
Оценка технического состояния и современные методы усиления чаши железобетонного бассейна при разработке проектной документации на капитальный ремонт или реконструкцию объектов капитального строительства

В.А. Мурадян, Е.В.Иткина

Донской государственный технический университет, г. Ростов-на-Дону

Аннотация: В статье рассмотрены современные методы усиления чаши железобетонного бассейна при разработке проектной документации на капитальный ремонт или реконструкцию объектов капитального строительства по результатам обследования и оценки технического состояния конструкций.

Ключевые слова: усиление, капитальный ремонт, реконструкция, проектные решения, железобетон, композит, прочность, несущая способность.

Одна из основных целей проектирования – разработка технического решения в соответствии с поставленной задачей (техническим заданием на проектирование). При этом реализация технического задания может привести как к выполнению капитального ремонта сооружения, так и к его реконструкции [1-3].

Понятия «Реконструкция объектов капитального строительства» и «Капитальный ремонт объектов капитального строительства» описаны в Главе 1. Статьи 1 Градостроительного кодекса РФ.

Рассмотрим современные методы проектных решений на примере объекта «Капитальный ремонт бассейна по адресу: г. Ростов-на-Дону». Перед разработкой конструктивных решений было выполнено детальное инструментальное обследование в соответствии с требованиями СП 13-102-2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений» и ГОСТ 31937-2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния» [4-5].

Здание бассейна представляет собой сооружение из кирпичных несущих стен и сборных железобетонных балок, плит перекрытий и покрытий. Здание переменной этажности: от 1 до 3, возведено в 1968 году. В плане здание сложной конфигурации с общими размерами в осях 35,75x25,11 м.

Чаша бассейна в осях 1-9, В-Г представляет собой железобетонный резервуар прямоугольной формы. Размеры бассейна в плане составляют 24,95x9,15 м. Выполнена из монолитного железобетона класса В25. Днище резервуара представляет собой монолитное ребристое перекрытие, в составе которого – плита, толщиной 300мм, второстепенные и главные балки. Главные балки в свою очередь опираются на сетку колонн. Колонны железобетонные монолитные ~ 500x500мм. Стены ванны железобетонные переменной толщины (утолщенные у днища и ~ 200мм вверху на уровне бортика бассейна). Фундаменты отдельно стоящие, ступенчатые. Чаша бассейна имеет глубоководную часть с глубиной 4,35м и мелкоководную часть, глубина которой - 1,6м (до верха бортика).

Существенные дефекты и повреждения, зафиксированные при проведении обследования – значительное поражение арматуры коррозией от 40 до 90% площади поперечного сечения. Кроме этого, особо следует отметить отслоение защитного слоя бетона в стенах. В консольных балках глубоководной части зафиксированы трещины раскрытием от 0,3 до 1,0мм. Это характеризует разрушение консольных балок от действующей нагрузки. Коррозия арматуры составляет в среднем до 30%, что делает неразличимым периодический профиль арматуры. Происходит разрушение защитного слоя бетона и коррозия арматуры монолитных конструкций, примыкающих к чаше бассейна.



Рис. 1 и 2. – Общий вид конструкции чаши бассейна.

В ходе проведения обследования была обнаружена еще одна причина нарушения структуры бетона – физическая коррозия арматуры.

На коррозию арматуры в теле бетона повлияли следующие факторы:

- нейтрализация во влажной щелочной среде бетона гидрата окиси кальция содержащимися в воздухе парами (CO_2). При этом, достигая арматуры, карбонизация переводит сталь в активное состояние, а поступающий в бетон кислород из влаги обеспечивает процесс коррозии, протекающий по электрохимическому принципу;

- коррозионное разрушение арматуры вследствие депассивации арматурной стали при воздействии ионов хлора (Cl^-).

Наибольшее коррозионное разрушение можно наблюдать на торцевой стенке, боковых стенках глубоководной части чаши бассейна.

Таким образом, коррозионное разрушение арматурной стали явилось следствием совместного действия нейтрализации влагощелочной среды бетона (карбонизация как длящийся непрерывно процесс) и депассивации арматурной стали, обусловленной воздействием ионов хлора, содержащегося в воде чаши бассейна (длящийся непрерывно процесс).



Рис. 3. – Вскрытие конструкции чаши с боковой стороны для определения состояния имеющегося армирования чаши бассейна.



Рис. 4. – Вскрытие конструкции чаши бассейна с нижней стороны для определения состояния имеющегося армирования.

Основной причиной имеющихся дефектов конструкций чаши бассейна являются массовые и регулярные протечки, обусловленные неисправностью гидроизоляции.

Отсутствует система технической эксплуатации бассейна в целом и чаши бассейна в частности. При налаженной системе эксплуатации на состояние чаши

бассейна (введен в строй в 1968 году) было бы обращено внимание и могли бы быть приняты соответствующие своевременные меры.

В результате оценки технического состояния монолитной железобетонной чаши бассейна, на основании анализа результатов детального (инструментального) обследования было установлено, что несущие конструкции чаши бассейна (стены, днище, балки, колонны), имеют дефекты и повреждения, не отвечающие требованиям строительных норм и правил. Техническое состояние чаши бассейна признано аварийным. Особое внимание следует обратить на то, что аварийное состояние характеризуется повреждениями и деформациями, которые могут привести к резкому снижению несущей способности, обрушению отдельных конструкций.

В связи с фактическим техническим состоянием были разработаны рабочие чертежи по усилению чаши бассейна [6-7].

Капитальный ремонт чаши бассейна включает в себя:

- очистку от отслаивающегося бетона поверхности днища, стен, балок и колонн ванны бассейна, удаление стяжки с поверхности обреза фундамента, зачистку от продуктов коррозии арматуры;
- ремонт с восстановлением геометрических размеров конструкций;
- закрепление сетки 3/3/100/100 Вр I на поверхности усиливаемых конструкций (днище и стены);
- нанесение ремонтного состава слоем ≈ 30 мм под правило на стены и днище, с целью в последующем плотного прилегания стального листа ($S = 495 \text{ м}^2$);
- установку элементов усиления ЭУ-3; ЭУ-3'; ЭУ-3а; ЭУ-8; ЭУ-8' в проектное положение, установку опорных листов этих элементов на свежешуложенный раствор для плотного прилегания;
- установку в проектное положение элементов усиления ЭУ-12 (опорные балки);
- установку элементов усиления ЭУ-2 в проектное положение, с производением сварки по периметру зоны контакта с опорными балками ЭУ-112;

- установку элементов усиления ЭУ-1; ЭУ-1'; ЭУ-6; ЭУ-0 с последующей сваркой по периметру контакта с нижерасположенными конструкциями;
- монтаж листов усиления днища и одновременно установку балок усиления днища ЭУ-4, ЭУ-5, ЭУ-7;
- монтаж листов усиления стенок чаши и одновременно установку балок усиления стенок на опорах ЭУ-1; ЭУ-1'; ЭУ-2; ЭУ-6; ЭУ-9 с последующей сваркой по периметру зоны контакта;
- сварку ребер усиления по месту установки после выполнения монтажа несущих конструкций (днище и стены);
- усиление угловых зон глубоководной и мелководной частей;
- огнезащитную обработку металлоконструкций составом с предварительной грунтовкой;
- работы по демонтажу/восстановлению:
 - демонтаж вентилируемого фасада;
 - демонтаж кирпичной кладки;
 - монтаж кирпичной кладки;
 - устройство вентилируемого фасада.

Рассмотрим некоторые из перечисленных выше проектных решений:

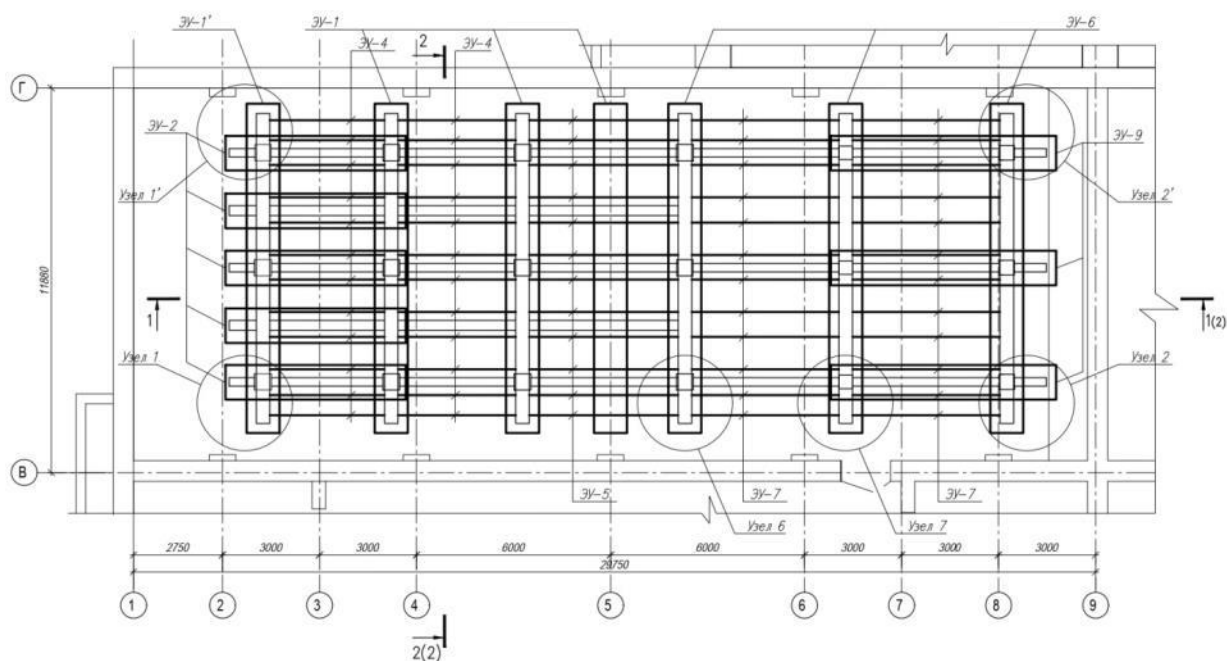


Рис. 5. – Схема расположения элементов усиления.

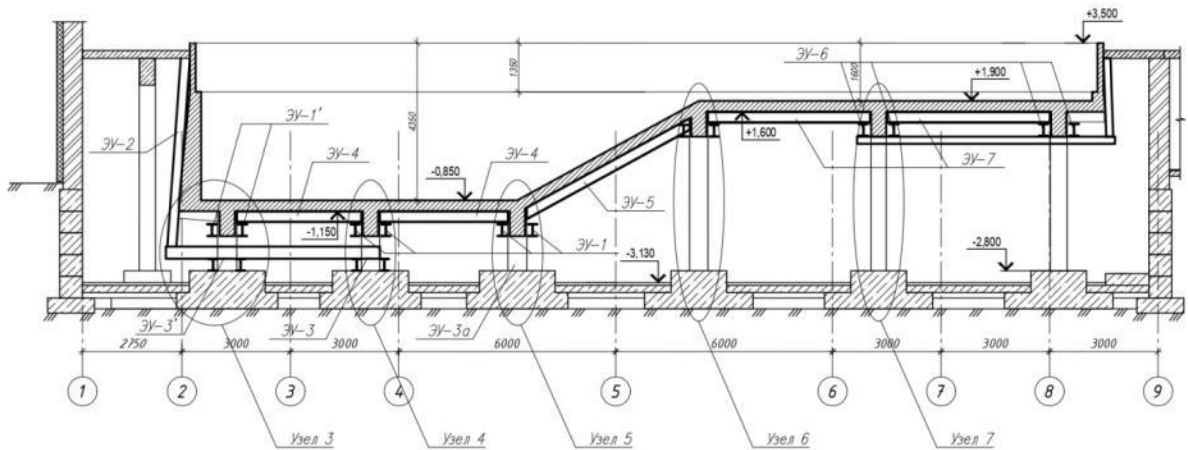


Рис. 6. – Разрез 1-1.

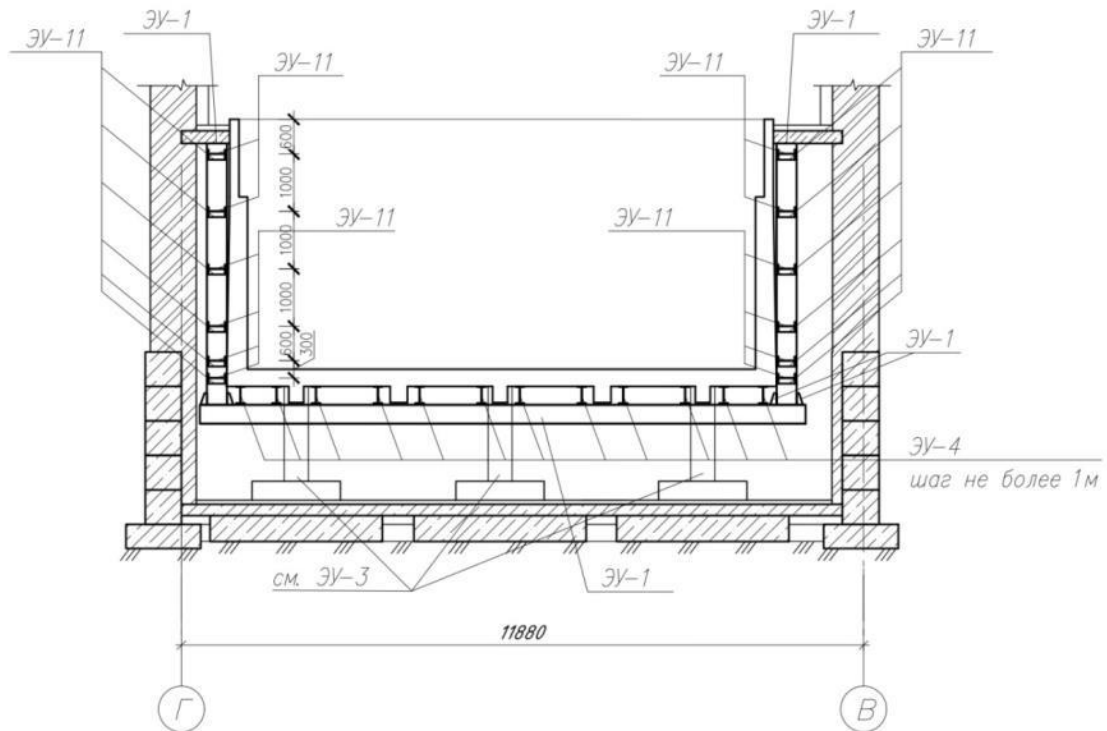


Рис. 7. – Разрез 2-2.

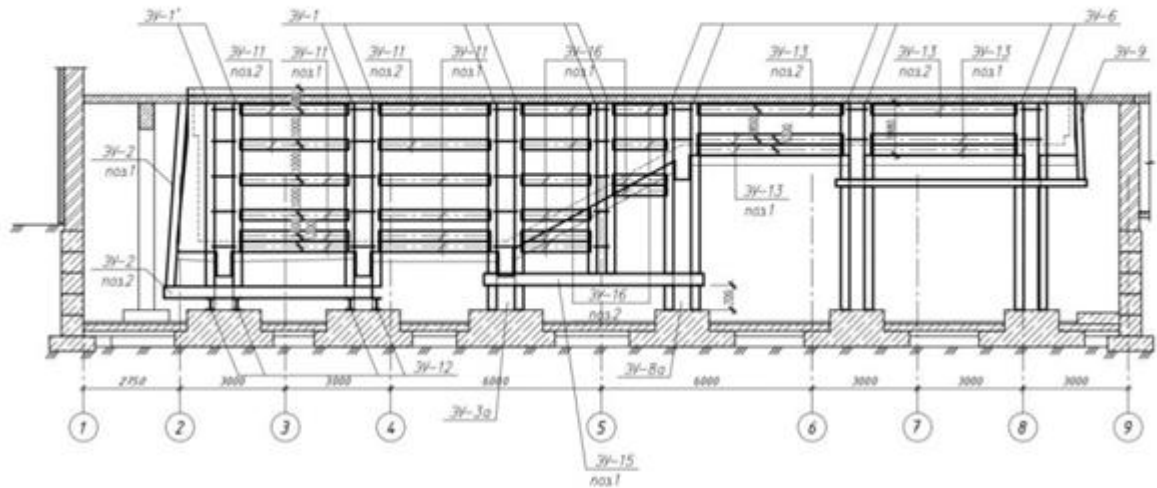


Рис. 8. – Вид 1 (продольный).

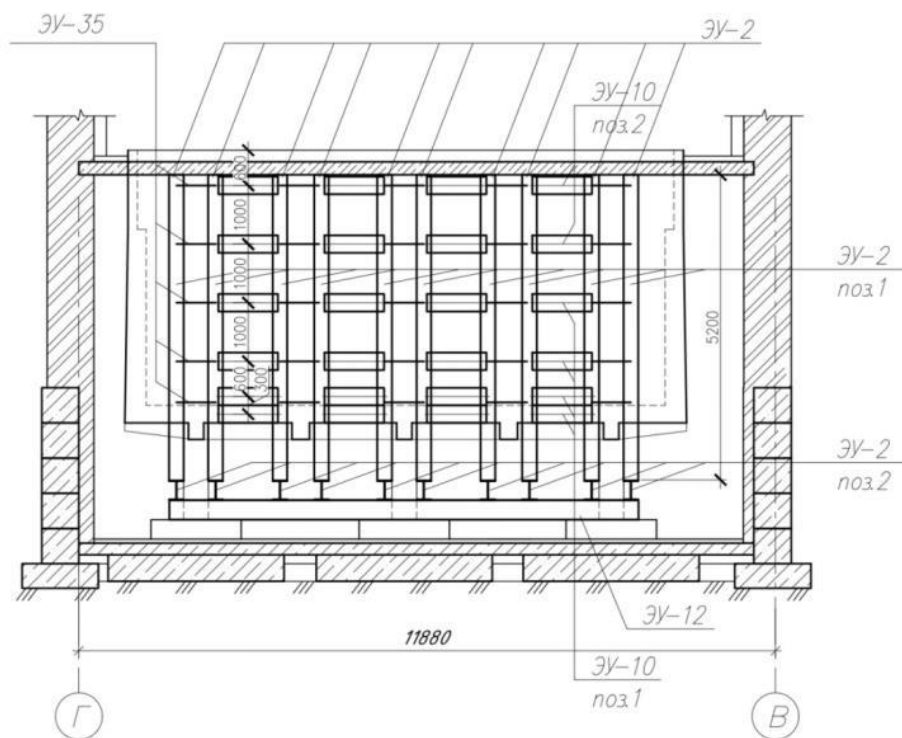


Рис. 9. – Вид 2 (торцевой, глубоководная сторона).

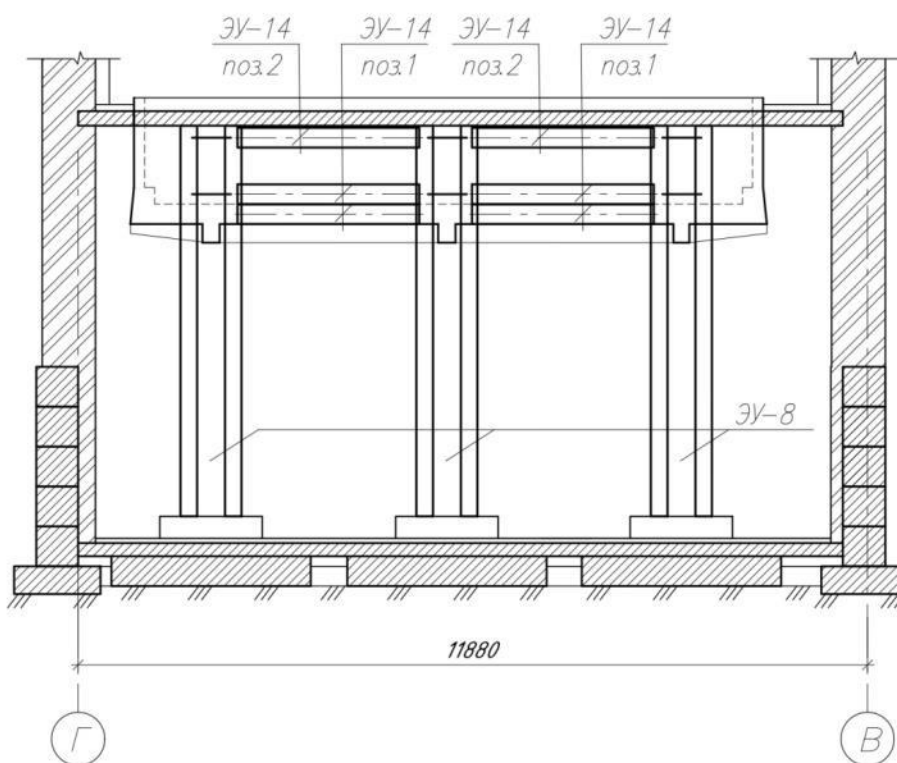


Рис. 10. – Вид 3 (торцевой, мелководная сторона).

Были выполнены расчеты фундаментов чаши бассейна с учетом дополнительных нагрузок от конструкций усиления и ремонтных составов. Выполнены расчеты строительных конструкций, в том числе расчет по предельному состоянию первой и второй группы монолитной железобетонной конструкции чаши бассейна (совместно с конструкциями усиления) в соответствии с разделами 5 и 8 СП 63.13330.2018 – на эксплуатационные нагрузки и нагрузки во время гидравлических испытаний, в соответствии с п. 15.20 СП 31.13330.2012 [8-9].

В связи с тем, что категория технического состояния чаши бассейна по результатам обследования – аварийная, а принятый вариант усиления влечет изменение напряженно-деформированного состояния несущих конструкций (т.е. меняется расчетная схема), работы по восстановлению бассейна следует классифицировать не как капитальный ремонт, а как реконструкцию (ГОСТ 31937-2011, ГрК РФ №190-ФЗ, ст. 1, п.14). На сегодняшний день это одна из распространенных проблем, возникших в процессе разработки проектной

документации на капитальный ремонт объекта, ставящая проектировщиков в «тупик».

Для выполнения проектных решений по усилению чаши бассейна могут быть применены также и другие способы, например, современные методы усиления с использованием композитных материалов [10-12]. Это позволит увеличить жесткость каждой конструкции и чаши в целом.

Выводы: разработка и выполнение данных проектных решений с использованием современных методов позволит обеспечить конструкции чаши бассейна работоспособное состояние и вернет способность воспринимать все действующие на нее нагрузки.

Литература

1. Зильберова И.Ю., Петров К.С. Проблемы реконструкции жилых зданий различных периодов постройки // Инженерный вестник Дона, 2012, №4-1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1119.
2. Абрамян С.Г. Реконструкция зданий и сооружений: основные проблемы и направления. Часть 1 // Инженерный вестник Дона, 2015, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2015/3453.
3. Афанасьев А.А., Матвеев Е.П. Реконструкция жилых зданий в 2-х частях. Часть I. Технологии восстановления эксплуатационной надежности жилых зданий. Москва, 2008. URL: base1.gostedu.ru/53/53641.
4. Жадан М.П. Разработка методики автоматизированного дистанционного обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона, 2009, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2009/127.
5. Жадан М.П., Евтушенко С.И., Разработка методики дистанционного обследования зданий и сооружений с использованием диагностического оборудования // Студенческая научная весна-2007: Сб.науч. тр./Юж.-Рос. гос. техн. ун-т.-Новочеркасск, 2007.-С.188-189.

6. Манжилевская С.Е., Богомазюк Д.О. Моделирование инноваций в строительстве // Инженерный вестник Дона, 2016. № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3556.

7. Манжилевская С.Е., Шилов А.В., Чубарова К.В. Организационный инжиниринг // Инженерный вестник Дона, 2015. № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3155.

8. Родина А.Ю., Ванус Д.С., Домарова Е.В. Расчет изгибаемых железобетонных элементов по предельным состояниям // Методические указания и справочные материалы к практическим занятиям. Москва, 2016.

9. Чевская Е.А. Расчет железобетонных конструкций по двум группам предельных состояний // Учебное пособие. Братск, 2010. С.66.

10. Mailyan D., Aksenov V., Aksenov N. Energy-efficient reinforced concrete columns made of concrete, grade B90...B140. Advances in Intelligent Systems and Computing. 2017. T. 692. pp. 536-542.

11. Польской П.П., Георгиев С.В. Влияние различных вариантов внешнего композитного армирования на жесткость гибких сжатых элементов // Инженерный вестник Дона, 2017, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4826.

12. Polskoy P., Mailyan D., Georgiev S., Muradyan V. The strength of compressed structures with cfrp materials reinforcement when exceeding the cross-section size. E3S Web of Conferences. 2018. C. 02060.

References

1. Zil'berova I.YU, Petrov K.S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2012, №4-1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p1y2012/1119.

2. Abramyan S.G. Inzhenernyj vestnik Dona, 2015, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4p2y2015/3453.

3. Afanas'ev A.A., Matveev E.P. Rekonstrukciya zhilyh zdaniy v 2-h chastyah. CHast' I. Tekhnologii vosstanovleniya ekspluatacionnoj nadezhnosti zhilyh zdaniy

[Reconstruction of residential buildings in 2 parts. Part I. Technologies for restoration of operational reliability of residential buildings]. Moskva, 2008. URL: base1.gostedu.ru/53/53641.

4. ZHadan M.P. Inzhenernyj vestnik Dona, 2009, №2. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n2y2009/127.

5. ZHadan M.P., Evtushenko S.I., Studencheskaya nauchnaya vesna-2007: Sb.nauch. tr./YUzh.-Ros. gos. tekhn. un-t. Novocherkassk, 2007.pp. 188-189.

6. Manzhilevskaya S.E., Bogomazyuk D.O. Inzhenernyj vestnik Dona, 2016. № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2016/3556.

7. Manzhilevskaya S.E., SHilov A.V., CHubarova K.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2015. № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3155.

8. Rodina A.YU., Vanus D.S., Domarova E.V. Metodicheskie ukazaniya i spravochnye materialy k prakticheskim zanyatiyam. Moskva, 2016.

9. CHEvskaya E.A. Raschet zhelezobetonnyh konstrukcij po dvum gruppam predel'nyh sostoyanij [Calculation of reinforced concrete structures for two groups of limiting states]. Uchebnoe posobie. Bratsk, 2010. p.66.

10. Mailyan D., Aksenov V., Aksenov N. Energy-efficient reinforced concrete columns made of concrete, grade B90...B140. Advances in Intelligent Systems and Computing. 2017. T. 692. pp. 536-542.

11. Pol'skoj P.P., Georgiev S.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2017, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4826.

12. Polskoy P., Mailyan D., Georgiev S., Muradyan V. The strength of compressed structures with cfrp materials reinforcement when exceeding the cross-section size. E3S Web of Conferences. 2018. P. 02060