DOI: 10.34031/2618-7183-2019-2-3-58-64

*Абрамян С.Г. *, кандидат технических наук, доцент,
Бурлаченко О.В., доктор технических наук, профессор,
Оганесян О.В.,*

Волгоградский государственный технический университет, Россия

**Ответственный автор E-mail: Abramian@mail.ru*

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ПОЛОВ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЗДАНИЙ

Аннотация: в статье рассматривается актуальность применения композитных материалов при реконструкции подвергающихся большим нагрузкам бетонных и железобетонных полов промышленных зданий. Отмечается, что на современном этапе развития строительной индустрии особое внимание уделяют применению сталефибробетона, так как данный материал позволяет с минимальными материальными и трудовыми затратами провести работы по реконструкции промышленных полов. Новизной данного исследования является применение в качестве адгезива между существующим полом, который подлежит восстановлению и упрочнению, и вновь уложенным сталефибробетонным слоем полимер-битумного композитного материала с добавлением в состав цемента и графитового порошка, ранее полученного авторами экспериментальным путем. Указанный материал с обеспечением необходимой толщины является также конструктивной прослойкой для выравнивания поверхности нижнего слоя, уменьшения трения под подошвой верхнего сталефибробетонного слоя и существующего пола. В работе приводится технология производства работ при реконструкции. Состав сталефибробетонного слоя принят на основе исследований других авторов. Несмотря на то, что экспериментами доказаны монолитность и прочность реконструкции пола по разработанной технологии, в статье отмечается, что окончательные характеристики предлагаемой конструкции пола и технологии могут быть выявлены только при эксплуатации, что может стать основой дальнейших исследований по оптимизации толщины слоев предлагаемых к применению композитных материалов. Для оценки экономической эффективности применения указанных композитных материалов при реконструкции бетонных полов в ходе эксперимента выявлены некоторые показатели по трудовым и материальным затратам.

Ключевые слова: композитные материалы, промышленные здания, реконструкция, полы, технология выполнения работ

Введение

Актуальность данной статьи связана с реконструкцией бетонных и железобетонных полов в современных зданиях и сооружениях. Известно, что через определенный срок эксплуатации теряется расчетный ресурс указанных конструкций. Также известно, что на современном этапе развития строительной индустрии применение композитных материалов при реконструкции зданий и сооружений приобретает особое значение, в силу экономичности и экологичности выполнения работ [1-5]. Значение, основные достоинства, технология устройства полов из сталефибробетона промышленных зданий рассматриваются во многих публикациях [6-11]. В ряде зарубежных научных исследований [12-19] приводятся следующие достоинства сталефибробетонных конструкций: высокая прочность на разрыв и энергопоглощающая способность, способствующие принимать экстремальные нагрузки основными несущими конструкциями; износостойкость; трещиностойкость; высокая пластичность, а значит и удобоукладываемость и др. Сталефибробетон используется при возведении монолитных несущих конструкций сейсмостойких зданий с целью предотвращения значительных разрушений, которые могут стать причиной серьезных травм и гибели людей, и возможности дальнейшей эксплуатации объекта после того, как будут устранены все его повреждения. Даже при реконструкции монолитных зданий из обычного бетона предпочтение отдается дальнейшему применению сталефибробетона, так как снижется вес восстанавливаемых конструкций и здания в целом. Применение сталефибробетонных конструкций позволяет устранить присущие традиционному бетону растрескивание и усадку. Согласно исследованиям [20] сталефибробетонные полы уверенно вытесняют не отвечающие современным требованиям (особенно по стоимости выполнения работ) полы из строительной керамики. Основным недостатком сталефибробетона в настоящее время считается его высокая стоимость. Однако данная проблема может быть решена за счет рециклинга самих строительных отходов, образовавшихся при сносе монолитных зданий и сооружений, так как доказано, что переработка строительных материалов дешевле, чем их добыча [21].

Методы и материалы

В современной строительной практике, как показывает анализ статей [5-10], взамен бетонной стяжки сталефибробетон используется для создания верхних износостойких слоев полов промышленных строительных систем. При этом толщина определяется по расчету с учетом нагрузки на пол от промышленного оборудования. Согласно [22] благодаря внедрению технологии производства промышленных полов со слоем износа из сталефибробетона удалось улучшить такие физико-механические свойства покрытий, как «прочность при растяжении, прочность при изгибе (в полтора раза), а также истираемость покрытий (в 1,2 раза)». В другой работе [23] авторы отмечают, что с экономической точки зрения и анализа работы конструкций применение сталефибробетона при производстве и реконструкции покрытий наиболее целесообразно именно в слое износа.

Исключению традиционных способов армирования изделий каркасами и сетками способствует также факт снижения трудоемкости выполнения работ. Это объясняется уменьшением количества технологических процессов, кроме выполнения обычных арматурных работ, отсутствием работы по уплотнению бетона глубинными вибраторами и нарезки швов и их герметизации. Практически эти же технологические процессы отсутствуют при реконструкции полов из сталефибробетона. Однако при разработке новых технологий реконструкции полов особенное внимание необходимо уделить обеспечению адгезии нового сталефибробетонного покрытия и существующего старого покрытия. В качестве адгезионного материала предлагается использовать битумно-полимерную композитную мастику, с добавлением в равных пропорциях графитового порошка и портландцемента, полученного авторами (С.Г. Абрамян, О.В. Оганесян) экспериментальным путем. Значение мгновенной адгезии данного материала составляет 0,267 МПа. Материал более подробно описан в работе [24]. При реконструкции бетонных полов в незначительных объемах можно нанести точечные композитные материалы. Здесь вполне подходят битумно-полимерные ленты, с двусторонним нанесением смеси из графитового порошка и портландцемента.

Практика показывает, что при реконструкции промышленных полов из бетона основное внимание необходимо уделить устранению разрушений поверхностного слоя существующего пола: сколам, выбоинам, трещинам и т.д.

В целом основными технологическими процессами реконструкции промышленных бетонных и железобетонных полов с применением нового адгезивного материала и сталефибробетона являются:

1. Подготовка поверхности старого бетонного пола: резка по границам ремонтируемого участка, демонтаж или устранение дефектных участков пола (устранение неровностей старого бетонного поверхностного слоя, заделка выбоин, сколов, трещин), очистка от пыли, мусора промышленным пылесосом, обезжиривание и полное высушивание старого бетонного пола.
2. Нанесение слегка разогретого битумно-полимерного композитного адгезионного материала [24] (ленты или мастики в зависимости от площади реконструируемого пола).
3. Заливка сталефибробетона необходимой (расчетной) толщины. При этом заливку проводят до полного остывания мастики.
4. Поверхностное уплотнение и сглаживание бетонной поверхности.
5. Устройство верхнего покрытия пола, при необходимости, после достижения сталефибробетоном нужной прочности.

На рис. 1 приведена конструкция пола для двух вариантов реконструкции пола, т.е. без и с верхним слоем.

Рис. 1. Конструкция реконструируемого пола с применением сталефибробетона:

- (а) – без верхнего покрытия; (б) – с верхним покрытием: (1) – существующий пол; (2) – адгезионный слой; (3) – сталефибробетонный слой; (4) – верхний слой по необходимости

Fig. 1. Design of the reconstructed floor using steel fiber concrete: (a) - without a top coating; (b) - with a top coating: (1) - existing floor; (2) an adhesive layer; (3) - steel fiber concrete layer; (4) - top coat as needed

Технологическая последовательность реконструкции пола с применением композитных материалов (адгезионного полимер-битумного материала и сталефибробетона) приведена на рис. 2.

Рис. 2. Технологическая последовательность реконструкции пола: 1 – подготовка разрушенного пола (заделка выбоин, трещин, удаление сколов); 2 – подготовленный к нанесению адгезива пол; 3 – часть пола с нанесенным полимер-битумным адгезивным слоем; 4 – часть пола с залитым фибробетонным слоем; 5 – поверхностное уплотнение и сглаживание пола; 6 – готовый пол со сталефибробетонным слоем; 7 – готовый пол с дополнительным покрытием (при необходимости)

Fig. 2. Technological sequence of floor reconstruction: 1 – preparation of the destroyed floor (fixing holes, cracks, removing chips); 2 – floor prepared for adhesive application; 3 – part of the floor coated with a polymer-bitumen adhesive layer; 4 – part of the floor with a flooded fiber-reinforced concrete layer; 5 – surface sealing and smoothing of the floor; 6 – finished floor with a steel-fiber concrete layer; 7 – finished floor with additional coating (if necessary)

Перечисленные работы должны выполняться в строгой технологической последовательности, с соблюдением необходимых перерывов.

Результаты и обсуждения

Основные эксперименты были выполнены с целью определения прочности полученной конструкции реконструируемого пола с применением сталефибробетона. Для изготовления 1 м^3 сталефибробетонной смеси, согласно исследованиям И.А. Войлокова [25], был подобран следующий состав: «цемент марки 400 – 405 кг, песок природный средней крупности 2,7 – 720 кг, щебень средней фракции до 10 мм – 1050 кг, стальная фибра – 40 кг, пластификатор SikaPlast – 2,8 кг, водоцементное отношение составило 0,43». Смесь была изготовлена на месте производства работ с использованием бетоносмесительного оборудования «Эльба». Толщина верхнего сталефибробетонного слоя во время эксперимента была принята равной 100 мм. Прочность полученной двухслойной конструкции определялась методом отрыва со скалыванием. Полученные значения отвечали нормативным требованиям, погрешность для разных образцов составила $\pm(0,05 \dots 0,1)$ МПа.

Таким образом, проведенные эксперименты показывали, что применение композитного полимер-битумного материала с включением в состав графитового порошка и цемента в качестве адгезива обеспечивает монолитность существующего бетонного пола и свежеложенного сталефибробетонного слоя. Следует отметить, что окончательные характеристики предлагаемой конструкции и технологии реконструкции промышленных полов могут быть выявлены только при их эксплуатации, что может стать основой дальнейших исследований по оптимизации толщины слоев предлагаемых к применению композитных материалов.

Технико-экономическое обоснование применения сталефибробетона для реконструкции и ремонта промышленных бетонных полов можно выполнять с помощью сравнительного анализа трудозатрат, стоимости трудозатрат и затрат на материалы. На рис. 3 приведены сравнительные значения некоторых показателей для полов с тремя видами верхнего слоя, так как ранее разработанный адгезивный материал применим для новых слоев пола из бетона и железобетона.

Рис. 3. Сравнительные показатели трудозатрат и расхода бетона и стали при реконструкции полов с применением различных материалов:

a – бетонный пол; *b* – железобетонный пол; *c* – сталефибробетонный пол

Fig. 3. Comparative indicators of labor and consumption of concrete and steel during the reconstruction of floors using various materials: *a* – concrete floor; *b* – reinforced concrete floor; *c* – steel fiber concrete floor

Кроме этого, установлен экономический эффект реконструкции промышленных полов по предлагаемой технологии согласно действующим в России нормативным документам [26]. Алгоритм расчета следующий: определение приведенных затрат при применении обычного бетона; определение приведенных затрат при применении сталефибробетона; определение коэффициента изменения срока службы сталефибробетонных полов по сравнению со сроком службы полов из обычного бетона; определение экономии в сфере эксплуатации бетонных и сталефибробетонных полов за срок их службы; расчет экономического эффекта применения сталефибробетона. Годовой экономический эффект реконструкции 1000 м² промышленных полов с применением сталефибробетона при сроке службы полов шестьдесят лет по предлагаемой технологии составляет 10 167 тыс. российских рублей.

Выводы

Разработанная технология реконструкции промышленных бетонных полов с устройством слоя износа из сталефибробетона с применением битумно-полимерной композитной мастики и ленты имеет определенные достоинства: обеспечивается совместная работа старого бетонного пола и нового поверхностного слоя из сталефибробетона; сокращаются трудозатраты, энергоресурсы и материалоемкость. Применение сталефибробетонного верхнего слоя исключает также работы по упрочнению пола методом топпинга.

Кроме этого, конструктивная прослойка из полимер-битумного композитного материала, с обеспечением необходимой толщины, служит для выравнивания поверхности нижнего слоя, уменьшения трения под подошвой верхнего слоя и независимого деформирования слоев (существующего пола и вновь уложенного) при температурных воздействиях.

Таким образом, новизной данного исследования является применение полимер-битумного композитного материала с добавлением в состав цемента и графитового порошка в качестве адгезивного слоя между существующим бетонным (или железобетонным) полом, подлежащего восстановлению и упрочнению, и вновь уложенным сталефибробетонным слоем.

Практическая ценность заключается в возможности применения результатов исследования для принятия организационно-технологических и экономических решений при реконструкции полов промышленных зданий и сооружений с применением сталефибробетона.

Литература

1. Польской П.П., Маилян Д.Р. Композитные материалы как основа эффективности строительства и реконструкции зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона. 2012. №4.
2. Ключев С.В. Особенности формирования фибробетонных композитов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2015. №5. С. 32 – 35.
3. Абрамян С.Г., Пиунов Е.М., Курбанов И.З., Краткий обзор научных публикаций: современный взгляд на проблему получения и применения фибробетона // Инженерный вестник Дона. 2018. №2.
4. Podnebesov P.G., Teryanik V.V. Peculiarities of Self-Consolidating Steel Fiber Concrete Use When Strengthening Reinforced Concrete Columns // Bulletin of the South Ural State University Series "Construction Engineering and Architecture". 2014. №1. P. 23 – 26.

5. Мирошниченко К.К., Вовк А.Н. Устройство полов со слоем износа из фибробетона // Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. 2009. №6-7. Р. 19 – 25.
6. Усов Б.А., Сидельникова Е.В. Промышленные полы со слоем износа из фибробетона // Системные технологии. 2015. №17. Р. 70 – 83.
7. Горб А.М., Альхименко А.И. Особенности технологии изготовления фибробетонных бесшовных плит // Инженерно-строительный журнал. 2008. №2. Р. 27 – 31.
8. Войлоков И.А., Горб А.М. О некоторых ошибках при проектировании и устройстве бетонных полов в зданиях // Инженерно-строительный журнал. 2009. №5.
9. Горб А.М., Войлоков И.А. Технично-економічне обґрунтування застосування сталевих фібробетонів в конструкціях промислових полов. Минск, 2009. Р. 187 – 199.
10. Information on www.spf.ccr.ru
11. Yang L., Lin X.S., Gravina R.J. Evaluation of dynamic increase factor models for steel fibre reinforced concrete. Construction and building materials. 2018. №190. Р. 632 – 644.
12. Luccioni B., Isla F., Codina R., Ambrosini D. et al. Experimental and numerical analysis of blast response of High Strength Fiber Reinforced Concrete slabs // Engineering structures. 2018. №175. Р. 113 – 122.
13. Kodur V., Solhmirzaei R., Agrawal A. et al. Analysis of flexural and shear resistance of ultra high performance fiber reinforced concrete beams without stirrups // Engineering structures. 2018. №174. Р. 873 – 884.
14. Bru K., Touze S., Auger P., Dobrusky S. et al. Investigation of lab and pilot scale electric-pulse fragmentation systems for the recycling of ultra-high performance fibre-reinforced concrete // Minerals engineering. 2018. №128. Р. 187 – 194.
15. Jhatial A.A., Sohu S., Bhatti N.U., Lakhari M.T., Oad R. Effect of steel fibres on the compressive and flexural strength of concrete // International journal of advanced and applied sciences. 2018. №5 (Iss.10). Р. 16 – 21.
16. Mohammadhosseini H., Tahir M.M. Production of sustainable fibre reinforced concrete incorporating waste chopped metallic film fibres and palm oil fuel ash // Sadhana-academy proceedings in engineering sciences. 2018. №43 (Iss.10). Article Number: UNSP 156.
17. Abbass W., Khan M.I., Mourad S. Evaluation of mechanical properties of steel fiber reinforced concrete with different strengths of concrete // Construction and building materials. 2018. №168. Р. 556 – 569.
18. Gholizadeh H., Dilmaghani S. The Study of Mechanical Properties of High Strength Concrete Containing Steel and Polypropylene Fibers // Civil engineering journal-Tehran. 2018. P.4 (Iss.1). Р. 221 – 230. DOI: 10.28991/cej-030981
19. Luccioni B., Isla F., Covina R., Ambrosini D. et al. Effect of steel fibers on static and blast response of high strength concrete // International journal of impact engineering. 2017. №107. Р. 23 – 37.
20. Ключев С.В. Высокопрочный сталефибробетон на техногенных песках КМА // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2013. №11 (178). С. 38 – 39.
21. OLeaynik P.P. Construction waste during the reconstruction of buildings and structures // Russian journal of resources, conservation and recycling. 2016. 3 (№2). Available at: <http://resources.today/PDF/02RRO216.pdf>
22. Устройство полов. Материалы и технологии, [Электронный ресурс]. Режим доступа: URL: <http://polbetonstroy.ru/index.pl?act=PRODUCT&id=30>
23. Ватин Н.И., Войлоков И.А. Промышленные полы со слоем износа из фибробетона // СтройПРОФИЛЬ 8 (54) URL: <http://www.izoteh-spb.ru/statyi/floors/5>
24. Abramyan S.G., Oganessian O.V. Polymer-bitumen binder based multifunctional material // Materials Science Forum. 2017. №265. Р. 303 – 307.
25. Войлоков И.А. Технология устройства полов промышленных зданий со слоем износа из сталефибробетона, автореферат диссертации, СПб. 2012. №13.
26. SN 509-78 Guidelines for Determination of Return on Investment from the Use of New Technologies, Innovations, and Innovations in Construction. 1979.

References

1. Pol'skoj P.P., Mailyan D.R. Kompozitnye materialy kak osnova effektivnosti stroitel'stva i rekonstrukcii zdaniy i sooruzhenij. Inzhenernyj vestnik Dona. 2012. 4. (rus.)
2. Klyuev S.V. Osobennosti formirovaniya fibrobetonnykh kompozitov. Vestnik BGTU im. V.G. Shuhova. 2015. 5. Р. 32 – 35. (rus.)
3. Abramyan S.G., Piunov E.M., Kurbanov I.Z., Kratkij obzor nauchnykh publikacij: sovremennyj vzglyad na problemu polucheniya i primeneniya fibrobetona. Inzhenernyj vestnik Dona. 2018. 2. (rus.)

4. Podnebesov P.G., Teryanik V.V. Peculiarities of Self-Consolidating Steel Fiber Concrete Use When Strengthening Reinforced Concrete Columns. Bulletin of the South Ural State University Series "Construction Engineering and Architecture". 2014. 1. P. 23 – 26.
5. Miroshnichenko K.K., Vovk A.N. Ustrojstvo polov so sloem iznosa iz fibrobetona. Visnik Pridniprovs'koï derzhavnoï akademii budivnictva ta arhitekturi. 2009. 6-7. P. 19 – 25. (rus.)
6. Usov B.A., Sidel'nikova E.V. Promyshlennye poly so sloem iznosa iz fibrobetona. Sistemnye tekhnologii. 2015. 17. P. 70 – 83. (rus.)
7. Gorb A.M., Al'himenko A.I. Osobennosti tekhnologii izgotovleniya fibrobetonnyh besshovnyh plit. Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal. 2008. 2. P. 27 – 31. (rus.)
8. Vojlov I.A., Gorb A.M. O nekotoryh oshibkah pri proektirovanii i ustrojstve betonnyh polov v zdaniyah. Inzhenerno-stroitel'nyj zhurnal. 2009. 5. (rus.)
9. Gorb A.M., Vojlov I.A. Tekhniko-ekonomicheskoe obosnovanie primeneniya stalefibrobetona v konstrukciyah promyshlennyh polov. Minsk, 2009. P. 187 – 199. (rus.)
10. Information on www.spf.ccr.ru
11. Yang L., Lin X.S., Gravina R.J. Evaluation of dynamic increase factor models for steel fibre reinforced concrete. Construction and building materials. 2018. 190. P. 632 – 644.
12. Luccioni B., Isla F., Codina R., Ambrosini D. et al. Experimental and numerical analysis of blast response of High Strength Fiber Reinforced Concrete slabs. Engineering structures. 2018. 175. P. 113 – 122.
13. Kodur V., Solhmirzaei R., Agrawal A. et al. Analysis of flexural and shear resistance of ultra high performance fiber reinforced concrete beams without stirrups. Engineering structures. 2018. 174. P. 873 – 884.
14. Bru K., Touze S., Auger P., Dobrusky S. et al. Investigation of lab and pilot scale electric-pulse fragmentation systems for the recycling of ultra-high performance fibre-reinforced concrete. Minerals engineering. 2018. 128. P. 187 – 194.
15. Jhatial A.A., Sohu S., Bhatti N.U., Lakhari M.T., Oad R. Effect of steel fibres on the compressive and flexural strength of concrete. International journal of advanced and applied sciences. 2018. 5 (10). P. 16 – 21.
16. Mohammadhosseini H., Tahir M.M. Production of sustainable fibre reinforced concrete incorporating waste chopped metallic film fibres and palm oil fuel ash. Sadhana-academy proceedings in engineering sciences. 2018. 43 (10). Article Number: UNSP 156.
17. Abbass W., Khan M.I., Mourad S. Evaluation of mechanical properties of steel fiber reinforced concrete with different strengths of concrete. Construction and building materials. 2018. 168. P. 556 – 569.
18. Gholizadeh H., Dilmaghani S. The Study of Mechanical Properties of High Strength Concrete Containing Steel and Polypropylene Fibers. Civil engineering journal-Tehran. 2018. 4 (1). P. 221 – 230. DOI: 10.28991/cej-030981
19. Luccioni B., Isla F., Covina R., Ambrosini D. et al. Effect of steel fibers on static and blast response of high strength concrete. International journal of impact engineering. 2017. 107. P. 23 – 37.
20. Klyuev S.V. Vysokoprochnyj stalefibrobeton na tekhnogennyh peskah KMA. Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tekhnologii HKHI veka. 2013. 11 (178). P. 38 – 39. (rus.)
21. OLevnyk P.P. Construction waste during the reconstruction of buildings and structures. Russian journal of resources, conservation and recycling. 2016. 3 (2). Available at: <http://resources.today/PDF/02RRO216.pdf>
22. Ustrojstvo polov. Materialy i tekhnologii, [Elektronnyj resurs]. Rezhim dostupa: URL: <http://polbetonstroy.ru/index.pl?act=PRODUCT&id=30> (rus.)
23. Vatin N.I. Vojlov I.A. Promyshlennye poly so sloem iznosa iz fibrobetona. StrojPROFIL' 8 (54) URL: <http://www.izoteh-spb.ru/statyi/floors/5> (rus.)
24. Abramyan S.G., Oganessian O.V., Polymer-bitumen binder based multifunctional material. Materials Science Forum. 2017. 265. P. 303 – 307.
25. Vojlov I.A. Tekhnologiya ustrojstva polov promyshlennyh zdaniy so sloem iznosa iz stalefibrobetona, avtoreferat dissertacii, SPb. 2012. 13. (rus.)
26. Russian Building Code SN 509-78 Guidelines for Determination of Return on Investment from the Use of New Technologies, Inventions, and Innovations in Construction. 1979.

*Abramyan S.G. *, Candidate of Engineering Sciences (Ph.D.), Associate Professor,
Burlachenko O.V., Doctor of Engineering Sciences (Advanced Doctor), Professor,
Oganesyan O.V.,
Volgograd State Technical University, Russia*
*Corresponding author E-mail: Abramian@mail.ru

THE USE OF COMPOSITE MATERIALS IN RECONSTRUCTION OF FLOORS OF INDUSTRIAL BUILDINGS

Abstract: the article discusses the relevance of the use of composite materials in the reconstruction of exposed to heavy loads of concrete and reinforced concrete floors of industrial buildings. It is noted that at the present stage of development of the construction industry special attention is paid to the use of steel fibreconcrete, as this material allows with minimal material and labor costs to carry out work on the reconstruction of industrial floors. The novelty of this study is the use as an adhesive between the existing floor, which is to be restored and strengthened, and the newly laid steel-fiber concrete layer of polymer-bitumen composite material with the addition of cement and graphite powder, previously obtained by the authors experimentally. This material with the required thickness is also a structural layer for leveling the surface of the lower layer, reducing friction under the sole of the upper steel-fiber concrete layer and the existing floor. The paper presents the technology of work in the reconstruction. The composition of the steel-fiber concrete layer is adopted on the basis of studies by other authors. Despite the fact that the experiments proved the solidity and strength of the reconstruction of the floor by the developed technology, the article notes that the final characteristics of the proposed floor design and technology can be identified only during operation, which can be the basis for further research on optimizing the thickness of the layers proposed for use of composite materials. For the evaluation of economic efficiency of application of these composite materials in the reconstruction of the concrete floors in the course of the experiment, there are revealed some figures for labor and material costs.

Keywords: composite material, industrial buildings, reconstruction, floors, technology of works

Для цитирования: Абрамян С.Г., Бурлаченко О.В., Оганесян О.В. Применение композитных материалов при реконструкции полов промышленных зданий // Строительные материалы и изделия. 2019. Том 2. №3. С. 58 – 64. DOI: 10.34031/2618-7183-2019-2-3-58-64

For citation: Abramyan S.G., Burlachenko O.V., Oganesyan O.V. The use of composite materials in the reconstruction of floors of industrial buildings. Construction Materials and Products. 2019. 2 (3). P. 58 – 64. DOI:10.34031/2618-7183-2019-2-3-58-64

Поступила в редакцию 5 марта 2019 г.

Принята в доработанном виде 12 апреля 2019 г.

Одобрена для публикации 5 июня 2019 г.

Received: March 5, 2019.

Revised: April 12, 2019.

Accepted: June 5, 2019.