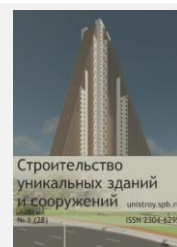




Construction of Unique Buildings and Structures



journal homepage: www.unistroy.spb.ru



Влияние дефектов строительства на несущую способность железобетонных конструкций монолитного каркасного здания

А.С. Волков¹, Е.А. Дмитренко², А.В. Корсун³

^{1,2}Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, 86123, Украина, обл. Донецкая, г. Макеевка, ул. Державина, 2.

³ ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский политехнический университет», 195251, Россия, Санкт-Петербург, ул. Политехническая, 29.

Информация о статье	История	Ключевые слова
УДК 624.012.4	Подана в редакцию 14 января 2015 Принята 12 февраля 2015	монолитный железобетон, прочность бетона, дефекты, несущая способность, надежность
Научная статья		

АННОТАЦИЯ

Изложены результаты технического обследования строительных конструкций строящегося монолитного железобетонного здания каркасного типа. Представлены описание дефектов строительных конструкций и причин их происхождения, результаты лабораторных исследований прочности бетона. Выполнен анализ влияния выявленных дефектов строительства на усилия в элементах каркаса и на несущую способность конструкций. По результатам исследования разработано заключение о несущей способности конструкций с дефектами, способах их усиления и возможности продолжения строительства.

Содержание

Введение	46
Результаты обследования конструкций здания гостиничного комплекса в г. Донецке	47
Заключение	51

³ Контактный автор:
² +7 (921) 366 5120, korsun_av@mail.ru (Корсун Артем Владимирович, к.т.н., доцент)
² +38 (099) 002 7010, d.e.a_2008@mail.ru (Дмитренко Евгений Анатольевич, к.т.н., доцент)
¹ +38 (095) 850 6794, volkovasing@rambler.ru (Волков Андрей Сергеевич, к.т.н., доцент)

Введение

За последние 20-30 лет монолитное строительство стало одной из наиболее распространенных технологий возведения зданий и сооружений. Мировой опыт строительства свидетельствует, что разнообразие архитектурных решений современных зданий устанавливает более высокие требования к конструкциям зданий. Технология монолитного домостроения, являясь наиболее мобильной, позволяет выстраивать здания различной высоты и формы в короткие сроки и, во многих случаях, с наименьшими финансовыми затратами. Именно поэтому объемы монолитного строительства в развитых странах мира в настоящее время достигают 50-75% от общего.

Процесс монолитного возведения имеет несколько этапов, каждый из которых требует квалифицированного выполнения арматурных и бетонных работ. Основные условия качественного бетонирования – тщательное перемешивание, быстрая транспортировка и подача бетонной смеси, укладка, уплотнение и квалифицированный уход за бетоном в период его твердения и набора прочности. Несоблюдение этих условий и стремление порой сэкономить за счет скорости строительства и дешевизны недостаточно квалифицированной рабочей силы является, как правило, основной причиной возникновения дефектов конструкций и, как следствие, существенного снижения качественных характеристик готовых изделий. При этом под дефектом понимается каждое отдельное несоответствие продукции установленным требованиям и проекту, допущенное до начала эксплуатации объекта. Поэтому к качеству работ и применяемых материалов на строительной площадке должно уделяться большое внимание [1-4].

Причины возникновения дефектов конструкций могут быть классифицированы как *технологические*:

- неправильный уход за бетоном (возникновение усадочных трещин в поверхностных слоях бетона, снижение его прочности);
- недоуплотнение бетона (возникновение пор и пустот, снижающих прочность бетона, показатели его долговечности и др. свойств) либо чрезмерное виброуплотнение (расслоение бетонной смеси);
- изначально неправильное, нескорректированное положение опалубки, преждевременное ее снятие (образование наплывов, отклонений положения конструкций и их геометрических размеров, а также положения арматуры от проектных значений);
- климатические воздействия (значительные перепады температур в бетоне раннего возраста вследствие неравномерного нагрева или охлаждения конструкций обуславливают трещинообразование в поверхностных слоях, что снижает прочность бетона и долговечность конструкций)

и *конструкционные*:

- недостаточная величина защитного слоя бетона (обнажение и коррозионный износ арматуры, снижению несущей способности и долговечности конструкций);
- несоответствие проектным решениям классов бетона и арматуры;
- несоответствие проектным решениям количества и диаметров арматуры;
- отклонение геометрических размеров элементов конструкций от проектных значений;
- наличие воздействий, не предусмотренных при проектировании (непроектное складирование материалов на перекрытиях, температурно-влажностные воздействия и др.).

Обследование с целью выявления технического состояния строительных конструкций не только существующих, но и при выявлении дефектов на этапе возведения зданий и сооружений, является важной, ответственной и сложной инженерной задачей, привлекающей внимание многих специалистов [2, 5, 6-12]. Большое внимание уделяется определению и неравномерности распределения прочностных свойств бетона [13, 14], особенно – в монолитных железобетонных конструкциях [3, 4, 8].

Результаты обследования конструкций здания гостиничного комплекса в г. Донецке

Проблема возникновения дефектов строительства рассматривается на примере конкретного возводимого здания в г. Донецке.

В 2012 г. специалистами Специализированного научно-производственного центра «Специальные и высотные инженерные сооружения» (СНПЦ «СВИС») при Донбасской национальной академии строительства и архитектуры (ДонНАСА) было выполнено обследование строительных конструкций строящегося 15-этажного железобетонного монолитного здания гостиничного комплекса (рисунок 1).

Необходимость проведения работ по исследованию физико-механических свойств бетона в монолитных вертикальных стенах и в плите перекрытия 5-го этажа здания в период его возведения была обусловлена следующими факторами:

- наличием дефектов на поверхности строительных конструкций стен и плиты перекрытия 5-го этажа в виде участков крупнопористого бетона с раковинами и пустотами, с обнажением зерен крупного заполнителя;
- необходимостью оценки влияния дефектов строительства на характеристики физико-механических свойств бетона в конструкциях ядра жесткости, монолитных стенах 5-го этажа, а также в монолитной плите перекрытия над пятым этажом здания;
- необходимостью разработки рекомендаций по ремонту дефектных участков конструкций и определения возможности продолжения возведения здания.

а)



б)

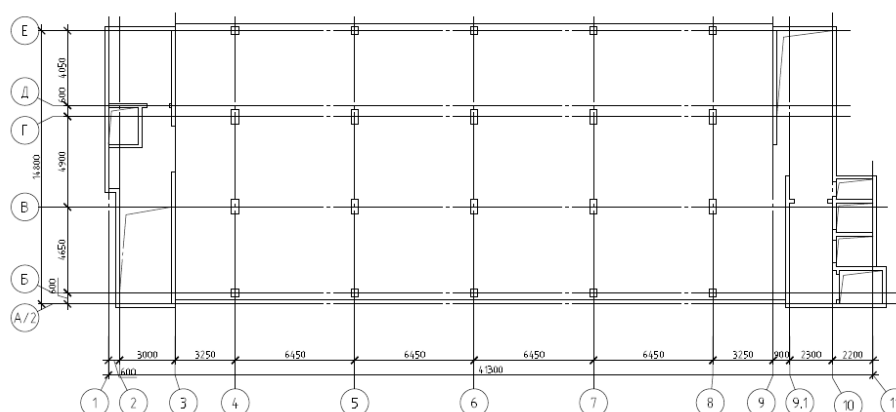


Рисунок 1. Общий вид (а) и схема типового этажа (б) здания гостиничного комплекса

Бетонирование монолитных строительных конструкций стен 5-го этажа и перекрытия над 5-м этажом выполнялось в ночное время. При поставке бетонной смеси к месту ее укладки не был осуществлен входной контроль качества в виде отбора проб бетона для определения его основных характеристик (подвижности, средней плотности, прочности при сжатии).

В поверхностных слоях строительных конструкций стен 5-го этажа строящегося здания гостиницы выявлены дефекты в виде участков крупнопористого бетона с обнажением крупного заполнителя и стержней арматуры (рисунок 2). В некоторых местах, прилегающих к зонам обнажения стержней продольной и поперечной арматуры, толщина защитного слоя бетона составляла существенно менее 20 мм. Такой вид поверхности является следствием недостаточного уплотнения бетонной смеси. Выявлены места явного расслоения бетона, как результат избыточного содержания воды в бетонной смеси.

Для определения характеристик действительной прочности бетона в конструкциях выполнен сплошной контроль его показателей в конструкциях каркаса неразрушающими методами с использованием склерометра Шмидта [15].

Для определения лабораторными методами физико-механических характеристик бетона в конструкциях ядра жесткости, монолитных стенах 5-го этажа, а также в монолитной плите перекрытия над пятым этажом были отобраны бетонные образцы-цилиндры путем выбуривания с использованием кольцевой фрезы. Часть образцов были отбракованы из-за наличия в них арматурных стержней и внутренних дефектов.

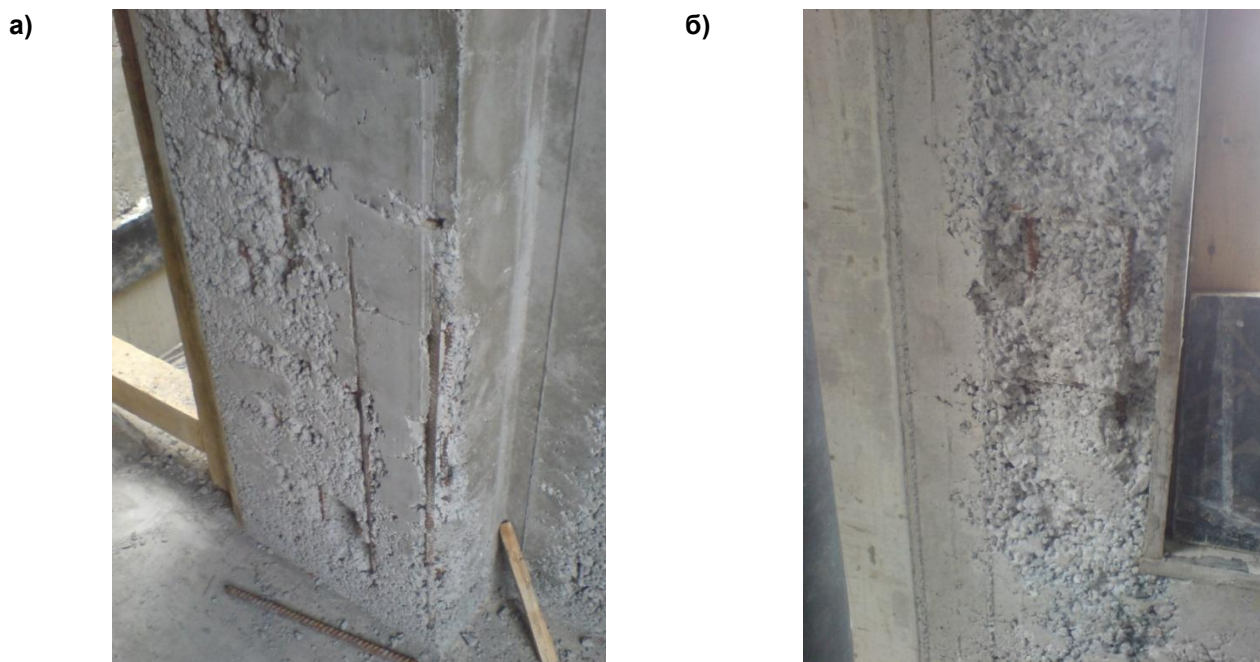


Рисунок 2. Дефектные участки стен ядра жесткости здания в осях «3-4-Д-Е» (а, б)

Испытание образцов выполнены на осевое сжатие в возрасте 28-30 сут. в соответствии с действующими на территории Украины стандартами [15-20] при температуре +22 °С и относительной влажности $W = 83-85\%$. Результаты определения характеристик физико-механических свойств образцов бетона представлены в таблицах 1 и 2.

Характеристики физических свойств бетона (плотность, пористость, влажность и водопоглощение) свидетельствуют о том, что наиболее вероятной причиной образования дефектов бетона в конструкциях стен 5-го этажа является несоблюдение технологии выполнения бетонных работ при укладке бетонной смеси, особенно в части качества ее уплотнения в процессе бетонирования (таблица 1).

Прочность выпиленных образцов-цилиндров на сжатие определялась испытаниями на гидравлическом прессе ПГ-125. Характер и схема разрушения образцов соответствовали характеру разрушения опытных образцов из обычного тяжелого бетона, испытываемых по стандартным методикам (рис. 3). Результатами исследований (таблица 2) установлено, что прочность бетона соответствовала

классу по прочности на сжатие С12/15 (В15) для колонн и С20/25 (В25) для плиты перекрытия и стен вместо заложенного в проект на возведение класса С25/30 (В30).

Результаты контроля прочности неразрушающим методом контроля [15] и по контрольным образцам показали сходные результаты с расхождениями в величинах не более 8%.

Исследование прочности на сжатие контрольных образцов показало небольшой разброс результатов испытаний (таблица 2). В целом, приведенная кубиковая прочность бетона в конструкциях стен, в среднем, на 37% (С12/15 вместо проектного С20/25), а в конструкциях плиты перекрытия – на 42% (С12/15 вместо проектного С25/30) ниже требуемых проектных значений прочности бетона. Это может быть обусловлено проявлением следующих факторов:

- неравномерным перемешиванием бетонной смеси;
- использованием некачественного вяжущего;
- превышением нормы времени для бетонов примененных составов от момента затворения водой до укладки в опалубку;
- несоответствиями водоцементного соотношения, инертных заполнителей и пластификатора;
- попытками увеличить подвижность бетонной смеси на объекте добавлением избыточного количества воды для транспортировки его бетононасосом на проектную отметку, что существенно снижает характеристики физико-механических свойств бетона;
- недостаточным или избыточным вибрированием смеси при ее укладке;
- нарушениями технологии ухода за бетоном в первые дни после его укладки без должного учета, перепадов температуры окружающего воздуха (до 10°C в дневное и ночное время суток).

Для принятия обоснованного решения о возможности дальнейшего возведения здания были выполнены поверочные расчеты строительных конструкций с учетом выявленных дефектов и фактических значений физико-механических свойств бетона. Для этого в ПК ЛИРА [21] была создана расчетная схема с двумя вариантами расчетных характеристик бетона (рисунок 4): 1-й – с проектными значениями прочности бетона, 2-й – с фактическими значениями и с фактическими значениями толщин элементов согласно результатам исследований. При создании расчетных схем для плиты перекрытия были использованы универсальные КЭ оболочки толщиной 200 мм, для колонн по крайним рядам – как универсальный пространственно-стержневой КЭ сечением 400х400 мм, для колонн по средним рядам – такой же КЭ сечением 800х400 мм. При этом стены моделировались с помощью универсальных КЭ оболочки толщиной 200 мм.

Таблица 1. Результаты определения физических свойств бетона в отобранных образцах

Шифр образца	Места отбора образцов	Ср. плотность бетона, г/см ³	Ср. плотность в сухом состоянии	Влажность, %	Среднее водопоглощение, %	Открытая пористость, %
Стены 5-го этажа						
4ст	«Г-Е» по оси «10»	2346	2310	1.6	3.1	7.3
5ст	«Б-В» и «10-11»	2341	2300	1.8	3.0	7.1
Плита перекрытия над 5-м этажом						
1п	«Д-Е» и «5-6»	2226	2175	2.3	3.6	7.9
9п	«В-Г» и «2-3»	2228	2180	2.2	3.5	7.7

Таблица 2. Результаты прессовых испытаний на прочность при осевом сжатии

Шифр образца	Места отбора образцов	Возраст бетона, сут	Размеры образцов, мм	Разрушающая нагрузка N, кН	Фактич. прочность, МПа	Приведенная кубиковая прочность $f_{c,cube}$, МПа	Фактич. класс бетона
Стены							
1ст	«Г-Е» по оси «10»	30	Ø112.7 l = 209	120.0	11.78	13.66	С12/15 (В15)
3ст	«Г-Е» по оси «10»	30	Ø 113.4 l = 198	147.5	14.30	16.59	

Шифр образца	Места отбора образцов	Возраст бетона, сут	Размеры образцов, мм	Разру- шающая нагрузка N, кН	Фактич. прочность, МПа	Приведенная кубиковая прочность $f_{c,cube}$, МПа	Фактич. класс бетона
5ст	«Б-В» и «10-11»	30	Ø113 / = 213	181.2	17.66	20.49	
9ст	«Б-В» и «10-11»	30	Ø113.3 / = 197	127.5	12.39	14.38	
10ст	«Б-В» и «10-11»	30	Ø113 / = 193	125.0	12.18	14.13	C12/15 (B15)
11ст	«Б-В» и «10-11»	30	Ø□113 / = 194	162.6	15.86	18.40	
12ст	«Б-В» по оси «9.1»	30	Ø□113.1 / = 214	126.3	12.30	14.27	
Плита перекрытия							
1п	«Д-Е» и «5-6»	28	Ø113 / = 201.5	136.3	13.57	15.75	C12/15 (B15)
5п	«Д-Е» и «4-5»	28	Ø112.6 / = 141	131.0	12.88	14.94	
7п	«В-Г» и «2-3»	28	Ø113.1 / = 196	145.0	14.42	16.73	
9п	«В-Г» и «2-3»	28	Ø113.1 / = 197.3	150.0	14.93	17.32	

а)



б)



Рисунок 3. Внешний вид и характер разрушения контрольных образцов-цилиндров:
а – образец № 9ст; б – образец № 7п

На первом этапе сопоставительных расчетов получены усилия для наиболее нагруженных колонн крайнего и среднего рядов, для наиболее нагруженных участков плиты перекрытия, участков стен и ядра жесткости, в которых были обнаружены дефекты и получены наименьшие показатели прочности бетона. Учитываемое при этом снижение прочности бетона обусловило изменение жесткостных характеристик сечений элементов и, как следствие, увеличение расчетных усилий в них по сравнению с исходным проектным решением:

- в колоннах – увеличение продольных сил на 7-8%;
- в плите перекрытия – увеличение изгибающих моментов на 5-9%;
- в монолитных стенах и в ядре жесткости – увеличение продольных сил на 8-12%.

На втором этапе с применением системы конструирования железобетонных конструкций ЛИР-АРМ был выполнен расчет армирования по РСУ. Примеры изополей интенсивности армирования в

конструкциях приведены на рисунке 5. Результаты расчета свидетельствуют о существенном влиянии снижения прочности бетона в конструкциях на несущую способность конструкций:

- для железобетонных колонн среднего ряда расчетный коэффициент использования несущей способности составил $K_{и} = 0.54 \dots 0.77$;
- для железобетонных колонн крайнего ряда – $K_{и} = 0.87 \dots 1.15$;
- для плиты перекрытия – $K_{и} = 0.87 \dots 1.1$;
- для монолитных стен и ядра жесткости – $K_{и} = 0.74 \dots 1.67$.

Заключение

Выполненными комплексными натурными, лабораторными и теоретическими исследованиями установлено, что нарушение технологии бетонирования, отсутствие входного контроля качества материалов обуславливают образование дефектов в конструкциях, существенное снижение несущей способности и долговечности конструкций, а также надежности возводимого здания в целом. Необходимость устранения дефектов потребовала принятия мер по усилению либо по демонтажу некачественно изготовленных конструкций.

При оценке экономической целесообразности проведения усиления конструкций установлено, что стоимость усиления и реализации мероприятий по восстановлению конструкций перекрытия и ядра жесткости в пределах одного проблемного этажа здания сопоставима со стоимостью возведения новых конструкций на этом же этаже. Это обстоятельство явилось достаточным для принятия решения по демонтажу дефектных конструкций. Для дефектных конструкций колонн крайних рядов целесообразным было признано усиление обоями из стального уголкового проката (рисунок 1а).

После выполнения всего комплекса работ по инженерному обследованию проблемных конструкций строящегося здания, по усилению колонн, а также по возведению новых участков стен и конструкций перекрытия взамен демонтированных, отставание от графика работ составило 3 мес., а затраты при этом превысили стоимость возведения одного типового этажа.

Должное внимание к соблюдению требований и норм по технологии и качеству выполнения строительно-монтажных работ, а также к входному контролю качества материалов, позволит существенно повысить надежность и безопасность зданий и сооружений, а также избежать дополнительных расходов на устранение и исправление ошибок при строительстве.

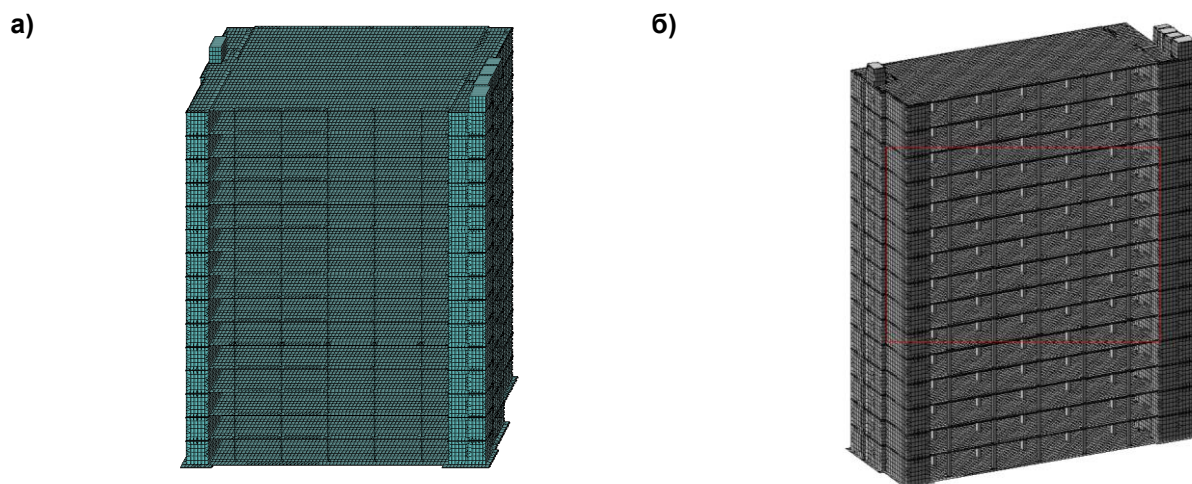


Рисунок 4. Общий вид объемной расчетной схемы здания в ПК «ЛИРА»
(количество элементов – 123370, количество узлов – 146133)

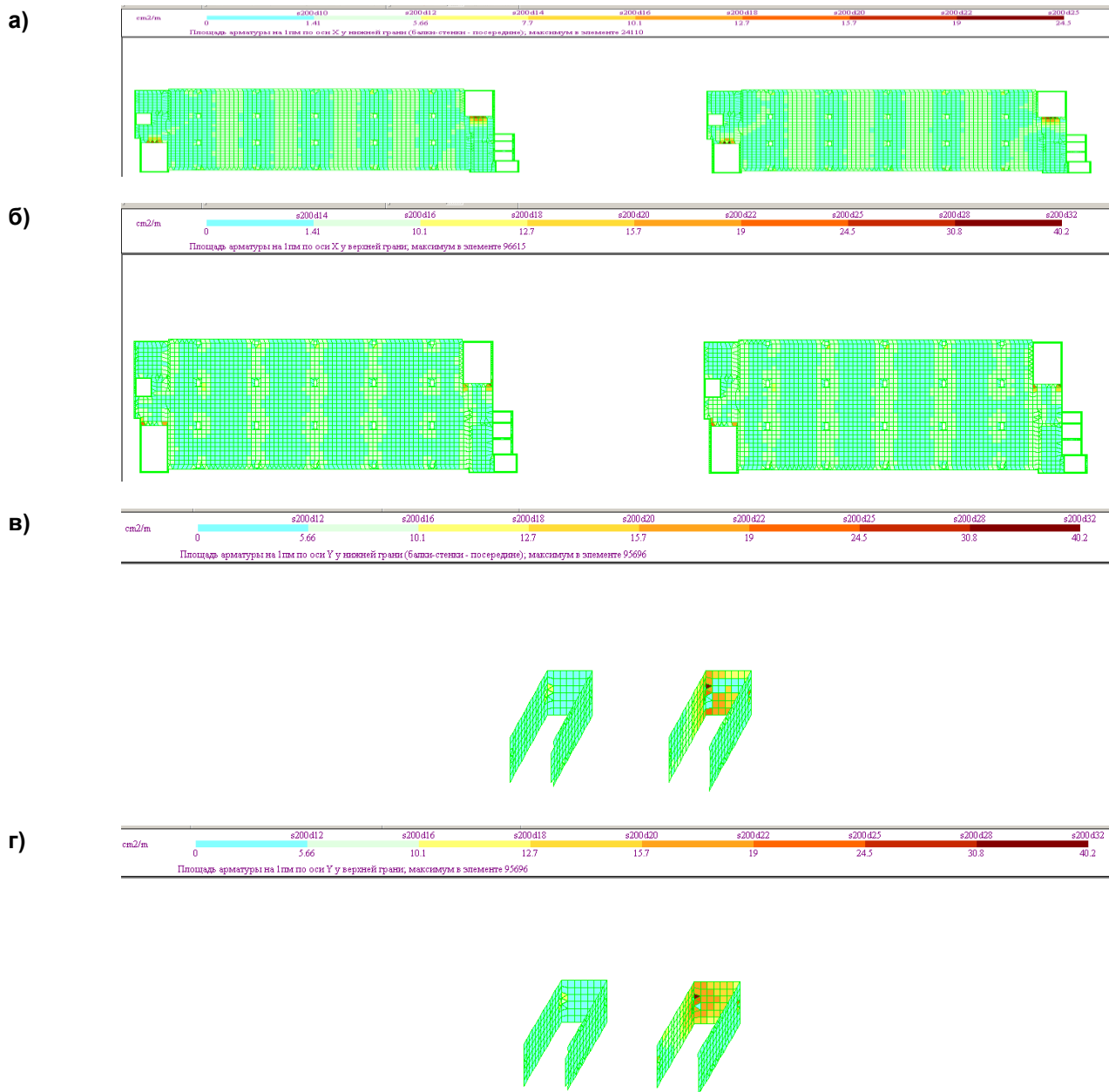


Рисунок 5. Сопоставление армирования при проектной и фактической прочности бетона на примере плиты перекрытия (а, б) и стены (в, г):

- а – изополя интенсивности продольного армирования вдоль оси X плиты перекрытия у нижней грани;
б – то же, у верхней грани;
в – изополя интенсивности продольного армирования вдоль оси X в стенах со стороны внутренней грани;
г – то же, со стороны наружной грани.*

Литература

- [1]. Байбурун А.Х., Головнев С.Г. Качество и безопасность строительных технологий. Челябинск: ЮУрГУ, 2006. 453 с.
- [2]. Байбурун А.Х., Погорелов С.Н. Исследование неоднородности прочности монолитных конструкций // Инженерно-строительный журнал. 2012. №3. С. 12-18.
- [3]. Горохов Е.В., Югов А.М., Веретенников В.И. Учёт явления систематической неоднородности свойств тяжелого бетона по объему элементов при выборе безопасных конструктивных систем зданий // Безопасность эксплуатируемых зданий и сооружений. М. 2011. С. 146-167.
- [4]. Долматов А.А. Прочность и деформативность железобетонных фрагментов стен зданий и сооружений, возводимых в вертикально подвижных опалубках: Автореф. дисс. канд. техн. наук: 05.23.01 / ДонГАСА. Макеевка, 2004. 20 с.
- [5]. Алмазов В.О., Климов А.Н. Экспериментальное исследование напряженно-деформированного состояния конструкций высотного здания // Вестник МГСУ. 2013. №10. С. 102-109.
- [6]. Болотских О.Н., Кобзарь И.И., Панченко В.А. Обследование железобетонных конструкций // Научно-технический сборник. Коммунальное хозяйство городов. 2004. Вып. 55. С. 250-253.
- [7]. Корсун В.И., Калмыков Ю.Ю., Корсун А.В. Дмитренко Е.А. Особенности повреждений и опыт ремонта железобетонных оболочек градирен высотой H=150 м // Вестник ДонНАСА: Башенные сооружения: материалы, конструкции, технологии. Макеевка: ДонНАСА. 2005. Вып. 2005-8(56). С. 200-203.
- [8]. Лужин О.В. Обследование и испытание зданий и сооружений // О.В. Лужин и др. М.: Стройиздат, 1987. 264 с.
- [9]. Прядко Н.В. Обследование и реконструкция жилых зданий // Учебное пособие. Макеевка: ДонНАСА, 2006. 156 с.
- [10]. Halil Sezen, Jack P. Moehle. Strength and deformation capacity of reinforced concrete columns with limited ductility // 13th World Conference on Earthquake Engineering Vancouver. B.C., Canada: 2004. 279 p.
- [11]. Улыбин А.В., Ватин Н.И. Качество визуального обследования зданий и сооружений и методика его выполнения // Строительство уникальных зданий и сооружений, 2014. № 10 (25). С. 134-146.
- [12]. Штенгель В.Г. Общие проблемы технического обследования неметаллических конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений // Инженерно-строительный журнал. 2010. №7. С. 4-9.
- [13]. Улыбин А.В. О выборе методов контроля прочности построенных сооружений // Инженерно-строительный журнал. 2011. №4. С. 10-15.
- [14]. Улыбин А.В., Федотов С.Д., Тарасова Д.С. Определение прочности бетона при обследовании зданий и сооружений // Мир строительства и недвижимости. 2012. №45. С. 2-5.
- [15]. ГОСТ 22690-88. Бетоны. Определение прочности механическими методами неразрушающего контроля // М.: Стандартинформ, 2010.
- [16]. ДСТУ Б В.2.7-42-97. Будівельні матеріали. Методи визначення водопоглинання, густини і морозостійкості будівельних матеріалів і виробів [Госстандарт Украины. Строительные материалы. Методы определения водопоглощения, плотности и морозостойкости строительных материалов и изделий] // Київ: Держкоммістобудування України, 1997. (укр.)
- [17]. ДСТУ Б В.2.7-214:2009. Бетони. Методи визначення міцності за контрольними зразками [Госстандарт Украины. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. (укр.)
- [18]. ДСТУ Б В.2.7-224:2009. Бетони. Правила контролю міцності [Госстандарт Украины. Бетоны. Правила контроля прочности]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. (укр.)
- [19]. ДСТУ Б В.2.7-170:2008. Бетони. Методи визначення середньої густини, вологості, водопоглинання, пористості і водонепроникності [Госстандарт Украины. Бетоны. Методы определения средней плотности, влажности, водопоглощения, пористости и водонепроницаемости]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2009. (укр.)
- [20]. ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009. Виконання вимірювань, розрахунків та контроль точності геометричних параметрів. Настанова. [Госстандарт Украины. Исполнение измерений, расчетов и контроль точности геометрических параметров. Руководство]. Київ: Мінрегіонбуд України, 2010. (укр.)
- [21]. Программный комплекс ЛИРА-САПР 2013. Учебное пособие / Городецкий А.С. (ред.). Киев-Москва: Электронное издание, 2013. 376 с.

The influence of construction defects on bearing capacity of reinforced concrete constructions of a frame monolithic building

A.S. Volkov¹, E.A. Dmitrienko², A.V. Korsun³

^{1,2}Donbas National Academy of Civil Engineering and Architecture, 2, Derzhavina St., Makeyevka, Donetsk region, 86123, Ukraine

³Saint-Petersburg Polytechnic University, 29 Polytechnicheskaya st., St.Petersburg, 195251, Russia

ARTICLE INFO

Original research article

Article history

Received 14 January 2015
Accepted 12 February 2015

Keywords

mass concrete,
concrete strength,
defects,
bearing capacity,
reliability

ABSTRACT

The article introduces the results of the technical examination of a monolithic reinforced concrete frame building being built in Donetsk. The description of the building structures defects and causes of their appearance, the results of laboratory tests of concrete strength have been introduced. The influence of the identified defects on the construction efforts in framework elements and on their bearing capacity has been studied. Conclusions about the performance of structures and the possibility of building continuation have been made on the basis of examination results.

3

Corresponding author:

+7 (921) 366 5120, korsun_av@mail.ru (Korsun Artem Vladimirovich, Ph.D., Associate Professor)

2

+38 (099) 002 7010, d.e.a_2008@mail.ru (Dmitrenko Evgeniy Anatoljevich, Ph.D., Associate Professor)

1

+38 (095) 850 6794, volkovasing@rambler.ru (Volkov Andrei Sergeevich, Ph.D., Associate Professor)

References

- [1]. Bayburin A. Kh., Golovnev S. G. *Kachestvo i bezopasnost stroitelnykh tekhnologiy* // Monografiya. Chelyabinsk: YuUrGU, 2006. 453 p. (rus)
- [2]. Bayburin A. Kh., Pogorelov S. N. *Issledovaniye neodnorodnosti prochnosti monolitnykh konstruktsey* [Study of concrete strength heterogeneity in monolithic structures]. Magazine of Civil Engineering. 2012. No. 3. Pp. 12-18.
- [3]. Gorokhov Ye. V., Yugov A. M., Veretennikov V. I. *Uchet yavleniya sistemicheskoy neodnorodnosti svoystv tyazhelogo betona po obyemu elementov pri vybere bezopasnykh konstruktivnykh sistem zdaniy* // Bezopasnost ekspluatiruyemykh zdaniy i sooruzheniy. Moscow, 2011. Pp. 146-167. (rus)
- [4]. Dolmatov A. A. *Prochnost i deformativnost zhelezobetonnykh fragmentov sten zdaniy i sooruzheniy, vozvodimyykh v vertikalno podvizhnykh opalubkakh* [The strength and stressability of reinforced concrete fragments of walls in buildings and structures erected in a vertically moving forms] Thesis of Technical Sciences Candidate. Spec.: 05.23.01. Makeyevka, 2004. 20 p. (rus)
- [5]. Almazov V. O., Klimov A. N. *Eksperimental'noe issledovanie napryazhenno-deformirovannogo sostoyaniya konstruktsey vysotnogo zdaniya* [Experimental Research into the Stress-Strain State of High-rise Buildings Concrete Structures]. Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2013. No. 10. Pp. 102-109.
- [6]. Bolotskikh O. N., Kobzar I. I., Panchenko V. A. *Obsledovaniye zhelezobetonnykh konstruktsey* // Nauchno-tekhnicheskiiy sbornik. Kommunalnoye khozyaystvo gorodov, No. 58. Khar'kov: KhNAGKh, 2004. Pp. 250-253. (rus)
- [7]. Korsun V. I., Kalmykov Yu. Yu., Korsun A. V., Dmitrenko Ye. A. *Osobennosti povrezhdeniy i opyt remonta zhelezobetonnykh obolochek gradiren vysotoy N=150 m* // Vestnik DonNASA: Bashennyye sooruzheniya: materialy, konstruktsey, tekhnologii, No. 2005-8(56). Makeyevka: DonNASA. 2005. Pp. 200-203. (rus)
- [8]. Luzhin O. V. *Obsledovaniye i ispytaniye zdaniy i sooruzheniy M.: Stroyizdat*, 1987. 264 p. (rus)
- [9]. Pryadko N. V. *Obsledovaniye i rekonstruktsiya zhilykh zdaniy. Makeyevka: DonNASA*, 2006. 156 p. (rus)
- [10]. Halil Sezen, Jack P. Moehle. Strength and deformation capacity of reinforced concrete columns with limited ductility // 13th World Conference on Earthquake Engineering Vancouver. B.C., Canada: 2004. 279 p.
- [11]. Ulybin A. V., Vatin N. I. The quality of the visual inspection of buildings and structures and the method of its execution // Construction of Unique Buildings and Structures, 2014, No. 10 (25). Pp 134-146.
- [12]. Shtengel' V. G. *Obshchie problemy tekhnicheskogo obsledovaniya nemetallicheskiykh stroitel'nykh konstruktsey ekspluatiruyemykh zdaniy i sooruzheniy* // Magazine of Civil Engineering. 2010. No. 7. Pp. 4-9. (rus)
- [13]. Ulybin A. V. *O vybere metodov kontrolya prochnosti postroyennykh sooruzheniy* [On the Choice of Concrete Strength Inspection Methods of Ready-built Structures]. Magazine of Civil Engineering. 2011. No. 4. Pp. 10-15.
- [14]. Ulybin A. V., Fedotov S. D., Tarasova D. S. *Opredeleniye prochnosti betona pri obsledovanii zdaniy i sooruzheniy* // Mir stroitelstva i nedvizhimosti. 2012. No. 45. Pp. 2-5. (rus)
- [15]. GOST 22690-88. *Betony. Opredeleniye prochnosti mekhanicheskimi metodami nerazrushayushchego kontrolya* [Russian State Standard. Concretes. Determination of strength by mechanical methods of nondestructive testing]. M.: Standartinform, 2010. (rus)
- [16]. DSTU B.2.7-42-97. *Budivelni materialy. Metody vyznachennya vodopoglynnannya, gustyny i morozostoykosti budivelnnykh materialiv i vyrobiv* [Ukrainian State Standard. Building materials. Methods of determinations water absorbtion, density and frost resistance building materials and products]. Kyiv: Derzhkommistobuduvannya Ukrainy, 1997. (ukr)
- [17]. DSTU B.2.7-214:2009. *Betony. Metody vyznachennya mitsnosti za kontrolnymi zrazkami* [Ukrainian State Standard. Concretes. Methods for strength determination using reference specimens]. Kyiv: Minregionbud Ukrainy, 2010. (ukr)
- [18]. DSTU B.2.7-224:2009. *Betony. Pravyla kontrolyu mitsnosti* [Ukrainian State Standard. Concretes. Rules for the strength control]. Kyiv: Minregionbud Ukrainy, 2010. (ukr)
- [19]. DSTU B.2.7-170:2008. *Betony. Metody vyznachennya serednoi gustyny, vologosti, vodopoglynnannya, porystosti i vodonepronykhnosti* [Ukrainian State Standard. Concretes. Methods of determination of middle density, moisture content, water absorptions porosity and watertightness]. Kyiv: Minregionbud Ukrainy, 2009. (ukr)
- [20]. DSTU-N B.1.3-1:2009. *Vykonannya vymiryuvan', rozrakhunok ta kontrol' tochnosti geometrichnykh parametriv. Nastanova*. [Ukrainian State Standard. Implementation of measurings, calculation and control of exactness of geometrical parameters. Instruction]. Kyiv: Minregionbud Ukrainy, 2010. (ukr)

[21]. Программный комплекс LIRA-SAPR 2013/ Gorodetskiy A. S. (red.). Kiev-Moskva: *Elektronnoye izdaniye*, 2013. 376 p. (rus).

Волков А.С., Дмитренко Е.А., Корсун А.В. Влияние дефектов строительства на несущую способность железобетонных конструкций монолитного каркасного здания // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. №2(29). С. 45-56.

Volkov A.S., Dmitrienko E.A., Korsun A.V. The influence of construction defects on bearing capacity of reinforced concrete constructions of a frame monolithic building. Construction of Unique Buildings and Structures, 2015, 2(29), Pp. 45-56. (rus)