.

Использование люлек в качестве средств подмащивания позволяет сократить сроки выполнения работ в 3 раза при меньшем количестве людей в бригаде по сравнению с установкой-демонтажом лесов и почти в 2 раза – по сравнению с использованием подмостей на кронштейнах.

На основании данных по стоимости аренды средств подмащивания, приведенных на сайтах производителей и арендаторов, и рассчитанной продолжительности работ с их использованием построен график зависимости стоимости аренды средств подмащивания от площади орошения градири (рис. 5).

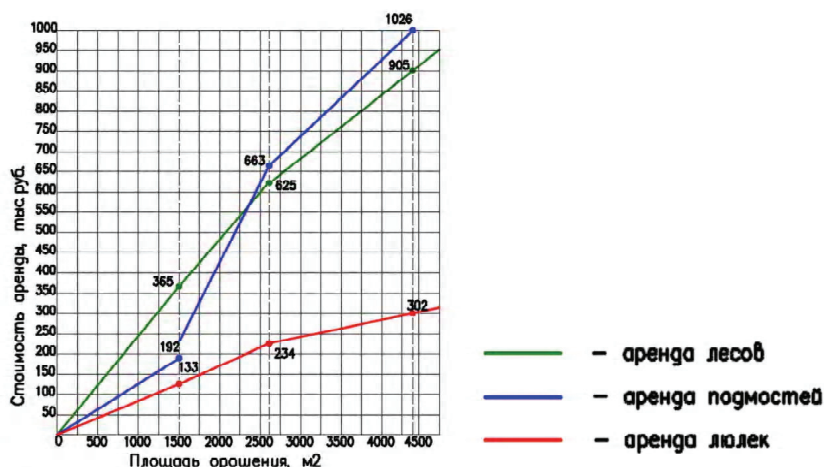


Рисунок 5 – Графики зависимости стоимости аренды от площади орошения градири.

Анализ полученных данных показал, что стоимость аренды за весь период выполнения работ по восстановлению железобетонных башен градири минимальная при использовании люлек, поэтому их применение более целесообразно. Стоимость аренды лесов для малых градири (с площадью орошения до 2 500 м²) почти в два раза больше стоимости аренды подмостей и в три раза больше аренды люлек. Однако для градири с площадью орошения более 2 500 м² рациональнее использовать леса, так как стоимость их аренды меньше, чем при использовании других средств подмащивания.

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования показали, что разнообразие конкретных условий производства работ по ремонту монолитных железобетонных оболочек градири требует комплексного подхода, учитывающего не только размеры и геометрическую форму вытяжной башни градири, существующие технологии восстановления железобетонных оболочек, но и возможность использования различных средств подмащивания. В связи с этим возрастает значение технологического проектирования на стадии инженерной подготовки производства и составления проекта производства работ на ремонт конструкций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гладков, В. А. Вентиляторные градири (расчет и проектирование) / В. А. Гладков, Ю. И. Арефьев, Р. А. Барменков. – Москва : Госстройиздат, 1964. – 158 с. – Текст : непосредственный.
2. Пономаренко, В. С. Градири промышленных и энергетических предприятий : справочное пособие / В. С. Пономаренко, Ю. И. Арефьев ; под общей редакцией В. С. Пономаренко. – Москва : Энергоатомиздат, 1998. – 376 с. – Текст : непосредственный.
3. РД 34.22.301-88. Методические указания по проведению натурных обследований железобетонных оболочек градири : издание официальное : утверждены производственным объединением по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электростанций и сетей «Союзтехэнерго» : дата введения 1989-01-01. – Москва : ПО «СОЮЗТЕХЭНЕРГО», 1989. – 25 с. – Текст : непосредственный.
4. Реконструкция промышленных предприятий : в 2 томах, том 1 / В. Д. Топчий, Р. А. Гребенник, В. Г. Клименко [и др.] ; под редакцией В. Д. Топчия, Р. А. Гребеника. – Москва : Стройиздат, 1990. – 591 с., ил. – Текст : непосредственный.
5. СО 153-34.10.105. Нормокомплекты оборудования, оснастки, инструмента и средств малой механизации для капитального ремонта дымовых труб, градири и антикоррозионной защиты оборудования на электростанциях Минэнерго СССР : издание официальное : утверждены заместителем Министра энергетики и электрификации СССР В. Н. Буденным 6 января 1981 г. / составители инженеры Н. Н. Рогов, И. Г. Клиник. – Москва : ПО «СОЮЗТЕХЭНЕРГО», 1984. – 35 с. – Текст : непосредственный.
6. СП 340.1325800.2017. Конструкции железобетонные и бетонные градири. Правила проектирования = Reinforced concrete and concrete structures of cooling towers. Design rules : издание официальное : утверждены Департаментом градостроительной деятельности и архитектуры Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) : дата введения 2018-04-24 / исполнители АО «НИИЦ

«Строительство» – Научно-исследовательский, проектно-конструкторский и технологический институт бетона и железобетона им. А. А. Гвоздева (НИИЖБ им. А. А. Гвоздева). – Москва : Министерство строительства и ЖКХ РФ, 2017. – 46 с. – Текст : непосредственный.

Получена 25.10.2020

В. О. МАЗУР, Т. М. КУЦЕНКО, С. В. ПЕТРОВ
ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО МЕТОДУ РЕМОНТУ МОНОЛІТНИХ
ЗАЛІЗОБЕТОННИХ ОБОЛОНОК ГРАДИРЕНЬ З УРАХУВАННЯМ
МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ ЗАСОБІВ ПІДМОЩУВАННЯ
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Застосовувані технології відновлення залізобетонних оболонок витяжних веж градирень недостатньо ефективні, тому періодичність виконання ремонтних робіт становить 3–4 роки. Крім того, специфічність тонкостінних конструкцій оболонок істотно обмежує можливість використання засобів підмоцнення і малої механізації, що призводить до значного збільшення вартості і тривалості ремонтних робіт. Проведені дослідження показали, що різноманітність конкретних умов виконання робіт з відновлення монолітних залізобетонних оболонок градирень вимагає комплексного підходу, що враховує не тільки розміри і геометричну форму витяжної вежі градирні, але і можливість використання різних засобів підмоцнення з урахуванням їх техніко-економічного обґрунтування. Побудовані графіки дозволяють визначати трудомісткість і вартість ремонтних робіт, а також вартість оренди засобів підмоцнення.

Ключові слова: монолітна залізобетонна оболонка градирні, башта градирні, засоби підмоцнення, технологія ремонту оболонок, техніко-економічні показники.

VICTORIA MAZUR, TATYANA KUTSENKO, SERGEI PETROV
THE CHOICE OF A RATIONAL METHOD FOR REPAIRING MONOLITHIC
REINFORCED CONCRETE SHELLS OF COOLING TOWERS, TAKING INTO
ACCOUNT THE POSSIBILITY OF USING DIFFERENT MEANS OF
SCAFFOLDING
Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The technologies used for the restoration of the reinforced concrete shells of the exhaust towers of cooling towers are not effective enough, therefore the frequency of repair work is 3–4 years. In addition, the specificity of thin-walled structures of exhaust towers of cooling towers significantly limits the possibility of using means of under-drawing and small mechanization, which leads to a significant increase in the cost and duration of repair work. Studies have shown that the variety of specific conditions for the restoration of monolithic reinforced concrete shells of cooling towers requires a comprehensive approach that takes into account not only the size and geometric shape of the exhaust tower of the cooling tower, but also the possibility of using various means of scaffolding, taking into account the feasibility study. The built schedules allow you to determine the labor intensity and cost of repairs, as well as the cost of renting the means of scaffolding.

Key words: monolithic reinforced concrete shell of a cooling tower, tower of a cooling stack, means of scaffolding, technology of repair of a shell, technical and economic indicators.

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.

Петров Сергей Викторович – магистрант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: организационно-технологические особенности процессов ремонта промышленных сооружений.

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

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

Петров Сергій Вікторович – магістрант кафедри технології та організації будівництва ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: організаційно-технологічні особливості процесів ремонту промислових будівель.

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 efficiency of structural and technological solutions in the reconstruction of buildings and structures.

Petrov Sergei – 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 repair of industrial structures.

УДК 691.87

В. В. ТАРАН, В. В. ФОМЕНКО, Е. В. БЕЛИК

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПО АРМИРОВАНИЮ КОНСТРУКЦИЙ

Аннотация. Изложена актуальность работы, анализ ранее выполненных исследований и разработок в области технологии и организации строительного производства, направленных на формирование и выбор рациональных конструктивно-технологических решений по возведению монолитных конструкций каркасных зданий. Описана последовательность выполнения операций по монтажу армирующих элементов. С целью систематизации и выбора исследованы основные факторы, влияющие на изменение основных технологических параметров по возведению монолитных конструкций каркасных зданий. Предложены решения, направленные на совершенствование технологии возведения монолитных конструкций каркасных зданий. Оценено влияние факторов производства, ограничивающих возведение конструкции. Представлена блок-схема повышения эффективности возведения монолитной плиты перекрытия каркасных зданий. Приведены сравнительные показатели по трудоемкости и продолжительности возведения вертикальных и горизонтальных конструкций в каркасно-монолитных зданиях с разными армирующими элементами.

Ключевые слова: монолитные конструкции, армирующие элементы, технологичность, затраты труда, материалоемкость.

Опыт отечественного и зарубежного строительства многоэтажных жилых домов и общественных зданий показывает, что наиболее перспективными для этих зданий являются каркасно-монолитные системы. Каркасы таких домов выполняются из монолитного железобетона, что позволяет без дополнительных затрат выполнять их в виде многократно статически неопределимой системы с большими возможностями по перераспределению усилий под нагрузкой между их элементами. Это позволяет существенно уменьшить усилия в их сечениях и, соответственно, сократить размеры сечений и количество требуемой арматуры, что приводит к снижению материалоемкости конструкций [6, 12]. Для жесткого армирования при возведении монолитных сжатых элементов в гражданских зданиях используются уголки, швеллер, двутавр или сварные элементы из листовой, полосовой или круглой стали; трубобетонные элементы и др. Форма поперечного сечения сжатого элемента чаще всего квадратная или прямоугольная, развитая в плоскости действия момента. Поперечное сечение таких конструкций определяется расчетом. Исходя из условий бетонирования монолитных колонн, размеры поперечного сечения принимаются не менее 250 мм [14].

Целью представленной работы является систематизация и выбор основных факторов, влияющих на изменение основных технологических параметров по возведению несущих монолитных конструкций каркасных зданий с различным видом армирования.

Строительство жилья для конкретного потребителя повлекло за собой существенное ужесточение архитектурных требований и соответственное изменение подходов к конструированию жилых зданий массового назначения. Современный комфорт и удобство проживания в таких домах должны сочетаться с минимальными затратами на их строительство и эксплуатацию.

Обоснование выбора эффективных технологических решений возможно лишь после систематизации технологических процессов и факторов, определяющих технологию и организацию выполнения работ.

Для принятия решения о наиболее экономически и технологически выгодном варианте возведения несущих монолитных конструкций каркасных зданий с различным видом армирования необходимо рассмотреть факторы влияния на технологический процесс.

Данные факторы влияют как на качество отдельно возводимых конструкций, так и здания в целом. Степень влияния этих факторов на трудоемкость и продолжительность технологического процесса неодинакова, что в результате оказывает влияние и на изменение стоимости конечной строительной продукции

Для увеличения несущей способности и повышения прочностных свойств относительно основного материала (бетона), конструкции армируют. Армирование железобетона осуществляется преимущественно стальной арматурой. Различают обычное и предварительно напряжённое армирование.

При возведении монолитных конструкций на строительной площадке иногда наряду с готовыми арматурными изделиями до 20 % арматуры устанавливают вручную в виде отдельных стержней с применением сварки или резе ручной вязки.

В практике монолитного строительства широко используют бессварочные методы установки арматуры, которые являются более прогрессивными, так как позволяют повысить коррозионную стойкость арматуры и снизить энергетические затраты. К ним относятся соединения рабочих стержней на муфтах и пластмассовых фиксаторах, соединение пересекающихся стержней пружинными скобами и др. Механизированный инструмент для их устройства отличается портативными размерами и позволяет производить гидравлическое обжатие муфт.

В железобетонных конструкциях для жилищного строительства диаметр арматурных стержней обычно не превышает 12...32 мм. По назначению в конструкции арматуру разделяют на рабочую, распределительную, монтажную и хомуты. Чтобы сделать несущие каркасы более жесткими (по сравнению с обычными), применяют вместо арматурных стержней круглого сечения жесткие прокатные профили (уголки), полосовую и квадратную сталь.

Большой объем арматурных работ занимают вертикальные конструкции (например, стены, фундаменты, колонны). Их армируют, как правило, пространственными или плоскими каркасами (блоками). Монтаж таких арматурных изделий состоит из следующих технологических операций:

- разгрузка и подача изделий непосредственно в сооружение или на площадку временного складирования;
- установка в проектное положение с временным раскреплением их сваркой или растяжками;
- установка в проектное положение и окончательное соединение стыков сваркой;
- проверка выполненных работ и сдача их мастеру или производителю работ.

Номенклатура работ зависит от степени их детализации, которая в свою очередь зависит от назначения здания, его конструктивного решения. В зависимости от способа армирования, меняется и состав выполняемых работ на строительной площадке (таблица 1).

Таблица 1 – Перечень основных работ по возведению колонн с разными армирующими элементами

Описание работ и условий производства на возведение колонн			
Наименование работ	в съёмной опалубке и стержневой арматурой	в съёмной опалубке и жесткой арматурой	в несъёмной опалубке и жесткой внешней арматурой
Сборка опалубки для устройства колонн	+	+	+
Разборка опалубки колонн	+	+	–
Установка арматуры отдельными стержнями со сваркой узлов в колонны и стойки рам с хомутами сложной формы	+	+	+
Установка (жесткой) арматуры отдельными элементами со сваркой узлов в колонны и стойки рам с хомутами сложной формы	–	–	+
Укладка бетонной смеси в конструкции	+	+	+
Уход за бетоном	+	+	+
Облицовка колонн при отделке под окраску	+	+	–

Все технологические операции выполняют с максимальным использованием средств механизации.

При подаче бетонной смеси в конструкцию необходимо обеспечивать проектное положение арматурных стержней. Для обеспечения защитного слоя на стержни каркаса устанавливают пластмассовые фиксаторы в трех-четырёх уровнях по высоте с расстоянием между ними, не превышающем 1 м.

Предварительно напряжённый железобетон (преднапряжённый железобетон) – это строительный материал, который способен сопротивляться значительным растягивающим напряжениям. Конструкции из преднапряженного железобетона по сравнению с ненапряженным имеют значительно меньшие прогибы и повышенную трещиностойкость, обладая одинаковой прочностью, что позволяет перекрывать большие пролеты при равном сечении элемента.

Способы натяжения арматуры:

- механический способ – натяжение, как правило, с использованием гидравлических или винтовых домкратов;
- электротермический способ натяжения – натяжение с использованием электрического тока для разогрева арматуры, при котором арматура удлиняется до определенных значений;
- электротермомеханический – способ, комбинирующий механический и электротермический.

По виду технологии устройства подразделяется на:

- натяжение на упоры (до укладки бетона в опалубку) – преднапряжение;
- натяжение на бетон (после укладки и набора прочности бетона) – постнапряжение.

При изготовлении железобетона прокладывается арматура из стали с высокой прочностью на растяжение, затем сталь натягивается специальным устройством и укладывается бетонная смесь. После схватывания сила предварительного натяжения освобождённой стальной проволоки или троса передаётся окружающему бетону, так что он оказывается сжатым. Такое создание напряжений сжатия позволяет частично или полностью устранить растягивающие напряжения от эксплуатационной нагрузки.

Предварительно напряжённый железобетон является главным материалом междуэтажных перекрытий высотных зданий и защитных гермооболочек ядерных реакторов, а также колонн и стен зданий в зонах повышенной сейсмо- и взрывоопасности.

В предварительно напряженных конструкциях, независимо от способа натяжения арматуры, следует обеспечивать ее надежную анкеровку на конечных участках (рис. 1).



Рисунок 1 – Механическое натяжение арматуры с использованием гидродомкратов.

При этом установка анкеров (анкерных устройств) на концах натягаемой арматуры является обязательной, если:

- а) арматура натягивается на бетон;
- б) силы сцепления с бетоном недостаточны (например, гладкая проволока, многопрядевые канаты);
- в) на длине зоны передачи напряжений возможно образование трещин.

Установка анкеров (анкерных устройств) не требуется, если в качестве натягаемой арматуры используется высокопрочная арматурная проволока периодического профиля, арматурные канаты однократной свивки, горячекатанная и термически упрочненная стержневая арматура периодического профиля.

При изготовлении предварительно напряженных конструкций используют арматуру из высокопрочной стали.

Преднапряжение позволяет повысить трещиностойкость и жесткость конструкций, т.к. преднапряжение позволяет создать в железобетонной конструкции такие напряжения сжатия, что при приложении расчетной нагрузки к бетонной конструкции даже наиболее нагруженные на растяжение ее участки остаются в сжатом состоянии – это исключает образование трещин, образующихся из-за растяжения аналогично нагруженной ненапряженной конструкции. В свою очередь, это позволяет уменьшать поперечное сечение железобетонных конструкций без ухудшения их несущей способности, а рабочую нагрузку воспринимать высокопрочной арматурой, имеющей более выгодное соотношение стоимости и прочностных характеристик. Вследствие снижения материалоемкости уменьшается нагрузка на фундамент, сокращается трудоемкость по устройству арматурных работ и т. д.

Технологический процесс натяжения на упоры (до укладки бетона в опалубку) заключается в следующем:

Перед установкой арматурных элементов производится монтаж каналаобразователей, опорно-анкерных и стыковых узлов.

Закрепляют стержневую напрягаемую арматуру концевыми анкерами в виде инвентарных зажимов, опрессованных в холодном состоянии шайб, приваренных коротышей (для арматуры из сталей всех классов диаметром до 22 мм), спиралей и так называемых высаженных головок, получаемых в результате нагревания конца стержня с последующим сплющиванием его (для арматуры диаметром до 40 мм). Для арматуры диаметром 8...14 мм применяют спиральные анкеры из горячекатаной арматуры.

Для натяжения арматурных элементов применяются специальные гидродомкраты с насосными станциями высокого давления. Пооперационный процесс представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Операции по натяжению арматурных элементов

Наименование операции	Схематическое изображение
1. Установка анкера на арматурный элемент	
2. Установка домкрата на арматурный элемент	
3. Натяжение арматурного элемента и запрессовка клиньев анкера	

После того как конструкция забетонирована и бетон достиг проектной прочности, арматуру освобождают от зажимов и сжимающие усилия передаются непосредственно на бетон.

Усилие в постнапряженных напрягаемых элементах не должно превышать значения:

Согласно Еврокод 2, Минимум от следующих значений:

- 75 % от нормативного сопротивления напрягаемого элемента растяжению;
- 85 % предела текучести (0,1 % контрольное напряжение).

Согласно BS 5400-4:

– 70 % от нормативного сопротивления напрягаемого элемента растяжению.

Усилие домкрата может быть увеличено во время напряжения от максимального первоначального преднапряжения до следующих ограничений:

Согласно Еврокод 2, Минимум от следующих значений:

– 80 % от нормативного сопротивления напрягаемого элемента растяжению;

– 90 % от предела текучести (0,1 % контрольное напряжение)

Согласно BS 5400-4:

– 80 % от нормативного сопротивления напрягаемого элемента растяжению.

Максимальное усилие домкратом можно применять только временно к напрягаемым элементам. Усилие в напрягаемом элементе не может превышать максимальный показатель преднапряжения после перехода от домкрата к анкеру.

К факторам, влияющим на организационно-технологические решения по армированию конструкций, относятся следующие:

1. Объемно-планировочные и конструктивные параметры объекта: размер ячеек в осях; высота этажа; полезная нагрузка; этажность здания; высота здания.

2. Конструктивные параметры объекта: шаг несущих конструкций; конструктивная схема; размеры конструкций.

3. Решения по организации: размер захватки; интенсивность процесса; количество захваток; удаленность заводов; площадь армирования; способ армирования; материал арматурных стержней; способ соединения арматурных стержней; шаг арматурных стержней; сроки строительства.

4. Климатические условия: температура воздуха; скорость ветра; регион строительства; сезонность.

5. Производственные факторы: степень унификации; индустриализация; нормоконспект орудий труда; комплект машин и механизмов.

6. Ограничивающие факторы. Факторы, снижающие качество конструкции.

Технология возведения отдельных конструкций и всего объекта в целом объединяет простые и сложные технологические процессы. Эффективность технологий зависит от уровня взаимодействия процессов: чем выше степень их сочетания, тем технологичнее возведение конструкции.

Выбор армирующих элементов является основным этапом при возведении монолитных конструкций в условиях строительной площадки, поскольку надежность и долговечность во многом зависит от выбора способа армирования. На рисунке 2 рассмотрена блок-схема повышения эффективности возведения монолитной конструкции на примере плиты перекрытия с разными армирующими элементами. В результате выбора способа армирования определяется тип арматурных стержней (стальная или композитная арматура) и способ их соединения. При выборе армирования стальной арматурой также стоит определить способ напряжения арматуры (пред-, постнапряжение). Выбор должен производиться на основе тщательно подготовленных и четко выявленных технических данных, определяющих требуемые параметры арматуры.

После выбора способа армирования монолитного перекрытия в условиях строительной площадки формируются факторы влияния на выбор способа армирования, которые влияют на выбор организационно-технологических решений при армировании плиты перекрытия. Выбор организационно-технологических решений включает в себя совокупность технологических и организационных процессов, необходимых для решения выбранного метода армирования, а также подбор количественного и квалификационного состава рабочих. После выбора организационно-технологических решений определяются сроки [10] и стоимость выполнения строительных работ, в результате чего проводится технико-экономическое сравнение и определяется оптимальный метод армирования монолитной плиты перекрытия в построечных условиях.

Выбор организационно-технологических решений определяет стоимость и сроки выполнения строительных работ, что в свою очередь влияет на выбор метода армирования в условиях строительной площадки. Ожидаемая эффективность характеризуется проектными показателями, которые содержат информацию о конструктивно-технологических особенностях возводимых несущих конструкций.

Сравнение показателей технологичности по способу армирования плиты перекрытия (варианты: 1 – стальная арматура, 2 – преднапрягаемая, 3 – постнапрягаемая) в условиях строительной площадки на 100 м³ показали: продолжительность выполнения работ для 2 и 3 вариантов увеличивается на 7 и 6 дней, соответственно, трудоемкость возрастает почти в два раза.

Основные технико-экономические показатели по возведению вертикальных монолитных конструкций позволили определить, что материалоемкость сокращается до 18 %, трудоемкость до 23 %, а стоимость до 15 %.



Рисунок 2 – Блок-схема повышения эффективности возведения монолитной плиты перекрытия.

а продолжительность работ до 20 % при жестком армировании в сравнении со стержневым армированием.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асатрян, Л. В. Эффективность строительства с применением технологии преднапряжения железобетона / Л. В. Асатрян, А. И. Звездов. – Текст : непосредственный // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. – 2008. – № 2. – С. 55–57.
2. Афанасьев, А. А. Интенсификация работ при возведении зданий и сооружений из монолитного железобетона / А. А. Афанасьев. – Москва : Стройиздат, 1990. – 384 с. – Текст : непосредственный.
3. Гончаренко, Д. Ф. Возведение многоэтажных каркасно-монолитных зданий / Д. Ф. Гончаренко, Ю. В. Карпенко, Е. И. Меерсдорф. – Киев : А+С, 2013. – 128 с. – Текст : непосредственный.
4. Гусаков, А. А. Выбор проектных решений в строительстве / А. А. Гусаков, Э. П. Григорьев, О. С. Ткаченко [и др.] ; под редакцией А. А. Гусакова. – Москва : Стройиздат, 1982. – 268 с. – Текст : непосредственный.
5. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення : національний стандарт України : видання офіційне : затверджено Міністерством регіонального будівництва України від 24.12.2009 р. № 680 : зі скасуванням СНиП 2.03.01-84* : надано чинності 2011-07-01. – Київ : Міністерство регіонального будівництва України, 2011. – 71 с. – Текст : непосредственный.
6. ДБН В.2.6-160:2010. Сталезалізобетонні конструкції. Основні положення : національний стандарт України : видання офіційне : затверджено Міністерством регіонального будівництва України від 15.11.2010 р. № 447 та від 30.12.2010 р. № 571 : уведено вперше : надано чинності 2011-09-01. – Київ : Міністерство регіонального будівництва України, 2010. – 77 с. – Текст : непосредственный.
7. ДСТУ Б Д.2.2-1:2008. СТУ Б Д.2.2-2:2008. Ресурсные элементные сметные нормы на строительные работы. Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Сборка и разборка опалубки (сборник 6) : национальный

- стандарт Украины : утвержден Минрегионстрой Украины от 28.02.2008 № 102 : взамен ДБН Д.2.2-6-99 : дата введения 2008-02-28 / разработан Украинским государственным научно-исследовательским центром ценообразования в строительстве «Цінобуд». – Киев : Минрегионстрой Украины, 2008. – 35 с. – Текст : непосредственный.
8. ДСТУ Б Д.2.2-2:2008. СТУ Б Д.2.2-2:2008. Ресурсные элементные сметные нормы на строительные работы. Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Арматурные работы (сборник 6) : национальный стандарт Украины : утвержден Минрегионстрой Украины от 28.02.2008 № 102 : взамен ДБН Д.2.2-6-99 : дата введения 2008-02-28 / разработан Украинским государственным научно-исследовательским центром ценообразования в строительстве «Цінобуд». – Киев : Минрегионстрой Украины, 2008. – 38 с. – Текст : непосредственный.
 9. ДСТУ Б Д.2.2-3:2008. Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Бетонные работы (сборник 6) : национальный стандарт Украины : утвержден Минрегионстрой Украины от 28.02.2008 № 102 : взамен ДБН Д.2.2-6-99 : дата введения 2008-08-01 / разработаны Министерством развития общин и территорий Украины, которое является правообладателем Министерства регионального развития, строительства и жилищно-коммунального хозяйства Украины (Минрегион), Госстрой УССР, Мининвестстрой Украины [и др.]. – Киев : Минрегионстрой Украины, 2008. – 15 с. – Текст : непосредственный.
 10. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів : національний стандарт України : видання офіційне : затверджено Міністерством будівництва України від 20.08.2013 № 393 : на заміну положень СНиП 1.04.03-85* : надано чинності 2014-01-01. – Київ : Міністерство будівництва України, 2014. – 35 с. – Текст : непосредственный.
 11. Лapidус, А. А. Потенциал эффективности организационно-технологических решений строительного объекта / А. А. Лapidус. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2014. – № 1. – С. 175–180.
 12. Поляков, Л. П. Железобетонные конструкции / под редакцией Л. П. Полякова, Е. Ф. Лысенко, Л. В. Кузнецова. – Киев : Вища школа. Головне видав-во, 1984. – 352 с. – Текст : непосредственный.
 13. Павлов, А. Б. Методологические основы современной системы принципов формообразования строительных конструкций / А. Б. Павлов, В. М. Фридкин. – Текст : непосредственный // Academia. Архитектура и строительство. – 2010. – № 1. – С. 70–73.
 14. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции : издание официальное : утвержден постановлением Государственного строительного комитета СССР от 4 декабря 1987 г. N 280 : на замену СНиП 3.03.01-87 : дата введения 1988-07-01 / разработаны ЦНИИОМТП Госстроя СССР ; НИИЖБ Госстроя СССР ; ВНИПИПромстальконструкцией Минмонтажспецстроя СССР [и др.]. – Москва : ФГУП ЦПП, 2007. – 192 с. – Текст : непосредственный.
 15. Post-Tensioning Manual / T. L. Neff, P. R. Gupta, Fadi Alkhairi [et al.]. – 6th Edition. – USA : Post Tensioning Institute, 2006. – 370 p. – ISBN 0-9778752-0-2. – Текст : непосредственный.

Получена 16.10.2020

В. В. ТАРАН, В. В. ФОМЕНКО, Є. В. БЕЛІК
ФАКТОРИ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНІ
РІШЕННЯ ЩОДО АРМУВАННЯ КОНСТРУКЦІЙ
ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Викладено актуальність роботи, аналіз досліджень та розробок, що виконані раніше в області технології та організації будівельного виробництва, направлених на формування та вибір раціональних конструктивно-технологічних рішень щодо зведення монолітних конструкцій каркасних будівель. Описана послідовність виконання операцій з монтажу армувальних елементів. З метою систематизації та вибору досліджені основні фактори, що впливають на змінення основних технологічних параметрів по зведенню монолітних конструкцій каркасних будівель. Запропоновано рішення, що направлені на удосконалення технології зведення монолітних конструкцій каркасних будівель. Оцінено вплив факторів виробництва, що обмежують зведення конструкцій. Представлена блок-схема підвищення ефективності зведення монолітної плити перекриття каркасних будівель. Наведено порівняльні показники щодо трудомісткості та тривалості зведення вертикальних та горизонтальних конструкцій в каркасно-монолітних будинках з різними армувальними елементами.

Ключові слова: монолітні конструкції, армувальні елементи, технологічність, витрати праці, матеріаломісткість.

VALENTINA TARAN, VALENTINA FOMENKO, EVGENY BELIK
FACTORS INFLUENCING ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL
DECISIONS ON REINFORCEMENT OF STRUCTURES

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article describes the relevance of the work, the analysis of previously performed research and development in the field of technology and organization of construction production, aimed at the formation and selection of rational structural and technological solutions for the construction of monolithic structures of frame buildings. The sequence of operations for the installation of reinforcing elements is described. For the purpose of systematization and selection, the main factors influencing the change in the main technological parameters for the erection of monolithic structures of frame buildings have been investigated. Solutions aimed at improving the technology of erection of monolithic structures of frame buildings are proposed. The influence of production factors limiting the construction of the structure is estimated. A flowchart of increasing the efficiency of erection of a monolithic floor slab for frame buildings is presented. Comparative indicators of labor intensity and duration of erection of vertical and horizontal structures in frame-monolithic buildings with different reinforcing elements are given.

Key words: monolithic structures, reinforcing elements, manufacturability, labor costs, material consumption.

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.

Фоменко Валентина Викторовна – 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.

Белик Евгений 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 енергомісткості, трудомісткості, матеріаломісткості і вартості будівельної продукції.

Фоменко Валентина Вікторівна – 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.

Белік Євгеній 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.

Fomenko Valentina – Master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improving the efficiency of structural and technological solutions in the construction of monolithic frame civil buildings.

Belik Evgeny – Master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improving the efficiency of structural and technological solutions in the construction of monolithic frame civil buildings.

УДК 69.059

С. В. КОЖЕМЯКА

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАСХОДА СУХОЙ СМЕСИ ПРОИЗВОДСТВА КОМПАНИИ «KNAUF» ПРИ УСТРОЙСТВЕ МОНОЛИТНЫХ СТЯЖЕК С УЧЕТОМ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ ОСНОВАНИЯ

Аннотация. Проведен анализ требований российских и европейских нормативных документов к качеству поверхностей оснований для нанесения на них монолитных стяжек, приготовленных из сухих смесей. Отмечено, что требования по качеству готовых поверхностей стяжек изложенные в различных нормативных документах, влияют на расход сухой смеси, используемой для их приготовления. Приведены результаты численного эксперимента на основе методики оценки качества поверхностей основания, изложенной в немецком промышленном стандарте DIN 18 202. На основе разработанной методики определен возможный расход сухой смеси на устройство монолитных стяжек с учетом качества оснований, выполненных из монолитного железобетона. Проведен производственный эксперимент и определен фактический расход сухой смеси производства компании «KNAUF» для устройства монолитной стяжки.

Ключевые слова: сухая смесь, поверхности, оценка качества, требования, неровности, отклонения, толщина слоя, расход.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

В последние годы широкое распространение получили самовыравнивающиеся или самонивелирующиеся составы для устройства различных стяжек, за которыми в литературе закрепилось условное название «наливной пол».

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

В соответствии с рекомендациями ведущих производителей нормы расхода сухих смесей при устройстве монолитных стяжек не учитывают отклонения поверхности основания стяжек от плоскости и местные неровности, обусловленные нормативными значениями. Наличие впадин и выступов, бугров и наплывов, а также отклонения поверхности основания от горизонтали при устройстве монолитных железобетонных оснований ведет к увеличению затрат труда и материалов, ухудшению качества работ по устройству монолитных стяжек.

Поэтому фактический расход сухой смеси в ряде случаев может значительно превышать расход, приведенный производителем в технических листах.

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

ЦЕЛЬ

Уточнение расхода сухой смеси производства компании «KNAUF» при устройстве монолитных стяжек на основаниях из монолитного железобетона.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Требования, предъявляемые к законченным конструкциям или частям сооружений, в том числе к основаниям под стяжки, в РФ регламентируются сводом правил СП 70.13330.2012. Несущие и

ограждающие конструкции [1]. В Германии применяется немецкий промышленный стандарт DIN 18 202. Tolerances in building construction – Buildings [3]. В Великобритании – BS 8204-7 Screeds, bases and in situ floorings – Part 7: Pumpable self-smoothing screeds [4].

Изложенные в [1] требования по качеству устройства монолитных горизонтальных железобетонных конструкций могут иметь отклонения от горизонтали 20 мм и местные неровности бетона 5 мм.

Более толерантны требования по качеству устройства горизонтальных конструкций, приведенные в немецком промышленном стандарте [3]. В нем оценка качества поверхности производится по отклонениям, полученным при нивелировании. Для этого выверяемая площадь делится модульной сеткой с интервалами модульных линий 10 см, 50 см, 1 м или 2 м. Отклонения измеряются в точках пересечения модульных линий, т. е. в углах модульной сетки. Так, при интервале модульных линий 1 м вертикальная, горизонтальная и погрешности допускаются не более 6 мм, при интервале линий 3 м – не более 8 мм (табл. 1).

Таблица 1 – Допуски плоскостности поверхности монолитного пола в соответствии с DIN 18202:2005-10

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

В соответствии с нормами Великобритании BS 8204-7:2003 [4] качество поверхности стяжки оценивается при наложении на неё 3-метровой эталонной металлической рейки (правила). Просвет между этой рейкой (правилом) и стяжкой в любом месте не должен превышать в зависимости от требований по качеству 3, 5 или 10 мм (табл. 2).

Таблица 2 – Требования по качеству поверхностей самовыравнивающихся стяжек по BS 8204-7

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

Для оценки качества оснований под стяжку была разработана методика, основанная на положениях немецкого стандарта DIN 18202 [3]. По этой методике с использованием численного метода моделировались поверхности основания размером 10×10 м (100 м²).

Площадь стяжки делилась модульной сеткой на квадраты с интервалами модульных линий 1 м. В углах модульной сетки образованы 122 вершины. Отклонения поверхности пола от базовой плоскости измерялись в точках, расположенных в вершинах образованных квадратов. Отклонения плоскостей пола от горизонтали определялись в каждом квадрате.

Отклонения поверхности основания, в пределах нормативных значений, определялись как случайные числа на основе закона нормального распределения. Расчеты выполнялись для основания площадью 100 м². Толщина стяжки задавалась от наиболее выпуклого места на поверхности основания, удалить которое не представляется возможным, чтобы на нем обеспечить минимальную толщину слоя стяжки – 25 мм.

Отклонение толщины нанесенного слоя стяжки от проектного допускалось только в сторону увеличения. Для каждого квадрата определялась расчетная толщина слоя стяжки и ее объем (рисунок). Затем определялся общий расход сухой смеси для устройства монолитной стяжки площадью 100 м².

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

27.01	29.26	29.30	26.77	30.63	25.64	28.20	28.07	28.11	28.15	30.13	26.14	28.18	28.09	27.28	28.99	26.76	29.51	27.96	25.91	27.32	28.95
56.27	1	56.27	12	56.27	23	56.27	34	56.27	45	56.27	56	56.27	67	56.27	78	56.27	89	56.27	100	56.27	111
	1	0.028	11	0.026	21	0.026	31	0.028	41	0.027	51	0.028	61	0.028	71	0.028	81	0.027	91	0.028	
27.23	29.03	30.20	26.07	31.03	25.23	29.74	26.52	28.77	27.49	29.78	26.49	26.78	29.49	29.71	26.56	29.77	26.90	30.35	25.91	26.64	29.63
56.27	2	56.27	13	56.27	24	56.27	35	56.27	46	56.27	57	56.27	68	56.27	79	56.27	90	56.27	101	56.27	112
	2	0.028	12	0.028	22	0.027	32	0.027	42	0.027	52	0.028	62	0.027	72	0.027	82	0.027	92	0.028	
29.55	26.72	27.24	29.02	26.50	29.76	28.17	28.10	30.17	26.09	28.06	26.21	28.92	27.35	31.00	25.27	28.21	28.05	28.29	27.98	28.17	28.09
56.27	3	56.27	14	56.27	25	56.27	36	56.27	47	56.27	58	56.27	69	56.27	80	56.27	91	56.27	102	56.27	113
	3	0.028	13	0.028	23	0.028	33	0.027	43	0.026	53	0.027	63	0.027	73	0.027	83	0.028	93	0.029	
27.61	28.66	28.61	27.66	29.81	26.46	27.68	28.99	30.66	25.61	30.99	25.68	28.99	27.28	27.89	28.37	27.98	28.29	26.65	29.62	27.75	28.52
56.27	4	56.27	15	56.27	26	56.27	37	56.27	48	56.27	59	56.27	70	56.27	81	56.27	92	56.27	103	56.27	114
	4	0.028	14	0.027	24	0.027	34	0.027	44	0.026	54	0.026	64	0.027	74	0.028	84	0.028	94	0.027	
28.93	27.34	29.64	26.63	28.84	27.43	30.42	25.84	28.20	28.07	31.20	25.06	30.88	25.38	27.94	28.32	28.35	27.91	29.95	26.32	30.91	25.35
56.27	5	56.27	16	56.27	27	56.27	38	56.27	49	56.27	60	56.27	71	56.27	82	56.27	93	56.27	104	56.27	115
	5	0.027	15	0.027	25	0.027	35	0.028	45	0.027	55	0.026	65	0.028	75	0.027	85	0.027	95	0.027	
29.42	26.84	30.80	25.47	28.04	28.22	29.03	27.24	26.88	29.38	31.27	25.00	26.99	29.68	29.10	27.17	30.78	25.49	27.75	28.52	29.91	26.36
56.27	6	56.27	17	56.27	28	56.27	39	56.27	50	56.27	61	56.27	72	56.27	83	56.27	94	56.27	105	56.27	116
	6	0.027	16	0.027	26	0.028	36	0.028	46	0.027	56	0.027	66	0.028	76	0.027	86	0.027	96	0.027	
29.32	26.95	28.22	28.05	29.68	26.99	28.18	28.08	29.50	26.77	28.26	28.01	29.72	26.54	28.67	27.59	27.66	28.60	30.23	26.04	27.52	28.75
56.27	7	56.27	18	56.27	29	56.27	40	56.27	51	56.27	62	56.27	73	56.27	84	56.27	95	56.27	106	56.27	117
	7	0.027	17	0.027	27	0.028	37	0.028	47	0.027	57	0.027	67	0.028	77	0.028	87	0.027	97	0.027	
28.80	27.46	29.89	26.37	30.23	26.04	26.74	29.52	30.44	25.82	29.62	26.65	28.89	27.37	27.47	28.80	27.60	28.67	30.63	25.64	28.22	28.05
56.27	8	56.27	19	56.27	30	56.27	41	56.27	52	56.27	63	56.27	74	56.27	85	56.27	96	56.27	107	56.27	118
	8	0.026	18	0.026	28	0.028	38	0.028	48	0.027	58	0.027	68	0.027	78	0.027	88	0.028	98	0.027	
30.39	25.88	30.63	25.63	30.13	26.14	27.63	28.63	28.41	26.86	29.43	26.84	30.16	26.11	31.15	25.12	29.24	27.03	27.02	29.25	31.06	25.21
56.27	9	56.27	20	56.27	31	56.27	42	56.27	53	56.27	64	56.27	75	56.27	86	56.27	97	56.27	108	56.27	119
	9	0.026	19	0.026	29	0.027	39	0.027	49	0.027	59	0.027	69	0.026	79	0.027	89	0.028	99	0.027	
30.45	25.81	30.87	25.39	29.49	26.78	28.83	27.42	30.04	26.23	28.07	28.20	28.97	27.30	29.46	26.80	27.83	28.42	29.28	26.99	28.69	27.57
56.27	10	56.27	21	56.27	32	56.27	43	56.27	54	56.27	65	56.27	76	56.27	87	56.27	98	56.27	109	56.27	120
	10	0.026	20	0.026	30	0.026	40	0.027	50	0.027	60	0.027	70	0.026	80	0.027	90	0.027	100	0.028	
28.43	27.83	31.03	25.23	30.59	25.68	30.27	25.99	29.21	27.06	31.10	25.16	30.49	25.78	30.26	26.01	30.44	25.83	28.15	28.11	26.88	29.39
56.27	11	56.27	22	56.27	33	56.27	44	56.27	55	56.27	66	56.27	77	56.27	88	56.27	99	56.27	110	56.27	121

Рисунок – Численная модель участка стяжки размером 10х10 м. В центре квадратов расчетный объем самовыравнивающейся смеси стяжки в м³, в правом верхнем углу квадратов возможные значения толщины стяжки с учетом нормативных отклонений поверхности основания.

Выполненные расчеты показали, что при нормируемых различными нормативными документами отклонения поверхности монолитных оснований перерасход сухой смеси для устройства монолитных стяжек из сухих гипсовых смесей может составлять:

- при нормативном отклонении поверхности основания по СП 70.13330.2012 – 8...12 %;
- при нормативном отклонении поверхности основания по DIN 18202:2005-10 – 27...32 %;
- при нормативном отклонении поверхности основания по BS 8204-7:2003 – 2...5 %.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что даже при соблюдении нормативных требований к качеству поверхности основания фактический расход сухой смеси «KNAUF» может превышать нормативный расход на 8...32 %.

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

Фактический расход сухой смеси составил 2,05 кг/м² на 1 мм толщины стяжки. Рекомендуемый расход сухой смеси по техническим листам «KNAUF» составляет 1,9 кг/м² на 1 мм толщины стяжки. Перерасход сухой смеси составил порядка 8 %, что хорошо согласуется с данными численных экспериментов.

ВЫВОДЫ

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

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции = Load-bearing and separating constructions : издание официальное : утвержден приказом Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Госстрой) от 25 декабря 2012 г. N 109/ГС : актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 : дата введения 2013-07-01 / исполнители ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова» ; институты ОАО «НИИЦ "Строительство"» : НИИЖБ им. А. А. Гвоздева и ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко ; Ассоциация производителей керамических стеновых материалов [и др.]. – Москва : Министерство регионального развития Российской Федерации, 2012. – 280 с. – Текст : непосредственный.
2. ТУ У В.2.7.-26.6-24577862-003-2004. Суміші гіпсові сухі : чинні від 2004-01-01. – Київ : Кнауф Гіпс Київ, 2004. – 30 с. – Текст : непосредственный.
3. DIN 18202 Toleranzen im Hochbau – Bauwerke = Tolerances in building construction – Buildings : Deutsche norm : official edition : ersatz für DIN 18202:1997-04 und DIN 18201:1997-04 : eingeführt 2005-10-01 / Diese Norm wurde vom Arbeitsausschuss NABau. – Berlin : Normenausschuss Bauwesen, 2005. – 18 p. – Текст : непосредственный.
4. BS 8204-7-2003 Screeds, bases and in situ floorings. Part 7: Pumpable self-smoothing screeds – Code of practice : British standard : official edition : publication date 12 March 2003. – London : British Standards Institution, 2003. – 24 p. – Текст : непосредственный.
5. ДСТУ В.2.7-126:2006. Суміші будівельні модифіковані. Загальні технічні умови : національний стандарт України : видання офіційне : введено вперше : чинні від 2006-04-27. – Київ : Мінбуд України, 2006. – 34 с. – Текст : непосредственный.

Получена 13.11.2020

С. В. КОЖЕМ'ЯКА

ВИЗНАЧЕННЯ ВИТРАТИ СУХОЇ СУМІШІ ВИРОБНИЦТВА КОМПАНІЇ
«KNAUF» ПРИ ВЛАШТУВАННІ МОНОЛІТНИХ СТЯЖОК З УРАХУВАННЯМ
ЯКОСТІ ПОВЕРХНІ ОСНОВИ

ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Проведено аналіз вимог російських і європейських нормативних документів до якості поверхонь основ для нанесення на них монолітних стяжок, приготованих з сухих сумішей. Відзначено, що вимоги щодо якості готових поверхонь стяжок викладені в різних нормативних документах, впливають на витрату сухої суміші, що використовується для їх приготування. Наведено результати чисельного експерименту з методикою оцінки якості поверхонь основи, викладеною в німецькому промисловому стандарті DIN 18 202. На основі розробленої методики визначено можливі витрати сухої суміші облаштування монолітних стяжок з урахуванням якості основ, виконаних з монолітного залізобето-

ну. Проведено виробничий експеримент і визначено фактичні витрати сухої суміші виробництва компанії «KNAUF» для влаштування монолітної стяжки.

Ключові слова: суха суміш, поверхні, оцінка якості, вимоги, нерівності, відхилення, товщина шару, витрати.

SERGEY KOZHEMYAKA

DETERMINATION OF THE CONSUMPTION OF DRY MIX PRODUCED BY
THE COMPANY «KNAUF» WHEN INSTALLING MONOLITHIC SCREEDS
TAKING INTO ACCOUNT THE QUALITY OF THE BASE SURFACE

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The analysis of the requirements of Russian and European regulatory documents for the quality of the surfaces of the bases for the application of monolithic screeds prepared from dry mixtures on them. It is noted that the requirements for the quality of finished screed surfaces set forth in various regulatory documents affect the consumption of the dry mixture used for their preparation. The results of a numerical experiment are presented based on the methodology for assessing the quality of base surfaces set forth in the German industrial standard DIN 18 202. On the basis of the developed methodology, the possible consumption of dry mix for the device of monolithic screeds is determined, taking into account the quality of the bases made of monolithic reinforced concrete. A production experiment was carried out and the actual consumption of the dry mix produced by the «KNAUF» company for the device of a monolithic screed was determined.

Key words: dry mix, surfaces, quality assessment, requirements, unevenness, deviations, layer thickness, consumption.

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

Кожем'яка Сергій Вікторович – кандидат технічних наук; профессор кафедры технології та організації будівництва ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: технологія і організація будівництва та реконструкції.

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.

УДК 624.97:69.057

А. М. ЮГОВ, Е. В. ГРИГОРЕНКО

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ МОНТАЖА СТАЛЬНОЙ ВЫТЯЖНОЙ БАШНИ 150 М

Аннотация. Технологичность строительных конструкций определяется несколькими ведущими факторами: проектирование, производство и эксплуатация. Между этими факторами всегда есть взаимосвязь. Усовершенствование одних факторов технологичности, возможно, приведет к осложнению других. Оттого технологичность строительных конструкций следует рассматривать с учетом их изготовления, транспортирования, монтажа и эксплуатации. Оценку монтажной технологичности вытяжных башен следует проводить по аспекту трудоемкости монтажных работ. При оценке монтажной технологичности следует руководствоваться главными параметрами возводимого сооружения (масса, количество отправочных марок и болтов, масса наплавленного металла монтажных соединений), оказывающих наибольшее воздействие на трудоемкость монтажных работ. Технологичность чаще всего оценивают как сравнение показателей планируемой конструкции с эталонным образцом. В качестве эталонного образца принимается типовой проект либо новое сооружение.

Ключевые слова: поэлементный монтаж, монтаж укрупненными плоскостями, монтаж укрупненными блоками, монтаж поворотом.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Строительство вытяжных башен предназначено для создания тяги и выноса отходов производства, сохраняющих после очистки остаточное содержание вредных веществ. Так как промышленные трубы – это неотъемлемая часть комплекса сооружений предприятий промышленности, то их строительство является одним из главных факторов условий работы предприятий металлургической, химической и других отраслей промышленности.

Вследствие того, что санитарные нормы проектирования промышленных предприятий постоянно совершенствуются, ужесточаются и нормы разработки новых технологических систем, предусматривающих очистку выбросов.

Анализируя литературу разных авторов, научные статьи, технические документы, важным моментом является выбор монтажа конструкции газоотводящей башни. Именно от него зависит экономическая целесообразность, количество трудозатрат на монтаж конструкции, трудоемкость человеческих и механизированных ресурсов.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Авторы пишут, что монтаж вытяжных газоотводящих башен высотой более 120 м следует вести методом подрачивания, так как в таком случае исключается необходимость применения крана с большими грузовысотными характеристиками. Монтаж вытяжных башен методом наращивания следует выполнять с помощью оголовка самоподъемного крана СПК (ПКТ), приставного крана, а также с применением вертолета, если масса блока не превышает 8,5 т [10].

Для вытяжных башен высотой до 200 м наиболее актуальной является башня с четырехгранной схемой: многогранные башни для таких высот сооружения экономически не целесообразны как по расходу материала, так и по другим технико-экономическим показателям. Для трехгранных башен, как показано в ряде работ, расход металла на их несущие конструкции меньше на 10...15 %, чем для четырехгранных. Однако это касается, в большинстве случаев, только радио- и телевизионных

© А. М. Югов, Е. В. Григоренко, 2020

башен, т. е. тех сооружений, для которых основная нагрузка – воздействие скоростного напора ветра непосредственно на башню, а ветровая нагрузка на оборудование незначительна.

ЦЕЛИ

Оценить методы монтажа конструкции. Одним из основных принципов выбора метода монтажа является экономическая целесообразность принимаемого метода, она направлена на создание идеальных условий строительства.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

После выбора конструктивного решения строящегося сооружения необходимо в каждом конкретном случае производить сравнительную оценку разных методов монтажа с учетом местных условий строительства.

Вытяжные башни, состоящие из стальной несущей конструкции и одного или нескольких газоотводящих стволов, характеризуются четким разделением инженерных и технологических функций. Несущей конструкцией, как правило, является решетчатая башня, а газоотводящие стволы – элемент технологических коммуникаций [3].

Вытяжные газоотводящие башни отводят дым и газовоздушные смеси, содержащие, помимо результатов переработки промышленных предприятий, также газовоздушные смеси, которые получают при сжигании горючего и плавления разных материалов и которые загрязнены продуктами окисления веществ, находящихся в перерабатываемом сырье; влажность отводимых дымовых и газовоздушных смесей не более 60 %, температура 100...500 °С [4].

Принимаемое конструктивное решение вытяжной газоотводящей башни должно удовлетворять определенным требованиям, связанным с возведением и эксплуатацией сооружения.

С увеличением высоты вытяжных башен появляются трудности с монтажом конструкции, возрастают трудозатраты на вертикальную транспортировку конструкций с земли к отметкам их установки, на доставку рабочих к месту монтажа, повышается влияние природных факторов (в основном ветра) на работу. Монтаж методом подрачивания заключается в том, что на нижних отметках уже частично возведенной башни начинают монтаж следующих ярусов, которые постепенно поднимают выше, и по мере их поднятия снизу подрачивают конструкции нижерасположенных ярусов. При методе подрачивания башню разделяют на блоки: верхний и нижний. Нижний блок монтируют с помощью монтажных кранов (башенных или самоходных). Высота нижнего блока определяется характеристиками монтажных кранов и данными по заземлению вышерасположенного блока. Следовательно, нижний блок становится частью монтажной оснастки, воспринимает монтажные воздействия при выдвигании верхнего блока, на нем закрепляют направляющие и другие монтажные приспособления.

Метод подрачивания имеет большую популярность в строительстве, так как гарантирует повышение производительности труда и сокращает продолжительность монтажных работ, особенно в условиях стесненной строительной площадки. Подрачиванием называют метод монтажа, при котором конструкции выше отметки, доступной для монтажа элементов монтажным краном, собирают внизу, начиная с верхнего блока конструкции, и выдвигают вверх на высоту следующего блока. Верхний блок собирают по частям внутри нижнего блока, выдвигание блока осуществляют с помощью грузовых полиспастов или гидроподъемников. После подъема очередного блока и соединения его, с ранее собранной частью сооружения на уровне земли, собирают и готовят к подъему очередную секцию конструкции (рис. 1).

Метод наращивания имеет явное преимущество, которое связано с тем, что уменьшается количество верхолазных работ. Метод наращивания заключается в том, что осуществляется поярусный монтаж от нижних отметок к верхним с использованием различных монтажных механизмов и приспособлений. При наращивании монтаж ведут до определенных отметок монтажным краном, установленным на земле, а затем другими механизмами, установленными или закрепленными на смонтированных конструкциях. Этот механизм постепенно перемещается по уже смонтированным конструкциям и по мере возведения башни осуществляет поэлементный монтаж.

Монтаж вытяжных башен (рис. 2) осуществляют с помощью оголовка самоподъемного крана, который устанавливается на верхних частях вытяжной башни. Призматическая часть башни может быть смонтирована поэлементно, есть возможность монтировать укрупненными плоскостными блоками в пределах грузоподъемности крана (5...12 т).

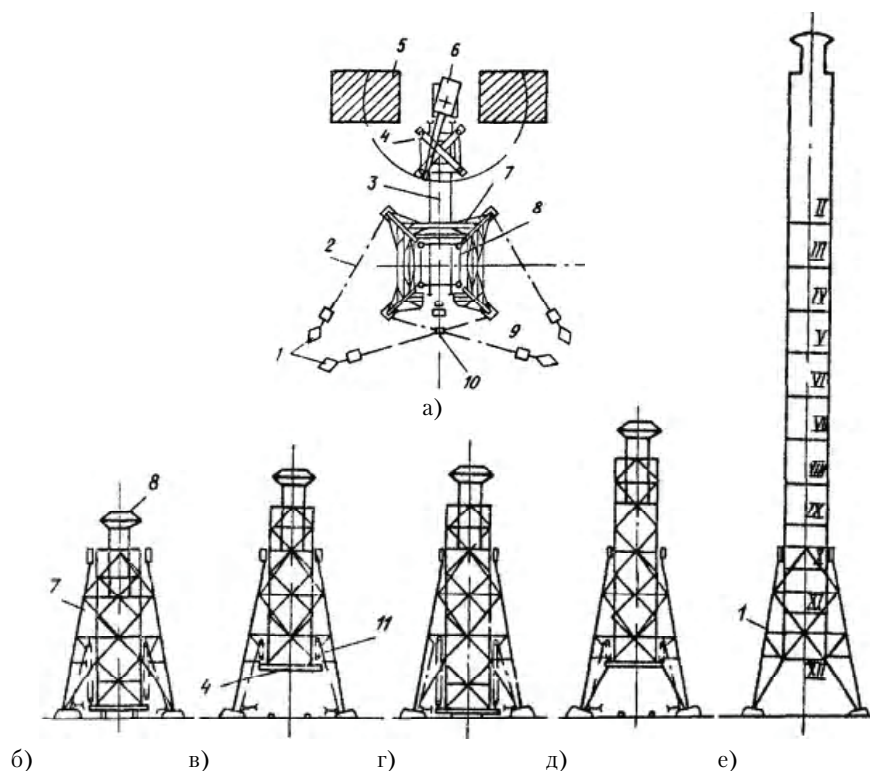


Рисунок 1 – Последовательность монтажных работ при возведении вытяжной башни подращиванием: а) план; б) первоначальный этап (крановый монтаж); в) первая выдвижка; г) стыковка укрупненного блока с ранее смонтированными частями призматического ствола башни; д) очередная выдвижка с помощью тяговых полиспастов; е) очередность укрупнительной сборки и монтажа вытяжной башни; 1 – электролебедки с якорями; 2 – канат тягового полиспаста; 3 – рельсовые пути надвигки укрупненных блоков; 4 – стенд; 5 – площадка складирования; 6 – кран; 7 – пирамидальная часть башни; 8 – призматическая часть башни с зонтом газоотводящего ствола; 9 – электролебедка подачи-возврата стенда; 10 – уравнительное звено сблокированных попарно между собой тяговых полиспастов; 11 – тяговый полиспаст.

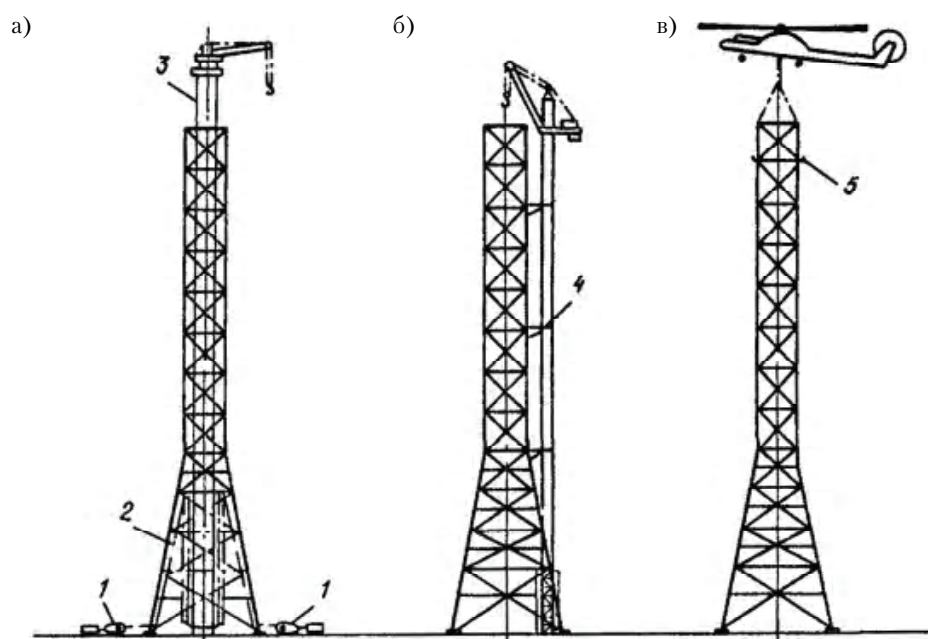


Рисунок 2 – Схема монтажа вытяжных башен наращиванием: а) с помощью оголовка самоподъемного крана СПК (ПКТ); б) с помощью приставного крана; в) с помощью вертолета; 1 – электролебедка с якорем; 2 – тяговые полиспасты; 3 – газоотводящий ствол; 4 – опорные рамки; 5 – ловители.

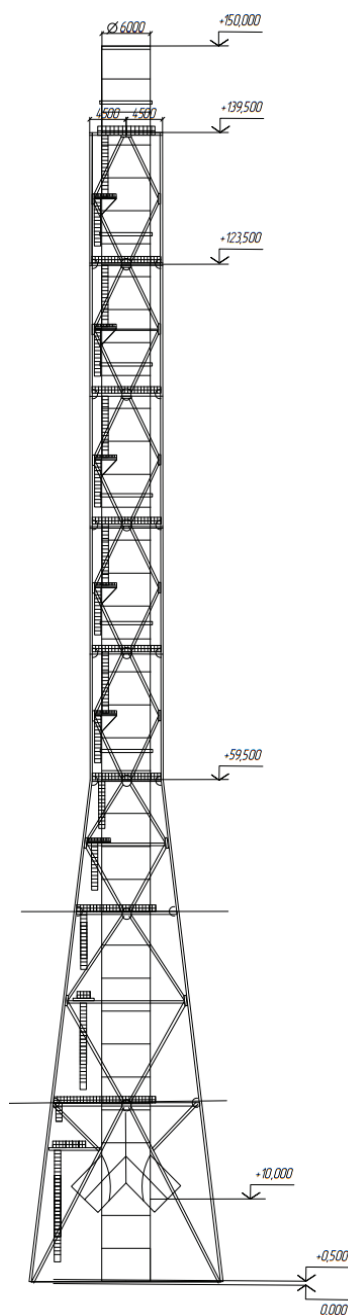


Рисунок 3 – Вытяжная башня 150 м.

В условиях стесненной площадки возможен монтаж башен с помощью приставных кранов. Устойчивость крана обеспечивается специальными опорными рамками, которыми кран крепится к смонтированной части башни. Ствол крана выдвигают вверх по мере монтажа башни с помощью полиспастов, расположенных в опорном устройстве крана. При подъеме полиспастами он скользит вверх по направляющим, находящимся в верхней части опорного устройства и на опорных рамках [6].

При монтаже конструкций на небольших (стесненных) участках цеха или в местах плотной застройки, недоступных для подхода и установки обычных грузоподъемных средств, есть возможность производить монтаж вертолетами. Монтаж конструкций вертолетами целесообразен при небольшом числе подъемов из-за высокой стоимости летного часа. Вертолеты могут осуществлять подцепку конструкций двумя способами: с посадкой и без посадки.

Высота нового варианта вытяжной башни 150 м (рис. 3), масса пирамидальной части 200 т, число отправочных элементов 240. Монтажные соединения включают 2 500 болтов с массой наплавленного металла 187,5 кг. Призматическая часть башни состоит из девяти блоков с усредненной массой каждого блока 23 т. Блок включает 50 отправочных элементов и 575 болтов с массой наплавленного металла 34 кг в монтажных соединениях. Трудоемкость сборки конструкций базового варианта 440 чел.-дней.

Определим трудоемкость монтажных работ по номограммам. В левом верхнем углу (рис. 4) из точки прямой, соответствующей массе пирамидальной части башни 200 т, проводят вниз по вертикали линию до пересечения с прямой, обозначающей 240 отправочных элементов, которую, в свою очередь, находят по интерполяции между прямыми, обозначающими 200 и 250 отправочных элементов. Далее по горизонтали проводят линию до пересечения с прямой, обозначающей 2 500 болтов. Затем по вертикали проводят новую линию до пересечения с прямой, обозначающей массу наплавленного металла 187,5 кг. Проводя по горизонтали линию до вертикальной оси T , получают значение трудоемкости по сборке пирамидальной части башни, равное 125 чел.-дней.

Определяем трудоемкость сборки блоков призматической части башни (рис. 4б). Также из точки в левом верхнем углу, показывающей массу 23 т, проводят вниз по вертикали линию до пересечения с прямой, расположенной по середине между 40 и 60 отправочными элементами в блоке.

Далее по горизонтали проводят линию до пересечения с прямой, обозначающей 575 болтов. Эту прямую находят по интерполяции между прямыми, обозначающими 500 и 650 болтов. Затем по вертикали проводят новую линию до пересечения с прямой, обозначающей массу наплавленного металла в 34 кг. Проведя горизонтальную ли-

нию до вертикальной оси T , получают трудоемкость сборки блока, равную в нашем случае 29 чел.-дням.

Общую трудоемкость по сборке вытяжной башни получают суммированием трудоемкости пирамидальной части и девяти блоков призматической части:

$$T = 125 + (29 \cdot 9) = 386 \text{ чел.-дням.}$$

Полученный показатель трудоемкости меньше базового варианта, значит, новые конструктивно-компоновочные решения более совершенны. При необходимости на главных осях номограмм (рис. 4 а, б) получают значения трудоемкостей от влияния отдельных конструктивных параметров (массы, числа отправочных элементов, числа болтов и массы наплавленного металла монтажных соединений) [1].

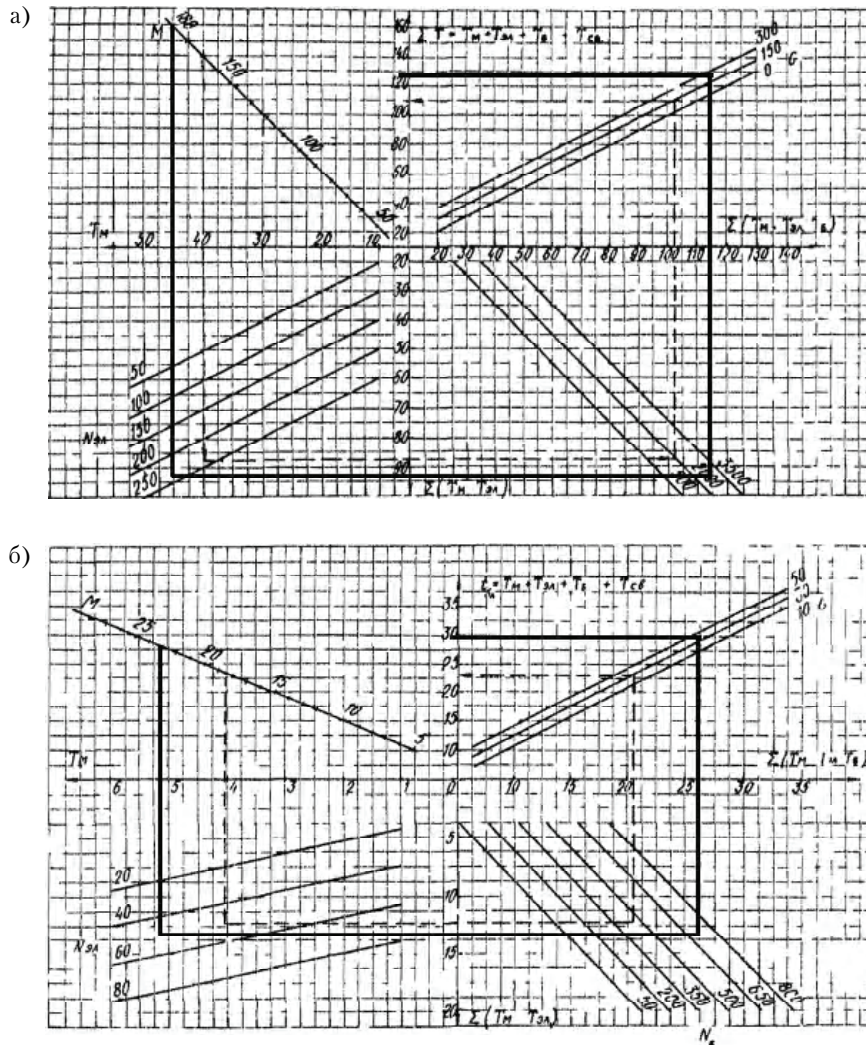


Рисунок 4 – Номограмма определения трудоемкости сборки.

Проведем сравнительную оценку методов монтажа вытяжной башни методом наращивания (оголовком крана, самоподъемным краном, приставным краном) и методом подрачивания. Результаты сравнительной оценки представим в виде таблицы.

ВЫВОДЫ

Технико-экономические подсчеты показали, что монтаж методом подрачивания – это прогрессивная форма технологии монтажа, которую необходимо чаще применять, развивать и совершенствовать.

Основными причинами повышения трудоемкости и увеличения длительности монтажа, проводимого методом наращивания, являются: большое количество подъемов отправочных марок, сложность работы монтажников-верхолазов, стесненность рабочих мест и необходимость устройства сложных лесов. По результатам сравнительного анализа приведенного в таблице, мы можем сделать вывод о том, что метод подрачивания является менее трудозатратным и продолжительность монтажа уменьшается, но он является более дорогостоящим. В случае с методом наращивания оголовком крана, метод является более экономичным, но трудоемкость и время монтажа увеличивается.

Монтаж вытяжных башен получил широкое распространение в последние годы. В связи с резким увеличением строительства вытяжных башен возникла острая необходимость в переходе на принципиально новые методы монтажа, обеспечивающие значительное повышение производительности труда и сокращение продолжительности монтажных работ в условиях стесненной площадки реконструируемых предприятий.

Таблица – Сводные технико-экономические показатели вариантов монтажа вытяжных башен

Показатель	Метод монтажа вытяжной башни									
	Наращиванием					Подрачиванием				
	Оголовок крана			Самодъемным краном		Приставным краном			Объект	
	Объект	Башня в г. Саратов	Башня в г. Новгороде	Объект	Башня в г. Воскресенске	Объект	Башня в г. Ровно	Башня в г. Балаково	Унифицированная башня-труба	Башня в г. Кингисеппе
Масса металлоконструкций вытяжной башни, т	407	260	232	407	416	407	603	835	193,8	556
Приведенные затраты:										
с учетом стоимости металлоконструкций каркаса башни, руб.	89 745	101 098	99 987	101 759	181 979	259 847	398 378	439 822	98 532	89 779
без учета стоимости металлоконструкций каркаса башни, руб.	195 63	26 738	33 635	24 583	63 003	29 442	225 920	157 592	21 435	34 352
Приведенные затраты на 1 т смонтированных металлоконструкций каркаса башни:										
с учетом стоимости металлоконструкций каркаса башни, руб./т	354,2	388,8	431,0	384,1	437,4	426,1	660,7	526,7	347,1	463,3
без учета стоимости металлоконструкций каркаса башни, руб./т	62,3	102,8	145,0	96,7	151,4	111,8	374,7	188,7	69,6	177,3
Продолжительность монтажа, день	92	66	132	69	154	98	414	287	58	64
Трудоемкость монтажа, чел.-дни	386	796	1 550	354	1 392	537	1 603	6326	322	775
Выработка, кг/чел.-дней	356	320	150	387	300	301	375	132	495	250
										500

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ВСН 503-87. Монтаж вытяжных башен : издание официальное : дата введения 1988-01-01 / Минмонтажспецстрой СССР. – Москва : ЦБНТИ ММСС СССР, 1988. – 9 с. – Текст : непосредственный.
2. ЕНиР. Сборник 5. Выпуск 1. Монтаж стальных конструкций : издание официальное : утвержден постановлением Государственного строительного комитета СССР, Государственного комитета СССР по труду и социальным вопросам и Секретариата Всесоюзного Центрального Совета Профессиональных Союзов от 5 декабря 1986 года № 43/512/29-50. – Москва : Издательство литературы по строительству, 1969. – 23 с. – Текст : непосредственный.
3. Солодарь, М. Б. Металлические конструкции вытяжных башен / М. Б. Солодарь, М. В. Кузнецова, Ю. С. Плишкин. – Ленинград : Стройиздат, Ленинградское отделение, 1975. – 186 с. – Текст : непосредственный.
4. Мелихов, Р. В. Вытяжные башни – особенности проектирования, технико-экономическая оценка и вопросы типизации / Р. В. Мелихов, А. Н. Леонова. – Текст : непосредственный // Бюллетень науки и практики. – 2019. – Т. 5. – № 3. – С. 194–206.
5. Рекомендации по выбору эффективных методов монтажа вытяжных башен-труб / составители ВНИПИ «Промстальконструкция» ; Главстальконструкция. – Москва : ЦБНТИ Минмонтажспецстрой СССР, 1987. – 25 с. – Текст : непосредственный.
6. Павловский, В. Ф. Стальные башни (Проектирование и монтаж) / В. Ф. Павловский. М. П. Кондра. – Киев : Будивельник, 1979. – 200 с. – Текст : непосредственный.
7. МДС 12-60.2011. Проект производства работ на монтаж стальных конструкций зданий и сооружений / ответственный исполнитель Ю. А. Корытов ; ЗАО «ЦНИИОМТП». – Москва : ОАО «ЦПП», 2011. – 15 с. – Текст : непосредственный.
8. МДС 53-1.2001. Рекомендации по монтажу стальных строительных конструкций (к СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции) / ЗАО «ЦНИИОМТП». – Москва : ОАО «ЦПП», 2002. – 41 с. – Текст : непосредственный.
9. СП 48.13330.2011. Организация строительства = Organization of construction : издание официальное : утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 27 декабря 2010 г. N 781 : актуализированная редакция СНиП 12-01-2004 : дата введения 2011-05-20 / составители ОАО «Центр методологии нормирования и стандартизации в строительстве» (ОАО «ЦНС»), ФГУ «Федеральный центр технической оценки продукции в строительстве» (ФГУ «ФПС»), ООО «Центр научных исследований организации, механизации, технологии строительного производства» (ООО «ЦНИОМТП»). – Москва : ОАО «ЦПП», 2011. – 25 с. – Текст : непосредственный.
10. СП 70.13330.2012. Несущие и ограждающие конструкции = Load-bearing and separating constructions : издание официальное : утвержден приказом Федерального агентства по строительству и жилищно-коммунальному хозяйству (Госстрой) от 25 декабря 2012 г. N 109/ГС и введен в действие с 1 июля 2013 г. : актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87 : дата введения 2013-07-01 / исполнители ЗАО «ЦНИИПСК им. Мельникова» ; институты ОАО «НИЦ "Строительство"» : НИИЖБ им. А. А. Гвоздева и ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко ; Ассоциация производителей керамических стеновых материалов [и др.]. – Москва : ОАО «ЦПП», 2013. – 110 с. – Текст : непосредственный.
11. СТО 0053-2006. Монтаж и демонтаж стальных строительных конструкций. Положения при производстве работ в развитие СНиП 3.03.01-87 : издание официальное : утвержден 20 декабря 2006 г. приказом № 372 ЦНИИПСК им. Мельникова; 20 декабря 2006 г. приказом № 63 ОАО НИПИ «Промстальконструкция» : введен впервые / ЗАО «ЦНИИОМТП». – Москва : ОАО «ЦПП», 2006. – 41 с. – Текст : непосредственный.
12. ВСН 463-85. Монтаж строительных конструкций с применением вертолетов : издание официальное : утвержден заместителем министра монтажных и специальных строительных работ СССР А. И. Михальченко 15 мая 1985 г. : введен впервые : дата введения 1986-01-01 / разработчики ВНИПИ Промстальконструкция Минмонтажспецстроя СССР, ГосНИИГА Министерства гражданской авиации СССР. – Москва : Минмонтажспецстрой СССР, 1986. – 25 с. – Текст : непосредственный.
13. Дымовые трубы / А. М. Ельшин, М. Н. Ижорин, В. С. Жолудов, Е. Г. Овчаренко ; под редакцией С. В. Сатьянова. – Москва : Стройиздат, 2001. – 296 с. – Текст : непосредственный.
14. СП 16.13330.2010. Стальные конструкции = Steel structures : издание официальное : утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 27 декабря № 791 : взамен СНиП 2-23-81* : дата введения 2011-05-20 / исполнители ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко – институт ОАО «НИЦ "Строительство"», ЦНИИПСК им. Мельникова и др. – Москва : ОАО «ЦПП», 2011. – 155 с. – Текст : непосредственный.
15. Würz, F. Aktuelle Probleme der Gleitbauweise. Gleischalungsfürhohe konische Stahl beton schornsteine / F. Würz. – Текст : непосредственный // Der Bauingenieur. – 1969. – N 4. – Pp. 133f.
16. Riese, W. Der Schornstein in Stade / W. Riese. – Текст : непосредственный // Der Stahlbau. – 1965. – N 3. – S. 34.
17. Ritter, F. Korrosionstabellen metallischer Werkstoffe / F. Ritter ; dritte erweiterte Auflage. – Leoben-Linz : Springer-Verlag Wien, 1952. – 28 p. – Текст : непосредственный.

Получена 13.11.2020

А. М. ЮГОВ, О. В. ГРИГОРЕНКО

ПОРІВНЯЛЬНА ОЦІНКА МЕТОДІВ МОНТАЖУ СТАЛЕВОЇ ВИТЯЖНОЇ ВЕЖИ 150 М

ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Технологічність будівельних конструкцій визначається декількома провідними факторами: проектування, виробництво і експлуатація. Між цими факторами завжди є взаємозв'язок. Удосконалення одних факторів технологічності, можливо, призведе до ускладнення інших. Тому технологічність будівельних конструкцій слід розглядати з урахуванням їх виготовлення, транспортування, монтажу та експлуатації. Оцінку монтажної технологічності витяжних веж слід проводити за аспектом трудомісткості монтажних робіт. При оцінці монтажної технологічності слід керуватися головними параметрами споруджуваної будови (маса, кількість відправних марок і болтів, маса наплавленого металу монтажних з'єднань), що найбільше впливають на трудомісткість монтажних робіт. Технологічність найчастіше оцінюють як порівняння показників планованої конструкції з еталонним зразком. За еталонний зразок приймається типовий проект або нова споруда.

Ключові слова: поелементний монтаж, монтаж укрупненими площинами, монтаж укрупненими блоками, монтаж поворотом.

ANATOLIY YUGOV, ELENA GRIGORENKO

COMPARATIVE EVALUATION OF INSTALLATION METHODS FOR A 150 M STEEL EXHAUST TOWER

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The manufacturability of building structures is determined by several leading factors: design, production and operation. There is always a relationship between these factors. Improvement of some technological factors may lead to complication of others. Therefore, the manufacturability of building structures should be considered taking into account their manufacture, transportation, installation and operation. Evaluation of the installation process ability of exhaust towers should be carried out according to the aspect of labor intensity of installation work. When evaluating the installation process ability, you should be guided by the main parameters of the structure being built (weight, number of shipping marks and bolts, mass of the deposited metal of the mounting connections), which have the greatest impact on the complexity of installation work. Manufacturability is most often evaluated as a comparison of the indicators of the planned design with the reference sample. A standard project or a new structure is accepted as a reference model.

Key words: element installation, installation with enlarged planes, installation with enlarged blocks, installation by turning.

Югов Анатолий Михайлович – доктор технических наук, профессор; заведующий кафедрой технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: эксплуатационная надежность строительных металлических конструкций, техническая диагностика строительных конструкций, технология и организация монтажа металлических конструкций, работа металлических конструкций с учетом монтажных состояний.

Григоренко Елена Викторовна – магистрант кафедры технологии и организации строительства ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: влияние метода монтажа на напряженно-деформированное состояние конструкции.

Югов Анатолий Михайлович – доктор технічних наук, професор; завідувач кафедри технології і організації будівництва ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: експлуатаційна надійність будівельних металевих конструкцій, технічна діагностика будівельних конструкцій, технологія і організація монтажу металевих конструкцій, робота металевих конструкцій з урахуванням монтажних станів.

Григоренко Олена Вікторівна – магістрант кафедри технології та організації будівництва ДОНУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: вплив методу монтажу на напружено-деформований стан конструкції.

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: operational reliability of building

metal structures, technical diagnostics of building structures, technology and organization of installation of metal structures, work of metal structures taking into account installation conditions.

Grigorenko Elena – Master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: influence of the installation method on the stress-strain state of the structure.

УДК 624.04:697.32

Н. С. НОВИКОВ, С. О. ТИТКОВ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**ЭКСПЕРТИЗА ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ЗДАНИЯ
КОТЕЛЬНОЙ НА ОПАСНОМ ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ОБЪЕКТЕ
ООО «ОТИС-ДОН»**

Аннотация. Промышленная безопасность – это комплекс разнообразных мероприятий с целью предотвращения и/или минимизации последствий аварий на опасных производственных объектах. Проще говоря, промышленная безопасность – это создание таких условий на предприятии или объекте, когда риск возникновения аварий минимален, а в случае возникновения аварийной ситуации и аварии имеется план действия по предотвращению ее с минимальными человеческими жертвами. Промышленная безопасность и предприятие неразрывно связаны на всех этапах существования организации от стадии проектирования и эксплуатации до ликвидации предприятия. За соблюдением исполнения норм и правил промышленной безопасности отвечает предприятие в лице руководителя предприятия, главного инженера и лиц, ответственных за эксплуатацию опасного оборудования. Экспертиза промышленной безопасности (ЭПБ) – оценка соответствия объекта экспертизы требованиям и нормам безопасной эксплуатации, прописанных в федеральных нормах и правилах промышленной безопасности, а также иных документах ДНР по промбезопасности. Результатом проведения экспертизы промышленной безопасности является заключение экспертизы промышленной безопасности, зарегистрированное в реестре заключений ЭПБ Ростехнадзора. Экспертиза промышленной безопасности проводится только предприятиями, которые относятся к опасным производственным объектам независимо от класса опасности.

Ключевые слова: экспертиза промышленной безопасности, техническое состояние, обследование, повреждения, оценка несущей способности, дефект.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Экспертиза промышленной безопасности зданий и сооружений, а именно соответствие здания котельной на опасном производственном объекте ООО «ОТИС-ДОН», зарегистрированном в Государственном реестре ОПО № 01-50002554-0000-18 III класс опасности, находящегося в эксплуатации по адресу г. Донецк, пер. Литейщиков, 10, проводится с целью оценки соответствия требованиям промышленной безопасности в результате отсутствия проектной документации и возможности продления и установления срока и условий дальнейшей безопасной эксплуатации.

Экспертиза основывается на принципах независимости, объективности, всесторонности и полноты исследований. Необходимость проведения экспертизы по оценке соответствия сооружения промышленной безопасности на опасном производственном объекте вызвана выработкой сооружения нормативных сроков безопасной эксплуатации, установленных заключениями экспертиз согласно закону ДНР «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» от 05.06.2015 № 54-ІНС и п. 2.3.4. «Порядок проведения экспертиз и требований к оформлению заключений» № 369 от 13.08.2017 г.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Для соблюдения технических регламентов на опасных производственных объектах необходимо проводить экспертизу промышленной безопасности. Основанием для проведения экспертизы промышленной безопасности являлись требования закона ДНР № 54-ІНС от 05.06.2015 г. «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» [1].

Целью настоящих исследований является проведение экспертизы промышленной безопасности зданий и сооружений, а именно соответствие здания котельной на опасном производственном объекте ООО «ОТИС-ДОН», по адресу г. Донецк, пер. Литейщиков, 10.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Оценка соответствия здания предъявляемым к нему требованиям промышленной безопасности. Определение возможности дальнейшей эксплуатации здания.

При проведении экспертизы промышленной безопасности здания заказчиком были предоставлены документы, перечень которых представлен в табл. 1.

Таблица 1 – Перечень документов, предоставленных для проведения экспертизы

№	Наименование документа	Отметка о состоянии
1.	Проектная, строительная документация и акт приемки сооружения в эксплуатацию	Отсутствует
2.	Сертификаты, удостоверяющие качество конструкций и материалов	Отсутствует
3.	Акты расследования аварий и нарушений технологических процессов, влияющих на условиях эксплуатации сооружений	Имеется
4.	Заключения экспертизы промышленной безопасности ранее проводимых экспертиз в части выполнения указаний, направленных на обеспечение безопасности эксплуатации сооружения	Имеется
5.	Установленные нормативные сроки эксплуатации и периодичность проведения экспертизы их технического состояния сооружения	Отсутствует
6.	Документы о текущих и капитальных ремонтах, реконструкциях строительных конструкций сооружения и другая эксплуатационная документация	Отсутствует
7.	Договор страхования риска ответственности за причинение вреда при эксплуатации опасного производственного объекта	Отсутствует
8.	Протоколы аттестации обслуживающего персонала (квалификационные удостоверения)	Имеется
9.	Инструкция по охране труда	Имеется
10.	План эвакуации персонала при пожаре	Имеется
11.	Свидетельство регистрации опасного производственного объекта	№ 01-50002554-0000-18 от 27 сентября 2018 г. Класс опасности III.
12.	График ППР на 2020г.	Имеется
13.	Оперативный журнал	Имеется
14.	Ремонтный журнал	Имеется
15.	Производственные инструкции	Отсутствует

Имеющаяся на предприятии техническая документация по количеству и качеству достаточна для безопасного ведения работ. Изученная документация имеет шифр, номера или другую индикацию, необходимую для идентификации. Состояние проектной, исполнительной, эксплуатационной документации частично соответствует требованиям нормативных документов. Отсутствие некоторых документов не препятствует проведению экспертизы в полном объеме. Недостающие данные, необходимые для проведения обследования, были получены в процессе проведения экспертизы.

Здание котельной расположено на территории предприятия ООО «ОТИС-ДОН» в г. Донецке Донецкой обл. Год ввода в эксплуатацию 1981 г.

Здание – одноэтажное, прямоугольной конфигурации в плане, размерами 19,97×5,71 м, с высотой до плит покрытия 4,6 м.

Здание котельной предназначено для снабжения теплом зданий предприятия. Котельная оборудована котлом КВ 0,4 (1 ед.), котлом КОЛВИ-100 (3 ед.) и регулятором давления В-25 (2 ед.).

При натурном ознакомлении установлено, что объект исследований представляет собой одноэтажное здание, размерами в плане в осях «1–3» – «А–Б», размерами 19,97×5,71м.

За отм. +0,000 условно принят уровень чистого пола здания.

Основными задачами обследования являются:

- выполнение обмерных работ строительных конструкций;
- выявление дефектов и повреждений конструкций;
- определение фактической прочности строительных материалов;
- оценка прочности строительных конструкций;
- оценка соответствия здания предъявляемым к нему требованиям промышленной безопасности;
- определение возможности дальнейшей безопасной эксплуатации строительных конструкций и рекомендации по устранению имеющихся повреждений и дефектов.

Инструментальное обследование конструкций проводилось при фотофиксации цифровой камерой поврежденных участков. Все работы выполнялись в соответствии с нормативно-технической документацией [4–7].

Прочность бетона железобетонных блоков стенового ограждения определялась прибором ОМШ-1 [2]. На основании обработанных статистических данных остаточной прочности бетона железобетонных блоков стенового ограждения следует, что предел прочности бетона основных несущих конструкций соответствует допустимым нормам (прочность бетона не ниже класса В12,5).

В результате обследования были выявлены дефекты, приведенные в таблице 2.

Таблица 2 – Ведомость дефектов и мероприятия по их устранению

№ п/п	Местонахождение дефекта	Описание дефекта	Рекомендуемые способы устранения
1.	Стеновое ограждение ряд А	Разрушение отделочного наружного слоя стен здания (отслоение окрасочного слоя, сетки трещин в штукатурном слое, разрушение штукатурного слоя).	Выполнить косметический ремонт наружных стен здания.
2.	Плиты покрытия	Следы протечек, отслоение покрасочного слоя на потолочной поверхности плит покрытия. Дефект вызван старыми протечками с кровли.	Расчистка и окраска потолочной поверхности плит известковой эмульсией.

На основании обследования сделаны следующие выводы:

1. Оценка соответствия рабочего процесса технологическому регламенту – соответствует;
2. Оценка соответствия несущих строительных конструкций проекту – проект отсутствует;
3. Оценка соответствия конструкции, исходя из анализа возможных аварийных ситуаций, приведена в таблице 3 [6–7].

Фактическое функциональное назначение и использование обследуемого здания соответствует типовым решениям для одноэтажных производственных строений. Повреждений, свидетельствующих о возможном снижении несущей способности несущих конструкций зданий, не выявлено.

Принимая во внимание характер и места расположения дефектов и повреждений, состояние конструкций, отсутствие признаков силовых повреждений основных несущих конструкций каркаса зданий, сделан вывод о том, что запас прочности по несущей способности исследуемых строений на дату оценки имеется.

Учитывая вышеизложенное, проверочный расчет несущих конструкций здания в пределах данной работы не производился [3].

Оценка надежности строительных конструкций здания котельной производится по методике, разработанной ЦНИИПромзданий, представленная в таблице 4. Целью расчета является определение эксплуатируемого времени достижения конструкций предельного состояния.

Данные для расчета:

- срок эксплуатации в годах на момент обследования – 39.

По результатам обследования строительных конструкций общее техническое состояние конструкций здания котельной оценивается как удовлетворительное. Остаточная несущая способность строительных конструкций здания котельной обеспечена сроком на 28 (двадцать восемь) лет.

Таблица 3 – Состояние строительных конструкций здания

<i>Конструктивные элементы</i>	<i>Материал</i>	<i>Оценка состояния</i>
Фундаменты – ленточные из сборных железобетонных блоков марки ФБС	Железобетон	Удовлетворительное (II категория)
Стеновое ограждение – из сборных железобетонных блоков марки ФБС. Толщина наружных стен 400 мм	Железобетон	Удовлетворительное (II категория)
Перегородки – из силикатного кирпича толщиной 150 мм	Силикатный кирпич	Удовлетворительное (II категория)
Ограждающие конструкции покрытия – из железобетонных ребристых плит в осях 1–2; из железобетонных многопустотных плит в осях 2–3	Железобетон	Удовлетворительное (II категория)
Кровля – односкатная рулонная из рубероида, по цементно-песчаной стяжке	Рубероид	Удовлетворительное (II категория)
Внутренняя отделка – масляная и водоэмульсионная окраска	–	Удовлетворительное (II категория)
Окна – деревянные переплеты, открывающиеся и глухие, заполненные оконным стеклом. Металлопластиковые	Дерево	Удовлетворительное (II категория)
Двери – деревянные и металлические, двухстворчатые и одностворчатые	Дерево, металл	Удовлетворительное (II категория)
Полы – бетон	Бетон	Удовлетворительное (II категория)
Отмостка – по ряду А и оси 3 асфальтовая по щебеночному основанию; по ряду Б бетонная по щебеночному основанию	Бетон, асфальт	Удовлетворительное (II категория)

Таблица 4 – Оценка надежности строительных конструкций здания котельной

Наименование конструкции	Категория технического состояния	ε_i	α	ε	γ	λ	t	T
Фундаменты	2	0,05	3	0,075	0,93	0,0022	67,72	28
Стеновое ограждение	2	0,05	3					
Плиты покрытия	2	0,1	2					
Кровля	2	0,1	2					
Прочие конструкции	2	0,1	2					

где ε_i – максимальные повреждения отдельных видов конструкций;

α – коэффициент значимости отдельных видов конструкций;

ε – общая оценка повреждения сооружения;

γ – относительная оценка поврежденности здания;

λ – постоянная износа сооружения;

t – срок службы сооружения с начала эксплуатации до капитального ремонта;

T – остаточный ресурс сооружения в годах.

По результатам проведенной экспертизы по оценке соответствия зданий и сооружений на опасном производственном объекте, здания котельной ООО «ОТИС-ДОН», объект экспертизы соответствует требованиям промышленной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов : Закон ДНР № 54-ІНС от 05.06.2015 [принят Постановлением Народного Совета 5 июня 2015 года]. – Текст : электронный. – URL : <https://dnrsovet.su/zakonodatelnaya-deyatelnost/prinyatie/zakony/zakon-donetskoj-narodnoj-respubliki-o-promyshlennoj-bezopasnosti-opasnyh-proizvodstvennyh-obektov/> (дата обращения 01.11.2020).
2. ГОСТ 22690-2015. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля = Concretes. Determination of strength by mechanical methods of nondestructive testing : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : взамен ГОСТ 22690-88 : дата введения 2016-01-04. – Москва : Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации ; Москва : Изд-во стандартов, 2002. – 15 с. – Текст : непосредственный.
3. ГОСТ 31937-2011. Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния = Buildings and constructions. Rules of inspection and monitoring of the technical condition : Межгосударственный

- стандарт Российской Федерации : введен приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 27 декабря 2012 г. N 1984-ст : издание официальное : введен впервые : дата введения 2014-01-01. – М. : Стандартинформ. 2014. – 59 с. – Текст : непосредственный.
4. ДБН В.1.22:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування : національний стандарт України : затверджено наказом Міністерства регіонального розвитку та будівництва України від 13 серпня 2007 р. № 143 : замість СНиП 2.01.07-85, за винятком розділу 10 : надано чинності 2007-01-01. – Київ : Мінбуд України, 2006. – 78 с. – Текст : непосредственный.
 5. СП 20.13330.2016. Нагрузки и воздействия = Loads and impactst : национальный стандарт Российской Федерации : издание официальное : актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* : взамен СП 20.13330.2011 «СНиП 2.01.07-85* Нагрузки и воздействия» : дата введения 2017-06-04. – Москва : Минстрой России. 2017. – 104 с. – Текст : непосредственный.
 6. НПАОТ 0.00-6.18-16. Порядок проведения экспертизы промышленной безопасности и требований к оформлению её заключений : утверждён приказом Государственного комитета Гортехнадзора ДНР от 18.07.2016 № 330. – Текст : электронный. – URL : <http://gkgtn.ru/%D0%9D%D0%9F%D0%90%D0%9E%D0%A2%205.1.pdf> (дата обращения 02.11.2020).
 7. НПАОП 45.2-1.01-98. Правила обследования, оценки технического состояния и паспортизации производственных зданий и сооружений : издание официальное : утверждены приказом Государственного комитета строительства, архитектуры и жилищной политики Украины и Госназорохрантруда Украины от 27.11.97 № 32/288 : введены впервые : дата введения 1997-11-27. – Киев : Государственный комитет строительства, архитектуры и жилищной политики Украины и Госназорохрантруда Украины, 1997. – 11 с. – Текст : непосредственный.

Получена 11.11.2020

М. С. НОВИКОВ, С. О. ТИТКОВ
 ЕКСПЕРТИЗА ПРОМИСЛОВОЇ БЕЗПЕКИ БУДІВЛІ КОТЕЛЬНОЇ НА
 НЕБЕЗПЕЧНОМУ ВИРОБНИЧОМУ ОБ'ЄКТІ ТОВ «ОТИС-ДОН»
 ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Промислова безпека – це комплекс різноманітних заходів з метою запобігання та/або мінімізації наслідків аварій на небезпечних виробничих об'єктах. Простіше кажучи, промислова безпека – це створення таких умов на підприємстві або об'єкті, коли ризик виникнення аварій мінімальний, а в разі виникнення аварійної ситуації і аварії є план дії щодо запобігання її з мінімальними людськими жертвами. Промислова безпека і підприємство нерозривно пов'язані на всіх етапах існування організації від стадії проектування і експлуатації до ліквідації підприємства. За дотриманням виконання норм і правил промислової безпеки відповідає підприємство в особі керівника підприємства, головного інженера та осіб, відповідальних за експлуатацію небезпечного обладнання. Експертиза промислової безпеки (ЕПБ) – оцінка відповідності об'єкта експертизи вимогам і нормам безпечної експлуатації, прописаних у федеральних нормах і правилах промислової безпеки, а так само інших документах ДНР з промбезпеки. Результатом проведення експертизи промислової безпеки є висновок експертизи промислової безпеки, зареєстрований в реєстрі висновків ЕПБ Держтехнагляду. Експертиза промислової безпеки проводиться тільки підприємствами, які відносяться до небезпечних виробничих об'єктів незалежно від класу небезпеки.

Ключові слова: експертиза промислової безпеки, технічний стан, обстеження, пошкодження, оцінка несучої здатності, дефект.

NYKYTA NOVYKOV, SERGEY TITKOV
 EXAMINATION OF INDUSTRIAL SAFETY OF THE BOILER HOUSE
 BUILDING AT THE HAZARDOUS PRODUCTION FACILITY OF
 OTIS-DON LLC»
 Donbas National Academy of Civil Engineering And Architecture

Abstract. Industrial safety is a complex of various measures aimed at preventing and / or minimizing the consequences of accidents at hazardous production facilities. Simply put, industrial safety is the creation of conditions at an enterprise or facility where the risk of accidents is minimal, and in the event of an emergency and an accident, there is a plan of action to prevent it with minimal loss of life. Industrial safety and the enterprise are inextricably linked at all stages of the organization's existence, from the design and operation stage to the liquidation of the enterprise. The company represented by the head of the company, the chief engineer and persons responsible for the operation of hazardous equipment, is responsible for compliance with the norms and rules of industrial safety. Industrial safety expertise (EPB) is an assessment of the compliance of the object of expertise with the requirements and standards of safe operation prescribed

in the federal standards and rules of industrial safety, as well as other documents of the DPR on industrial safety. The result of the industrial safety examination is the conclusion of the industrial safety examination, registered in the register of conclusions of the EPB Russian State Technical Authority. Industrial safety expertise is carried out only by enterprises that belong to hazardous production facilities, regardless of the hazard class.

Key words: expert examination of industrial safety, technical condition, inspection, damage, assessment of load-bearing capacity, 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 возведения 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 ДООУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: будівництво в обмежених умовах, технологія зведення підземних частин будівель на основі огорожі «стіна в ґрунті», розробка ґрунту в котлованах.

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

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

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

УДК 693.557

В. В. ТАРАН, А. В. ИХНО, С. Е. ГОЗУЛОВ

ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

**ВЫБОР ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ
БЕТОНИРОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ЗИМНИХ
УСЛОВИЯХ ДОНБАССА**

Аннотация. Изложена актуальность работы, анализ ранее выполненных исследований и разработок в области технологии и организации строительного производства, направленных на формирование и выбор рациональных решений по возведению вертикальных монолитных конструкций в зимних условиях. Раскрыта сущность и состояние вопроса выбора метода зимнего бетонирования в условиях Донбасса. В статье изложена технология прогрева бетона колонн нагревательными проводами с применением системы автоматического программного регулирования процессов термообработки. Разработана схема раскладки и подключения нагревательного провода и алгоритм регулирования нагрева бетона колонн при термообработке. Дана оценка влияния факторов производства, ограничивающих возведение конструкции. Приведены сравнительные показатели по трудоемкости и продолжительности возведения вертикальных конструкций при различных схемах укладки нагревательного провода с применением системы автоматического программного регулирования процессов термообработки.

Ключевые слова: термообработка, нагревательные провода, автоматизированная система управления, технико-экономические показатели.

Особенности климата Донбасса, которые обуславливаются его географическим положением, оказывают значительное влияние на проведение строительных работ в холодный период года. Продолжительность зимнего периода составляет около 5–6 месяцев. Выбор основных методов производства бетонных работ зимой зависит от множества различных факторов. Среди них основными являются назначение конструкции, массивность, способ укладки и температура окружающей среды, время на набор прочности, другие факторы (вид опалубки, наличие утеплителя, возможности применения химдобавок и т. д.).

При выборе метода нельзя пренебрегать и такими показателями, как трудозатраты, сроки производства работ, затраты на оборудование и материалы. Термообработка бетона выполняется разными способами, при этом особое внимание уделяется управлению температурным режимом в период набора прочности бетона. Попытки управлять прогревом бетона разными способами делались неоднократно и продолжаются. Без четкого понимания температурной ситуации в конструкции, твердеющей на морозе, успешно управлять термообработкой невозможно. Производство бетонных работ в зимнее время требует дополнительных трудовых, материальных и энергетических ресурсов. Ключом к энергетической и экономической эффективности процесса является управление термообработкой бетона.

Целью представленной работы является повышение эффективности возведения монолитных вертикальных конструкций в зимних условиях путем выбора рациональных организационно-технологических решений.

Во внедрение новых методов зимнего бетонирования внесли вклад такие ученые и экспериментаторы: А. И. Гныря [1], С. В. Коробков, Ю. С. Вытчиков, И. Г. Беяков и другие.

К. М. Мозгалёв рассматривает бетонные конструкции, испытывающие интенсивные истирающие нагрузки в процессе эксплуатации, а также вопрос применения в этих конструкциях бетонов и растворов на основе магнезиального вяжущего [2]. Об истории развития зимнего бетонирования в

России, особенностях технологий производства и использования современных противоморозных добавок рассказывают участники организованного журналом «Технологии бетонов» круглого стола. Л. А. Беркович в своей работе разрабатывает научно-методические положения организационно-технологического обеспечения процессов зимнего бетонирования применительно к монолитным конструкциям гражданских зданий [3, 4]. С. Н. Золотухин и А. Н. Горюшкин классифицируют методы бетонирования при отрицательных температурах и разбирают технологии их производства [5]. В своей работе Д. Г. Имайкин, Р. А. Ибрагимов, М. М. Мартынов и А. Р. Сунгатуллина [6] представляют результаты исследований температурных и прочностных показателей конструкции при прогреве в термоактивной опалубке. Кроме того, они анализируют различные методы зимнего бетонирования. Так как температура бетонной смеси в значительной мере зависит от температуры ее составляющих, их хранение и обеспечение заданных параметров при отрицательных температурах становится важнейшей задачей. Расчет допустимого температурного режима бетонной кладки из условия обеспечения ее трещиностойкости в своей работе приводит В. И. Телешев. Анализ работ по исследованию влияния раннего замораживания на нарастание прочности бетона дан в статье А. Б. Тринкера, в которой также представлены специальные методы зимнего бетонирования. Ю. А. Корытов выделяет способ нагрева проводами. В его трудах приведены преимущества этого метода по сравнению с другими. Он пишет, что принципиальное достоинство его в том, что нагрев происходит внутри бетона, что обуславливает его ускоренное твердение по сравнению с другими способами [7].

Выбор основных методов производства бетонных работ зимой зависит от множества различных факторов. Среди них основными являются: назначение конструкции; массивность; способ укладки; температура окружающей среды; время на набор прочности. Однако в условиях Донбасса часто приходится учитывать и другие факторы (возможность доставки материалов, вид опалубки, наличие утеплителя, возможности применения химдобавок и т. д.). Окончательный выбор метода производства бетонных работ в зимнее время должен быть подкреплён экономическими показателями.

В результате сравнения различных методов зимнего бетонирования по трудозатратам, расходу электроэнергии, температуре применения в условиях Донбасса определен наиболее эффективный электропрогрев – прогрев нагревательными проводами. Кроме того, именно эта технология среди всех рассмотренных ранее является сравнительно простой и экономичной в использовании. Недостатком технологии является невозможность повторного использования нагревательного провода, так как провод укладывается непосредственно внутрь бетонируемой конструкции, и после термообработки бетона не подлежит демонтажу и остается внутри конструкции навсегда. Данная технология применима при бетонировании конструкций с модулем поверхности от 6 до 10 в интервале температур $-15-40\text{ }^{\circ}\text{C}$. На рисунках 1 и 2 представлены схемы установки греющего провода.



Рисунок 1 – Установка греющего провода путем навивки его на арматуру.

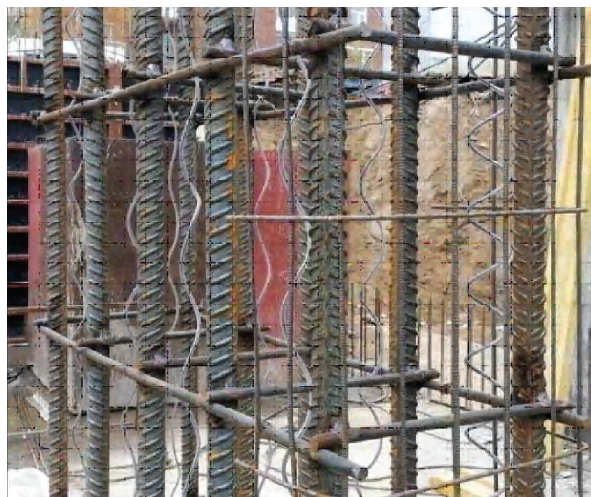


Рисунок 2 – Установка греющего провода вдоль арматуры на всю высоту колонны.

Метод обогрева греющим проводом является универсальной технологией термоизоляции бетона при отрицательных температурах, нашедшей широкое применение при возведении монолитных

железобетонных зданий, с прогревом стен, перекрытий, колон и фундамента. Прогрев греющими проводами происходит изнутри конструкции – кондуктивно, так как источник тепла (провод) укладывается непосредственно внутрь бетонируемой конструкции. После заливки бетона по проводу пускается электрический ток определенных параметров для нагрева смеси изнутри. В этом состоит большое преимущество данного способа, поскольку в отличие от всех подобных методов, когда тепло от источника подводится к конструкции извне и осуществляет нагрев с поверхности, используя греющий провод, все тепло передается бетону.

Для прогрева бетона в конструкциях применяются специально выпускаемые для этой цели нагревательные провода с диаметром жилы (стальная проволока в пластиковой изоляции) от 1,2 до 3,0 мм. Типы применяемых кабелей при прогреве бетона приведены в таблице.

Таблица – Типы применяемых кабелей при прогреве бетона

Тип кабеля	Кол-во жил	Особенности монтажа	Рабочая температура/ Температура монтажа, °С	Максимальная мощность тепловыделения, Вт/м
КДБС (Россия)	2	Не требует подрезания, а благодаря специальным муфтам, легко укладывается по выбранной схеме	–60 до +50/не ниже –15	25
ВЕТ (Финляндия)	2		ниже 5/не ниже –30	25
ПНСВ (Россия)	1	Требуется подрезание, соединение холодных концов производится при помощи клеммника	–60 до +50/не ниже –15	20
ПНСП (Россия)	1		–60 до +50/не ниже –15	25

Подключение ПНСВ кабеля возможно по однофазной и трехфазной схеме. В любой схеме подключения важно учитывать тот факт, чтобы в погруженном в бетон проводе сила тока составляла примерно 15 Ампер. Распространенные схемы трехфазного подключения показаны на рисунке 3.

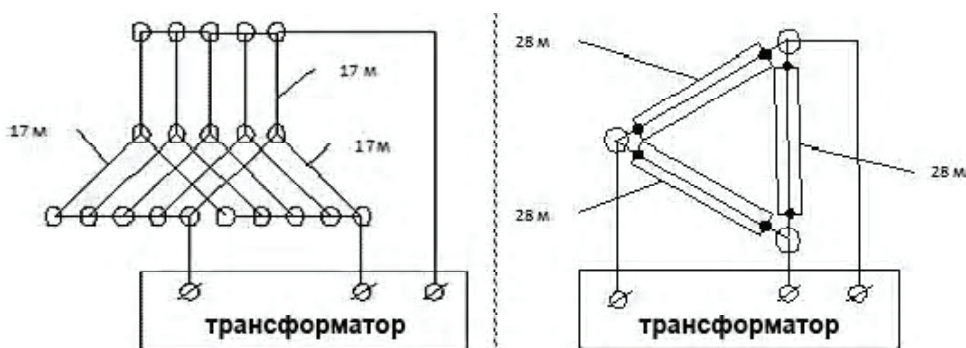


Рисунок 3 – Схемы трехфазного подключения провода.

Производство бетонных работ в зимнее время требует дополнительных трудовых, материальных и энергетических ресурсов. Ключом к энергетической и экономической эффективности процесса является управление термообработкой бетона. Автоматическое управление процессом прогрева является эффективным способом сокращения расходования электроэнергии на прогрев бетона и позволяет гарантировать качество бетона, твердеющего на морозе выполнением всех нормативных температурных ограничений.

В зависимости от характера и объема операций, выполняемых автоматическими устройствами, различаются различные виды автоматизации. Проведен анализ автоматизированных систем управления процессами производства и обработки материалов, на его основании разработана классификация автоматизации строительных процессов, представленная на рисунке 4. Наиболее совершенным является автоматическое регулирование, обеспечивающее поддержание заданных значений в заранее установленных условиях.

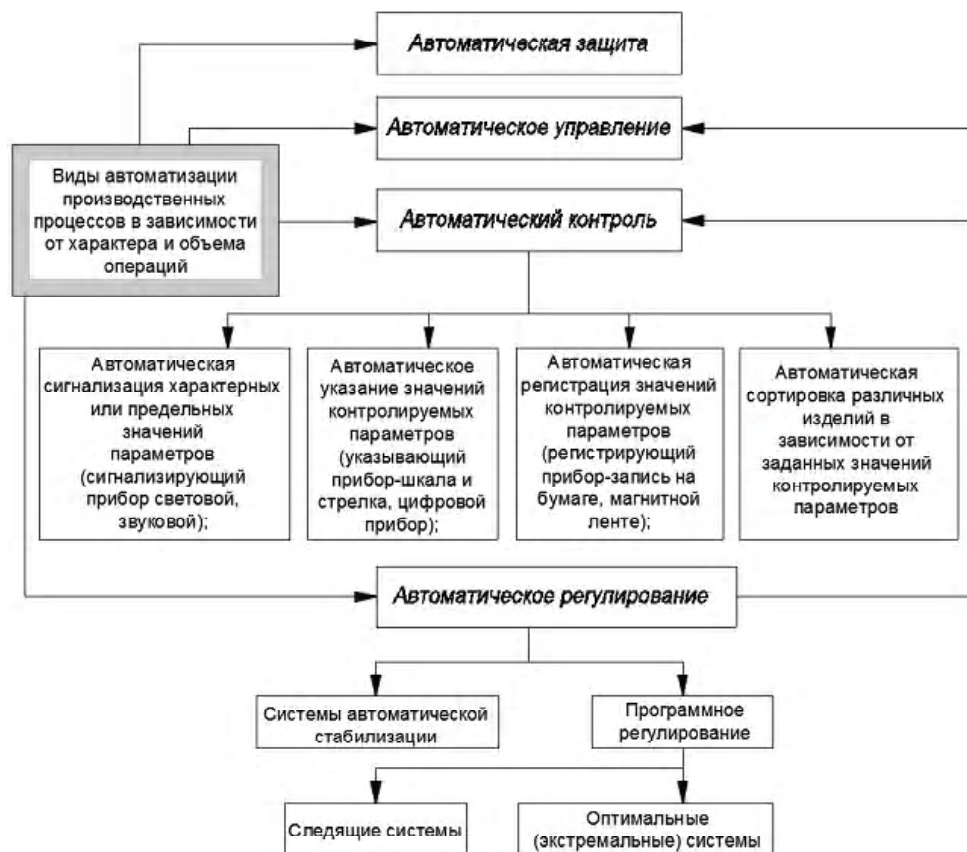


Рисунок 4 – Классификация автоматизации строительных процессов.

Для эффективности управления термообработки бетона применена система автоматического программного регулирования РТМ-5. Регулирование нагрева осуществляется по исходным данным программы и достигнутой бетоном прочности путем включения-выключения питания нагревателей. Для регулирования температуры обогрева бетона в специальной скважине устанавливают выносной термодатчик системы автоматики и подают напряжение на проволочные электронагреватели. Алгоритм регулирования нагрева представлен на рисунке 5.

Работы по термообработке ведутся фрагментами, каждый фрагмент насчитывает по 8 колонн, что обусловлено техническими параметрами управляющей системы РТМ-5, при помощи которой можно осуществлять контроль только 8 элементов. На рисунке 6 представлена схема раскладки и подключения нагревательного провода при термообработке бетона. Производится определение параметров термообработки бетона колонн (сечение провода, длина провода на один элемент/захватку/этаж, напряжение, U , В) с заданными размерами и модулем поверхности (M_p) из условий бетонирования:

- температура бетонной смеси, уложенной в опалубку, $^{\circ}\text{C}$;
- средняя температура наружного воздуха в течение суток, $^{\circ}\text{C}$;
- скорость ветра, м/с;
- температура изотермического выдерживания бетона, $^{\circ}\text{C}$.

После чего определяется режим термообработки бетона при условии, что прочность бетона составит не менее 70 %. Продолжительность нагрева при скорости нагрева $4,0^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ составляет 10 ч, изотермическая выдержка при $+40^{\circ}\text{C}$ – 60 ч и остывания до нуля при скорости остывания $2,0^{\circ}\text{C}/\text{ч}$ – не менее 20 ч.

Технология возведения отдельных конструкций и всего объекта в целом, объединяет простые и сложные технологические процессы. Эффективность технологий зависит от уровня взаимодействия процессов: чем выше степень их сочетания, тем технологичнее возведение конструкции [8].

Состав работ по термообработке вертикальных конструкций включает процессы:

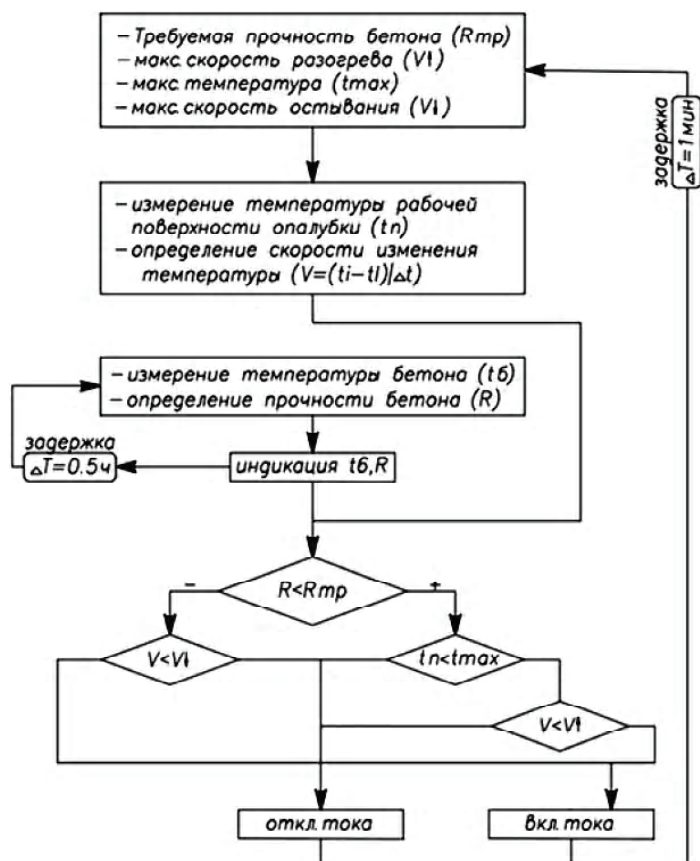


Рисунок 5 – Алгоритм регулирования нагрева по исходным данным программы и достигнутой бетоном прочностю путем включения-выключения питания нагревателей.

- установка арматуры отдельными стержнями со сваркой узлов колонны и стойки рам хомутами сложной формы;
- сборка и разборка деревянной щитовой опалубки для устройства колонн высотой до 6 м, периметр, м. свыше 1,8 до 2,0;
- укладка бетонной смеси в конструкции кранами в бадьях в колонны при наименьшей стороне поперечного сечения 500 мм;
- прокладка кабелей с виниловой, полиэтиленовой оболочками с креплениями накладными скобами сечением до 6 мм²;
- разводка по устройствам и подключение жил кабелей или проводов внешней сети к блокам зажимов и к зажимам аппаратов и приборов, установленных на устройствах, сечение жилы до 10 мм²;
- электротермообработка бетонной смеси

Выбор организационно-технологических решений включает в себя совокупность технологических и организационных процессов, необходимых для решения выбранного метода термообработки, а также подбор количественного и квалификационного состава рабочих. После выбора организационно-технологических решений определяются сроки [9] и стоимость выполнения строительных работ, в результате чего проводится технико-экономическое сравнение и определяется оптимальная схема раскладки и подключения нагревательного провода вертикальных конструкций в построечных условиях.

Выбор организационно-технологических решений определяет стоимость и сроки выполнения строительных работ, что в свою очередь влияет на выбор схемы раскладки нагревательного провода в условиях строительной площадки. Ожидаемая эффективность характеризуется проектными показателями, которые содержат информацию о конструктивно-технологических особенностях возводимых несущих конструкций.

Сравнение показателей технологичности по способу прогрева вертикальных конструкций (варианты: 1 – с навивкой нагревательного провода вокруг арматурного каркаса с заданным шагом

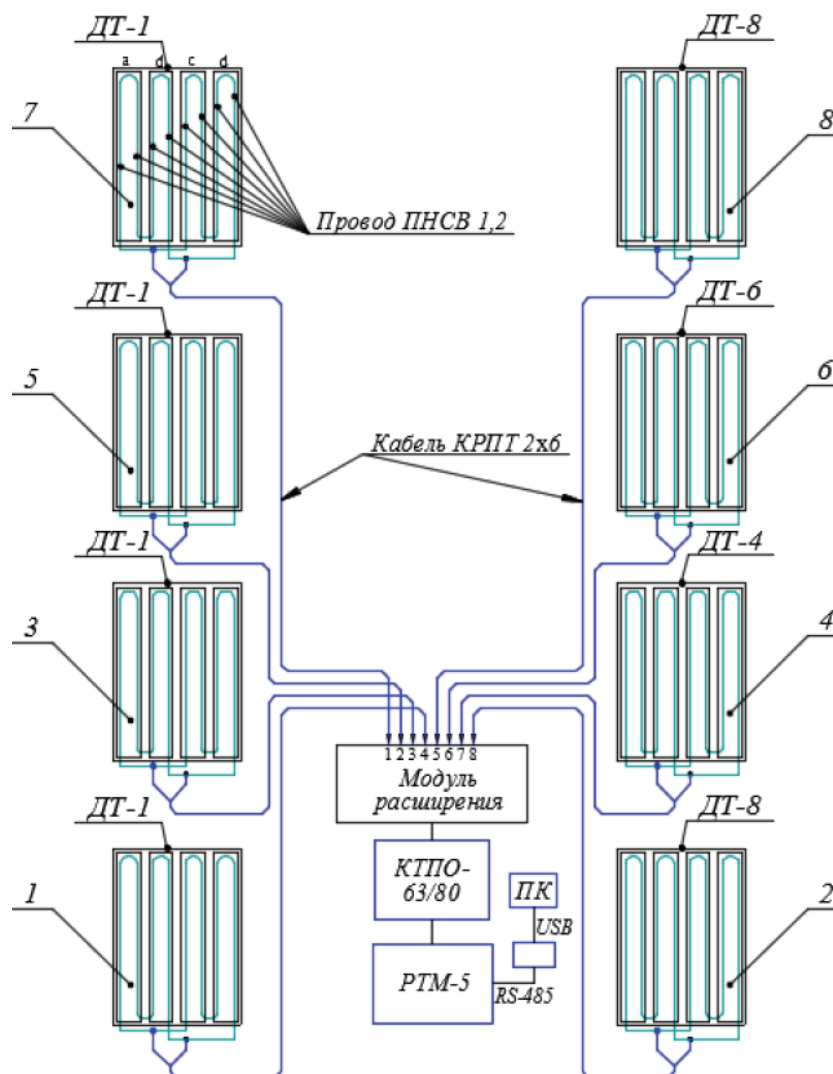


Рисунок 6 – Схема раскладки и подключения нагревательного провода при термообработке бетона.

(горизонтальная наливка); 2 – с наливкой нагревательного провода вдоль арматурного каркаса (вертикальная наливка)) в условиях строительной площадки на 100 м³ показали: продолжительность выполнения работ для 2 варианта увеличивается на 7 дней, что ведет к увеличению трудоемкости.

Основные технико-экономические показатели по возведению вертикальных монолитных конструкций в зимний период в условиях Донбасса позволили определить, что материалоемкость сокращается до 24 %, трудоемкость до 14 %, а продолжительность работ до 8% при вертикальной навивке нагревательного провода в сравнении с навивкой нагревательного провода вдоль арматурного каркаса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гныря, А. И. Технология бетонных работ в зимних условиях / А. И. Гныря. – Томск : Издательство Томского государственного университета, 1984. – 280 с. – Текст : непосредственный.
2. Мозгалёв, К. М. Интенсификация технологических процессов зимнего бетонирования : специальность 05.23.08 «Технология и организация строительства» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Мозгалёв Кирилл Михайлович ; «Южно-Уральский государственный университет» (национальный исследовательский университет). – Санкт-Петербург, 2013. – 21 с. : ил. – Библиогр.: с. 20–21. – Место защиты: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. – Текст : непосредственный.
3. Беркович, Л. А. Массовое жилищное строительство в России, чему учит история / Л. А. Беркович. – Текст : непосредственный // Доступное жилье гражданам России : материалы Всероссийской научно-практической конференции, 2006. – Челябинск. – С. 20–29.

4. Беркович, Л. А. Организационно-технологическое обеспечение процессов зимнего бетонирования жилых зданий / Л. Беркович. – Текст : непосредственный // Жилищное строительство. 2007. – № 6. – С. 15–16.
5. Золотухин, С. Н. Бетонирование при отрицательных температурах / С. Н. Золотухин, А. Н. Горюшкин. – Текст : непосредственный // Научный вестник ВГАСУ : материалы 15-ой межрегиональной научно-практической конференции «Высокие технологии. Экология», 17–18 мая 2012 г. – Воронеж : Воронежский государственный архитектурно-строительный университет, 2012. – С. 81–85.
6. Технология зимнего бетонирования строительных конструкций с применением термоактивной опалубки / Д. Г. Имайкин, Р. А. Ибрагимов, М. М. Мартынов, А. Р. Сунгатуллина. – Текст : непосредственный // Вестник Казанского технологического университета. 2014. – Т. 17. – № 24. – С. 96–98.
7. Корытов, Ю. А. Зимнее бетонирование с применением нагревательных проводов / Ю. А. Корытов. – Текст : непосредственный // Механизация строительства. – 2010. – № 3. – С. 14–20.
8. Лapidус, А. А. Потенциал эффективности организационно-технологических решений строительного объекта / А. А. Лapidус. – Текст : непосредственный // Вестник МГСУ. – 2014. – № 1. – С. 175–180.
9. ДСТУ Б А.3.1-22:2013. Визначення тривалості будівництва об'єктів : національний стандарт України : видання офіційне : затверджено від 20.08.2013 року № 393 : на заміну СНиП 1.04.03-85* : надано чинності 2014-01-01 / Науково-дослідний інститут будівельного виробництва (НДІБВ). – Київ : Мінрегіон України, 2014. – 35 с. – Текст : непосредственный.
10. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення : національний стандарт України : видання офіційне : затверджено наказом від 24.12.2009 № 680 : на заміну СНиП 2.03.01-84* : надано чинності 2009-12-24 / ДП «Державний науково-дослідний інститут будівельних конструкцій» (НДІБК). – Київ : Мінрегіонбуд, 2011. – 71 с. – Текст : непосредственный.
11. ДСТУ Б Д.2.2.-3:2008. СТБ Д.2.2.-3:2008. Ресурсные элементные сметные нормы на строительные работы. Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Бетонные работы (сборник 6) : национальный стандарт Украины : издание официальное : принят и введен в действие приказом Минрегионстроя Украины от 28.02.2008 № 102 : взамен ДБН Д.2.2-6-99 / Украинский государственный научно-исследовательский центр ценообразования в строительстве «Цінобуд». – Киев : Минрегионстрой Украины, 2008. – 15 с. – Текст : непосредственный.
12. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции : издание официальное : утвержден постановлением Госстроя СССР от 4 декабря 1987 г. № 280 : дата введения 1988-07-01 / ЦНИИОМТП Госстроя СССР; НИИЖБ Госстроя СССР; ВНИПИПромстальконструкцией Минмонтажспецстроя СССР [и др.]. – Москва : ФГУП ЦПП, 2007. – 192 с. – Текст : непосредственный.

Получена 26.11.2020

В. В. ТАРАН, А. В. ІХНО, С. Є. ГОЗУЛОВ
 ВИБІР ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ РІШЕНЬ БЕТОНУВАННЯ
 ВЕРТИКАЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ В ЗИМОВИХ УМОВАХ ДОНБАСУ
 ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. Викладена актуальність роботи, аналіз раніше виконаних досліджень і розробок в області технології і організації будівельного виробництва, спрямованих на формування і вибір раціональних рішень щодо зведення вертикальних монолітних конструкцій в зимових умовах. Розкрито сутність і стан питання вибору методу зимового бетонування в умовах Донбасу. У статті викладена технологія прогріву бетону колон нагрівальними проводами із застосуванням системи автоматичного програмного регулювання процесів термообробки. Розроблено схему розкладки і підключення нагрівального дроту і алгоритм регулювання нагріву бетону колон при термообробці. Дана оцінка впливу чинників виробництва, що обмежують зведення конструкції. Наведено порівняльні показники щодо трудомісткості і тривалості зведення вертикальних конструкцій за різними схемами укладання нагрівального дроту із застосуванням системи автоматичного програмного регулювання процесів термообробки.

Ключові слова: термообробка, нагрівальні дроти, автоматизована система управління, техніко-економічні показники.

VALENTINA TARAN, ANNA IHNO, SERGEY GOZULOV
 THE CHOICE OF ORGANIZATIONAL AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS
 FOR CONCRETING VERTICAL STRUCTURES IN THE WINTER CONDITIONS
 OF DONBAS
 Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article describes the relevance of the work, the analysis of previously performed research and development in the field of technology and organization of construction production, aimed at the formation

and selection of rational solutions for the construction of vertical monolithic structures in winter conditions. The essence and state of the issue of choosing a method of winter concreting in the conditions of Donbas is revealed. The article describes the technology of heating the concrete of the columns with heating wires using a system of automatic programmed control of heat treatment processes. The layout and connection of the heating wire and the algorithm for regulating the heating of the concrete of the columns during heat treatment have been developed. An assessment of the influence of production factors limiting the construction of the structure is given. Comparative indicators on the labor intensity and duration of the construction of vertical structures for various schemes of laying the heating wire using the system of automatic software control of heat treatment processes are given.

Key words: heat treatment, heating wires, automated control system, technical and economic indicators.

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.

Ихно Анна Владимировна – ассистент кафедры 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

Гозулов Сергей Евгеньевич – 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 путем снижения энергоемкости, материалоемкости, трудоемкости и стоимости строительной продукции.

Таран Валентина Володимирівна – кандидат технічних наук, доцент кафедри технології та організації будівництва ДОУ 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.

Ихно Ганна Володимирівна – асистент кафедри технології та 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

Гозулов Сергій Євгенович – магістрант кафедри технології та організації будівництва ДОУ 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.

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.

Ihno Anna – assistant, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: design, installation, operation, technical diagnostics, assessment of technical condition, reconstruction and strengthening of metal structures, technology and organization of work in the construction and reconstruction of buildings and structures.

Gozulov Sergey – Master's student, Technology and Management in Construction Department, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: improving the efficiency of structural and technological solutions in the construction of monolithic frame civil buildings, by reducing the energy intensity, material intensity, labor intensity and cost of construction products.

УДК 528.48

П. И. СОЛОВЕЙ, А. Н. ПЕРЕВАРЮХА, Р. Р. КОПАЧЕВ

ГООУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

НОРМИРОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КРЕНА ДЫМОВЫХ ТРУБ

Аннотация. В статье выполнен сравнительный анализ различных нормативных документов по нормированию точности определения крена дымовых труб, находящихся в условиях строительства и эксплуатации. Установлено, что некоторые нормативные документы вступают в противоречия друг с другом. Не выдержано требование, чтобы соотношение предельного крена к погрешности его измерения было равно пяти и более. Представлено варианты решения данной проблемы. Для уменьшения влияния жестких требований к точности определения крена строящихся дымовых труб высотой до 100 м предложено выражать погрешность определения крена линейной функцией, которая исключает этот недостаток. Предложено в результате обширного обсуждения статьи найти оптимальное решение проблемы нормирования точности определения крена не только дымовых труб, но и других видов высотных сооружений башенного типа.

Ключевые слова: крен, точность, нормирование, дымовые трубы, предельные крены, предельная погрешность.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Предельные крены дымовых труб и точность их определения рассматриваются различными нормативными документами, которые вступают с друг с другом в серьезные противоречия. Анализ нормативных документов показывает, что настала острая необходимость приведения точности измерения крена и предельный крен в соответствие с нормативными документами, что позволит однозначно выполнять расчет точности необходимых измерений как на стадии строительства, так и в период эксплуатации.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

Нормированию точности геодезических измерений посвящено много публикаций как у нас в стране, так и за рубежом. Среди них работы [9, 10]. Непосредственно нормированию точности определения крена посвящены следующие работы [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8]. Но недостаточно работ посвящено приведению предельных кренов дымовых труб и точности их измерений в соответствии с различными нормативными документами.

ЦЕЛИ

Выполнить сравнительный анализ различных нормативных документов, регламентирующих предельные крены дымовых труб и точность их измерений.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

Дымовые трубы проектируют преимущественно конической и цилиндрической формы. Основной осью дымовой трубы является вертикальная ось – линия, соединяющая центры контролируемых сечений на разных уровнях. Отклонения вертикальной оси от отвесной линии, проходящей через центр нижнего сечения, вызванные неравномерными осадками основания фундамента, называют креном. Крен дымовых труб задают в линейной Q и относительной мерах. Под линейным креном понимают проекцию вертикальной оси сооружения на горизонтальную плоскость. Относительный крен вычисляют по формуле:

$$i_Q = \frac{Q}{H}, \quad (1)$$

где H – высота сооружения.

Предельные крены регламентируются нормативными документами отдельно в условиях строительства и эксплуатации. Предельные крены в условиях строительства регламентируются СП 83.13330.2016 [8], согласно которому для дымовых труб высотой меньше 100 м его вычисляют по формуле:

$$Q_{\text{доп}} = 0,002H, \quad (2)$$

но не более 150 мм, а для труб высотой больше 100 м:

$$Q_{\text{доп}} = 0,015H, \quad (3)$$

но не более 200 мм.

Предельные крены дымовых труб в условиях эксплуатации регламентируются СП 22.13330.2011 [6], согласно которым предельный относительный крен для дымовых труб высотой меньше 100 м не должен превышать:

$$i_{\text{пред.}} \leq 0,005, \quad (4)$$

а для труб высотой больше 100 м:

$$i_{\text{пред.}} \leq \frac{1}{2H} \quad (5)$$

Предельные крены дымовых труб в условиях строительства меньше предельных кренов сооружений, находящихся в эксплуатации, в 2,5 раза. Это объясняется тем, что в условиях строительства передача центра нижнего сечения на монтажный горизонт осуществляется способом вертикального проектирования с применением приборов вертикального оптического или лазерного проектирования, а также механическим способом (тяжелыми отвесами). Такой способ позволяет передавать точки с исходного на монтажные горизонты с более высокой точностью по сравнению со способом наклонного проектирования, применяемым в условиях эксплуатации. В практике геодезических работ известен случай, когда при строительстве дымовой трубы № 1 Экибастузской ГРЭС из-за неравномерных осадок основания, вызванных вибрацией механизмов в котловане главного корпуса, возник крен, величина которого составила 883 мм на высоте $H = 100$ м, что более чем в 5 раз превышает предельный крен (150 мм), согласно [7].

Предельная погрешность определения крена регламентируется ГОСТ-24846-2012 [1] и не должна превышать для сооружений любой высоты как в условиях строительства, так и в процессе эксплуатации:

$$m_Q = 0,0005H. \quad (6)$$

Для анализа взаимодействия нормативных документов предельные крены и погрешности их измерений, вычисленные по формулам (2) – (6) и приведенные к линейной мере, представим в таблице 1.

Анализ таблицы 1 показывает, что предельные погрешности измерения кренов (столбец 5) меньше предельных кренов дымовых труб в условиях строительства (столбец 3) высотой от 30 до 200 метров

Таблица 1 – Предельные крены дымовых труб и погрешности их измерений

№ п/п	Высота дымовых труб H , м	Предельные крены, мм		Предельные погрешности $m_Q=0,0005H$, мм ГОСТ 24846-2012	СКП измерений крена, мм $m_Q/3$
		в условиях строительства СП 83.13330.2016	в условиях эксплуатации СП 22.13330.2011		
1	30	60	150	15	5
2	50	100	250	25	8
3	100	150	500	50	17
4	200	200	500	100	33
5	300	200	500	150	50
6	400	200	500	200	67
7	500	200	500	250	83

в 2–4 раза. Но начиная с высоты $H = 300$ м предельные погрешности равны и даже превышают предельные крены (строчки 6–7). Вычисленная средняя квадратическая погрешность определения крена помещена в таблицу 1 (столбец 6). Как видно из таблицы 1, требование к точности измерения кренов для дымовых труб небольшой высоты значительно выше, чем для труб большой высоты и их сложно обеспечить.

В Своде Правил [7] авторы попытались привести в соответствие предельные крены дымовых труб и точность их измерений. Для анализа этого документа, приведем без изменений фрагмент, касающийся дымовых труб, и поместим в таблице 2.

Таблица 2 – Предельные крены дымовых труб и точность их определения по СП 126.13330-2012

№ п/п	Сооружение	Предельные деформации основания		
		Погрешности при их измерениях		
		относительная разность осадок ($\Delta s/L$)	величина крена i_u	Средняя осадка, см
...	5. Дымовые трубы высотой H , м			
5.1	$H \leq 100$	–	$\frac{0,005}{0,001}$	$\frac{40}{8}$
5.2	$100 < H \leq 200$	–	$\frac{1/(2H)}{0,0002}$	$\frac{30}{6}$
5.3	$200 < H \leq 300$	–	$\frac{1/(2H)}{0,0006}$	$\frac{20}{4}$
5.4	$H > 300$	–	$\frac{1/(2H)}{0,0006}$	$\frac{10}{2}$

Следует отметить, что Свод Правил [7] является актуализированной редакцией СНиПа 3.01.03-84 [5]. Но в этом СНиПе подобная таблица 2 отсутствует, а взята со СНиП 2.02.01-83 «Основания зданий и сооружений» [6]. Кроме того, в Своде Правил приведены нормативные параметры объектов для условий строительства, а СНиП 2.02.01-83 – для условий эксплуатации. Очевидно, авторы свода Правил решили нормировать предельные крены дымовых труб и точность их измерений как в условиях строительства, так и в условиях эксплуатации.

В Своде Правил (таблица 2, столбец 4) в числителе представлены предельные относительные крены, а в знаменателе – относительные погрешности их измерений. Для труб высотой до 100 м соблюдено требование документов [7]. Для обеспечения надежности, репрезентативности, объективности и достоверности определения крена этот документ требует, чтобы погрешность его измерения была меньше предельного крена не менее, чем в 5 раз, т. е.:

$$m_Q = \frac{Q_{\text{п}}}{5}. \quad (7)$$

Анализ таблицы 2 (столбец 4) показывает, что для труб высотой до 100 м это условие соблюдается ($0,005/0,001 = 5$). Но для труб высотой от 100 до 200 метров предельный относительный крен составит $i_{\text{пред.}} = 1/(2H) = 1/(2 \cdot 200) = 0,0025$, а относительная погрешность равна 0,0002, что 12,5 раз меньше предельного крена и этот норматив сложно обеспечить.

Для дымовых труб высотой более 200 м (например, $H = 300$ м) предельный относительный крен составит $i_{\text{пред.}} = 1/(2H) = 1/(2 \cdot 300) = 0,0017$, а относительная погрешность $i_Q = 0,0006$. Соотношение составит:

$$0,0017 : 0,0006 = 2,7,$$

что меньше требуемого соотношения равного 5.

Анализ представленных результатов, помещенных в таблицах 1, 2 показывает, что назрела необходимость в изменении допусков на точность определения крена дымовых труб. Очевидно, что допуски на точность определения крена необходимо назначать отдельно для строящихся дымовых труб и находящихся в эксплуатации.

Так как предельные крены строящихся дымовых труб меньше предельных кренов сооружений, находящихся в эксплуатации, то погрешности их измерений следует назначать отдельно.

Кроме того, для уменьшения влияния жестких требований к точности определения крена строящихся дымовых труб высотой меньше 100 метров погрешность измерений крена следует выражать линейной зависимостью:

$$m_Q = a + b \cdot H, \quad (8)$$

а для дымовых труб высотой более 100 метров:

$$m_Q = b \cdot H. \quad (9)$$

В формулах (8) и (9) коэффициенты a и b необходимо подбирать с таким расчётом, чтобы отношение предельного крена и погрешности его измерения было не меньше пяти, что требует [7].

Нами предложено для строящихся дымовых труб разделить их по высоте на пять групп (таблица 3). Это позволит для сооружений высотой до 100 м подобрать такие коэффициенты a и b в уравнении (8), чтобы соотношение $Q_{доп.}/m_Q$ было не меньше пяти. Кроме того, коэффициент a позволит уменьшить влияние жестких требований к точности определения крена сооружений высотой меньше 50 метров.

Таблица 3 – Предельные крены и погрешности их измерений строящихся дымовых труб

№ п/п	Дымовые трубы высотой H , м	Предельный крен $Q_{доп.}$, мм по СНиП 3.01.03-84	Погрешность определения крена m_Q , мм
1	$H \leq 30$	$0,002H$	$4 \text{ мм} + 0,0002H$
2	$30 < H \leq 50$	$0,002H$	$6 \text{ мм} + 0,0002H$
3	$50 < H \leq 100$	$0,002H$	$10 \text{ мм} + 0,0002H$
4	$100 < H \leq 200$	200	$0,0002H$
5	$200 < H \leq 300$	200	$0,00013H$
6	$300 < H \leq 400$	200	$0,0001H$

Анализ предельных кренов и погрешностей их измерений показывает (таблица 3), что для всех шести групп дымовых труб соотношение $Q_{доп.}/m_Q$ не меньше пяти.

Для дымовых труб, находящихся в условиях эксплуатации, нами предложено (таблица 4) подобрать относительные погрешности с таким расчетом, чтобы выполнялось требование [7]:

$$i_Q = 0,2i_{пред.} \quad (10)$$

Таблица 4 – Предельные относительные крены и погрешности их измерений для дымовых труб, находящихся в условиях эксплуатации

№ п/п	Дымовые трубы высотой H , м	Предельный относительный крен $i_{пред.}$ по СНиП 2.02.01-83	Относительная погрешность определения крена i_Q
1	$H \leq 100$	0,005	0,001
2	$100 < H \leq 200$	$1/(2H)$	0,0005
3	$200 < H \leq 300$	$1/(2H)$	0,0003
4	$300 < H \leq 400$	$1/(2H)$	0,00025

Анализ таблицы 4 показывает, что для всех групп дымовых труб выполняется условие (10).

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Поднятые нами проблемы нормирования точности определения кренов рассмотрены только для дымовых труб. Аналогичные проблемы касаются других видов высотных сооружений башенного типа (телебашни, телемачты, опоры ЛЭП и др.) и требуют своего решения.

В заключение отметим, что предложенная статья не лишена недостатков и представлена к опубликованию в порядке обсуждения и дискуссии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- ГОСТ 24846-2012. Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений = Soils. Methods for measuring deformations of the foundations of buildings and structures : национальный стандарт Российской Федерации.

- Федерации : издание официальное : утвержден приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 29 октября 2012 г. N 599-ст : взамен ГОСТ 24846-81 : дата введения 2013-07-01 / ОАО «НИЦ "Строительство"». – Москва : Стандартинформ, 2014. – 18 с. – Текст : непосредственный.
2. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування : національний стандарт України : видання офіційне : введено вперше зі скасуванням на території України СНиП 2.02.01-83 ; чинні від 2009-07-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. – 107 с. – Текст : непосредственный.
 3. ДБН В.1.3-2-2010. Геодезичні роботи в будівництві : національний стандарт України : видання офіційне : затверджено наказом від 21.01.2010 р. № 20 : введено вперше зі скасуванням на території України СНиП 3.01.03-84 : чинні від 2010-01-21. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. – 70 с. – Текст : непосредственный.
 4. СНиП 3.03.01-87. Несущие и ограждающие конструкции : издание официальное : утвержден постановлением Госстроя СССР от 4 декабря 1987 г. № 280 : дата введения 1988-07-01 / ЦНИИОМТП Госстроя СССР; НИИЖБ Госстроя СССР; ВНИПИПромстальконструкцией Минмонтажспецстроя СССР [и др.]. – Москва : ФГУП ЦПП, 2007. – 192 с.
 5. СНиП 3.01.03-84. Геодезические работы в строительстве : издание официальное : утвержден постановлением Госстроя СССР от 4 февраля 1985 года N 15 : на замену СНиП III-2-75 : дата введения 1985-07-01 / ЦНИИОМТП Госстроя СССР с участием НИИОСП им. Н. М. Герсманова Госстроя СССР, НИИПГ ГУГК, трест Мосоргстрой Главмосстроя при Мосгорисполкоме. – Москва : ГУП ЦПП, 1997. – 28 с. – Текст : непосредственный.
 6. СП 22.13330.2011. Основания зданий и сооружений = Foundations of buildings and structures : издание официальное : утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 28 декабря 2010 г. N 823 : актуализированная редакция СНиП 2.02.01-83 : дата введения 2011-05-20 / исполнители Научно-исследовательский, проектно-изыскательский и конструкторско-технологический институт оснований и подземных сооружений им. Н. М. Герсманова – институт ОАО «НИЦ "Строительство"» (НИИОСП им. Н. М. Герсманова). – Москва : Минрегион России, 2011. – 166 с. – Текст : непосредственный.
 7. СП 126.13330-2012. Геодезические работы в строительстве = Geodetic works in construction : издание официальное : утвержден приказом Министерства регионального развития Российской Федерации (Минрегион России) от 29 декабря 2011 г. N 635/1 : актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84 : дата введения 2013-01-01 / исполнители ООО «Тектоплан», ГУП «Мосгоргеотрест», МГУГиК (МИИГАиК), ОАО «ГСПИ». – Москва : Минрегион России, 2011. – 84 с. – Текст : непосредственный.
 8. СП 83.13330-2016. Промышленные печи и кирпичные трубы = Industrial furnaces and brick chimneys : издание официальное : утвержден приказом Министерства строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России) от 16 декабря 2016 г. N 947/пр : актуализированная редакция СНиП III-24-75 : дата введения 2017-06-17 / исполнитель Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства Российской Федерации (Минстрой России). – Москва : Стандартинформ, 2017. – 65 с. – Текст : непосредственный.
 9. Хохлов, Г. П. Методология расчета и оценки точности геодезических измерений с учетом ограничения ошибок контроля параметров возводимых объектов : специальность 05.24.01 : автореферат диссертации на соискание степени доктора технических наук / Хохлов Геннадий Петрович. – Московский институт геодезии и картографии. – Москва, 1994. – 40 с. – Текст : непосредственный.
 10. Чмчян, Т. Т. О нормировании точности геодезических работ в высотном крупнопанельном строительстве / Т. Т. Чмчян // Инженерная геодезия. – 1973. – Вып. 13. – С. 53–58. – Текст : непосредственный.

Получена 07.11.2020

П. І. СОЛОВЕЙ, А. М. ПЕРЕВАРЮХА, Р. Р. КОПАЧОВ
НОРМУВАННЯ ТОЧНОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ КРЕНУ ДИМОВИХ ТРУБ
ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. У статті виконано порівняльний аналіз різних нормативних документів з нормування точності визначення крену димових труб, що знаходяться в умовах будівництва і експлуатації. Встановлено, що деякі нормативні документи суперечать одне одному. Не витримано вимоги, щоб співвідношення граничного крену до похибки його вимірювання дорівнювало п'яти й більше. Представлено варіанти вирішення даної проблеми. Для зменшення впливу жорстких вимог до точності визначення крену споруджуваних димових труб висотою до 100 м запропоновано виражати похибку визначення крену лінійною функцією, яка виключає цей недолік. Запропоновано в результаті обширного обговорення статті знайти оптимальне вирішення проблеми нормування точності визначення крену не тільки димових труб, а й інших видів висотних споруд баштового типу.

Ключові слова: крен, точність, нормування, димові труби, граничні крени, гранична похибка.

PAVEL SOLOVEJ, ANATOLY PEREVARJUHA, ROMAN KOPACHOV
NORMALIZING THE ACCURACY OF DETERMINING THE ROLL OF
CHIMNEYS

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article provides a comparative analysis of various regulatory documents on standardizing the accuracy of determining the roll of chimneys under construction and operating conditions. It was found that some regulatory documents are in conflict with each other. The requirement that the ratio of the limit roll to the error of its measurement be equal to 5 or more has not been met. Options for solving this problem are presented. To reduce the influence of strict requirements for the accuracy of determining the roll of chimneys under construction with a height of up to 100 m, it is proposed to express the error in determining the roll by a linear function that eliminates this drawback. As a result of an extensive discussion of the article, it is proposed to find an optimal solution to the problem of normalizing the accuracy of determining the roll of not only chimneys, but also other types of high-rise tower-type structures.

Key words: roll, accuracy, rationing, chimneys, marginal rolls, marginal error.

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.

Копачев Роман Романович – студент ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: многовариантное проектирование объектов при воздействии различных возмущающихся факторов.

Соловей Павло Ларіонович – кандидат технічних наук, доцент кафедри інженерної геодезії ДОУ 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 ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження статичних і динамічних деформацій коливних і обертових об'єктів.

Копачов Роман Романович – студент ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: багатоваріантне проектування об'єктів при впливі різноманітних збурювальних факторів.

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

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

Kopachov Roman – student, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: multivariate design of objects under the influence of various disturbing factors.

УДК 621.86

Т. В. ЛУЦКО, О. О. БОРТНИКОВ, А. Г. ЛЕГЕЗИН, В. В. САПЫЧЕВ
ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры»

ОБОСНОВАНИЕ РАЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ СТРЕЛЫ АВТОГИДРОПОДЪЕМНИКА ПРИ УВЕЛИЧЕНИИ ЗОНЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы обеспечения прочностных характеристик металлоконструкции стрелы автогидроподъемника при увеличении зоны обслуживания. На основании анализа конструктивных особенностей стрелового оборудования автогидроподъемников определены основные тенденции развития данной грузоподъемной техники. Предлагается верхнюю стрелу коленчатого подъемника выполнить с телескопически выдвигаемой секцией, что позволит увеличить высоту подъема люльки. Выполнен численный анализ напряженно-деформированного состояния основной и модернизированной стрелы подъемника в программной среде Компас-3D APM FEM: Прочностной анализ. По результатам нагружений подъемника выявлены наибольшие концентрации напряжений и максимальные деформации в стреле. Выполнен анализ влияния расстановки диафрагм на изгибную прочность стрелы. Определены рациональные параметры верхней стрелы с телескопически выдвигаемой секцией.

Ключевые слова: автогидроподъемник, диафрагма, металлоконструкция, нагружение, напряженно-деформированное состояние, стрела.

ФОРМУЛИРОВКА ПРОБЛЕМЫ

Автогидроподъемники используются в различных отраслях: в строительстве, сельском и коммунальном хозяйстве. В последнее время они стали широко применяться на объектах ветроэнергетики. Связано это с тем, что основной тенденцией развития данной техники является повышение высоты подъема. Кроме этого, в настоящее время автогидроподъемники отличаются большим разнообразием рабочего (стрелового) оборудования, которое, помимо традиционных схем коленчатых, телескопических и коленчато-телескопических, отличается дополнительными модификациями такими, как поворот люльки, оснащение дополнительным оборудованием для пожаротушения и т. д. [1].

В связи с этим ставится задача расширения зоны обслуживания автогидроподъемника за счет модернизации уже существующих конструкций стрелового оборудования. При этом необходимо обеспечить требования по прочности и устойчивости стрелы, а также соблюдение условий грузовой устойчивости подъемника.

АНАЛИЗ ПОСЛЕДНИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ПУБЛИКАЦИЙ

В автогидроподъемниках применяются коромысловые стрелы. Такие же типы стрел характерны для автомобильных кранов, кранов-манипуляторов, экскаваторов. Исследования стрелового оборудования направлены прежде всего на оптимизацию их параметров с позиций уменьшения металлоемкости и на расширение их функциональных возможностей как самого стрелового оборудования, так и машины в целом [2–5]. Предлагается дооборудовать верхнюю стрелу подъемника телескопической секцией с целью увеличения зоны обслуживания. Особенностью настоящей работы является учет влияния расстановки диафрагм в стреле на прочностные характеристики металлоконструкции.

Целью настоящего исследования является определение рациональных параметров стрелы подъемника, оснащенной телескопической секцией, обеспечивающей расширение зоны обслуживания.

Для достижения поставленной цели выполнены следующие задачи:

1. Моделирование в программном комплексе Компас-3D основной стрелы и стрелы, дооборудованной телескопически выдвижной секцией коленчатого автогидроподъемника.
2. Численный анализ напряженно-деформированного состояния основной стрелы и стрелы с телескопической секцией на основании прочностных расчетов в программной среде APM FEM в Компас-3D.
3. Разработка рекомендаций по модернизации стрелового оборудования автогидроподъемника.

ОСНОВНОЙ МАТЕРИАЛ

В качестве объекта рассмотрения был принят коленчатый автогидроподъемник ПГ-22 со следующими техническими характеристиками: 1) грузоподъемность 250 кг; 2) максимальный вылет 10,5 м (при высоте подъема 11 м); 3) максимальная высота подъема 22 м.

На рисунке 1 показана зона обслуживания базовой модели подъемника ПГ-22 и модернизированного подъемника с телескопически выдвижной секцией верхней стрелы. Как видно из рисунка 1, зона обслуживания подъемника очерчивается тремя положениями люльки: I положение – поднята в рабочее положение только верхняя стрела, II положение – максимальный вылет люльки, III положение – максимальная высота подъема люльки. Предлагается рассмотреть – насколько можно увеличить высоту подъемника при обеспечении требований по прочности металлоконструкции стрелы и грузовой устойчивости машины. Предварительный расчет грузовой устойчивости базовой модели подъемника ПГ-22 показал, что у него достаточный запас – коэффициент грузовой устойчивости при статических испытаниях составил 3,05. Это дает основания для увеличения высоты подъема на 2,5 м,

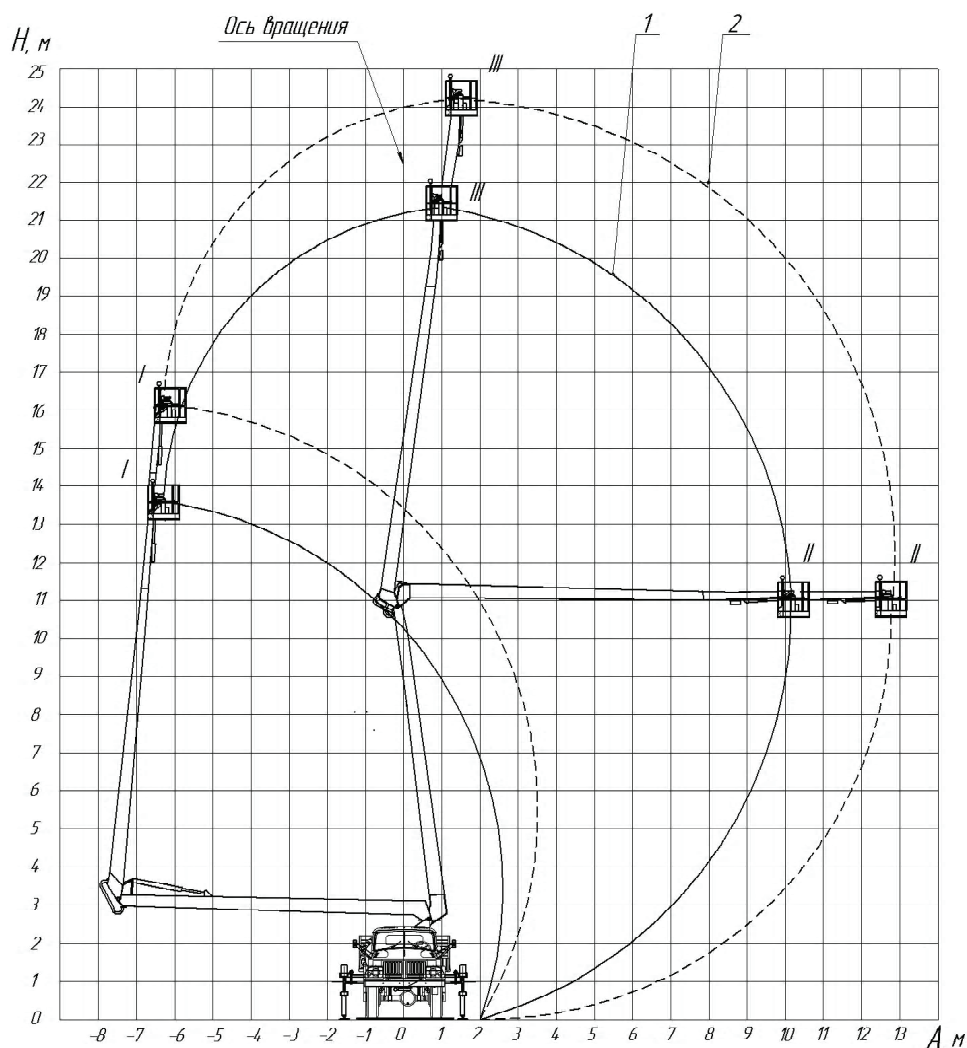


Рисунок 1 – Зоны обслуживания автогидроподъемников: 1 – ПГ-22; 2 – ПГ-24 с телескопической секцией.

при этом запас грузовой устойчивости, безусловно, снижается, но не превышает допускаемых значений. В результате зона обслуживания увеличится приблизительно на 30 %.

В настоящей работе остановимся на анализе прочностных характеристик металлоконструкции стрелового оборудования при увеличении высоты подъема.

Максимальный опрокидывающий момент соответствует положению люльки на максимальном вылете (рисунок 1 – положение II). В настоящем исследовании рассматривается именно это положение верхней стрелы и учитываются весовые нагрузки от стрелы, люльки и поднимаемого груза, действующие на верхнюю стрелу. При статических испытаниях подъемников поднимается груз $1,5Q$, где Q – паспортная грузоподъемность. В связи с этим нагружение осуществляется с учетом перегруза и составляет 375 кг. Кроме этого, поскольку учитывается вес люльки 150 кг, то общая нагрузка будет 525 кг.

На базовой модели ПГ-22 верхняя стрела коробчатая, состоящая из двух полукоробов и имеющая 5 диафрагм, установленных с определенным шагом по длине стрелы, размеры поперечных сечений и диафрагмы в корневой части стрелы показаны на рисунке 2. Материал металлоконструкции – сталь 09Г2С.

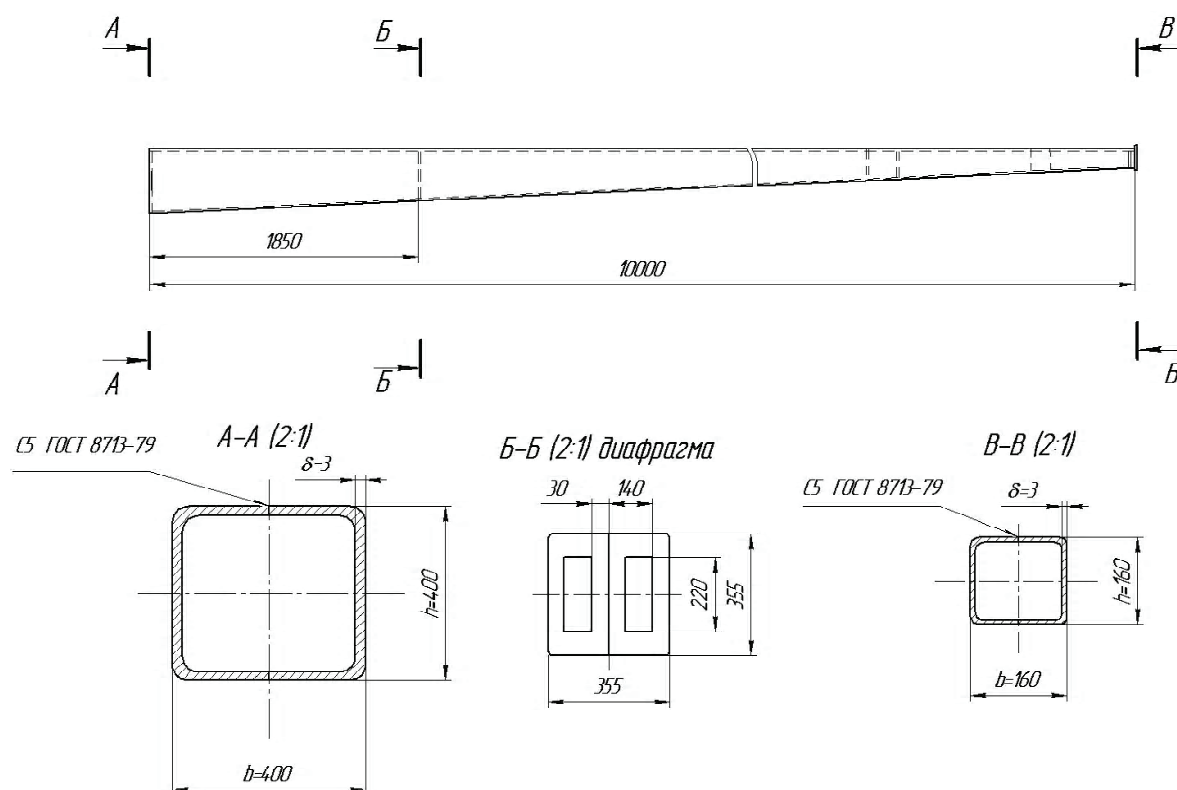


Рисунок 2 – Верхняя стрела подъемника ПГ-22.

Как было сказано выше, принимается модернизированная верхняя стрела с дополнительной телескопической секцией длиной 2,5 м, то есть при полностью выдвинутой секции общая длина стрелы составит 12,5 м, при этом увеличивается вылет люльки до 13 м и максимальная высота подъема люльки до 24,5 м (обозначим модернизированный подъемник, как ПГ-24).

Выполнено моделирование верхних стрел базового и модернизированного подъемника в программном комплексе Компас-3D и проведен прочностной анализ в среде APM FEM. При моделировании меняли толщину диафрагм 3 и 4 мм, а также шаг расстановки диафрагм (или их количество 5, 6, 7). В результате получили следующее:

1. В первоначальном варианте на стрелах было установлено 5 диафрагм толщиной 3 мм, в итоге при нагружении грузом 525 кг максимальные напряжения возникают на диафрагме в оголовке стрелы, которые составили 79,75 МПа для стрелы длиной 10 м и 173,3 МПа для стрелы длиной 12,5 м с дополнительной секцией (рисунок 3).

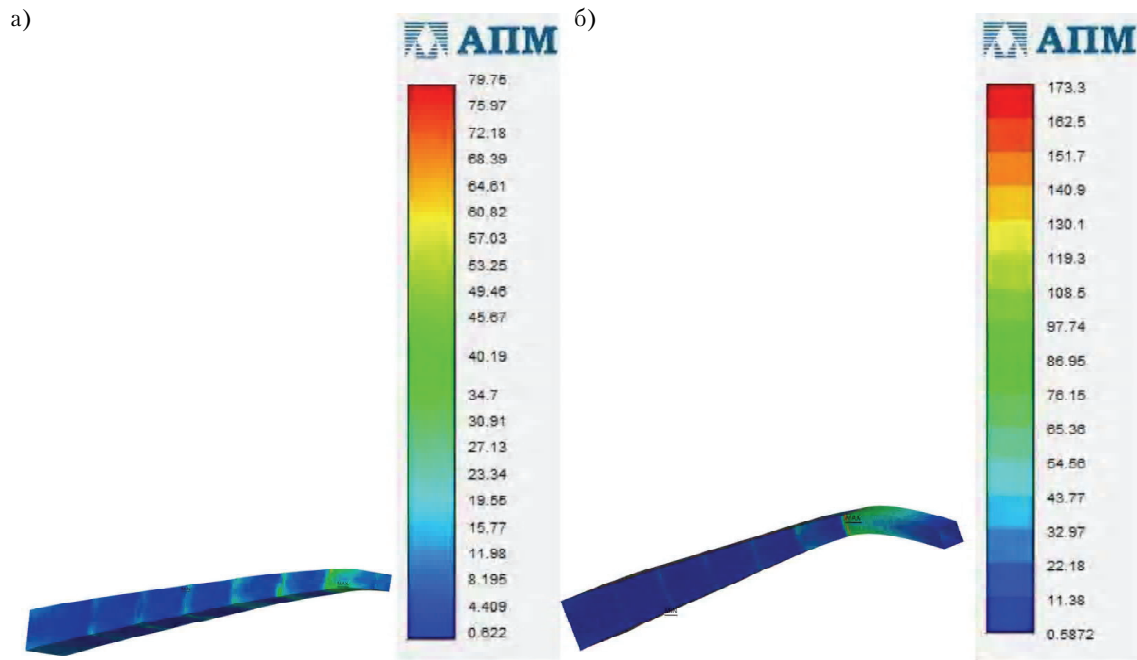


Рисунок 3 – Карты напряжений (МПа) в стреле 10 м (а) и в стреле 12,5 м (б).

2. Расчет деформаций показал, что максимальный прогиб возникает на конце стрелы и составляет для стрелы 10 м – 9,432 мм, а стрелы с дополнительной секцией 2,5 м – 29,59 мм (рисунок 4). Полученные результаты не превышают допустимых значений по РД 10-112-2-09 для крановых стрел в рабочем положении в плоскости стрелы – f/L (f – прогиб, L – длина стрелы) [6].

3. Поскольку запас прочности составил для стрелы 12,5 м – 1,53, то следующий этап моделирования заключался в увеличении секции до 3 м, однако результаты расчета показали увеличение напряжений до 215 МПа и максимального прогиба до 42,54 мм, запас прочности снизился до 1,23. Поэтому

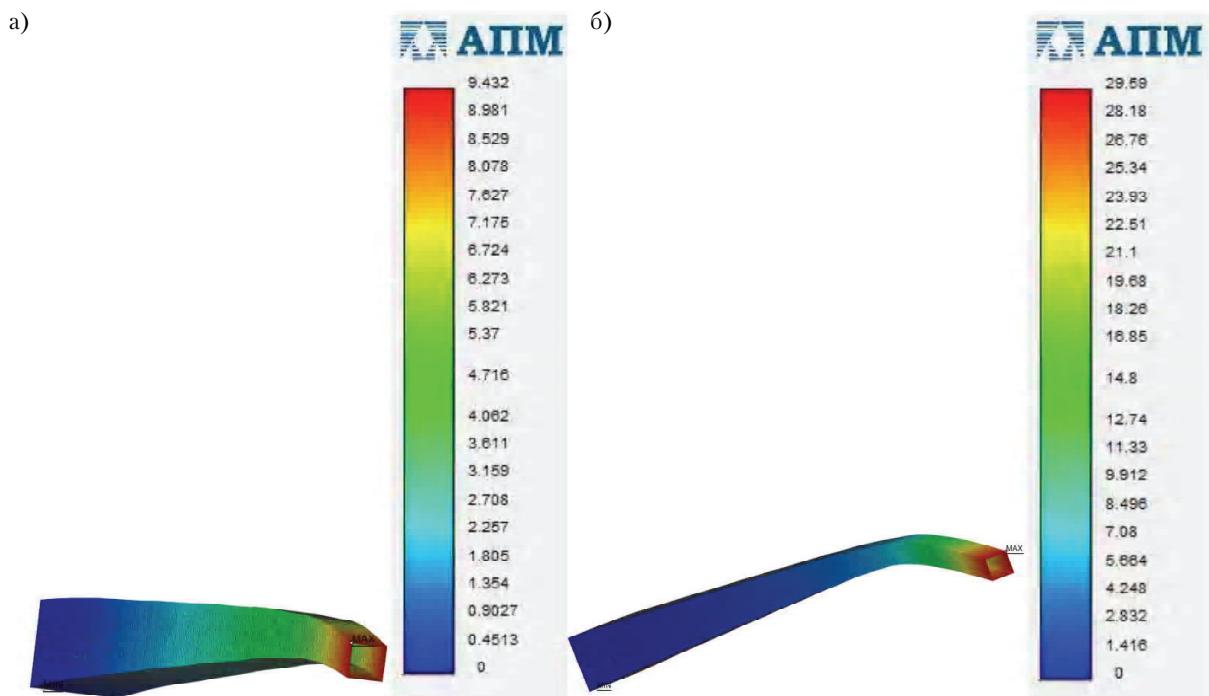


Рисунок 4 – Карты линейных перемещений (мм) в стреле 10 м (а) и в стреле 12,5 м (б).

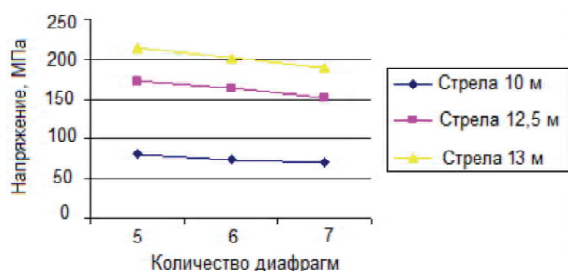


Рисунок 5 – Зависимость напряжений от количества диафрагм в стреле.

фрагмах составляет 1,4, то стрелу можно рекомендовать только при снижении массы люльки, например, до 100 кг, изготовив из алюминиевых сплавов. Таким образом, выполненный анализ прочности стрелы с установкой диафрагм говорит о том, что увеличение количества диафрагм существеннее влияет на повышение прочности конструкции, чем увеличение толщины диафрагмы.

Полученные графики напряжений, приведенные на рисунке 5, – это линейные зависимости, которые с высокой оценкой достоверности аппроксимации $R^2 = 0,99$ описываются следующими зависимостями:

– для стрелы 10 м

$$\sigma = -5,175n + 84,73, \quad (1)$$

– для стрелы 12,5 м

$$\sigma = -10,65n + 184,73, \quad (2)$$

– для стрелы 13 м

$$\sigma = -12,9n + 227,53, \quad (3)$$

где σ – напряжение, МПа;
 n – количество диафрагм.

4. Анализ напряжений по длине стрелы показал завышенный запас прочности в корне стрелы, поэтому было принято поперечное сечение корневой части стрелы на участке длиной 1,85 м (то есть расстояние от оси закрепления стрелы до точки закрепления гидроцилиндра) (рисунок 2) уменьшить с 400×400 до 355×355 мм. Результаты расчета напряженно-деформированного состояния металлоконструкции показали повышение максимальных напряжений на 5 %, деформации увеличились незначительно.

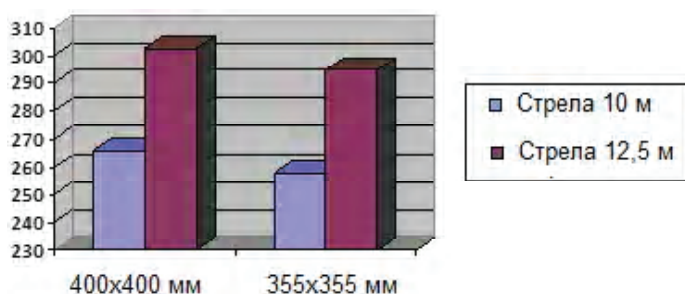


Рисунок 6 – Гистограмма массы стрелы в зависимости от поперечного сечения корневой части стрелы.

2,5 м, что позволит увеличить высоту подъема до 24,5 м. Причем поперечное сечение корневого участка стрелы, как в базовой модели, так и в новом подъемнике можно уменьшить, в результате снижение массы составит 3 %.

было принято решение сравнить влияние установки диафрагм на повышение прочности металлоконструкции стрелы. При установке 5 диафрагм с увеличенной толщиной до 4 мм уменьшение напряжений происходит незначительно – всего на 2 МПа, то есть на 1 %. При установке 6 диафрагм (толщина 3 мм) уменьшение напряжений составило 14 МПа (для стрелы с дополнительной секцией 3 м), то есть на 7 %, а при установке 7 диафрагм – напряжение 189,2 МПа, то есть уменьшение на 12 % (рисунок 5). Тем не менее, поскольку при нагрузке 525 кг в стреле с секцией длиной 3 м запас прочности даже при 7 диа-

5. Выполнен расчет массы стрелы длиной 10,0 и 12,5 м в зависимости от количества диафрагм и при уменьшении поперечного сечения корневой части стрелы. Анализ результатов расчета массы стрелы показал, что при установке дополнительной диафрагмы масса увеличивается незначительно на 0,5 %, а при уменьшении поперечного сечения корневой секции масса уменьшается на 3 % (рисунок 6).

Таким образом, рекомендуется в подъемнике ПГ-22 выполнить верхнюю стрелу с телескопической секцией длиной

ВЫВОДЫ

1. Основная тенденция развития автогидроподъемников – увеличение высоты подъема. Предлагается в подъемнике ПГ-22 верхнюю стрелу дооборудовать телескопической секцией длиной 2,5 м, что увеличит зону обслуживания на 30 %.

2. Выполнено моделирование в программном комплексе Компас – 3D основной стрелы и стрелы, дооборудованной телескопически выдвижной секцией автогидроподъемника.

3. Проведенный с использованием программной среды APM FEM в Компас – 3D численный анализ напряженно-деформированного состояния металлоконструкции стрелы показал, что у нового подъемника с телескопической секцией верхней стрелы длиной 2,5 м прочностные характеристики удовлетворяют нормативным требованиям, а при длине 3 м требуется уменьшение нагрузки на конце стрелы, для этого необходимо снизить массу люльки, изготовив, например, из алюминиевых сплавов.

Установка диафрагм влияет на прочность конструкции стрелы, причем основной вклад вносит количество установленных диафрагм, влияние толщины диафрагмы незначительно.

Анализ напряжений по длине стрелы показал завышенный запас прочности в корневой части стрелы, поэтому рекомендуется на этом участке длиной 1,85 м поперечное сечение уменьшить с 400×400 мм до 355×355 мм, что приводит к увеличению напряжений на 5 % и снижению массы на 3 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Протасов, Н. Автогидроподъемники: совместить приятное с полезным / Н. Протасов. – Текст : непосредственный // Основные средства. – № 08. – 2015. – С. 60–66.
2. Гончаров, Н. В. Нагруженность и оптимизация пластинчато-стержневых элементов стреловых конструкций экскаваторов и кранов : специальность 05.05.04 «Дорожные, строительные и подъемно-транспортные машины» : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук / Гончаров Николай Вячеславович ; Томский государственный архитектурно-строительный университет. – Томск, 2003. – 24 с. – Текст : непосредственный.
3. Лагереv, И. А. Оптимальное проектирование подъемно-транспортных машин / И. А. Лагереv, А. В. Лагереv. – Брянск : Издательство БГТУ, 2013. – 228 с.: ил. – ISBN 978-5-89838-680-1. – Текст : непосредственный.
4. Кравченко, П. Д. Проектирование стрелы грузоподъемного устройства минимальной массы / П. Д. Кравченко, А. Н. Дудченко. – Текст : непосредственный // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2013. – № 3(27). – С. 199–209.
5. Луцко, Т. В. Обоснование выбора автогидроподъемников при расширении их технологических возможностей / Т. В. Луцко. – Текст : непосредственный // Научные технологии и инновации : материалы международной научно-практической конференции, посвященная 65-летию БГТУ им. В. Г. Шухова, 09–10 октября 2014 г., Белгород, 2019. – С. 31–35.
6. РД 10-112-2-09. Методические рекомендации по экспертному обследованию грузоподъемных машин. Часть 2. Краны стреловые общего назначения и краны-манипуляторы грузоподъемные : издание официальное : утверждено ООО «НИИкраностроения» – головной организацией по краностроению (стреловые краны и краны-манипуляторы грузоподъемные) : взамен РД 10-112-2-97, РД 10-112-2-02Д, РД 10-112-96. Часть 1 и в дополнение к РД 10-112-1-04 : дата введения 2009-05-01 / разработчики А. В. Андреев, Г. Я. Гольцблат, А. Н. Горлов [и др.]. – Москва : ООО «НИИкраностроения», 2009. – 120 с. – Текст : непосредственный.

Получена 11.11.2020

Т. В. ЛУЦЬКО, О. О. БОРТНИКОВ, А. Г. ЛЕГЕЗИН, В. В. САПИЧЕВ
ОБҐРУНТУВАННЯ РАЦІОНАЛЬНИХ ПАРАМЕТРІВ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЇ
СТРІЛИ АВТОГІДРОПІДЙМАЧА ПРИ ЗБІЛЬШЕННІ ЗОНИ
ОБСЛУГОВУВАННЯ
 ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури»

Анотація. У статті розглянуто питання забезпечення міцності металлоконструкції стріли автогидро-підйомача при збільшенні зони обслуговування. На підставі аналізу конструктивних особливостей стрілового обладнання автогидропідйомачів визначені основні тенденції розвитку даної вантажо-підйомної техніки. Пропонується верхню стрілу колінчастого підйомача виконати з телескопічно висувною секцією, що дозволить збільшити висоту підйому люльки. Виконано чисельний аналіз напружено-деформованого стану основної та модернізованої стріли підйомача в програмному середовищі Компас-3D APM FEM: Міцнісний аналіз. За результатами навантаження підйомача виявлені найбільші концентрації напруження і максимальні деформації в стрілі. Виконано аналіз впливу розстановки діафрагм на згинальну міцність стріли. Визначено раціональні параметри верхньої стріли з телескопічно висувною секцією.

Ключові слова: автогідропідіймач, діафрагма, металлоконструкція, навантаження, напружено-деформований стан, стріла.

TATYANA LUTSKO, OLEG BORTNIKOV, ANDREY LEGEZIN,
VLADISLAV SAPYICHEV
JUSTIFICATION OF RATIONAL PARAMETERS OF THE METAL STRUCTURE
OF THE BOOM OF THE AUTO-HYDRAULIC LIFT IN THE PROCESS OF
SERVICE AREA INCREASING

Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture

Abstract. The article deals with the issues of ensuring the strength characteristics of the metal structure of the boom of an auto-hydraulic lift with an increase in the service area. Based on the analysis of the design features of the boom equipment of hydraulic lifts, the main trends in the development of this lifting equipment are determined. It is proposed to perform the upper boom of the crank lift with a telescopically extendable section, which will increase the height of the cradle lift. Numerical analysis of the stress-strain state of the main and upgraded boom of the lift is performed in the Compass-3D APM FEM: Strength analysis software environment. According to the results of loading the lift, the highest stress concentrations and maximum deformations in the boom are revealed. The analysis of the effect of the arrangement of diaphragms on the bending strength of the boom is performed. Rational parameters of the upper boom with a telescopically extended section are determined.

Key words: auto-hydraulic lift, diaphragm, metal structure, loading, stress-strain state, boom.

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

Бортников Олег Олегович – магистрант по направлению подготовки 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование напряженно-деформированного состояния металлоконструкций грузоподъемных машин.

Легезин Андрей Геннадиевич – магистрант по направлению подготовки 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование напряженно-деформированного состояния металлоконструкций грузоподъемных машин.

Сапычев Владислав Валерьевич – магистрант по направлению подготовки 23.04.02 «Наземные транспортно-технологические комплексы» ГОУ ВПО «Донбасская национальная академия строительства и архитектуры». Научные интересы: исследование напряженно-деформированного состояния металлоконструкций грузоподъемных машин.

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

Бортников Олег Олегович – магістрант за напрямом підготовки 23.04.02 «Наземні транспортно-технологічні комплекси» ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження напружено-деформованого стану металлоконструкцій вантажопідійомних машин.

Легезін Андрій Геннадійович – магістрант за напрямом підготовки 23.04.02 «Наземні транспортно-технологічні комплекси» ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури». Наукові інтереси: дослідження напружено-деформованого стану металлоконструкцій вантажопідійомних машин.

Сапичев Владислав Валерійович – магістрант за напрямом підготовки 23.04.02 «Наземні транспортно-технологічні комплекси» ДОУ ВПО «Донбаська національна академія будівництва і архітектури».

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

Bortnikov Oleg – Master's student in the field of training 23.04.02 Land Transport and Technological Complexes and Facilities, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: research of stress-strain state of metal structures of lifting machines.

Legezin Andrey – Master's student in the field of training 23.04.02 Land Transport and Technological Complexes and Facilities, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: research of stress-strain state of metal structures of lifting machines.

Sapyichev Vladislav – Master's student in the field of training 23.04.02 Land Transport and Technological Complexes and Facilities, Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture. Scientific interests: research of stress-strain state of metal structures of lifting machines.

СОДЕРЖАНИЕ

БЕЛОВ Д. В., РУКАВЦОВА Г. В. Анализ организационно-технологических решений при устройстве монолитных железобетонных опускных колодцев	5
МАЗУР В. А., КУЦЕНКО Т. Н., ПЕТРОВ С. В. Выбор рационального метода ремонта монолитных железобетонных оболочек градилен с учетом использования различных средств подмащивания	11
ТАРАН В. В., ФОМЕНКО В. В., БЕЛИК Е. В. Факторы, влияющие на организационно-технологические решения по армированию конструкций	19
КОЖЕМЯКА С. В. Определение расхода сухой смеси производства компании «KNAUF» при устройстве монолитных стяжек с учетом качества поверхности основания	27
ЮГОВ А. М., ГРИГОРЕНКО Е. В. Сравнительная оценка методов монтажа стальной вытяжной башни 150 м	32
НОВИКОВ Н. С., ТИТКОВ С. О. Экспертиза промышленной безопасности здания котельной на опасном производственном объекте ООО «ОТИС-ДОН»	41
ТАРАН В. В., ИХНО А. В., ГОЗУЛОВ С. Е. Выбор организационно-технологических решений бетонирования вертикальных конструкций в зимних условиях Донбасса	47
СОЛОВЕЙ П. И., ПЕРЕВАРЮХА А. Н., КОПАЧЕВ Р. Р. Нормирование точности определения крена дымовых труб	55
ЛУЦКО Т. В., БОРТНИКОВ О. О., ЛЕГЕЗИН А. Г., САПЫЧЕВ В. В. Обоснование рациональных параметров металлоконструкции стрелы автогидроподъемника при увеличении зоны обслуживания	61

Статьи, публикуемые в журнале «Вестник Донбасской национальной академии строительства и архитектуры», размещены

- в российской информационно-аналитической системе – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)
- в электронно-библиотечной системе IPRbooks
- в информационно-поисковой системе Google Scholar.

ЗМІСТ

БЄЛОВ Д. В., РУКАВЦОВА Г. В. Аналіз організаційно-технологічних рішень при облаштуванні монолітних залізобетонних опускних колодязів	5
МАЗУР В. О., КУЦЕНКО Т. М., ПЕТРОВ С. В. Вибір раціонального методу ремонту монолітних залізобетонних оболонок градирень з урахуванням можливості використання різних засобів підмоцнення	11
ТАРАН В. В., ФОМЕНКО В. В., БЕЛІК Є. В. Фактори, що впливають на організаційно-технологічні рішення щодо армування конструкцій	19
КОЖЕМ'ЯКА С. В. Визначення витрати сухої суміші виробництва компанії «KNAUF» при влаштуванні монолітних стяжок з урахуванням якості поверхні основи	27
ЮГОВ А. М., ГРИГОРЕНКО О. В. Порівняльна оцінка методів монтажу сталеві витяжної вежі 150 м	32
НОВИКОВ М. С., ТІТКОВ С. О. Експертиза промислової безпеки будівлі котельні на небезпечному виробничому об'єкті ТОВ «ОТІС-ДОН»	41
ТАРАН В. В., ІХНО А. В., ГОЗУЛОВ С. Є. Вибір організаційно-технологічних рішень бетонування вертикальних конструкцій в зимових умовах Донбасу	47
СОЛОВЕЙ П. І., ПЕРЕВАРЮХА А. М., КОПАЧОВ Р. Р. Нормування точності визначення крену димових труб	55
ЛУЦЬКО Т. В., БОРТНІКОВ О. О., ЛЕГЕЗІН А. Г., САПИЧЕВ В. В. Обґрунтування раціональних параметрів металоконструкції стріли автогідропідіймача при збільшенні зони обслуговування	61

Статті, що публікуються у журналі «Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури», розміщені

- в російській інформаційно-аналітичній системі – Російський індекс наукового цитування (РІНЦ)
- в електронно-бібліотечній системі IPRbooks
- в інформаційно-пошуковій системі Google Scholar.

CONTENTS

BELOV DENIS, RUKAVTSOVA GALINA. Analysis of Organizational and Technological Solutions for the Construction of Monolithic Reinforced Sunk Wells	5
MAZUR VICTORIA, KUTSENKO TATYANA, PETROV SERGEI. The Choice of a Rational Method for Repairing Monolithic Reinforced Concrete Shells of Cooling Towers, Taking into Account the Possibility of Using Different Means of Scaffolding	11
TARAN VALENTINA, FOMENKO VALENTINA, BELIK EVGENY. Factors Influencing Organizational and Technological Decisions on Reinforcement of Structures	19
KOZHEMYAKA SERGEY. Determination of the Consumption of Dry Mix Produced by the Company «KNAUF» when Installing Monolithic Screeds Taking into Account the Quality of the Base Surface	27
YUGOV ANATOLIY, GRIGORENKO ELENA. Comparative Evaluation of Installation Methods for a 150 m Steel Exhaust Tower	32
NOVYKOV NYKYTA, TITKOV SERGEY. Examination of Industrial Safety of the Boiler House Building at the Hazardous Production Facility of OTIS-DON LLC»	41
TARAN VALENTINA, IHNO ANNA, GOZULOV SERGEY. The Choice of Organizational and Technological Solutions for Concreting Vertical Structures in the Winter Conditions of Donbas	47
SOLOVEJ PAVEL, PEREVARJUHA ANATOLY, KOPACHOV ROMAN. Normalizing the Accuracy of Determining the Roll of Chimneys	55
LUTSKO TATYANA, BORTNIKOV OLEG, LEGEZIN ANDREY, SAPYICHEV VLADISLAV. Justification of Rational Parameters of the Metal Structure of the Boom of the Auto-Hydraulic Lift in the Process of Service Area Increasing	61

The articles published in journal «Proceeding of the Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture» are indexed by:

- the Russian Information and Analytical System – Russian Science Citation Index (RSCI)
- the electronic-library system IPRbooks
- the search engine Google Scholar.