

УДК 502/504 : 693.5/624.012.3/4

Применение конструкций из сталежелезобетона

Поступила 20.06.2018 г.

© Кибирева Юлия Алексеевна, Астафьева Наталья Серафимовна
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
 «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого», г. Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. Статья посвящена аналитическому обзору исторического развития и современного состояния сталежелезобетонных конструкций, их преимуществ и недостатков, краткому обзору особенностей методов расчета и исследований сталежелезобетонных конструкций. Основная цель исследования – дать обоснованную оценку реальному положению сталежелезобетонных конструкций в современном строительстве. Для достижения поставленной цели применялся такой метод исследования, как анализ объекта исследования. По результатам проведенного исследования и изучения литературы и нормативных документов можно сделать главный вывод о перспективности применения сталежелезобетона для России вследствие высоких показателей эффективности конструкций из этого материала. В России постепенно расширяется нормативная база в области сталежелезобетонных конструкций, что создает предпосылки для их более широкого применения.

Ключевые слова. Сталежелезобетон, сталежелезобетонные конструкции, эффективность, расчет конструкций, гражданское строительство, строительство, здания и сооружения.

The use of steel-concrete structures

Received on June 20, 2018

© Kibireva Iuliia Alekseevna, Astafeva Natalia Serafimovna
 Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

Abstract. This paper is dedicated to the analytical review of the historical evolution and the contemporary state of steel-concrete composite constructions, their advantages and disadvantages, a brief review of the specifics of methods for calculating and studies of steel-concrete composite constructions. The main goal of the research is to give a justified assessment of the actual situation of the steel-concrete composite constructions in modern construction. To achieve this goal the analysis of the object of research was used. Based on the results of the conducted research and study of literature and regulatory documents it is possible to draw the main conclusion about the prospects of using steel-concrete composite constructions for Russia due to the high efficiency of structures made of this material. In Russia the regulatory framework in the field of steel-concrete composite constructions is gradually expanding, and it creates the prerequisites for their wider application.

Keywords. Composite reinforced concrete, steel-concrete composite constructions, efficiency, structural calculations, civil engineering, construction industry, buildings.

Введение. Соблюдение показателей эффективности конструкций – одно из ключевых направлений развития строительной отрасли. Достигнуть сокращения материалоемкости, стоимости, трудоемкости и сроков строительства позволяет применение сталежелезобетона – композитного материала, состоящего из стали и железобетона, работающих совместно в составе единой конструкции [1, 2]. Сталежелезобетонные конструкции благодаря объединению двух совершенно разных материалов обладают свойствами и стали, и железобетона, что позволяет им оптимально работать и в растянутой, и в сжатой зонах [3].

История развития и современное состояние сталежелезобетонных конструкций. Согласно исторической справке [4], развитие сталежелезобетонных конструкций началось с конца XIX в., когда строители оштукатуривали бетоном железные балки для обеспечения огнезащиты и для повышения коррозионной стойкости. Однако строители отмечали, что такие балки имели повышенную жесткость и прочность.

В середине 50-х гг. XX века стало возможным увеличение пролетов мостов, выполненных из сталежелезобетона, благодаря использованию решетчатых сталежелезобетонных про-

летных систем, так как железобетонные плиты на верхнем поясе фермы работают вместе с поясом [4].

В 1970 г. была разработана система «SWMB»: особая конструктивная схема возведения высотных зданий, основанная на использовании трубобетонных конструкций из стали и заполнителя из сверхвысокопрочного бетона. Административное здание «Two Union Square» в США было построено по системе «SWMB» в 1988 г. [5].

В настоящее время достаточно часто применяются монолитные железобетонные плиты по стальному профилированному настилу (СПН). За рубежом применение такого решения в перекрытиях общественных зданий – одно из самых распространенных. Оно также эффективно в многоэтажных жилых и административных зданиях со стальным каркасом, строящихся в труднодоступных и сейсмических районах, а также в промышленных зданиях [3, 4].

СПН в такой конструкции выполняет две главные задачи: обеспечивает бетонирование железобетонной плиты, являясь опалубкой, и выполняет функции несущей арматуры после отвердевания бетона.

В настоящее время достаточно разнообразны применяемые в строительстве типы сталежелезобетонных конструкций:

- плиты, армированные гладкой листовой сталью или СПН;
- линейные сталежелезобетонные балочные элементы, армированные обычной и высокопрочной напрягаемой внешней полосовой арматурой;
- комбинированные балки с не обетонированной, частично или полностью обетонированной стальной балкой и плитой, опирающейся на верхний или нижний пояс балки;
- колонны, выполненные из брусьевых элементов с внешним армированием четырьмя уголками;
- железобетонные конструкции с жесткой арматурой в форме двутавра, крестообразного сечения, коробчатого сечения, «сляба» сплошного сечения, а также с частичным обетонированием жесткой арматуры;
- трубобетонные конструкции: с внешней стальной оболочкой и бетонным ядром без арматуры или армированным продольной гибкой арматурой (с железобетонным ядром) и др. [1, 6].

Отдельно необходимо остановиться на одной из важнейших задач при возведении конструкций из сталежелезобетона – обеспечении совместной работы стальной и железобетонной составляющих. Эта задача решается установкой соединительных элементов: жестких и гибких упоров, анкеров. В случае жестких упоров на бетон действует местное смятие, вызванное передачей бетону сжимающих усилий посредством соответствующих упорных поверхностей. Гибкие упоры работают на изгиб, у его основания образуется наибольшее смятие бетона [3, 7].

Существует понятие стад-болта – это анкер, который представляет собой калиброванный стальной стержень или арматуру периодического профиля и приваривается одним концом к верхнему поясу балки [8].

СПН с выштамповками также служит для объединения составных частей сталежелезобетонной конструкции, обеспечивая передачу сил сдвига с помощью зацепления стали и бетона, а также благодаря силам трения [3].

Для фрикционного соединения составляющих сталежелезобетона применяют высокопрочные болты и шпильки. Их главное преимущество заключается в уменьшении местных возмущений и концентрации сдвигающих усилий и напряжений по сравнению с упорами и анкерами [7].

Наиболее широкое распространение сталежелезобетонные конструкции получили в области строительства мостов. Например, в Японии более чем в 50-ти мостах применены гофрированные стенки. Впервые такое решение было применено при возведении моста «Yahagigawa bridge», 2005 г. [1, 2, 9].

Однако за рубежом сталежелезобетон активно применяется при строительстве промышленных и гражданских зданий и сооружений, в том числе жилых домов. В США сталежелезобетон также используют для строительства и реконструкции взлетно-посадочных полос аэропортов, метрополитенов, а также в высотных зданиях [2, 3].

Наряду с железобетонными плитами по СПН по всему миру применяются трубобетонные конструкции. Например, в КНР построено более 30 небоскребов, при возведении которых применялся трубобетон. Самый известный пример – Телебашня Гуанчжоу (Canton Tower);

трубобетон в телебашне использован при возведении оболочки вокруг монолитного железобетонного ствола [2, 10].

Трубобетон используется преимущественно при возведении стержневых элементов ответственных сооружений. Это вызвано тем, что благодаря применению трубобетона значительно повышаются прочность, жесткость и устойчивость конструкций при статических и динамических нагрузках.

В России сталежелезобетонные конструкции не являются новыми, однако не получают широкого распространения. Область их применения весьма ограничена: многопролетные и мостовые сооружения, водоводы и трубопроводы в гидроэлектростанциях, путепроводы и виадуки. В отдельных случаях сталежелезобетонные конструкции используют в строительстве высотных зданий, например, «Лахта центра» (см. рисунок). Перекрытия башни представляют собой монолитные железобетонные плиты по СПН, колонны — композитную конструкцию, состоящую из стального сердечника и железобетона вокруг него [11, 12].



Композитная колонна «Лахта центра» [13]

Одной из причин, препятствующих повсеместному распространению сталежелезобетона в России, считается отсутствие полной и четкой нормативной базы по проектированию и изготовлению сталежелезобетонных конструкций.

Однако 30 декабря 2016 г. приказом Минстроя России был утвержден Свод правил по строительству (СП) 266.1325800.2016 «Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования», распространяющийся на проектирование зданий и сооружений различного назначения.

Кроме того, в России действуют СП 159.1325800.2014 «Сталежелезобетонные пролетные строения автодорожных мостов. Правила расчета», СП 35.13330.2011 «Мосты и трубы», Стандарт организации (СТО) 0047-2005 «Перекрытия сталежелезобетонные с монолитной плитой по стальному профилированному настилу. Расчет и проектирование», СТО 0062-2009 «Упоры анкерные стержневые системы КОСО и технология их приварки к стальным балкам монолитных сталежелезобетонных перекрытий и закладным пластинам. Технические требования».

Основные преимущества и недостатки сталежелезобетонных конструкций. Одно из преимуществ сталежелезобетонных изгибаемых элементов с внешней арматурой — повышение жесткости (вертикальной и горизонтальной) и прочности конструкций. В связи с этим становится возможным уменьшение размеров поперечного сечения несущих элементов. В свою очередь это приводит к уменьшению массы конструкции, а значит — к экономии строительных материалов [1–3].

В таблице ниже приведены данные технико-экономических исследований [1].

Экономия в результате применения сталежелезобетонных конструкций в зданиях и сооружениях

Экономия (условия)	Экономия стали, %	Снижение приведенных затрат, %
По сравнению со стальными конструктивными элементами	28...33	25...30
По сравнению с железобетонными монолитными и сборными конструктивными элементами	11	45...50

Сталежелезобетонные конструкции демонстрируют свою эффективность не

только на стадии строительства, что ведет к экономии денежных средств, но и на стадии эксплуатации, доказывая свою надежность и удобство обслуживания.

Кроме того, расположение стали по контуру конструкции как оболочки, то есть использование ее и в качестве несущей арматуры, и в качестве несъемной опалубки, способствует удешевлению работ, повышению производительности труда при строительстве и уменьшению продолжительности строительства по сравнению с применением железобетонных конструкций [2, 3].

Несущая способность сталежелезобетонных конструкций с внешним армированием в виде стального листа достигается путем увеличения процента содержания листовой арматуры, а также само расположение такого армирования (на гранях конструктивных элементов) в случае оптимального применения высокопрочного бетона и небольших размеров поперечного сечения способствует увеличению несущей способности. Также увеличение несущей способности наблюдается благодаря эффекту обжатия бетона, которое создается обоймой в случае внешнего армирования [3].

Кроме вышеперечисленных достоинств для конструкций из сталежелезобетона характерны простота сборки, ремонта и усиления конструкции, а также более высокая пожароустойчивость вследствие защиты стали от местного температурного воздействия железобетоном. Увеличение устойчивости конструкции за счет применения сталежелезобетона позволяет использовать этот материал в сейсмически опасных районах [2, 3]. Высокая сейсмостойкость и пожаростойкость – одни из самых значимых преимуществ.

Перечисленные преимущества характерны и для трубобетона, имеющего в свою очередь специфические достоинства:

- стальная оболочка выступает в качестве продольного и поперечного армирования;

- высокая коррозионная стойкость металла в силу полного заполнения бетоном трубы, а значит минимизации отрицательного влияния агентов на металл изнутри;

- равномерное обжатие железобетона обоймой со всех сторон способству-

ет увеличению прочности бетона в несколько раз;

- наличие стальной трубы предотвращает образование и развитие трещин в бетоне, снижает воздействие ползучести и усадки;

- увеличение жесткости конструктивных элементов, местной устойчивости стенок оболочки, несущей способности и огнестойкости в силу заполнения стальной оболочки бетоном;

- исключение характерного для железобетонных конструкций мгновенного хрупкого разрушения при наличии значительных деформаций, что позволяет применять трубобетон в ответственных, уникальных зданиях и сооружениях, в том числе в сейсмоопасных районах.

Однако такие недостатки, как сложность реализации совместной работы материалов и необходимость проектирования узлов сопряжения, создают определенные трудности в применении трубобетонных конструкций.

Особенности методов расчета сталежелезобетонных конструкций. Расчет сталежелезобетонных пролетных конструкций имеет некоторые сложности, вызванные следующими особенностями:

- стадийностью работы конструкции (связанной с последовательным включением в работу частей сечения);

- сочетанием двух материалов, имеющих различные свойства и индивидуальные особенности работы в конструкции;

- внутренней статической неопределимостью сечений конструкций;

- учетом внешних и внутренних силовых факторов;

- активным применением предварительного напряжения;

- значительным воздействием неупругих деформаций на работу конструкции [1].

В применяемых методах расчета сталежелезобетонных изгибаемых элементов принимают допущение об отсутствии деформаций сдвига в месте соприкосновения стали и бетона, считают справедливой гипотезу плоских сечений. Однако при наличии связей любой степени жесткости присутствует скольжение составных элементов, значит диаграмма продольных деформаций по высоте сечения прерывается в месте соприкосновения стали и бетона. Поэтому используемое допущение не совсем справедливо [14].

Кроме того, распределение деформаций и напряжений в стальной и железобетонной частях сталежелезобетонной конструкции обуславливается деформационными свойствами составных элементов и швами объединения, ввиду значительной жесткости которых важнейшую роль при расчетах играют упругие свойства материалов [1].

Натурные и численные исследования сталежелезобетонных конструкций. Для оценки напряженно-деформированного состояния (НДС) сталежелезобетонных конструкций проводятся различные эксперименты: численные (аналитические) и натурные. Численные методы исследования поведения конструкции с помощью различных программных комплексов являются малозатратными по сравнению с экспериментальными исследованиями, однако последние имеют явное преимущество – наиболее обширные и достоверные сведения об НДС конструкции и особенно о ее поведении в реальных условиях эксплуатации [15–17].

Проводятся исследования как отдельных балок, так и сталежелезобетонных перекрытий, состоящих из стальных балок и опирающейся на них железобетонной плиты.

К основным выводам, полученным в результате проанализированных численных и натурных экспериментов, относятся:

- текучесть металла, достижение временного сопротивления бетона способствует разрушению исследуемых перекрытий;
- большая несущая способность сталежелезобетонных балок;
- отсутствие деформаций соединительных средств;
- видимые продольные трещины в бетоне появляются после возникновения существенных пластических деформаций и интенсивно развиваются до момента разрушения;
- относительные деформации бетона и стали существенно больше предельных;
- имеет место пространственная работа сталежелезобетонного перекрытия;
- разрушение вызывается пластическими деформациями, интенсивно развивающимися в балках, и исключением из работы сжатой зоны плиты;

– в сравнении с отдельной балкой несущая способность балки в перекрытии выше в 1,14...1,24 раза, прогибы меньше в 1,5 раза;

– характер зависимости прогибов от величины нагрузки меняется: на начальных этапах нагружения практически прямая пропорциональная зависимость, однако далее прогибы значительно увеличиваются при малом увеличении нагрузки, что связано с появлением податливости контакта [14, 15, 17].

В работе [16] описан процесс моделирования сталежелезобетонной плиты перекрытия в ПК ANSYS и приведен сравнительный анализ результатов натурного и численного эксперимента, согласно которому только в зоне упругих деформаций получены схожие значения напряжений в нормальном сечении балки. Тем не менее автором был сделан вывод, что пространственная работа конструкции в целом является достаточно достоверной в ПК ANSYS.

Выводы

Сталежелезобетонные конструкции широко применяются во всем мире, однако имеют достаточно ограниченную область применения в России: мосты, водоводы и трубопроводы, промышленные здания и сооружения, высотные здания. В гражданском строительстве сталежелезобетон практически не применяется.

Эффективность сталежелезобетонных конструкций по сравнению со стальными и железобетонными конструкциями позволяет достичь значительного увеличения прочности и жесткости, существенной экономии денежных средств и трудозатрат, сокращения сроков строительства и др.

Расчет сталежелезобетонных конструкций имеет ряд специфических особенностей, которые могут быть учтены в расчетных программных комплексах, дающих адекватные результаты расчета согласно проанализированным исследованиям.

Библиографический список

1. Глазунов Ю.В. Технико-экономические исследования и область применения сталежелезобетонных конструкций // Коммунальное хозяйство городов. 2008. № 80. С. 89–94.
2. Бабалич В.С., Андросов Е.Н. Ста-

лежелезобетонные конструкции и перспектива их применения в строительной практике России // Успехи современной науки. 2017. № 4. С. 205–208.

3. Теплова Ж.С., Виноградова Н.А. Прочность сталежелезобетонных образцов при центральном сжатии // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2015. № 5 (32). С. 29–38.

4. Настоящий В.А., Дариенко В.В. История возникновения и практика применения сталежелезобетонных конструкций для объектов дорожного и гражданского строительства // Модернизация и научные исследования в транспортном комплексе. 2014. № 1. С. 467–470.

5. Овчинников И.И., Овчинников И.Г., Чесноков Г.В., Михалдыкин Е.С. О проблеме расчета трубобетонных конструкций с оболочкой из разных материалов. Часть 1. Опыт применения трубобетона с металлической оболочкой // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ». 2015. № 4. С. 1–29.

6. СП 266.1325800.2016 «Конструкции сталежелезобетонные. Правила проектирования» (Приказ Минстроя России от 30 декабря 2016 г. № 1030/пр) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/809/266.pdf> (дата обращения: 27.04.2018).

7. Ростовых Г.Н. Совершенствование методики расчета гибких упоров в конструкциях сталежелезобетонных мостов // Известия Петербургского университета путей сообщения. 2007. № 3. С. 79–87.

8. СТО 0047-2005. Перекрытия сталежелезобетонные с монолитной плитой по стальному профилированному настилу [Электронный ресурс]. URL: https://www.hilti.ru/medias/sys_master/documents/h29/9112068063262/Approval-document-ASSET-DOC-LOC-2761228.pdf (Дата обращения: 27.04.2018).

9. Лукин А.О., Суворов А.А. Пролетные строения мостов с гофрированными металлическими стенками // Строительство уникальных зданий и сооружений. 2016. №2 (41). С. 45–67.

10. Аймагамбетова С.М. Высотное строительство с учетом применения трубобетонных конструкций: маг. дис. – СПб.: СПбПУ Петра Великого, 2013. – 71 с.

11. Внедрение инновационных техно-

логий строительства – первостепенная задача [Электронный ресурс]. – URL: <https://lakhta.center/ru/article/?id=1147> (дата обращения: 27.04.2018).

12. Строительство «Лакhta центра»: технологии экономят время [Электронный ресурс]. – URL: <https://lakhta.center/ru/article/?id=1128> (дата обращения: 27.04.2018).

13. Лакhta центр. Колонны [Электронный ресурс]. – URL: <http://lakhta-olgin.ru/lakhta-center/posts/lakhta-center-kolonny> (дата обращения: 15.05.2018).

14. Замалиев Ф.С. Прочность и деформативность сталежелезобетонных изгибаемых конструкций гражданских зданий при различных видах загрузки. Дис. ... докт. техн. наук. Казань, 2013. – 379 с.

15. Замалиев Ф.С., Морозов В.А. Натурные испытания и численные эксперименты сталежелезобетонного перекрытия // Вестник МГСУ. 2016. № 11. С. 58–67.

16. Замалиев Ф.С. Численные эксперименты в исследованиях пространственной работы сталежелезобетонных перекрытий // Известия КГАСУ. 2012. № 4 (22). С. 102–107.

17. Замалиев Ф.С. Экспериментальные исследования пространственной работы сталежелезобетонных конструкций // Вестник МГСУ. 2012. № 12. С. 53–60.

References in roman script

1. Glazunov Iu.V. Tekhniko-ekonomicheskie issledovaniia i oblast primeneniia stalezhelezobetonnykh konstruksii // Kommunalnoe khoziaistvo gorodov. 2008. № 80. S. 89–94.

2. Babalich V.S., Androsov E.N. Stalezhelezobetonnye konstruksii i perspektiva ikh primeneniia v stroitelnoi praktike Rossii // Uspekhi sovremennoi nauki. 2017. № 4. S. 205–208.

3. Teplova Zh.S., Vinogradova N.A. Prochnost stalezhelezobetonnykh obraztsov pri tsentralnom szhatii // Stroitelstvo unikalnykh zdanii i sooruzhenii. 2015. № 5 (32). S. 29–38.

4. Nastoiashchii V.A., Darienko V.V. Istoriia vozniknoveniia i praktika primeneniia stalezhelezobetonnykh konstruksii dlia obiektov dorozhnogo i grazhdanskogo stroitelstva // Modernizatsiia i nauchnye issledovaniia v transportnom komplekse. 2014. № 1. S. 467–470.

5. Ovchinnikov I.I., Ovchinnikov I.G., Chesnokov G.V., Mikhaldykin E.S. O probleme rascheta trubobetonnykh konstrukttsii s obolochkoi iz raznykh materialov. Chast 1. Opyt primeneniia trubobetona s metallicheskoj obolochkoi // Internet-zhurnal «NAUKOVEDE-NIE». 2015. № 4. S. 1–29.

6. SP 266.1325800.2016 «Konstruktsii stalezhelezobetonnye. Pravila proektirovaniia» (Priказ Ministroia Rossii ot 30 dekabria 2016 g. № 1030/pr) [Elektronnyi resurs]. – URL: <http://www.minstroyrf.ru/upload/iblock/809/266.pdf> (data obrashcheniia: 27.04.2018).

7. Rostovykh G.N. Sovershenstvovanie metodiki rascheta gibkikh uporov v konstrukttsiakh stalezhelezobetonnykh mostov // Izvestiia Peterburgskogo universiteta putei soobshcheniia. 2007. № 3. S. 79–87.

8. STO 0047-2005. Perekrytiia stalezhelezobetonnye s monolitnoi plitой po stalnomu profilirovanomu nastilu [Elektronnyi resurs]. URL: https://www.hilti.ru/medias/sys_master/documents/h29/9112068063262/Approval-document-ASSET-DOC-LOC-2761228.pdf (Data obrashcheniia: 27.04.2018).

9. Lukin A.O., Suvorov A.A. Proletnye stroeniia mostov s gofrirovannymi metallicheskimi stenkami // Stroitelstvo unikalnykh zdani i sooruzhenii. 2016. №2 (41). S. 45–67.

10. Aimagambetova S.M. Vysotnoe stroitelstvo s uchetom primeneniia

trubobetonnykh konstrukttsii: mag. dis. – SPb.: SPbPU Petra Velikogo, 2013. – 71 s.

11. Vnedrenie innovatsionnykh tekhnologii stroitelstva – pervostepennaia zadacha [Elektronnyi resurs]. – URL: <https://lakhta.center/ru/article/?id=1147> (data obrashcheniia: 27.04.2018).

12. Stroitelstvo «Lakhta tsentra»: tekhnologii ekonomiat vremia [Elektronnyi resurs]. – URL: <https://lakhta.center/ru/article/?id=1128> (data obrashcheniia: 27.04.2018).

13. Lakhta tsentr. Kolonny [Elektronnyi resurs]. – URL: <http://lahta-olgin.ru/lahta-center/posts/lahta-centr-kolonny> (data obrashcheniia: 15.05.2018).

14. Zamaliev F.S. Prochnost i deformativnost stalezhelezobetonnykh izgibaemykh konstrukttsii grazhdanskikh zdani pri razlichnykh vidakh zagruzhenii. Dis. ... dokt. tekhn. nauk. Kazan, 2013. – 379 s.

15. Zamaliev F.S., Morozov V.A. Naturnye ispytaniia i chislennye eksperimenty stalezhelezobetonnogo perekrytiia // Vestnik MGSU. 2016. № 11. S. 58–67.

16. Zamaliev F.S. Chislennye eksperimenty v issledovaniakh prostranstvennoi raboty stalezhelezobetonnykh perekrytii // Izvestiia KGASU. 2012. № 4 (22). S. 102–107.

17. Zamaliev F.S. Eksperimentalnye issledovaniia prostranstvennoi raboty stalezhelezobetonnykh konstrukttsii // Vestnik MGSU. 2012. № 12. S. 53–60.

Дополнительная информация

Сведения об авторах:

Киби́рева Ю́лия Алексе́евна, студент; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»; ул. Политехническая, д. 29, Санкт-Петербург, Россия, 195251; e-mail: julijakibireva666@yandex.ru.

Астафьева Наталья Серафимовна, кандидат экономических наук, доцент; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого»; ул. Политехническая, д. 29, Санкт-Петербург, Россия, 195251; e-mail: gbeton@mail.ru.



В этой статье под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 International License, которая разрешает копирование, распространение, воспроизведение, исполнение и переработку материалов статей на любом носителе или формате при условии указания автора(ов) произведения, защищенного лицензией Creative Commons, и указанием, если в оригинальный материал были внесены изменения. Изображения или другие материалы третьих лиц в этой статье включены в лицензию Creative Commons, если иные условия не распространяются на указанный материал. Если материал не включен в лицензию Creative Commons, и Ваше предполагаемое использование не разрешено законодательством Вашей страны или превышает разрешенное использование, Вам необходимо получить разрешение непосредственно от владельца(ев) авторских прав.

Для цитирования: Киби́рева Ю.А., Астафьева Н.С. Применение конструкций из stalezhelezobetona // Экология и строительство. – 2018. – № 2. – С. 27–34.

Additional Information

Information about the authors:

Kibireva Iuliia Alekseevna, student; Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University; Russia, 195251, St.Petersburg, Polytechnicheskaya, 29; e-mail: julijakibireva666@yandex.ru.

Astafeva Natalia Serafimovna, candidate of economic sciences, docent; Peter the Great Saint Petersburg Polytechnic University; Russia, 195251, St.Petersburg, Polytechnicheskaya, 29; e-mail: gbeton@mail.ru.



This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons license, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons license, unless indicated otherwise in a credit line to the material. If material is not included in the article's Creative Commons license and your intended use is not permitted by statutory regulation or exceeds the permitted use, you will need to obtain permission directly from the copyright holder.

For citations: Kibireva Yu.A., Astafieva N.S. The use of steel-concrete structures // *Ekologiya i stroitelstvo*. – 2018. – № 2. – P. 27–34.