

Список литературы

1. Кузнецов В.М. Ядерная опасность. М. «ЭПИцентр», 2003. – 462с.
2. Королев Е. В. Серные композиционные материалы специального назначения. Автореф. дисс. на соискание ученой степени д. т. н. - 05.23.05. Пенза, 2005.- 44с.
3. Середин Б.Н., Страхова Н.А., Эльмурзаев А.А., Кортювенко Л.П. Производство и использование модифицированной серы в композиционных материалах. Вестник Волгоградского государственного архитектурно - строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2018. Вып.45(64). С. 67-75
4. Страхова Н.А., Утегенов Б.Б., Середин Б.Н., Белова Н.А., Кокарев А.М., Кортювенко Л.П. Подбор вяжущего для композиционного строительного материала. Материалы VII Международного научного форума молодых ученых, инноваторов, студентов и школьников «Потенциал интеллектуально одаренной молодежи-развитию науки и образования» г. Астрахань, 7-8 мая 2018. С.55-57
5. Кокарев А.М., Утегенов Б.Б., Середин Б.Н., Страхова Н.А., Кортювенко Л.П. Композиционный материал для строительных конструкций. Материалы VI Международного научного форума молодых ученых, студентов и школьников. Потенциал интеллектуально одаренной молодежи - развитию науки и образования. г. Астрахань. 25-28 апреля. 2017. С.478-481
6. Середин Б.Н., Кортювенко Л.П., Страхова Н.А. Использование нанотехнологий в производстве серобетона. Материалы VI Международной научно-практической конференции (в рамках праздничных мероприятий, посвященных 20-летию АИСИ). «Перспективы развития строительного комплекса». Том 1. Астрахань. 22-26 октября 2012. С.17-18
7. Середин Б.Н., Страхова Н.А. Интенсификация технологических процессов в производстве бетонов. Научный потенциал регионов на службу модернизации. Межвузовский сборник научных статей. Астраханский инженерно-строительный институт.- Астрахань. 2013. №3(6).-Т.2. С.15-18
8. Страхова Н.А., Утегенов Б.Б., Середин Б.Н., Кокарев А.М., Кортювенко Л.П. Модификаторы для композиционного строительного материала. Материалы XII Международной научно-практической конференции «Перспективы развития строительного комплекса: образование, наука, бизнес», г. Астрахань, 10–11 октября 2018 г. С. 89-95.

© Н. А. Страхова, Б. Б. Утегенов, Н. А. Белова, Л. П. Кортювенко

Ссылка для цитирования:

Н. А. Страхова, Б. Б. Утегенов, Н. А. Белова, Л. П. Кортювенко. Композиционные материалы специального назначения // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020. № 2 (32). С. 12–16.

УДК 69.053

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ФОРМ БАШЕН В СТЕСНЕННЫХ УСЛОВИЯХ И МЕТОДИКА ВЫРАВНИВАНИЯ КОНСТРУКЦИЙ С ПОСЛЕДУЮЩИМ ИХ УСИЛЕНИЕМ

Т. В. Золина, В. Д. Башмачников

Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия

К объектам башенного типа относят силосные башни, ректификационные колонны, вентиляционные и дымовые трубы, грануляционные башни, градирни, копры над стволами шахт, водонапорные башни, радиотелевизионные антенные опоры и др. Башни по высоте делятся на высокие (250–400 м), средней высоты (150–250 м) и невысокие (до 150 м). Под контролем пространственного положения сооружений башенного типа подразумевается определение абсолютной величины их уклона и его направления, приращение уклона и изменение его направления, скручивание сооружения и др. Подобные деформации обычно оказывают дополнительный момент, вследствие которого может произойти потеря устойчивости сооружения. Поэтому в процессе изготовления и установки приёмки заказчиком построенного сооружения и особенно последующей его эксплуатации обязан производиться геодезический контроль пространственного положения сооружений. Цель геодезических наблюдений – получить численные данные вертикальности, осадки, характеризующие абсолютные величины деформаций для осуществления мероприятий по предотвращению возможных разрушений. Проблема выбора и обоснования экономически выгодных способов получения наиболее большого количества информации о положении в пространстве конструкций всегда являлась одной из основных, неразрывно связанных с новейшими достижениями науки и техники.

Ключевые слова: башни, вертикальность, опоры, геодезические измерения, усиление.

MAIN PROBLEMS OF DETERMINING SPATIAL FORMS OF TOWERS UNDER CONSTRAINED CONDITIONS AND METHOD OF ALIGNING STRUCTURES WITH FOLLOWING THEM

T. V. Zolina, V. D. Bashmachnikov

Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russia

Tower-type structures include: chimneys and ventilation pipes, cooling towers, distillation columns, granulation towers, copra over mine shafts, water towers, radio-television antenna supports, silos, etc. These structures are divided into high (250-400 m), medium height (150–250 m) and low (up to 150 m). Under the control of the spatial position of tower-type structures, it is meant to determine the absolute value of their bank and its direction, the bank increment and change in its direction, twisting of the structure, etc. Such deformations cause an additional moment, which can lead to loss of stability of the structure. Therefore, during the construction process, acceptance by the customer of the erected structure, and especially its subsequent operation, geodetic control of the spatial position of this structure should be carried out. The purpose of geodetic observations is to obtain numerical data characterizing the absolute values of deformations for the implementation of measures to prevent possible damage. Therefore, the problem of choosing and justifying rational methods for obtaining maximum information about the spatial position of tower-type structures has always been a completely timely and urgent task, inextricably linked with the latest achievements of science and technology.

Keywords: towers, verticality, supports, geodetic measurements, amplification.

Уклон является основным характерным показателем основной деформации конструкции башенного типа. Это происходит из-за неравномерности осадки фундамента, неправильного расчета оснований, изменения гидрогеологии несущих грунтов, тектонических и техногенных процессов, искривления верхней части сооружения и других факторов. Ветровые нагрузки и односторонние солнечные нагревы оказывают существенное влияние на направление и величину уклона, вследствие чего верхняя часть башни совершает колебания. Например, колебание башни трубчатого сечения на отметке 316 м достигает 460 мм [50], а максимальные тепловые деформации 160-метровой дымовой трубы в жаркий летний период фиксировались: на отметке 80 м...30 мм, на отметке 108 м...40 мм, на отметке 134 м...55 мм и на отметке 158 м...75 мм.

В данной работе предусмотрены определенные меры по исключению влияния солнечного тепла и ветровой нагрузки на направление и величину уклона башни. В общем случае задача определения уклона сводится к определению разности положений геометрических центров верхнего сечения конструкции и ее нижнего наблюдаемого сечения с последующей экстраполяцией полученных результатов на всю высоту конструкции. Существуют систематические, срочные и специальные наблюдения. Систематические наблюдения производятся по заранее определенному плану (один раз в месяц, квартал, год и т. д.). Например, контроль уклона трубы и осадки ее фундамента в первые два года эксплуатации следует проводить 2 раза в год, а затем один раз в год. Когда осадок стабилизируется (не более 1 мм в год), измерения производятся один раз в 5 лет.

Осадки башен можно определять различными способами: геометрическим или тригонометрическим нивелированием, гидронивелированием, микронивелированием, а также фото- и стереофотограмметрическими способами. Наибольшее распространение на практике получил способ геометрического нивелирования путем периодического высокоточного нивелирования осадочных марок, закрепленных на инженерном сооружении. Высокоточное геометрическое нивелирование практически полностью решает вопрос определения осадок башен. Основные технические характеристики и допуски для геометрического нивелирования приведены ниже. Нивелирование производится высокоточными нивелирами типа Н-05 и подобными им по точности PL1, а также В1, В1С с микрометренной насадкой ОМ1, для работы с которыми используется штриховая рейка с инварной полосой. Обработка результатов измерений может осуществляться графическим способом с использованием линий равных осадок или аналитическим способом.

Что касается уклона башен, то он может произойти от неравномерности осадок их оснований, в результате этого сооружение наклоняется в одну из сторон. Крен характеризуется величиной относительного уклона $K = \Delta/L$, где Δ – разность осадок марок сооружения, L – расстояние между этими марками. СКО определения величины относительного уклона при условии, что L измерено безошибочно, равна $mK = m\Delta/L$. Приравняв $K_{min} = tmK$, получим $m\Delta = LK_{min}/t$, но поскольку $m\Delta = 2mH$.

Для контроля осадок оснований башен в её фундаменте должно быть установлено не менее четырех осадочных реперов М-1, М-2, М-3, М-4. После систематических измерений осадок проводят на схеме расположения осадочных марок и по максимальной разности осадок вычисляют значение прироста уклона.

Согласно нормам контроля прямолинейности поясов башни выполняются в первый год после ввода опоры в эксплуатацию и регулярно через каждые три года в период эксплуатации, а также при возникновении отклонений, превышающих допуск.

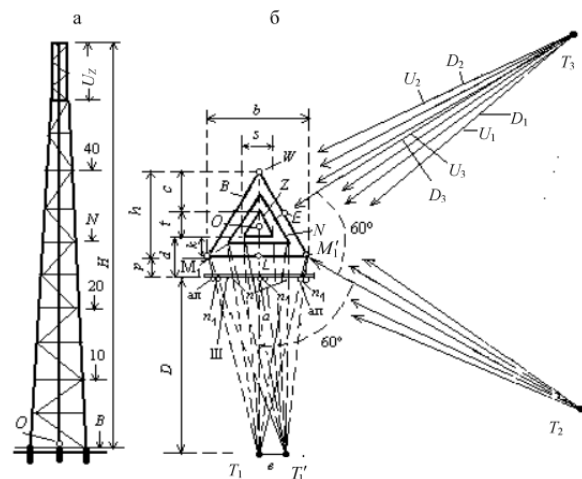


Рис. 1. Геометрическая модель определения уклона башни: а – схема башни в профиле, б – план горизонтальных осей симметрии, размещение наблюдательных осей и отдельных поперечных сечений башни

Наиболее распространен метод определения уклона башни с помощью теодолита, тахеометра. Для получения более точных данных требуется не менее трех стоянок прибора (для трехногий башни). Стоянка самого прибора должна быть на расстоянии не менее высоты башни, что может быть очень затруднительно в плотной застройке – усложняет процесс определения уклона.

На практике при наблюдении за башнями способом прямой угловой засечки в условиях плотной застройки бывает трудно выбрать такое местоположение базисных точек 1 и 2, которое, помимо прочего, обеспечивало бы взаимную видимость между ними. В этом случае между базисными точками прокладывают ломанный ход 1-3-4-2 и путем решения обратной

геодезической задачи вычисляют длину замыкающей (длину базиса B засечки) и ее дирекционный угол в принятой системе координат.

Порядок выполнения работ по восстановлению вертикальности башни основывается на методе подъема ног – монтируется конструкция для установки домкратов на пояс башни узла опирания, требующего подъема или опускания (рис. 3). Домкраты устанавливаются в основании пояса башни, после требуется ослабить болты узлов опирания и приподнять домкратами пояс башни, оставляя зазор между фланцем и фундаментом в соответствии с проектом, в зазоры установить металлические пластины – прокладки П1 $t = 1$ мм, выполняя

проверку теодолитом. Затем затягиваются анкерные болты, аналогичные работы выполняются с последующими узлами опирания.

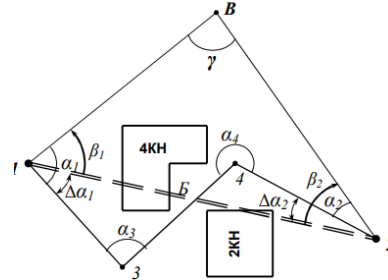


Рис. 2. Схема косвенного определения углов засечки

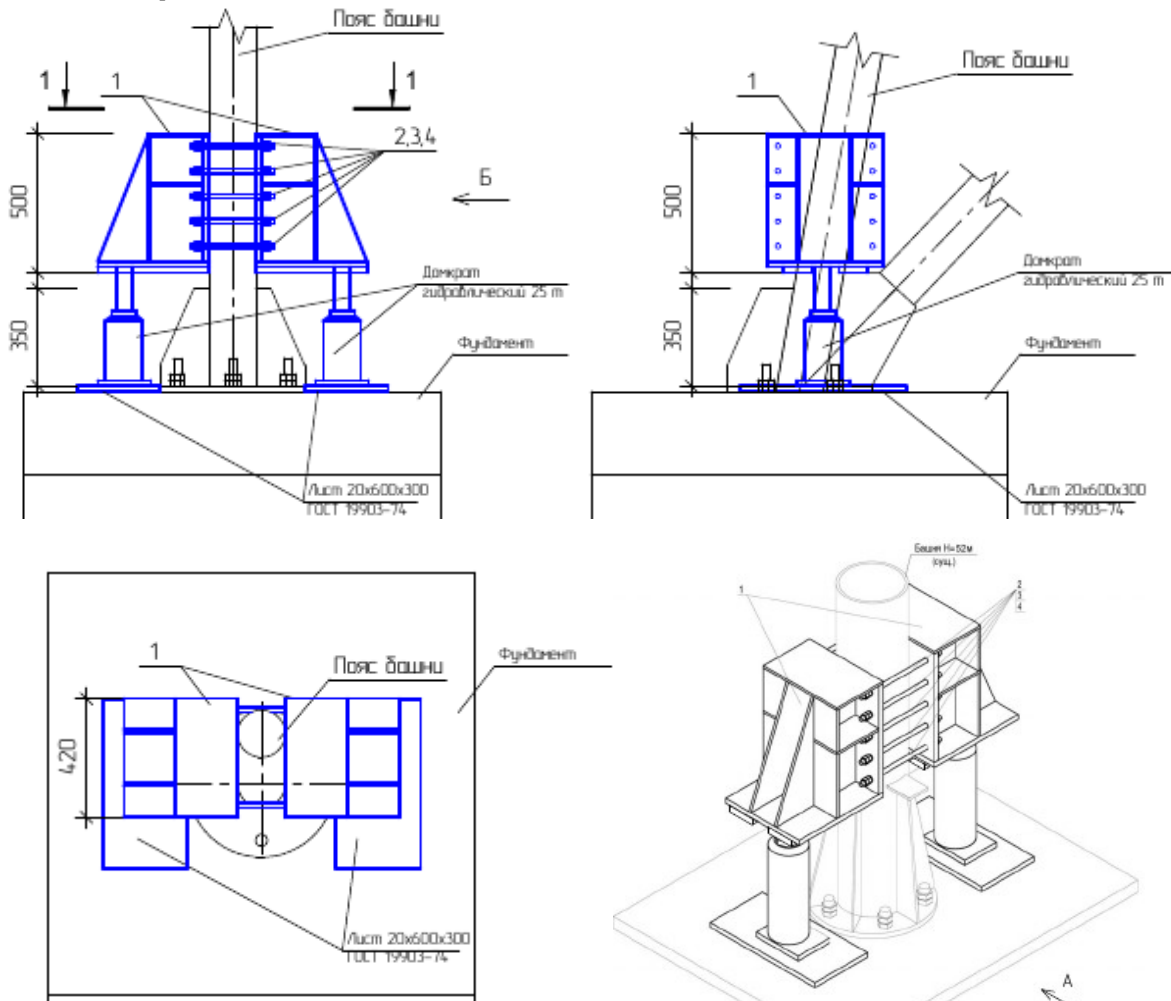


Рис. 3. Схема установки домкратов на опорную конструкцию в местах опирания пояса башни

Если требуется опустить пояс башни, то выравнивание производится по следующей методике:

1. Восстановление вертикальности выполнять при скорости ветра не выше 3 м/с в погоду без осадков по следующей.

2. Перед началом работ по выравниванию геодезического положения башни выполнение демонтажа бетонной подливки на всех фундаментах башни.

3. Выполнение очистки резьбы шпилек от ЛКП и бетона.

4. Выполнение смазки резьбы шпилек минеральным маслом.

5. Выполнение опускания опорных фланцев башни на величины, указанные на плане расположения фундаментов.

6. Разность отметок опорных фланцев под пояса башни не более 0,0007 базы (не более 5 мм).

7. Для обеспечения требований таблицы 4.14 СП 70.1333 допускается поднимать/опускать любой из опорных фланцев башни.

8. После выверки положения опорных фланцев выполнение затяжки гаек в соответствии с требованиями СП 70.13330, контргайки допускается не затягивать на данном этапе.

9. Выполнение контроля геодезического положения ствола опоры (смещение оси ствола от проектного положения).

10. Смещение оси ствола опоры не должно превышать 0,001 высоты выверяемой точки над фундаментом.

11. При несоответствии смещения оси ствола от проектного положения требованиям таблицы 4.15 СП 70.1333 выполнить подъем/опуск опорных фланцев башни. Величины подъема/опуска и требуемые для этого опорные фланцы определить при непосредственном

производстве работ и при непрерывном геодезическом контроле.

12. Работы по подъему/опуску опорных фланцев вести до обеспечения требований СП 70.13330.

13. По окончании работ по выравниванию башни смещение оси ствола опоры не должно превышать 0,001 высоты выверяемой точки над фундаментом.

14. По окончании работ по выравниванию башни выполнить затяжку гаек и контргайк в соответствии с требованиями СП 70.13330.

15. Выполнить подливку бетона на мелкозернистом заполнителе под опорные фланцы башни в соответствии с требованиями СП 63.13330.

16. Поле набора прочности бетоном подливки 50 % выполнение гидроизоляции подливки и подколонников.

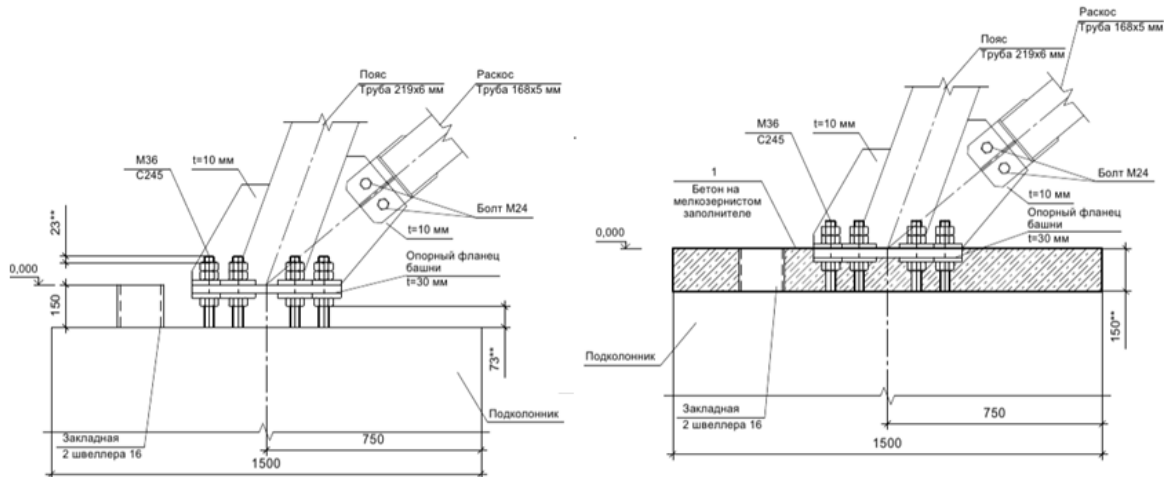


Рис. 4. Схема опорных фланцев после демонтажа подбетонки и выравнивания опорных узлов

Конструкции башен после выравнивания требуют дополнительного внимания. Усиление поясов производится путем установки дополнительных конструкций для увеличения площади сечения элементов согласно расчетам, таких как уголок, арматуры круглого сечения (рис. 5).

Для максимального увеличения несущей способности башен, равномерного распределения нагрузок производства работ также может быть использовано оклеивание композитными материалами. При усилении упрочняющий материал должен быть аналогичным или более жестким по сравнению с основным материалом. Хотя это обычно относится к бетону и мягким металлам, таким как алюминий, жесткость большинства композитных систем FRP уступает металлическому усилению. При сравнении можно увидеть, что строительство FRP композитами может быть технически менее выгодно и экономически менее осуществимо по сравнению с бетонными и стальными элементами, но тем не менее при определенных условиях с участием стальных конструкций становится механически и экономически выгодно. Обоснован ли ремонт

усталостных поврежденных стальных элементов с композитами FRP? В последнее время данный вопрос все более и более актуален в связи со снижением цены композитных элементов, отсутствия сварных и болтовых соединений. Усиление с FRP композитами может быть применено к различным типам конструктивных элементов в зависимости от типа и метода усиления.

Ранние экспериментальные наблюдения за усиленными конструкциями с использованием FRP были зарегистрированы в Федеральном испытании материалов и исследовательской лаборатории (EMPA) в Швейцарии и показали, что пластины углепластика могут быть использованы для усиления металлических конструкций.

Выявлено, что неправильный выбор клея может привести к отслоениям на границе слоев. Следовательно, существует острая проблема адгезии и отслоения на границе слоев. Проблемы с отслоением являются критическим барьером против широкого использования композитных материалов FRP для укрепления конструкций и ремонта.

Анализ имеющейся литературы показал, что в нашей стране огромное исследование по проблемам усиления стальных конструкций композитными материалами, а также поведения усиленных металлических конструкций композит-

ными материалами составляет незначительное количество, а нормативные документы, в отличие от руководств по усилению железобетонных конструкций, практически отсутствуют.

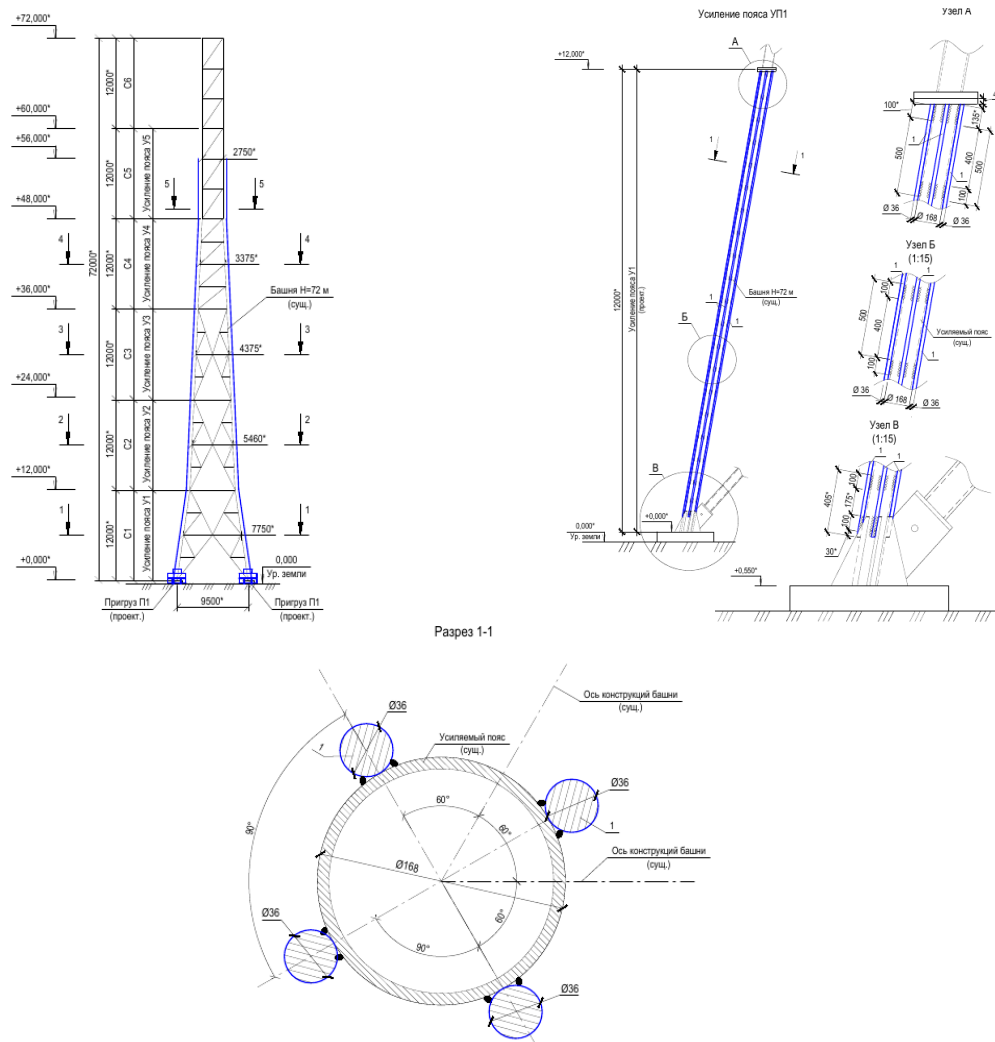


Рис. 5. Пример усиление поясов башни увеличением сечения методом приварки арматуры круглого сечения. Общий вид, узлы, разрез

Вывод: В статье рассмотрена методика и проблематика выравнивания башен в стесненных условиях производства работ с дальнейшим выравниванием и усилением конструкций стандартными методами. Существует незначительное количество иностранных нормативных документов по проблеме усиления металлических кон-

струкций композитными материалами, в Российской Федерации таких документов нет. Поэтому необходимо разработать методику усиления металлоконструкций композитными материалами, которая будет применительна к башням связи, создавать адгезию на границе слоев под действием систематических нагрузок.

Список литературы

1. Руководство по определению уклонов инженерных сооружений башенного типа геодезическими методами /Центр. н.и. и проект.-эксперим. ин-т организации, механизации и техн. помощи стр-ву Госстроя СССР. - М.: Стройиздат, 1981. - 56 с.
2. Бикташев М. Д. Башенные сооружения: геодезический анализ осадки, уклона и общей устойчивости положения. - М.: АСВ, 2006. - 376 с.
3. Столбов И. А. Об определении уклонов сооружений // Геодезия и картография. - 1988. - № 3. - С. 35-36.
4. Андрусенко Ю.В. Усовершенствованный метод наклонного проектирования при определении уклонов высотных зданий // Сборник трудов МГСУ (МИСИ). - М., 2006. - С.52-56.
5. Пимшин Ю.И., Науменко Г.А., Арсеньев Д.М. Анализ геодезических Инженерный вестник Дона, №3 (2016) ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2016/3689 © Электронный научный журнал «Инженерный вестник Дона», 2007-2016 методов контроля геометрических параметров технологического оборудования // Инженерный вестник Дона, 2014, №4 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2014/2742

6. Пимшин Ю.И., Науменко Г.А., Корженевская И.В. Контроль вертикальности инженерных объектов // Инженерный вестник Дона, 2016, №2 URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2016/3566
7. Михайлов В. И., Кононович С. И., Чиберкус Ю. Н. Экспериментальные измерения уклона башен электронным тахеометром // Наука и техника. - 2015. - №2. - С. 42-47.
7. Овчинников И.Г., Почтман М.Ю. Тонкостенные конструкции в условиях коррозионного износа. Расчет и оптимизация (монография). Днепропетровск: Изд-во ДГУ, 1995.192 с.
8. Наумова Г.А., Овчинников И.Г. Расчеты на прочность сложных стержневых и трубопроводных конструкций с учетом коррозионных повреждений (монография). СГТУ. Саратов.2000. 227 с.
9. Наумова Г.А., Овчинников И. Г., Снарский С.В. Расчет трубопроводных конструкций с эксплуатационными повреждениями. Волгоград. Научное издание. ВолгГАСУ, 2009. 184 с.
10. Чернявский В.Л., Хаютин Ю.Г., Аксельрод Е.З., Клевцов Н.В., Фаткуллин Н.В. Руководство по усилению железобетонных конструкций композитными материалами. М. 2006. 60 с.
11. Бокарев С.А., Иванов А.А., Смердов Д.Н., Яшнов А.Н., Жильцов П.Д., Максименков П.Е. Инновационные методы усиления конструкций мостов. СибГУПС и ООО Главгросстрой. Новосибирск. 2008. 38 с.
12. ТУ 1916-005-61664530-2011. Углеродные однонаправленные ленты для систем внешнего армирования (СВА). Технические условия. ЗАО «Препрег-СКМ».М. 2011. 24 с.

© Т. В. Золина, В. Д. Башмачников

Ссылка для цитирования:

Т. В. Золина, В. Д. Башмачников. Основные проблемы определения пространственных форм башен в стесненных условиях и методика выравнивания конструкций с последующим их усилением // Инженерно-строительный вестник Прикаспия : научно-технический журнал / Астраханский государственный архитектурно-строительный университет. Астрахань : ГАОУ АО ВО «АГАСУ», 2020. № 2 (32). С. 16–21.

УДК 693.5; 519.62

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ УСКОРЕННОГО ТВЕРДЕНИЯ
МОНОЛИТНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ВОЗВОДИМЫХ В УСЛОВИЯХ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУР**

Е. М. Дербасова, Е. М. Бялецкая, М. В. Вереин, Р. М. Дуафи

Астраханский государственный архитектурно-строительный университет, г. Астрахань, Россия

Содержание статьи касается вопросов ускоренного твердения монолитных конструкций в зимний период с применением инфракрасного нагрева. Поставлена задача по оптимальному температурному распределению по толщине изделия с целью достижения требуемых характеристик прочности конструкции, учитывая ее громоздкости, времени прогрева и трудозатрат. Процесс интенсификации реализуется при переменных климатических параметрах окружающей среды, что накладывает определенные трудности на технологию сооружения строительных объектов. Представлены результаты численных решений процесса ускоренного твердения с использованием программного обеспечения MathLab, изменение температурных полей было получено по толщине продукта при различных начальных и предельных условиях, плотности теплового потока с учетом внутренних тепловыделений бетонной смеси, возникающих в результате экзотермического воздействия цемента, и параметров окружающей среды. в течение которого проводится ускоренное отверждение. Результаты исследований представлены в виде критериального уравнения, которое имеет большое практическое значение и позволяет определить оптимальные технологические режимы ускоренного упрочнения монолитных конструкций.

Ключевые слова: монолитное строительство, температура, инфракрасный нагрев, бетонирование, опалубка, моделирование, теплообмен, интенсификация, прочность.

**RESEARCH OF TEMPERATURE CONDITIONS OF ACCELERATED HARDENING
OF MONOLITHIC STRUCTURES BUILT UNDER NEGATIVE TEMPERATURE CONDITIONS**

E. M. Derbasova, E. M. Bialeckaya, M. V. Verein, R. M. Duafi

Astrakhan State University of Architecture and Civil Engineering, Astrakhan, Russia

The article is devoted to the issues of accelerated hardening of monolithic structures in the winter using infrared heating. The task is to optimally distribute temperatures over the thickness of the product to achieve the required strength characteristics of the structure, taking into account its massiveness, warm-up time, and labor costs. The intensification process is carried out with variable climatic parameters of the environment, which imposes certain difficulties on the technology of construction projects. The results of numerical solutions of the accelerated hardening process using the MathLab software are presented, the change in temperature fields is obtained over the thickness of the product under various initial and boundary conditions, heat flux density, taking into account the internal heat generation of the concrete mixture arising as a result of cement's heat of hardening and environmental parameters, during which the process of accelerated hardening is carried out. The research results are presented in the form of a criterion equation that has high practical value and allowing to determine optimal technological modes of accelerated hardening of monolithic structures.

Keywords: monolithic construction, temperature, infrared heating, concreting, formwork, modeling, heat exchange, intensification, strength.

Введение

В области современного строительства, одним из ключевых векторов развития является применение технологий и методов монолитного бетонирования при возведении зданий промышленного и гражданского назначения [12], наряду с этим, создание подобных строитель-

ных объектов неизбежно может приводить к необходимости возведения и последующей модификации новых современных и более эффективных архитектурных и строительных систем, технологий для их реализации. За последние полтора десятка лет имели место революционные изменения в методах и способах строитель-