

Т.В. ШЕЙНА
Е.А. АВДЕЕВА

ГАБИОННЫЕ И АРМОГРУНТОВЫЕ КОНСТРУКЦИИ

GABION AND REINFORCED GROUND STRUCTURES

Рассматривается мировая практика применения габрионных конструкций за период более 100 лет. Показано широкое применение различных габрионных ёмкостей для решения большого спектра задач дорожного строительства. Отмечено, что использование габрионных конструкций является одним из высокоэффективных и универсальных способов не только укрепления склонов, откосов насыпей и выемок, но и усиления, стабилизации и защиты эксплуатируемого земляного полотна, а также устройства подмостовых конусов, опор мостов, регуляционных дамб, водоотводных сооружений. Рассмотрен ряд преимуществ габрионных конструкций. Приведены наиболее распространенные габрионные конструкции, применяемые в настоящее время в дорожной отрасли.

Ключевые слова: конструкции габрионные, сетки проволочные крученые с шестиугольными ячейками, сварные сетки, параметры и размеры сеток, технические требования, армогрунтовые конструкции, подпорные стенки, откосы

Габрионы применяли с XVII в. в оборонительных сооружениях и фортовых укреплениях с целью защиты от снарядов в сражениях. Россия с этой же целью использовала габрионы в Русско-Турецкой и Крымской войнах. С XIX в. габрионами стали стабилизировать грунты. В Италии до наших дней сохранились и полностью вписались в ландшафт габрионы, которые использовались в 1894 г. для укрепления берегов реки Рено и защиты населения от наводнения.

Изначально как каменно-хворостяные фашины в России их применяли в 1930-1940-е гг., а затем до 60-х гг. с помощью габрионных конструкций регулировали русла рек и проводили селезащиту [1]. В 70-х гг. информация о них практически отсутствует в технической литературе, и лишь открытие в Москве в 1994 г. представительства компании «Макаферри» дало новый импульс в развитии габрионных технологий.

Конструктивно габрионы – это объемные ящики из металлической сетки, предназначенные для заполнения каменным или другим нерудным материалом в зависимости от конструкции и типа габриона.

В течение времени происходит аккумуляция частиц грунта, ила или листвы, которые, выполняя связующую роль, повышают прочность самого габриона, а также процесс консолидации грунта в местах возведения габрионных конструкций и улучшение его физических свойств. В дальнейшем сооружение в це-

In world practice, gabion structures are used more than 100 years. The on-currently a variety of gabion containers are widely used for a wide-range of applications of road construction. Years of experience shows that the utilization of the gabion structures is one of the highly effective and versatile way not only to strengthen the slopes, slopes of embankments and depressions, but also strengthening, stabilization and protection of exploited subgrade and devices podmostovyyh cones, bridge supports, regulatory dams, drainage facilities.

Keywords: gabion construction, wire mesh twisted hexagonal mesh, welded wire mesh, mesh parameters and dimensions, specifications, armogruntovye construction, retaining walls, slopes

лом приобретает фактически неограниченный срок службы и максимальную устойчивость [1–3].

Габрионные конструкции характеризуются рядом преимуществ. Габрионные структуры, благодаря наличию металлической сетки, реагируя небольшими прогибами, воспринимают осадки грунта и, как следствие, не разрушаются, продолжая выполнять свои основные функции. Как класс гибких сооружений, конструкции из габрионов более экономичны – экономия средств от 10 до 50 %, чем жесткие и полужесткие инженерные защиты территорий от разных типов эрозии грунтов. Дренажная структура сооружений исключает возникновение гидростатических нагрузок [2, 4]. С годами возрастает эффективность габрионных конструкций благодаря восстановлению и оздоровлению ландшафтов, в результате роста растительности и, как следствие, в зоне их возведения естественного экологического равновесия. Габрионы могут быть установлены как в воде, так и в сухом месте, не требуют устройства дренажных систем, специальной техники и объемных работ в процессе подготовки оснований сооружений [2, 5, 6].

Наиболее распространенные габрионные конструкции, применяемые в настоящее время в дорожной отрасли, приведены в табл. 1.

Матрацы Касторо – это разновидность матрацев Рено™, но со сдвоенными диафрагмами, которые

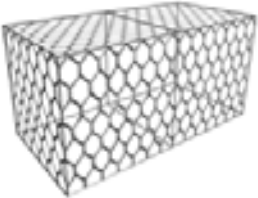
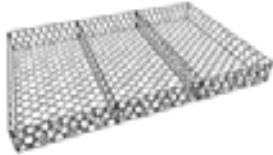
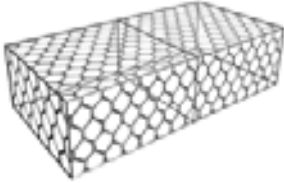
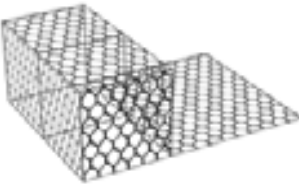
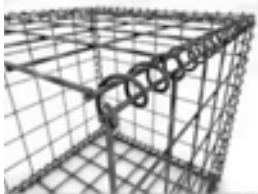
с базой конструкции выполнены из единого полотна сетки с ячейкой С60 по технологии «Касторо» [2, 6, 7].

Габионные конструкции фирмы Betafence состоят из сварных панелей с защитным цинковым или полимерным покрытием, которые собирают в прочные ящики с помощью проволоочных спиральных пружин или скоб. Внутреннее пространство

последних разделено на секции с целью снижения деформации сетчатыми диафрагмами, в случае крупногабаритных контейнеров, или тросами-расчалками. Такие конструкции прочные, экологичные, легко устанавливаются, а проницаемость позволяет им слиться с природным ландшафтом, повышая их надежность [1, 8–11].

Таблица 1

Типы габионных конструкций, область применения и маркировка

| Изображение | Виды габионов, область применения | Маркировка | Размеры, м |
|---|--|------------|---------------------------|
|  | Коробчатые: - подпорные стены - армирование строительных насыпей при прокладке автотрасс и ж.-д. путей - стабилизация и консервация слабого и сыпучего грунта Устойчивы к воде, деформациям и перепадам температур | К | До 1,0×1,0×до 4,0 |
|  | Матрацы Рено и Касторо (матрасно-тюфячные): - укрепление пологих склонов - берегоукрепление и армирование мостовых конусов - укрепление оснований под установку габионов Возможно применение в болотистой местности, на обводненных грунтах | М | 0,17;0,23;0,30×2,0×до 6,0 |
|  | Джамбо (матрасно-тюфячные): - подпорные стены - в основании подпорных стенок из габионов - для крепления конусов мостов Устойчивы к воде, деформациям и перепадам температур | М | 0,5×2,0×до 6,0 |
|  | С армирующей поверхностью: - укрепление пологих склонов - укрепление оснований под установку габионов - закрепление нестабильных поверхностей - укрепление горных участков автомагистралей Возможно применение в болотистой местности, на обводненных грунтах | КА | До 5,0х2,0хдо 1,0 |
|  | Сварные габионы фирмы Betafence: - подпорные стены на различных основаниях - укрепление естественных склонов и откосов - укрепление искусственных насыпей в дорожном строительстве | | До 1,0хдо 2,0хдо 6,0 |

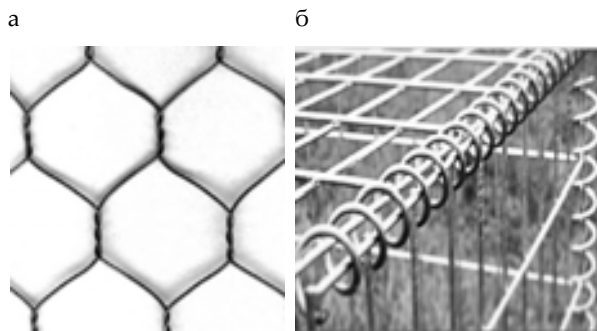


Рис.1. Сетки для габионов:
а – крученная; б – сварная

Сетки для габионов изготавливаются двух видов: проволочные крученные с шестиугольными ячейками и сварные (рис.1, 2).

Для изготовления габионных конструкций применяются сетки с шестиугольными ячейками №60, №80 или №100, свитые из проволоки двойного кручения с тремя минимальными количествами скруток. Для изготовления сетки применяют низкоуглеродистую термически обработанную проволоку (Ст0, Ст1, Ст2 и Ст3-кп, -пс, -сп, Ст3Г-пс, -сп) или катанку класса II. Используют несколько систем антикоррозионных покрытий сетки: первый вариант – цинк или Гальфан (сплав цинка – 95 %, алюминия – 5 % и мисметалла из сплава редкоземельных металлов с преобладанием церия и лантана – 0,05 %); второй вариант – цинк и дополнительный слой поливинилхлоридного пластика марки И50-13, третий – с дополнительным покрытием полиэтилена марки ПЭ 805-275. Тип покрытия определяют в зависимости от диаметра проволоки, номера сетки, например, для сетки № 60 это покрытие: цинк, гальфан или цинк с покрытием ПВХ [7, 12–16].

Для заполнения габионных конструкций используют: гранит и базальт, кварцит, известняк и мрамор, диорит, крупную гальку и травертин, с размером камней для «сухопутных» контейнеров, превышающих ячейку габиона на 30 %, а для подводных сооружений – на 50 %. При этом марка камня по прочности должна быть в пределах 400–1000 кг/см², морозостойкость – от 200–300 F, водостойкость – потеря массы не ниже 0,6 %, плотность – более 1750 кг/м³.

Долговечность габионных сооружений напрямую связана с оценкой внутренних напряжений в грунтах и внешних нагрузок среды [18, 20–22].

Среди фирм производителей габионных конструкций в России можно отметить: ООО «Кронос – Челябинск», Челябинск; компания «Геофаст», Москва; «ЮниФенс», Вологодская обл., Череповец; группа предприятий «Северсталь – метиз» в Череповце, Орле, Волгограде.

Разновидностью объемных сетчатых коробчатых габионных структур является система Террамеш, которая представляет собой надежную армирующую конструкцию из панелей, предназначенную

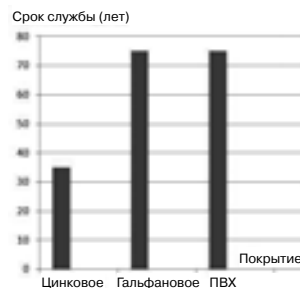


Рис. 2. Срок службы габионных конструкций в зависимости от покрытия

для защиты от деформаций в процессе эксплуатации под различными нагрузками. Шаг армирования задается с учетом обеспечения устойчивости грунта. Для системы Террамеш используется стальная проволока с плотным цинкованием или покрытием GALMAC (рис. 3, 4).

Лицевая грань, заполненная камнем, обеспечивает проницаемость и пористость системы и создает условия для появления растительности, а также исключает возникновение гидростатического давления. Разрыв между лицевой гранью и армопанелью практически невозможен из-за пролонгируемой прочности шестиугольной ячейки сетки в плоскости всех граней системы и сцепления с грунтом, что повышает его механические свойства при обратной засыпке. Биоинженерные технологии позволяют обеспечить естественное объединение модулей системы Террамеш с окружающей средой. Низкая стоимость, легкость и быстрота их установки в любых условиях, высокая несущая способность и долговечность, а также эстетичность – основные достоинства армогрунтовых конструкций [18–20, 25].

Армогрунтовая конструкция системы Макволл компании «ООО ГАБИОНЫ МАККАФЕРРИ СНГ» – это сочетание геосинтетического материала, послойно армирующего грунт при обратной засыпке, и облицовочных бетонных блоков с высотой не менее 15 м. Нивелировать и фиксировать блоки в такой конструкции позволяют соединительные стекловолоконные стержни. Такая система имеет широкий спектр применения – от укрепления переходов и оголовков водопропускных труб, подпорных стен и ограждений на автодорогах, конусов мостов до обычной подпорной структуры, удерживающей массив грунта собственным весом бетонных блоков [23, 24].

В России бетонные блоки Макволл выпускают с 2007 г., а в Казахстане и Украине – с 2011 г. Система Макволл использовалась в Санкт-Петербурге при реконструкции «Американских мостов» на набережной Обводного канала как наиболее оптимальная по срокам возведения, эксплуатации и стоимости работ.

Система МакРес – армогрунтовая конструкция с креплением лицевых вертикальных откосов бетон-

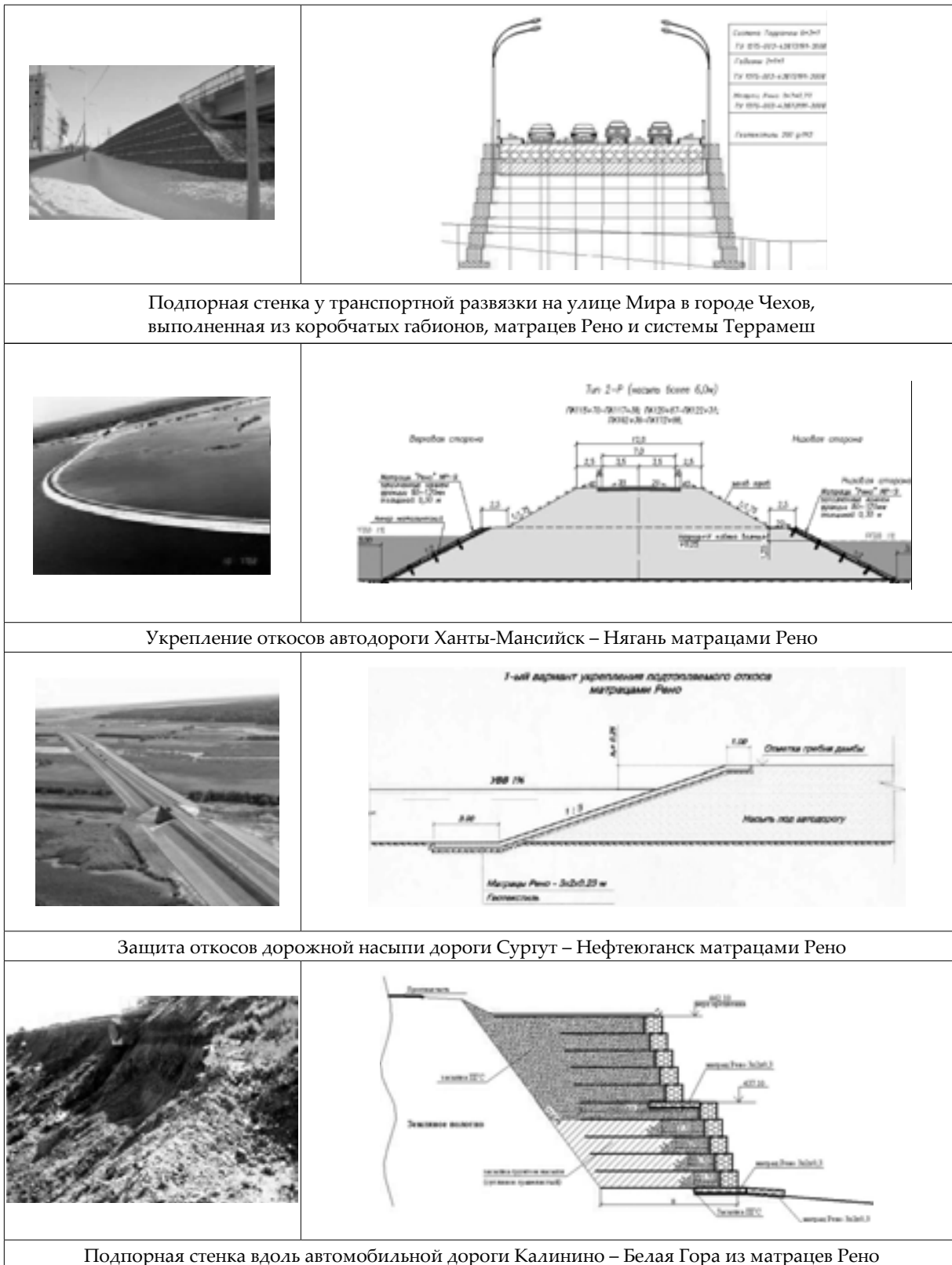
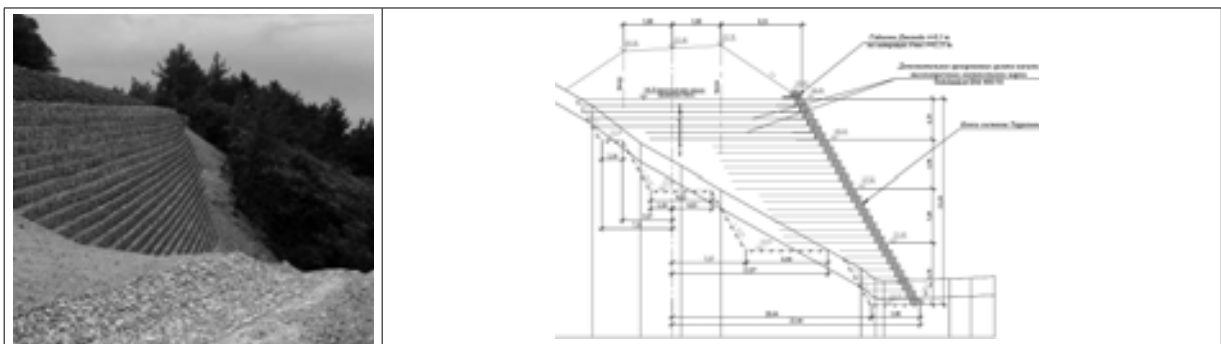


Рис. 3. Примеры применения сетчатых и сварных габрионных конструкций в дорожной отрасли

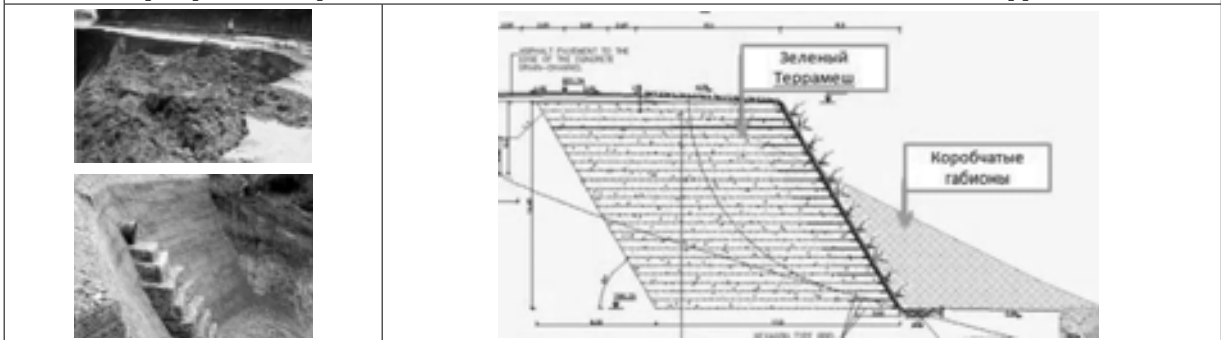


Забор из сетчатых сварных габионов фирмы Betafence вдоль автомобильных дорог

Рис. 3. Окончание



Армирование дорожной насыпи в Геленджике с помощью блоков системы Террамеш



Восстановление оползневого склона на автомобильной дороге Чалаубани – Сигнахи – Анага с помощью блоков системы Террамеш и коробчатых габионов



Реконструкция «Американских мостов», Набережная Обводного канала (Санкт – Петербург) с помощью системы Макволл

Рис. 4. Примеры применения армогрунтовых конструкций в дорожной отрасли

ными панелями, которые удерживаются в проектном положении армирующими геокompозитными лентами Паравеб. Она предназначена для возведения вертикальных подпорных стен в мостовом и дорожном строительстве, подверженным высоким нагрузкам. Армируют грунт геосинтетическими лентами Паравеб, полученными на основе волокон полиэфира и покрытыми структурированной полиэтиленовой оболочкой, что существенно повышает их сцепление с грунтом. Крепление их производят с помощью закладных элементов Маклуп® бетонных панелей. Структура и цветовая гамма бетонных облицовочных панелей весьма разнообразна – от гладкого профиля серого цвета до всевозможных объемных структур различного цветового оформления [20].

Вывод. Любая конструкция габионного типа вписывается в рельеф, сливаясь с окружающей природой и не влияя негативно на ландшафт и экологию, так как сетку пронизывает корневая система растений, укрепляя грунт.

Армогрунтовые подпорные стенки целесообразны в черте города и на автодорогах с ограниченной полосой отвода. Это альтернативное решение подпорным стенкам из железобетона и камня. Они вписываются в ландшафт благодаря озеленению и эстетичны. Зарубежный и отечественный опыт указывает на снижение стоимости их строительства практически в два раза, так как уменьшается трудоёмкость монтажа, сокращаются объёмы бетона и арматуры, необходимые для сооружения стенок из железобетона, и затраты на технологию в холодное время года.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- ОДМ 218.2.027-2015. Рекомендации по проектированию и строительству габионных конструкций. Росавтодор. М.: Информавтодор, 2015. 103 с.
- Козлов Д.В., Багин А.В. Габионные конструкции: общие сведения, технические аспекты использования, особенности применения в суровых климатических условиях, актуальные вопросы исследований [Электронный ресурс] URL: http://ieek.timacad.ru/science/1/sb-06.files/1_82_sb_06.html (дата обращения: 12.03.2016).
- Алтунин С.Т. Методические указания по применению габионов. М., 1953.
- ОДМ 218.3.038-2014. Рекомендации по проектированию и строительству берегозащитных сооружений на откосах и склонах автомобильных дорог. Росавтодор. М.: Информавтодор, 2015. 66 с.
- ОДМ 218.2.046-2014. Рекомендации по выбору и контролю качества геосинтетических материалов, применяемых в дорожном строительстве. Росавтодор. М.: Информавтодор, 2014. 73 с.
- Габионы – история конструкции [Электронный ресурс]. URL: <http://kamkamych.by/prod/prod-fence/44-gabiony-istoriya-konstruktsii.html> (дата обращения: 27.02.2016).
- Конструкции габионные из сетки проволоочной крученой с шестиугольными ячейками. Технические условия [Электронный ресурс]: 42873191-001-2009. URL: http://rosavtodor.ru/storage/b/2015/01/20/sto_42873191-001-2009.pdf (дата обращения: 27.02.2016).
- Габионы Betafence [Электронный ресурс]. URL: <http://camonica.ru/vypolnenie-rabot-s-kamnem/gabiony/gabiony-betafence/> (дата обращения: 01.04.2016).
- Габионы из сварной сетки BETA FENCE [Электронный ресурс]. URL: <http://www.a-fence.ru/katalog/gabiony/gabiony-otcinkovannye-betafence-korobchatye-matratcy> (дата обращения: 10.04.2016).
- ТУ 1275-052-75957906-2014. Габионные конструкции из стальных сварных сеток [Электронный ресурс]. URL: <https://pskgeodor.ru/gabiony/svarnye-gabiony> (дата обращения: 18.04.2016).
- Габионные конструкции [Электронный ресурс]. URL: <http://www.findpatent.ru/patent/239/2398647.html> (дата обращения: 18.04.2016).
- Сетки проволоочные крученые с шестиугольными ячейками для габионных конструкций. Технические условия [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-51285-99> (дата обращения: 10.04.2016).
- Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-1050-88> (дата обращения: 20.04.2016).
- Пластикат поливинилхлоридный для изоляции и защитных оболочек проводов и кабелей. Технические условия [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-5960-72> (дата обращения: 20.04.2016).
- Проволока стальная. Требования к цинковому покрытию и методы испытания покрытия [Электронный ресурс]. URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-r-50575-93> (дата обращения: 20.04.2016).
- Физико-механические показатели сетки двойного кручения [Электронный ресурс]. URL: http://pskgeodor.ru/produkcija/setka_dvoynogo_krucheniya/specifications (дата обращения: 26.04.2016).
- Материалы компании «Габионы Маккаферри СНГ» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.maccafferri.com/ru/> (дата обращения: 20.03.2016).
- Система Террамеш [Электронный ресурс]. URL: <http://www.road-market.ru/products/terramesh> (дата обращения: 20.04.2016).
- Инновационные технологии и материалы [Электронный ресурс]. URL: http://www.ets35.ru/katalog/gabion/Texn_op.pdf (дата обращения: 28.08.2016).
- Перевозников Б.Ф. Периодически затопляемые, селезащитные и фильтрующие водопропускные сооружения с применением габионных конструкций // Сб. науч.-метод. работ по повышению уровня обоснованности проектов автомобильных дорог и сооружений на них. М., 2000. Вып. 4. С. 25–35.

21. *Перевозников Б.Ф., Селиверстов В.Л.* Дорожно-мостовые габионные конструкции и сооружения // Обзорная информация. 2001. Вып. 2.

22. СТО 42873191-010-2015. Конструкции армогрунтовые «Системы Макволл» с креплением грунтовых откосов бетонными блоками. Стандарт организации. Введ. 19-03-2015. М, 2015. 42 с.

23. СТО 2291-42873191-013-2015. Георешетки полимерные дорожные МакГрид WG. Технические условия. М., 2015.

24. ТУ 2291-019-42873191-2015. Георешетки полимерные дорожные ПараГрид. Технические условия. М., 2015.

25. ОДМ 218.2.027-2012. Методические рекомендации по расчету и проектированию армогрунтовых подпорных стен на автомобильных дорогах. Росавтодор. М.: Информавтодор, 2012. 68 с.

Об авторах:

ШЕИНА Татьяна Викторовна

кандидат технических наук, доцент кафедры производства строительных материалов, изделий и конструкций Самарский государственный технический университет
Архитектурно-строительный институт
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194,
тел. (846) 242-37-02
E-mail: tatyana.sheina@inbox.ru

SHEINA Tatiana V.

PhD in Engineering Science, Associate Professor of the Production of Building Materials and Structures Chair Samara State Technical University
Institute of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194,
tel. (846) 242-37-02
E-mail: tatyana.sheina@inbox.ru

АВДЕЕВА Елена Андреевна

студентка строительного факультета Самарский государственный технический университет
Архитектурно-строительный институт
443001, Россия, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 194,
тел. (846) 242-37-02
E-mail: avdeee.elena@yandex.ru

AVDEEVA Elena A.

Student of the Construction Technologies Faculty Samara State Technical University
Institute of Architecture and Civil Engineering
443001, Russia, Samara, Molodogvardeyskaya str., 194,
tel. (846) 242-37-02
E-mail: avdeee.elena@yandex.ru

Для цитирования: *Шейна Т.В., Авдеева Е.А.* Габионные и армогрунтовые конструкции // Градостроительство и архитектура. 2017. Т.7, №3. С. 50-56. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.9.

For citation: *Sheina T.V., Avdeeva E.A.* Gabion and Reinforced Ground Structures // Urban Construction and Architecture. 2017. V.7, 3. Pp. 50-56. DOI: 10.17673/Vestnik.2017.03.9.