

DOI: 10.12737/article_5a816bdad83931.50960733

Римшин В.И., член-корр. РААСН, д-р техн. наук, проф.,
Кузина Е.С., магистрант,
Валевич Д.М., магистрант

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

МЕТОДЫ РЕМОНТА И УСИЛЕНИЯ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ ВНЕШНИМ АРМИРОВАНИЕМ НА ОСНОВЕ УГЛЕВОЛОКНА ПРИ ВОССТАНОВЛЕНИИ ИХ РАБОТОСПОСОБНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

v.rimshin@niisf.ru

Для ремонта и усиления участков несущих конструкций проводят комплекс мероприятий: ремонт бетонных поверхностей конструкций, подготовка поверхности под усиление, усиление железобетонных конструкций углеродными лентами, устройство защитного покрытия, устройство огнезащиты, ремонт трещин, устройство силовой набетонки со стальной арматурой. В статье подробно рассмотрены технические процессы производства работ по усилению железобетонных монолитных перекрытий углеродными лентами, входящими в данный комплекс. Технические решения, рассмотренные в статье, соответствуют требованиям всех нормативных документов и правил, и обеспечивают безопасную и надёжную эксплуатацию объекта при соблюдении предусмотренных мероприятий и правил эксплуатации.

Ключевые слова: усиление, композитные материалы, углеродные ленты, армирование железобетонных конструкций.

Введение. На сегодняшний день обеспечение безопасности и надёжности зданий и сооружений, а также их отдельных конструкций как на стадии возведения, так и на этапе эксплуатации является основополагающим, и этому вопросу многие российский и иностранные исследователи и инженеры уделяют большое внимание. Такой интерес обусловлен возросшей необходимостью обеспечить надёжную эксплуатацию уникальных, дорогих, исторически значимых конструкций, демонтаж и замена которых значительно дороже ремонта или невозможна вообще [2]. Повреждения железобетонных конструкций, как правило, связаны с коррозией, перегрузкой отдельных элементов и неправильной эксплуатацией, ошибками проектирования и производства работ. Усиление конструкций зданий и сооружений углеволокном по праву можно считать одним из самых «бережных» способов восстановления и повышения эксплуатационных характеристик строительных конструкций [3]. При таком методе усиления обычно железобетонную конструкцию усиливают элементами внешнего армирования (композитные ленты и холсты) со стороны растяжения волокон, но есть примеры успешного усиления сжатой зоны. Проект разрабатывают на основании технического задания и требований нормативной документации. Работы по усилению перекрытий должны выполняться бригадой рабочих, прошедших соответствующее обучение и инструктаж. Отступления от проекта производства работ допустимы только с согласия

Заказчика, о чем делается запись в журнале работ.

Методология. Для ремонта и усиления участков несущих железобетонных перекрытий требуется проводить комплекс основных мероприятий: ремонт бетонных поверхностей конструкций, подготовка поверхности под усиление, усиление железобетонных конструкций углеродными лентами, устройство защитного покрытия, устройство огнезащиты, ремонт трещин, устройство силовой набетонки со стальной арматурой.

Нижнее армирование плит перекрытия (поверхность потолка) производят с помощью системы внешнего армирования (СВА) из углеволокна «FibArm» российского производства углеродными лентами «FibArm Tape -530/300». Верхнее армирование плит перекрытия (поверхность пола) производят путём устройства силовой набетонки, армированной стальной арматурой, толщиной 85 мм на отметке -4.350 и толщиной 70 мм на отметке -8.100.

Основная часть. До начала производства работ необходимо ознакомить рабочий персонал с разработанными мероприятиями по обеспечению безопасности работающих, совместно с ответственным лицом Заказчика за организацию безопасных условий труда оформить наряд-допуск для проведения работ на выделенной территории, Заказчик определяет границы производственных территорий, участков работ и рабочих мест, предоставляемых Подрядчику для производства работ, а также согласовывает право размещения строительной площадки на территории

частных парковочных мест с их владельцами, Заказчик обеспечивает доступ к участкам, на которых выполняются работы по ремонту и усилению: демонтирует коммуникации, оборудование, конструкции (перегородки), попадающие в зону производства работ, в объеме, необходимом для проведения работ, Заказчик обеспечивает Подрядчика точкой подключения к сети переменного тока 220 В на удаление от места производства работ не более 25 м. Подрядчик подключает все оборудование через исправные влагозащищенные удлинители в розетки в предоставленной точке подключения, Заказчик предоставляет Подрядчику место для обустройства бытового помещения, в котором подготовлены места для переодевания персонала, складирования инструмента, оборудования, а также хранения материалов, на рабочем месте хранить материал только в размере потребности на смену, Заказчик производит подключение Подрядчика к инженерным сетям, подготовить рабочие места и оснастить их индивидуальными средствами безопасности, Заказчик предоставляет Подрядчику места для складирования строительного мусора, произвести осмотр объекта и установить опасные зоны, ИТР (инженерно-техническим работникам) следует изучить проектно-сметную документацию, ознакомиться с условиями работ и данным ППР, ознакомить рабочих с ППР под подпись и проинструктировать их по соответствующим видам работ. Работы по ремонту и усилению участков несущих железобетонных перекрытий выполнять в соответствии с графиком производства работ.

До начала производства работ по ремонту и усилению участков несущих железобетонных перекрытий необходимо подготовить рабочие места: обозначить зону производства работ сигнальной лентой; по периметру зоны вывесить знаки «Проход запрещен», установить инвентарные рамные леса высотой до 3 м в зоне производства работ.

При выполнении работ по усилению перекрытий производят обеспыливание поверхности конструкции с помощью компрессора [5]. Ремонтную поверхность обрабатывают грунтовкой глубокого проникновения «Русеан» для повышения адгезии ремонтного состава к поверхности, наносят грунтовку с помощью кисти или щетки. Ремонтный состав укладывают непосредственно на поверхность нанесения грунтовки. Ремонт разрушенных участков бетона производят путём послойного восстановления геометрии конструкции полимерным ремонтным составом с высокой адгезией к «старому» слою бетона – «FibARM Repair FS» (для повреждений глубиной до 20 мм и финишного выравнивания поверхно-

сти). Для приготовления растворной смеси ремонтного состава «FibARM Repair FS» используют чистую воду температурой 20 ± 2 °С. Раствор приготавливается в следующих пропорциях: 0,19 л воды: 1 кг сухой смеси. Сухую смесь засыпают в заранее отмеренное количество воды и перемешивают не менее двух минут до однородной пастообразной консистенции вручную или механическим способом, используя электродрель со специальной насадкой. Время использования раствора составляет не более 30 минут с момента затворения. Растворную смесь наносят на ремонтируемый участок шпателем или мастерком и выполняют послойное восстановление геометрии конструкции: по 10–15 мм. Разравнивание смеси производят вручную, используя терки или полутерки. Дополнительные слои могут быть нанесены после того, как первый слой полностью схватился – примерно через 30 минут. Для обеспечения сцепления между слоями поверхность первого слоя должна остаться шероховатой. Со вторых суток регулярно производят увлажнение восстановленной зоны.

Подготовка поверхности под усиление. Поверхность бетона должна быть чистой, без масляных пятен, высолов, наличия цементного молочка. В соответствии со схемами усиления, на поверхность бетона мелом, или маркером наносят разметку расположения углепластиковых накладок. Зоны увеличивают на 3–4 см со всех сторон в связи с возможными погрешностями при производстве работ. Углошлифовальной машинкой с насадкой «чашка с алмазной крошкой» выполняют шлифование усиливаемых зон поверхности бетона до обнажения крупного заполнителя. Неровности поверхности не должны превышать 5 мм на базе 2 м, а локальные дефекты не превышать 1 мм на базе 0,3 м. Далее производят обеспыливание поверхности конструкции кистью или с помощью промышленного пылесоса. Для выравнивания поверхности в зонах с небольшими сколами, выбоинами и неровностями менее 5 мм используют эпоксидную шпаклевку «MapeWrap 11/12». Приготовление и расход материала производят в соответствии с инструкцией производителя. Для улучшения адгезии, перед нанесением шпаклевки осуществляют огрунтовку поверхности низковязкой смолой «MapeWrap primer 1». Приготовление и расход материала производят в соответствии с инструкцией производителя. Перед нанесением шпаклевки оставляют время для того, чтобы грунтовка впиталась в основание – примерно 15 минут. Сверху невысохшей грунтовки шпателем наносят шпаклевку «MapeWrap 11/12», разравнивают при помощи шпателя.

Усиление железобетонных конструкций углеродными лентами. Все работы по усилению конструкций производят только после максимально возможной разгрузки усиливаемых элементов. После усиления приложение нагрузки к усиленным конструкциям допускается не ранее чем через десять суток после завершения работ по усилению. Работы с ремонтными составами и составами по подготовке поверхности проводят в строгом соответствии с инструкциями по их применению [7–12]. При температурах поверхностей, контактирующих с данными материалами ниже минимальных требуемых устраивают тепловой контур. При наличии трещин в усиливаемых конструкциях раскрытием более 0.3 мм выполняют работы по заполнению трещин составом «MC-Injekt 1264» или аналогом. Усиление железобетонных конструкций путем внешнего армирования углеродными лентами «FibARM Tape 530/300» выполняют устройством на предварительно подготовленной поверхности конструкции высокопрочного внешнего армирования – углепластиковых накладок [6]. Накладки образуются путем пропитки и наклейки углеродных лент «FibARM Tape 530/300» специальным двухкомпонентным составом «FibARM Resin

530+» на основе эпоксидных смол. После полимеризации смолы, углепластик работает совместно с конструкцией, воспринимая растягивающие усилия. В процессе работ при помощи ножниц раскраивают требуемую длину углеродной ленты. Раскрой осуществляют на чистой ровной поверхности, покрытой защитной пленкой. Производят пропитку ленты эпоксидным составом с двух сторон, затем складывают ленту от краев к центру. Кистью или малярным валиком на поверхность бетона наносят слой грунтовочного состава «MapeWrap primer 1». Затем кистью или малярным валиком на поверхность бетона наносят слой адгезива «FibARM Resin 530+». Предварительно пропитанную углеродную ленту FibARM Tape 530/300» разматывают от середины к краям по нанесенному адгезивному слою шпателем или прикаточным валиком. Отверждение углепластика происходит в течение 24-х часов при температуре выше +20 °С и 36 часов при температуре от +12 °С до +20 °С [20]. Полная полимеризация углепластика (для возможности восприятия расчетных нагрузок) происходит не менее чем через 7 суток [21].

Схема наклейки углеродных лент приведена на рисунках 1–5.

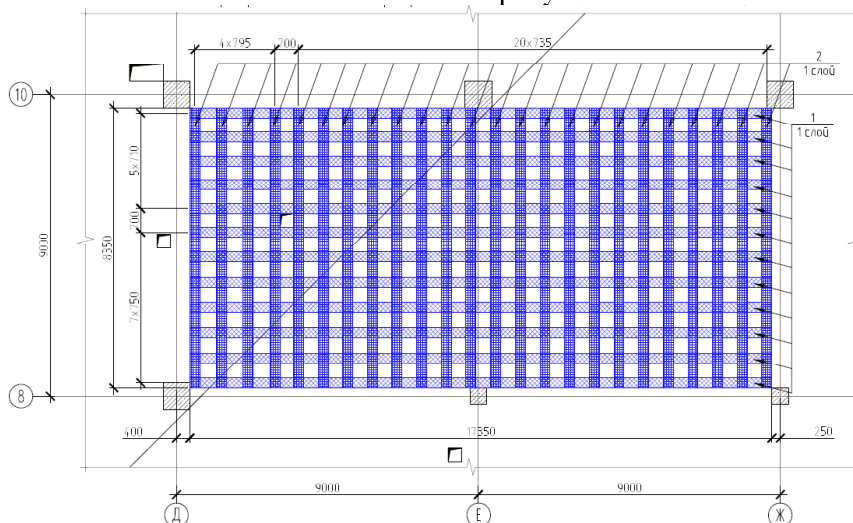


Рис. 1. Нижнее армирование плиты перекрытия на отм.-8.100 (наклейка на потолок)

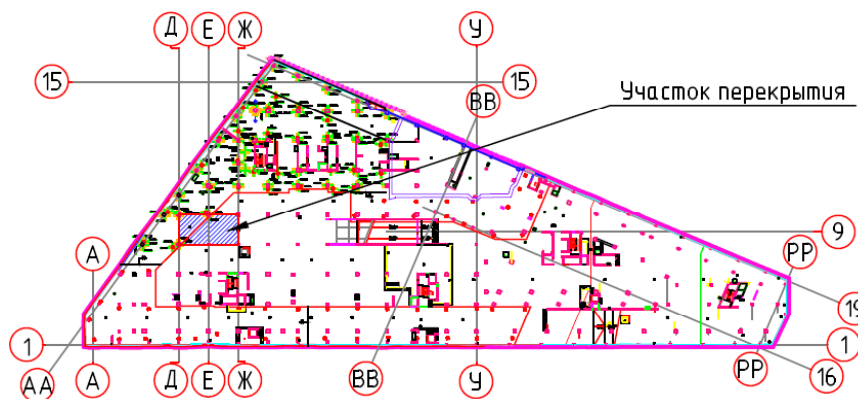


Рис. 2. Схема расположения участка усиливаемого перекрытия в габарите очей «8-10/Д-Ж» на отм. -8.100

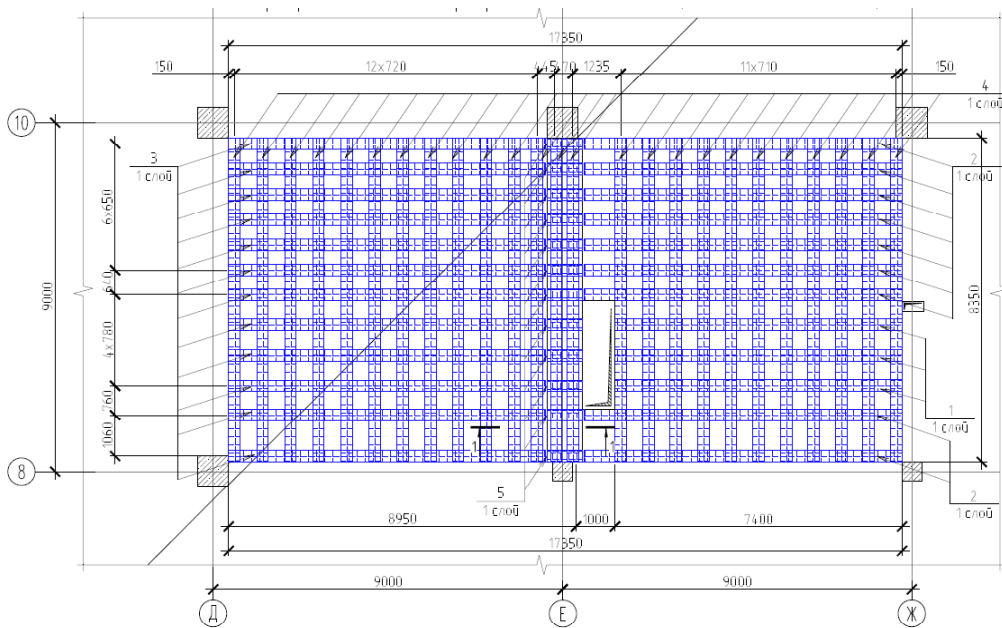


Рис. 3. Нижнее армирование плиты перекрытия на отм. - 4.350 (наклейка на потолок)

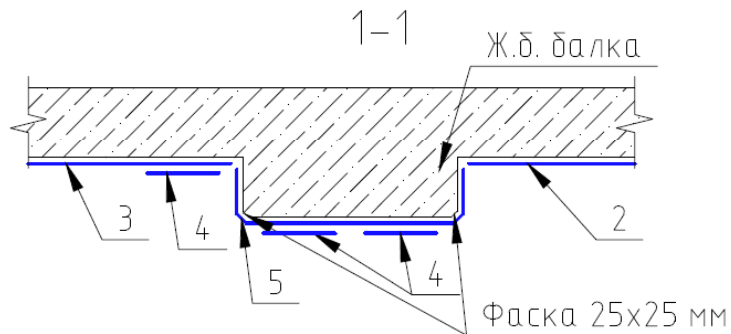


Рис. 4. Разрез 1-1.

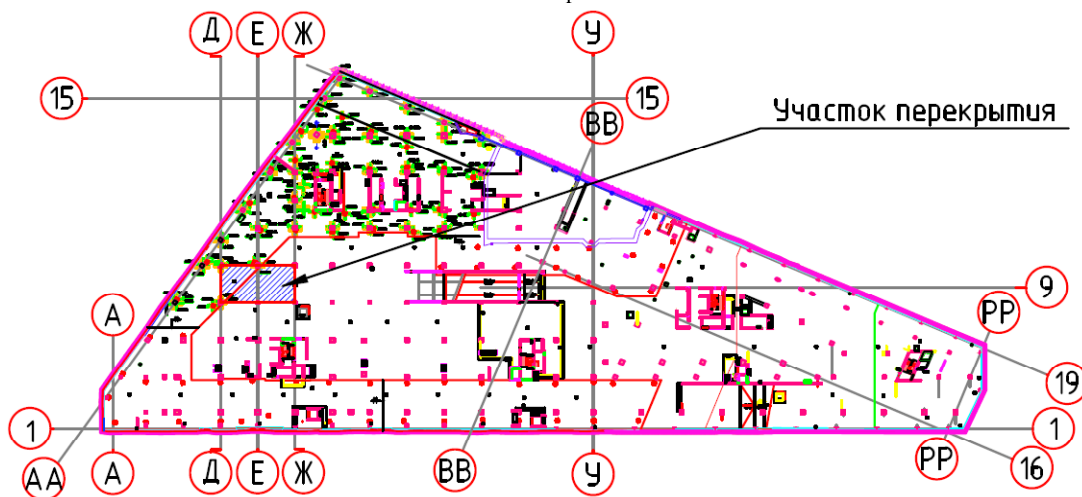


Рис. 5. Схема расположения участка усиленного перекрытия в габарите осей «8-10/Д-Ж» на отм. -4.350

Устройство защитного покрытия. Для улучшения сцепления защитного покрытия углепластиковые наклейки из углеродных лент после монтажа присыпают кварцевым песком [13-15]. После отверждения углепластика на его по-

верхность наносят кистью или шпателем защитное полимерцементное покрытие из ремонтного состава «FibArm Repair FS». Ежедневно, начиная со вторых суток, регулярно производят увлажнение смонтированного защитного покрытия в течение трех дней.

Выводы. Рассмотренный метод усиления железобетонных конструкций (плит перекрытия) позволяет устранить последствия разрушения бетона и коррозии арматуры в результате длительного воздействия природных факторов и агрессивных сред в процессе эксплуатации [16]. Усиление конструкций углеволокном является одним из самых современных методов. Результатом его использования является повышение прочностных характеристик конструкции, в том числе при чрезвычайных нагрузках, увеличение срока эксплуатации и надежности здания без применения тяжелых армирующих конструкций, металлических и железобетонных бандажей и обойм, что делает его применение одним из наиболее практичных и популярных способов усиления конструкций [17–19].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Анпилов С.М., Гайнулин М.М., Ерышев В.А., Мурашкин В.Г., Мурашкин Г.В., Анпилов М.С., Римшин В.И., Сорочайкин А.Н. Несъемная стеновая опалубка. Патент на полезную модель RUS 147740 08.07.2014.
2. Анпилов С.М., Ерышев В.А., Гайнулин М.М., Мурашкин В.Г., Мурашкин Г.В., Анпилов М.С., Римшин В.И., Сорочайкин А.Н. Сборный строительный элемент. Патент на полезную модель RUS 147452 08.07.2014.
3. Бондаренко В.М., Римшин В.И. Диссипативная теория силового сопротивления железобетона. М., 2015. 111 с.
4. Бондаренко В.М., Римшин В.И. Остаточный ресурс силового сопротивления поврежденного железобетона // Вестник Отделения строительных наук Российской академии архитектуры и строительных наук. 2005. № 9. С. 119.
5. Курбатов В.Л., Римшин В.И. Практическое пособие инженера-строителя; Курбатов В.Л., под ред. В. И. Римшина. Москва, 2012.
6. Курбатов В.Л., Римшин В.И., Шумилова Е.Ю. Строительно - техническая экспертиза. Минеральные Воды, 2015. 262 с.
7. Ларионов Е.А., Римшин В.И., Василькова Н.Т. Энергетический метод оценки устойчивости сжатых железобетонных элементов // Строительная механика инженерных конструкций и сооружений. 2012. № 2. С. 77–81
8. Римшин В.И., Греджев В.А. Основы правового регулирования градостроительной деятельности. М., 2015. (2-е издание, переработанное и дополненное).
9. Римшин В.И., Греджев В.А. Правоведение. Основы законодательства в строительстве. Москва, 2015. Сер. Учебник XXI век. Бакалавр
10. Римшин В.И., Греджев В.А. Правовое регулирование городской деятельности и жилищное законодательство. М., 2013. (2-е издание).
11. Antoshkin V.D., Erofeev V.T., Travush V.I., Rimshin V.I., Kurbatov V.L. The problem optimization triangular geometric line field // Modern Applied Science. 2015. Т. 9. № 3. С. 46–50.
12. Bazhenov Y.M., Erofeev V.T., Rimshin V.I., Markov S.V., Kurbatov V.L. Changes in the topology of a concrete porous space in interactions with the external medium // Engineering Solid Mechanics № 4. 2016. С. 219–225.
13. Erofeev V.T., Zavalishin E.V., Rimshin V.I., Kurbatov V.L., Mosakov B.S. Frame composites based on soluble glass // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Т. 7. № 3. С. 2506–2517.
14. Erofeev V.T., Bogatov A.D., Bogatova S.N., Smirnov V.F., Rimshin V.I., Kurbatov V.L. Bioreistant building composites on the basis of glass wastes // Biosciences Biotechnology Research Asia. 2015. Т. 12. № 1. С. 661–669.
15. Erofeev V., Karpushin S., Rodin A., Tretiakov I., Kalashnikov V., Moroz M., Smirnov V., Smirnova O., Rimshin V., Matvievskiy A. Physical and mechanical properties of the cement stone based on biocidal portland cement with active mineral additive // Solid State Phenomena. 2016. Т. 871. С. 28–32.
16. Krishan A.L., Troshkina E.A., Rimshin V.I., Rahmanov V.A., Kurbatov V.L. Load-bearing capacity of short concrete-filled steel tube columns of circular cross section // Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Т. 7. № 3. С. 2518–2529.
17. Korotaev S.A., Kalashnikov V.I., Rimshin V.I., Erofeeva I.V., Kurbatov V.L. The impact of mineral aggregates on the thermal conductivity of cement composites // Ecology, Environment and Conservation. 2016. Т. 22. № 3. С. 1159–1164.
18. Krishan A., Rimshin V., Markov S., Erofeev V., Kurbatov V. The energy integrity resistance to the destruction of the long-term strength concrete // Procedia Engineering 1. 2015. С. 211–217.
19. Rimshin V.I., Larionov E.A., Erofeev V.T., Kurbatov V.L. Vibrocreep of concrete with a nonuniform stress state // Life Science Journal. 2014. Т. 11. № 11. С. 278–280.
20. СП 63.13330.2012 «Бетонные и железобетонные конструкции».
21. СП 164.1325800.2014 «Усиление железобетонных конструкций композитными материалами».

*Информация об авторах***Римшин Владимир Иванович**, доктор технических наук, профессор.

E-mail: v.rimshin@niisf.ru

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.
Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26**Кузина Екатерина Сергеевна**, магистрант.

E-mail: kkuzina@mail.ru

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.
Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26**Валевич Денис Михайлович**, магистрант.

E-mail: den0894@gmail.com

Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет.
Россия, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26

Поступила в декабре 2017 г.

© Римшин В.И., Кузина Е.С., Валевич Д.М., 2018

V.I. Rimshin, E.S. Kuzina, D.M. Valevich**THE METHODS OF REPAIR AND STRENGTHENING CONCRETE CEILING BY EXTERNAL CARBON FIBER REINFORCEMENT DURING RESTORING THEIR FUNCTIONAL STATE**

The set of measures is carried out in order to repair and strengthen sections of load-bearing structures, repair of concrete surfaces of structures, preparation of reinforcing surfaces, reinforcement of reinforced concrete structures with carbon strips, protective coating, fire protection device, repair of cracks, construction of reinforced concrete with steel reinforcement. The article is considered in details the technical processes of production works on reinforcement concrete monolithic ceilings by carbon bands that are included in the complex. The technical solutions considered in the article comply with the requirements of all normative documents and rules, and ensure the safe and reliable operation of the facility subject to the observance of the stipulated activities and operating rules.

Keywords: reinforcement, composite materials, carbon tapes, reinforcement of concrete structures.

*Information about the authors***Vladimir I. Rimshin**, PhD, Professor

E-mail: v.rimshin@niisf.ru

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University).
Russia, 308012, Moscow, Yaroslavskoe highway, 26.**Ekaterina S. Kuzina**, Master student.

E-mail: kkuzina@mail.ru

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University).
Russia, 308012, Moscow, Yaroslavskoe highway, 26.**Denis M. Valevich**, Master student.

E-mail: den0894@gmail.com

Moscow State University of Civil Engineering (National Research University).
Russia, 308012, Moscow, Yaroslavskoe highway, 26.

Received in December 2017