
Решение организационно-технологических задач при усилении строительных конструкций полимер-композитными материалами средствами малой механизации

С.Д. Черноглазов¹, Ю.С. Кунин², А. Л. Мочалов³

¹АО НИЦ «Строительная экспертиза», г.Москва

²Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет

³ООО «СигмаТех», г. Москва

Аннотация: Широкое применение полимер-композитных материалов в строительстве вызвало потребность в разработке и применении дополнительной оснастки, средств малой механизации и организационно-технологических мероприятий, обеспечивающих рост эффективности производства работ, а также решению большого количества задач, связанных с увеличением производительности труда, снижении рисков по технике безопасности и охране труда, увеличении качества производства работ, и снижении себестоимости получаемой продукции. В данной статье рассмотрен один из возможных вариантов организационно-технологического решения данного вопроса, путем применения префабов на основе композитных материалов, а также средства малой механизации для производства работ по усилению.

Ключевые слова: Железобетонные конструкции, усиление, полимер-композитные материалы, префабы, технологические решения, подъемники, оснастка, средства малой механизации.

Введение.

Усиление строительных конструкций композитными материалами применяется в рамках производства ремонтно-восстановительных работ, реконструкции или перепрофилировании объектов производственного и гражданского назначения. Проанализировав отечественный и зарубежный опыт применения композитных материалов в строительной отрасли, а так же выполнение традиционных производственно-технологических процессов и связанными с ними затраты, показатели результативности, появляется ряд вопросов требующих системного подхода. На примере усиления железобетонных балок или ребристых железобетонных плит перекрытия и покрытия, приходится сталкиваться с объектами производственного назначения, производство работ внутри которых связано со стесненными условиями, высокими температурно-влажностными режимами, большим

количеством технологического оборудования, работой на высоте и как одной из причин без остановки производственной линии [1].

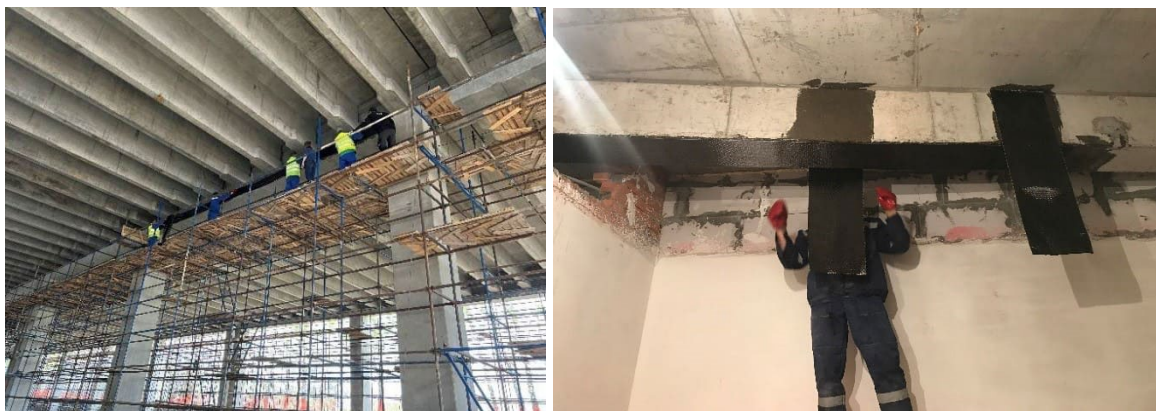


Рис. 1. – Усиление железобетонной балки ручным способом [11].

На рис. 1 показан процесс усиление железобетонной балки традиционным, ручным способом. Данный метод имеет ряд недостатков, связанных с большим количеством лесов и подмостей, увеличивает риски по обеспечению техники безопасности и охраны труда, требует большого количества персонала и как следствие связан с дополнительными затратам фонда оплаты труда работникам и удорожанию данного вида работ. Выполняемые операции не включают в себя применение средств малой механизации, способных в несколько раз сократить трудозатраты при производстве работ, снизить риски, связанные с нарушением охраны труда и техники безопасности персонала, работающего на высоте, обеспечить точность и высокотехнологичность выполнения работ, а применение дополнительной оснастки и организационно технологических приемов и готовых изделий для усиления, значительно снизить затраты на брак и расход материалов [2]. Главной особенностью оценки эффективности строительного производства, является его себестоимость или прямые затраты при условии обеспечения требований к качеству продукции и снижению рисков по обеспечению безопасности при производстве работ [3,4] (рис. 2).

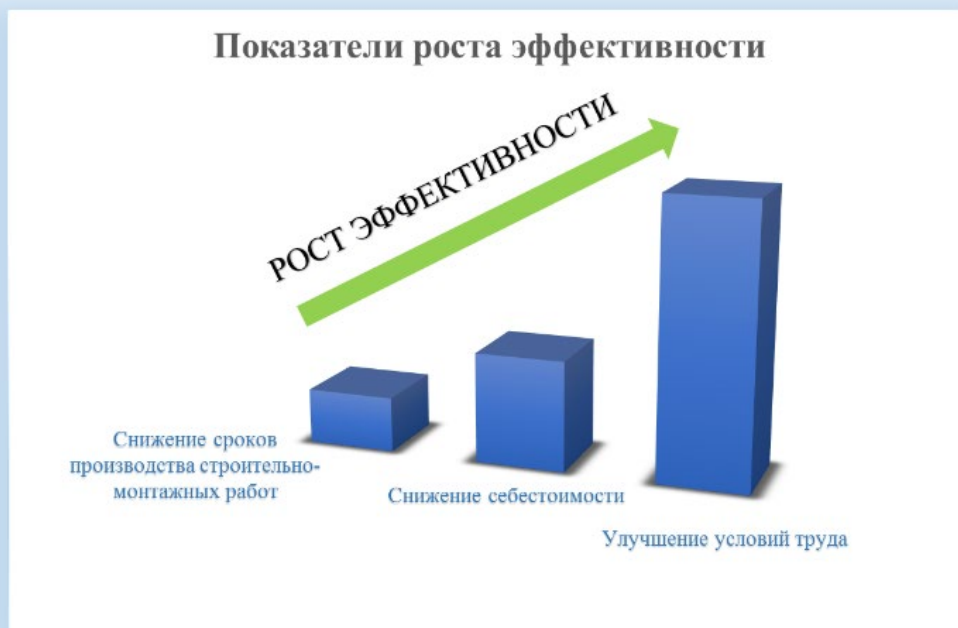


Рис.2. – Показатели роста эффективности строительного производства.

Префабы и средства малой механизации.

Для решения данного рода задач, требуется разработка методики эффективного технологического процесса усиления железобетонных конструкций композитными материалами. Широкий ассортимент строительных материалов и продукции дает возможность разрабатывать и применять на практике комбинированные элементы внешнего армирования – префабы [5].

Префаб – это комбинированный элемент внешнего армирования для усиления строительных конструкций (балки, ребристые плиты и т.д).

Комбинированный элемент представляет собой системное конструктивное решение для быстрого ремонта и усиления сборных железобетонных конструкций плит (рис.3).

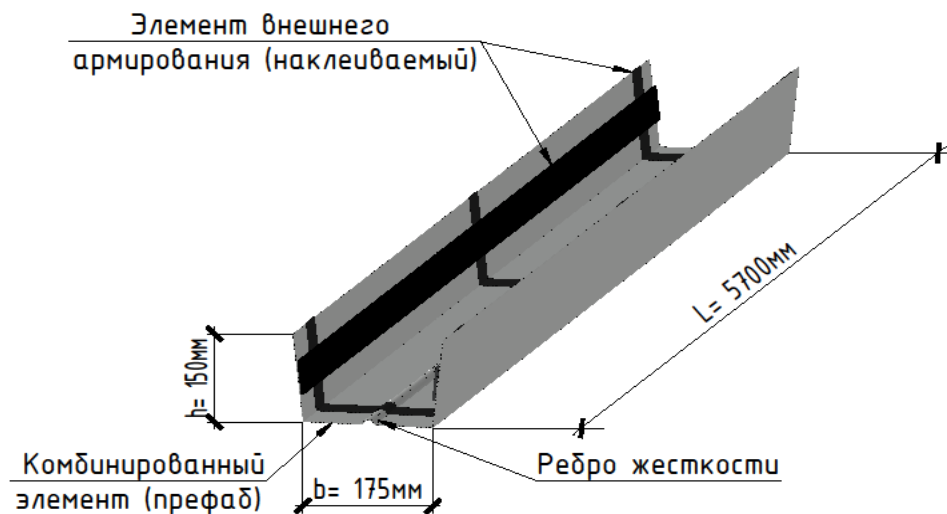


Рис.3. – Комбинированный элемент внешнего армирования.

Рассматриваемое конструктивное решение состоит из:

1. Внешний короб (несъемная опалубка), который может быть изготовлен из оцинкованного ЛСТК, С-образного профиля, композиционного материала (стекло, базальтопластик), ПВХ С-образного профиля и т.д.
2. Армирующий углепластиковый элемент, с сечением подбираемым по расчету, с учетом выявленных в ходе обследования коррозионного повреждения рабочей арматуры или по оценке физического износа, согласно действующим нормативным документам.
3. Адгезионное заполнение из полимер-цементного состава со свойствами, обеспечивающими компенсационные усадки, тиксотропность и дисперсное армирование.

Изготовление данных комбинированных элементов, может осуществляться как на производстве, так и на самом непосредственно объекте, мобильными гибочными станками (рис.4).



Рис.4. – Мобильный гибочный станок [12].

После изготовления заготовки из ЛСТК С-образного элемента, под пролет усиливаемых ребер 5,6-5,7 метра, выполняется подготовка внутренней поверхности путем обезжиривания, затем на внутреннюю поверхность с помощью эпоксидного компаунда осуществляется монтаж силового элемента из углепластика (углехолст, ламель), требуемого по расчету. Для обеспечения совместной работы и улучшения адгезии между комбинированным элементом и ребрами усиливаемой плиты, на незатвердевший эпоксидный компаунд требуется нанесение песчаной засыпки.

Перед монтажом комбинированного элемента, выполняется ряд подготовительных работ в следующей последовательности:

1. С поверхности ребер удаляют поврежденный защитный слой бетона или его насечка.
2. Удаление коррозии с арматурных стержней и нанесение грунтового состава;
3. Обеспыливание поверхности контакта;
4. Приготовление и нанесение полимер-цементного ремонтного состава на поверхность усиливаемых ребер для последующего монтажа комбинированного элемента.

Монтаж комбинированного элемента внешнего армирования может осуществляться подъемниками различного типа, в зависимости от условий строительной площадки, проездов и доступности к конструкциям, подлежащим усилению:

1. Самоходный подъемник ножничного типа (рис.5).

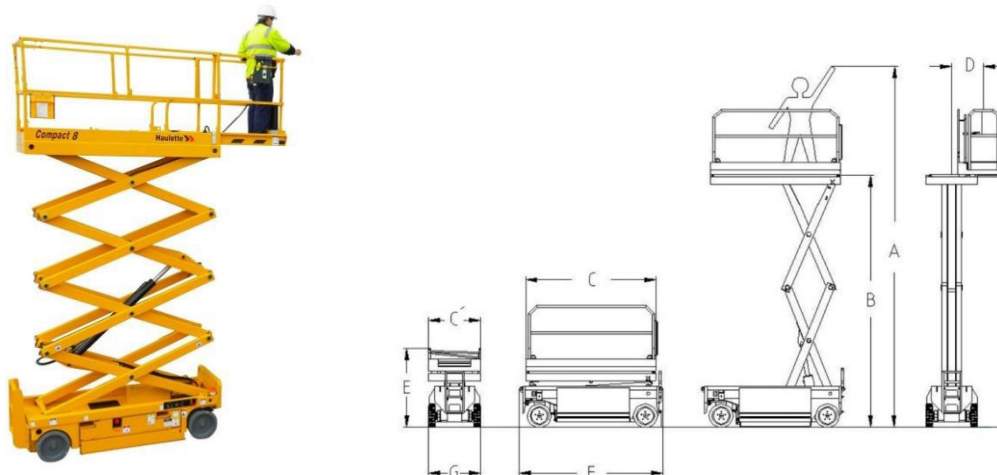


Рис.5. – Самоходный подъемник ножничного типа [13].

2. Самоходный мачтовый подъемник (рис.6).

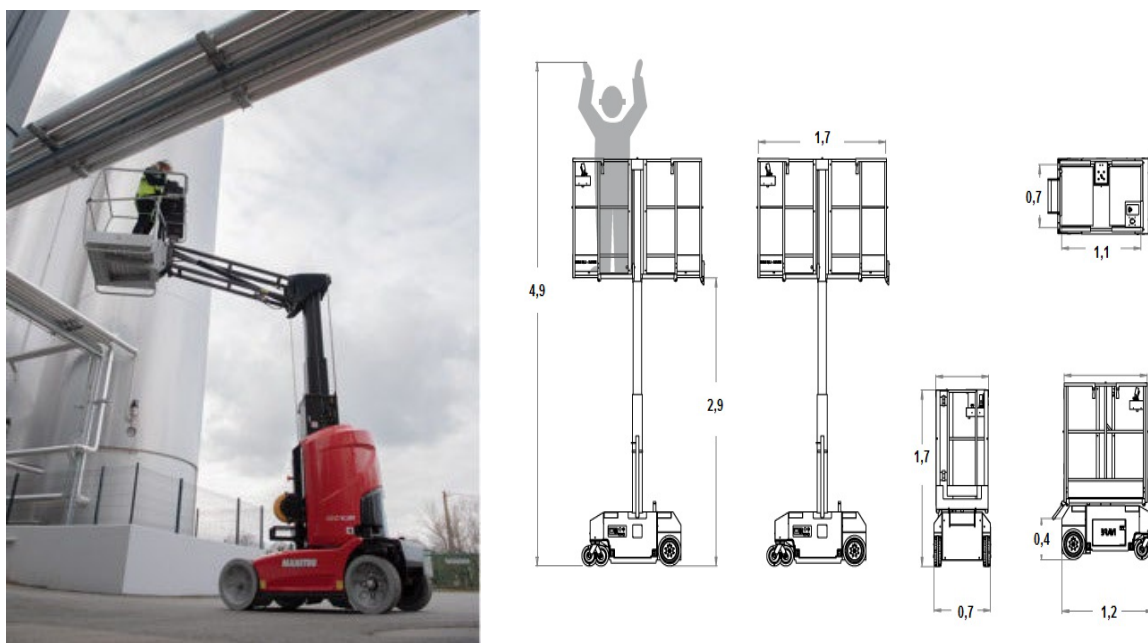


Рис.6. – Мачтовый подъемник [14].

3. Самоходный телескопический подъемник (рис.7.)

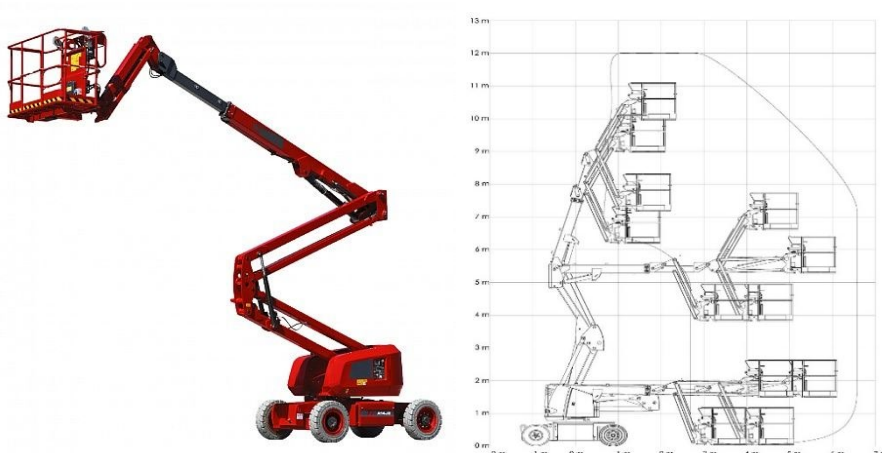


Рис.7. – Телескопический подъемник [15].

Выбор самоходных подъемников для выполнения производственно-технологических операций, зависит от типа привода:

1. Дизельные
2. Электрические

Дизельные подъемники, могут использоваться в полевых условиях, где нет возможности подключиться к коммуникациям, но сфера их применения ограничивается открытым воздухом из-за выхлопных газов, в связи с этим для работы внутри помещений целесообразно использовать подъемники с электроприводом.

Основными техническим характеристиками данных подъемников для выполнения ремонтно-восстановительных работ по усилению железобетонных плит перекрытия, являются:

3. Надежность;
4. Экономичность;
5. Транспортабельность;
6. Безопасность;
7. Маневренность;
8. Устойчивость;

9. Производительность;

В рамках производства работ по монтажу комбинированного элемента на усиливаемую конструкцию, подъемник должен быть оснащен траверсой (рис.8), которая обеспечивает надежное крепление его во время подъема, дает возможность точной корректировки положения комбинированного элемента при установке в проектное положение, и способная обеспечить требуемое усилие при установке на конструкцию.

Установка (монтаж) комбинированного элемента внешнего армирования выполняется на незатвердевший тиксотропный раствор, после чего пристреливается строительными гвоздями к конструкции [6-8].

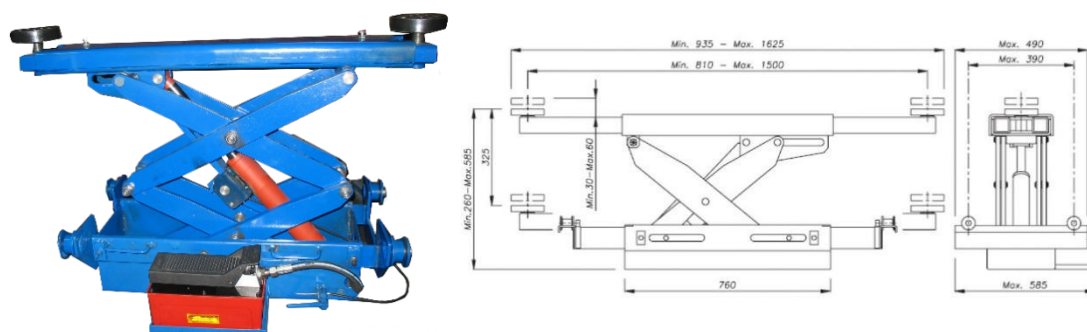


Рис.8. – Гидравлическая траверса [16].

Результаты.

Повышение эффективности и развития методов восстановления конструкций с применением комбинированных элементов внешнего армирования, дополнительной оснастки и средств малой механизации, модернизации организационно-технологических методов позволит решить большой ряд задач, связанных с производительностью труда, сокращением затрат на брак, снижением сроков ввода в эксплуатацию объектов, безопасностью труда на производстве [9, 10].

Заключение.

Проанализировав зарубежный и отечественный опыт ремонтно-восстановительных работ по усилению строительных конструкций полимер-композитными материалами, а также существующие технологические процессы выполнения данного рода операций, можно сделать однозначный вывод, о том, что применение комбинированных элементов и средств малой механизации значительно эффективней и обеспечивает:

1. Рост производительности.
2. Снижение трудоемкости.
3. Сокращение численности сотрудников.
4. Увеличение результативности технологических процессов по восстановлению конструкций композитными материалами.
5. Снижение расхода материалов и сокращение брака.
6. Улучшение условий и безопасности труда рабочего персонала.
7. Рост качества производства работ.

Разработка технологических мероприятий по усилению строительных конструкций с применением префабов и средств малой механизации позволит значительно увеличить темпы дальнейшего развития эффективности новых технологических процессов.

Литература

1. Ершов М.Н., Баженов И.А., Еремин Д.В., Топчий Д.В. Организационно-технологические решения при реконструкции общественных зданий, находящихся в режиме эксплуатации. М.: Издательство АСВ, 2013, 168 с.
2. Касимов Р.Г. Дефекты и повреждения строительных конструкций, методы и приборы для их количественной и качественной

оценки: учебное пособие // Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2016, ISBN 978-5-7410-1806-4. 109 с.

3. Леденёв В.В. Обследование и мониторинг строительных конструкций зданий и сооружений. Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВО «ТГТУ», 2017. ISBN 978-5-8265-1685-0. 252 с. – 100 экз.

4. Баранов С.П., Земляков Г.В., Лозовский А.А. Анализ затрат энергоресурсов при производстве строительного-монтажных работ / М.: БНТУ, 2004. – 465 с.

5. Шилин А.А., Зайцев М.В., Картузов Д.В. (ЗАО «Триада-Холдинг»), Пособие по усилению железобетонных конструкций с использованием композитных материалов. М.: Изд-во Министерство строительства и жилищно-коммунального хозяйства РФ. 2017. 226 с.

6. Чернявский В. Л. Современные материалы и технологии ремонта и усиления конструкций мостов. Материалы Всероссийской научно-практической конференции "Современные технические решения по повышению надежности автомобильных дорог и искусственных сооружений". Краснодар, 2001. стр. 199-201.

7. Гетия И.Г. Безопасность жизнедеятельности. Основы безопасности труда.: Практикум (сборник практических занятий для экономических, юридических, управленческих специальностей) // М.: МГУПИ, 2010. – 136 с.: ил.

8. Белецкий, Б.Ф. Строительные машины и оборудование: учебное пособие для СПО // Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 608с.

9. Изотов В. С., Сабитов Л. С., Мухаметрахимов Р. Х. Основы технологии строительных процессов: учеб. пособие. – Казань: Изд-во Казанск. гос. архитект.-строит. ун-та, 2013. 103 с.

10. Ершов, М.Н. Эргономика строительных процессов, доступные решения. М.: Издательство АСВ, 2010. – 248 с.

-
11. Усиление железобетонной балки ручным способом. URL: pr1me.info/services/usilenie-konstruktsij/balki?id=108.
 12. Мобильный гибочный станок. URL: 102tools.ru/product/stanok_tapco_max_20_int_1_6_2_2_metra.html
 13. Самоходный подъемник ножничного типа. URL: barabaza.ru/bulls/sdam-v-arendu-nozhnichnyj-podemnik-g.-krasnodar-v-krasnodare-2789840.htm.
 14. Мачтовый подъемник. Bouchard-manutention. URL: com/materiel/nacelles-electriques-verticales-8-a-10-m/
 15. Телескопический подъемник. URL: rostov.pulscen.ru/products/samokhodny_kolenchaty_podemnik_lgmg_a14el_elektr_o_206401240.
 16. Гидравлическая траверса. URL: tt52.ru/catalog/traversy_i_dzheki/traversa_gidravlicheskaya_s_pnevmogidravliceskim_privodom_p2_01m_170/.

References

1. Ershov M.N., Bazhenov I.A., Eremin D.V., Topchij D.V. Organizacionno-tehnologicheskie reshenija pri rekonstrukcii obshhestvennyh zdaniy, nahodjashhihsja v rezhime jekspluatacii: Monografija. [Organizational and technological solutions for reconstruction of public buildings in operation mode: Monograph]. M.: Izdatel'stvo ASV, 2013. 168 p.
2. Kasimov R.G. Defekty i povrezhdenija stroitel'nyh konstrukcij, metody i pribory dlja ih kolichestvennoj i kachestvennoj ocenki: uchebnoe posobie [Defects and damages of building structures, methods and instruments for their quantitative and qualitative assessment: training manual]. Orenburgskij gos. un-t. Orenburg: OGU, 2016. 109 p. ISBN 978-5-7410-1806-4.

3. Ledenjov V. V. Obsledovanie i monitoring stroitel'nyh konstrukcij zdaniy i sooruzhenij [Inspection and monitoring of building structures of buildings and structures]: uchebnoe posobie. Tambov: Izd-vo FGBOU VO «TGTU», 2017. 252 p. 100 jekz. ISBN 978-5-8265-1685-0.
4. Baranov S.P., Zemlyakov G.V., Lozovsky A.A. Analiz zatrat energoresursov pri proizvodstve stroitel'no-montazhnyh rabot [Analysis of energy costs in the production of construction and installation works]. M.: BNTU, 2004. 465 p.
5. Shilin A.A., Zajcev M.V., Kartuzov D.V. (ZAO «Triada-Holding»), Posobie po usileniju zhelezobetonnyh konstrukcij s ispol'zovaniem kompozitnyh materialov. [Manual for strengthening reinforced concrete structures using composite materials]. M.: Izd-vo Ministerstvo stroitel'stva i jilish'no-communal'nogo hozyaistva. 2017. 226 p.
6. Chernyavsky V. L. Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. "Sovremennye tekhnicheskie resheniya po povysheniyu nadezhnosti avtomobil'nyh dorog i iskusstvennyh sooruzhenij". Krasnodar, 2001. pp. 199-201.
7. Gotia I.G. Bezopasnost' zhiznedeyatel'nosti. Osnovy bezopasnosti truda.: Praktikum (sbornik prakticheskikh zanyatij dlya ekonomicheskikh, yuridicheskikh, upravlencheskikh special'nostej). Moskva: MGUPI, 2010. 136 p.
8. Beletsky, B.F. Stroitelnye mashine i oborudovanie [Construction machinery and equipment: a textbook for vocational education]. Sankt-Peterburg: Lan, 2020. 608 p.
9. Izotov V. S., Sabitov L. S., Muhametrahimov R. H. Osnovy tehnologii stroitel'nyh processov [Fundamentals of construction process technology]:

учеб. пособие. Kazan': Izd-vo Kazansk. gos. arhitekt.-stroit. un-ta, 2013. 103 p.

10. Yershov, M.N. Ergonomika stroitelnyh processov, dostupnye resheniya. [Ergonomics of construction processes, affordable solutions]. Moskva: DIA Publishing House, 2010. 248 p.

11. Usilenie jelezobetonnoy balki ruchnim sposobom. [Strengthening a reinforced concrete beam manually.] URL: pr1me.info/services/usilenie-konstruktsij/balki?id=108.

12. Mobil'niy gibochniy stanok. [Mobile Flex machine]. URL: 102tools.ru/product/stanok_tapco_max_20_int_1_6_2_2_metra.html.

13. Samohodnyj pod"emnik nozhnichnogo tipa [Self-propelled scissor lift]. URL: barabaza.ru/bulls/sdam-v-arendu-nozhnichnyj-podemnik-g.-krasnodar-v-krasnodare-2789840.htm/.

14. Machtovyj pod"emnik. [Mast lift]. URL: bouchard-manutention.com/materiel/nacelles-electriques-verticales-8-a-10-m/.

15. Teleskopicheskiy pod"emnik. [Telescopic lift]. URL: rostov.pulscen.ru/products/samokhodny_kolenchaty_podemnik_lgmg_a14el_elekto_206401240.

16. Gidravlicheskaya traversa. [Hydraulic traverse]. URL: tt52.ru/catalog/traversy_i_dzheki/traversa_gidravlicheskaya_s_pnevmogidravlicheskim_privodom_p2_01m_170/.

Дата поступления: 12.02.2025

Дата публикации: 15.03.2025