

и архитектуры. – Ч. 1. – С. 93–102.

3. **Носов К. Н.** Анализ изученности селевых явлений и методы борьбы с ними // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Технические науки. – 2006. – Приложение 12. Проблемы строительства и

архитектуры. – Ч. 2. – С. 130–133.

Материал поступил в редакцию 17.06.10.

Носов Константин Николаевич, генеральный директор ОАО «Севкавгипроводхоз»

Тел. 8 (793) 3-90-64

E-mail: skgvh@skgvh.ru

УДК 502/504:627.5

К. Н. ДУЖАК, З. Г. ЛАМЕРДОНОВ

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Кабардино-Балкарская государственная сельскохозяйственная академия имени В. М. Кокова»

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ И УСИЛЕНИЮ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ГАБИОНОВ ДЛЯ ЗАЩИТЫ ЗЕМЕЛЬ ОТ ВОДНОЙ ЭРОЗИИ

Предлагаются инновационные конструктивные и технологические решения цилиндрических габионов. Представлены рекомендации по усилению коротких, средних и длинных цилиндрических габионов благодаря установке поперечных, раскосных и продольных перемычек. Разработаны рекомендации по усилению цилиндрических габионов за счет установки внутри концентрических сеток. Предлагаются безотходные технологии изготовления цилиндрических габионов, позволяющие без остатков использовать весь камень.

Методические рекомендации по усилению креплений камнями, уложенными в сетку, цилиндрические крепления, технологии изготовления цилиндрических креплений, мелиорация ландшафта.

There are proposed innovational structural and technological solutions of cylindrical gabions. Recommendations on strengthening short, middle and long cylindrical gabions due to placing transverse, diagonal and longitudinal cofferdams are presented. Recommendations are worked out on reinforcement of cylindrical gabions due to installation of concentric nets inside. There are proposed non-waste technologies of cylindrical gabions production allowing using all the stone without residues.

Methodical recommendations on strengthening gabionades by the stones stowed in nets, cylindrical gabions, technology of cylindrical gabions manufacturing, landscape reclamation.

С каждым годом на земле обостряются проблемы, вызванные усилением антропогенной нагрузки, в связи с чем возрастает роль и значение мелиорации и экологии. Органическая составляющая природы – горные и предгорные ландшафты. С ними связана проблема защиты почвы от водной эрозии. Как показала практика, экологичными и надежными инженерными решениями являются габионные конструкции. Основной

строительный материал таких конструкций – природный камень – неотъемлемая часть горных и предгорных ландшафтов. Из габионов наибольшее распространение в последние годы получили коробчатые габионы, представляющие собой объемные конструкции заводского изготовления, выполненные из металлической сетки двойного кручения с шестиугольными ячейками, разделенными на секции при помощи

диафрагм. Применение таких массивных конструкций на больших площадях при закреплении склонов, оврагов, да и на других звеньях горных и предгорных ландшафтов не всегда экономически оправдано. Более эффективное решение – использование облегченных цилиндрических габионных конструкций, изготовленных из плетеной сетки. Частным примером цилиндрических габионных конструкций являются тюфяки, которые могут найти самое широкое применение в практике природообустройства и мелиорации водосборов. В настоящее время отсутствуют исследования и научно обоснованные методические рекомендации по их широкому производству и эффективно-му внедрению для охраны почвы от водной эрозии на горных и предгорных ландшафтах.

Одним из эффективных средств для борьбы с водной эрозией являются габионы. В России применение габионов имеет свою историю. Появились они в 1930–1940 годы и выполнялись из обычной сетки рабицы, применялись в основном при креплении берегов рек. Первые рекомендации по строительству габионных сооружений под редакцией С. Т. Алтунина увидели свет в 1953 году [1]. Однако в середине 1960-х годов габионы стали незаслуженно забываться, и с 1965 года можно встретить лишь скромные упоминания о них в технической литературе.

В настоящее время в России габионные сооружения получили новое развитие при активном участии московского представительства итальянской фирмы «Офичине Маккаферри», которая является признанным лидером в производстве габионов. На протяжении более столетия эта фирма постоянно совершенствует и развивает свою продукцию. Активными популяризаторами таких конструкций в нашей стране являются М. Чарла, К. Шевченко, А. Д. Осипов, З. Г. Ламердонов и др. [2, 3].

Габионы и габионные тюфяки представляют собой ящики, собираемые

на месте укладки из проволочных стенок и заполняемые камнем, щебнем или галькой. Обычные размеры ящика: высота 1 м, ширина 1...1,6 м, длина 3...5 м. Габионы могут быть цилиндрической формы (диаметром 0,5...1,0 м, длиной 2...4 м) – такие используют в сооружениях взамен тяжелых фашинов. Габионные тюфяки имеют высоту 0,4...0,5 м при размерах в плане 2x3 или 3x4 м.

Полуцилиндрические габионные крепления построены на реке Черек в районе села Старый Черек при проведении аварийно-восстановительных работ Кабардино-Балкарской государственной сельскохозяйственной академией под руководством З. Г. Ламердонова и А. Х. Дышекова (рис. 1).

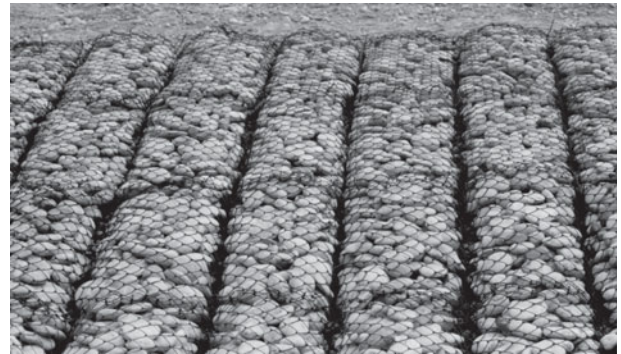


Рис. 1. Полуцилиндрические габионные откосные крепления дамбы, построенные на реке Черек в Кабардино-Балкарской Республике

Результаты натурных наблюдений показали, что такая форма габионного крепления является очень эффективным решением. Общая длина дамбы, покрытая таким креплением, составила около двух километров. Полуцилиндрические габионы изготавливали из плетеной сетки толщиной 5...6 мм с устройством гибкого «фартука» такой же конструкции. Есть основания предполагать, что такие конструкции при выполнении всех технологических требований могут составить серьезную конкуренцию матрасам «Рено».

В практике природоохранного обустройства и мелиорации водосборов используются цилиндрические габионы неодинаковой длины. В зависимости от

длины цилиндрического габиона возникают разные проблемы. Так, у относительно длинных цилиндрических габионов возможны деформативные изменения, вызванные перемещением камней. Поэтому необходимо ограничить их относительные перемещения

внутри цилиндрического габиона. Для этого можно использовать различные технические решения, например устройство поперечных перемычек.

Приведем классификацию цилиндрических габионов в зависимости от отношения длины к диаметру.

Таблица 1

Классификация цилиндрических габионов по длине

	Классификация цилиндрических габионов по длине		
	Короткие	Средние	Длинные
Отношение длины цилиндрического габиона L к диаметру D , L/D	До 2	2...6	Более 6

Изготовление цилиндрических габионов с поперечными перемычками осуществляется следующим образом (Цилиндрический габион с поперечными перемычками: заявка на изобретение № 2009147592 / К. Н. Дужак; заяв. 21.12.09). Из плетеной сетки изготавливаются полые наружные цилиндры. Внутри цилиндрического габиона устанавливаются поперечные сетчатые перемычки (одна или более), выполненные из сетки с шестигранными ячейками с двойным кручением в узлах. Поперечные перемычки из такой сетки являются более жесткими и имеют большую несущую способность. Толщина проволоки, из которой изготавливаются сетки с шестигранными ячейками, зависит от нагрузок, которые будут приходиться на цилиндрический габион. Поперечные сетчатые перемычки устанавливаются перпендикулярно оси симметрии цилиндрического габиона постепенно – по мере заполнения камнем внутреннего пространства. Густота установок поперечных перемычек l зависит от нагрузок ($l = (1,0...2,0)d$, где d – диаметр цилиндрического габиона). Поперечные сетчатые перемычки надежно прикрепляются к боковой поверхности цилиндрического габиона. При деформациях длинного цилиндрического габиона с целью придания требуемой формы (круглой или другой) происходят небольшие перемещения

камней в пределах каждой секции, но это не нарушает конструктивной целостности цилиндрического габиона. Камни при деформациях секции перемещаются от вогнутой стороны к выпуклой. После заполнения цилиндрического габиона камнем торцы закрываются заглушками. Цилиндрический габион может иметь практически неограниченную длину.

Из относительно длинных цилиндрических габионов можно делать конструкции разной формы в плане, так как они легко деформируются. Их можно использовать и в ландшафтном строительстве при благоустройстве городов и других населенных пунктов.

Часто в практике природоохранного обустройства и мелиорации водосборов требуются габионы, имеющие повышенную жесткость на действие изгибающих нагрузок. Изгибающей нагрузкой является и масса самой конструкции габиона, если она опирается на две опоры. Одним из способов, позволяющим усилить конструкцию цилиндрического габиона на действие изгибающих нагрузок, является устройство сетчатых раскосных перемычек. Известно, что фермы с раскосными перемычками имеют неизменяемую форму.

Согласно приведенной классификации, цилиндрические габионы в зависимости от отношения длины цилиндрического габиона L к диаметру D делят

на короткие, средние и длинные. Для коротких цилиндрических габионов отношение L/D меньше 2. Такие конструкции имеют неустойчивую цилиндрическую форму и требуют дополнительного усиления (Цилиндрический габион с продольными перемычками: заявка на изобретение № 2009147590 / К. Н. Дужак; заяв. 21.12.09). Одним из вариантов, с помощью которого можно усилить конструкцию, является устройство продольных перемычек (рис. 2).

Продольные сетчатые перемычки устанавливаются вдоль оси симметрии цилиндрического габиона, внутреннее пространство которого заполнено камнем. Продольные сетчатые перемычки могут устанавливаться так, чтобы иметь общую ось, совпадающую с осью симметрии цилиндрического габиона. Продольные сетчатые перемычки могут

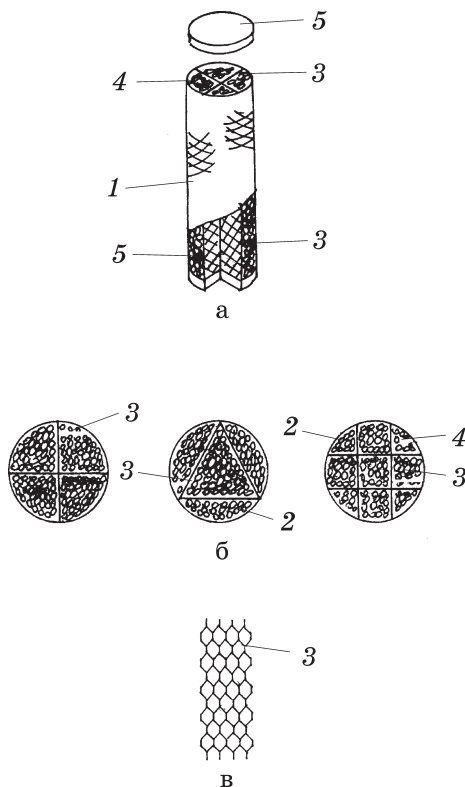


Рис. 2. Цилиндрический габион с продольными перемычками: а – цилиндрический габион с продольными сетчатыми перемычками; б – поперечный разрез цилиндрических габионов с продольными перемычками; в – сетка с шестигранными ячейками и двойным кручением в узлах; 1 – цилиндрический габион; 2 – наружная плетеная сетка; 3 – продольная перемычка; 4 – камень; 5 – заглушки

образовывать вписанную призму с треугольным либо многоугольным основанием, могут также располагаться вдоль оси, перпендикулярно относительно друг друга, образовывать призматические отсеки внутри цилиндрического габиона.

Эффективным методом усиления конструкции цилиндрического габиона является устройство внутри концентрических сеток (Цилиндрический габион: заявка на изобретение № 2009146637 / К. Н. Дужак; заяв. 15.12.09). Такое техническое решение применимо ко всем габионам независимо от их длины. При работе на растяжение или изгиб растягивающие напряжения воспринимают все сетки цилиндрического габиона, а это увеличивает несущую способность конструкции. Наибольшее усилие от действия внешних изгибающих моментов приходится на внешний сетчатый цилиндр, поэтому сетка изготовлена из проволоки большей толщины. Наименьший изгибающий момент приходится на внутренний сетчатый цилиндр, поэтому толщина проволоки у него наименьшая. Установка концентрических цилиндров значительно усиливает и несущую способность цилиндрического габиона, и действие поперечных сил. Цилиндрический габион может иметь длину и диаметр соответственно 1,0...2,0 и 0,5...1,5 м (рис. 3, 4).

При строительстве габионных конструкций основным материалом является природный камень. Нередко сбор природного камня трудно механизировать, поэтому такая работа осуществляется вручную – формируются звенья из 4...6 человек, которые собирают камень в автотранспортное средство для дальнейшего его перемещения на место строительства. Размеры собираемого природного камня колеблются. Просеивая, его разбивают на фракции. Существующие технологии по изготовлению габионов, в частности цилиндрических габионов, не предусматривают использования камней, размеры которых меньше размеров ячеек сетки. С этой

целью разработана безотходная технология, позволяющая без остатков применять весь природный камень для изготовления цилиндрических габионов. При этом используют сетку с шестиугольными ячейками и плетеную сетку.

Изготовление цилиндрического габиона осуществляется следующим образом (Способ изготовления цилиндрических габионов: заявка на изобретение № 2009145249 / К. Н. Дужак; заявл. 07.12.2009). Развернутый рулон плетеной сетки собирается и прошивается (общая длина габиона – 1,0...2,0 м, диаметр – 0,5...1,0 м). В плетеную или другую сетку вставляются два или более полых пластиковых цилиндра, диаметр которых зависит от назначения цилиндрического габиона и колеблется в пределах 0,05...0,5 м. Далее полые пластиковые цилиндры плотно заполняются камнями. При этом природный камень заранее просеивается через сито и разбивается на фракции. Полые пластиковые цилиндры заполняют камнями от центра к периферии, размеры фракций от периферии к центру уменьшаются. Камнями самых малых фракций заполняют внутренний пластиковый цилиндр, после чего полые пластиковые цилиндры удаляют из габионного цилиндра, а торцы закупоривают заглушками, которые надежно прикрепляют к наружной сетке (см. рис. 3).

В природообустройстве и мелиорации водосборов все большее распространение находят гибкие конструкции, в частности габионные крепления. Так, например, водобои рисбермы в водовыпускных и сопрягающих сооружениях эффективнее всего укреплять габионами. Такие конструкции являются эффективным решением задачи по борьбе с водной эрозией и других задач, связанных с измененной геосистемой, каковой являются горные и предгорные ландшафты. Например, ими можно укреплять эрозионно-опасные участки склонов, балок, оврагов и речных долин. Габионные конструкции стали

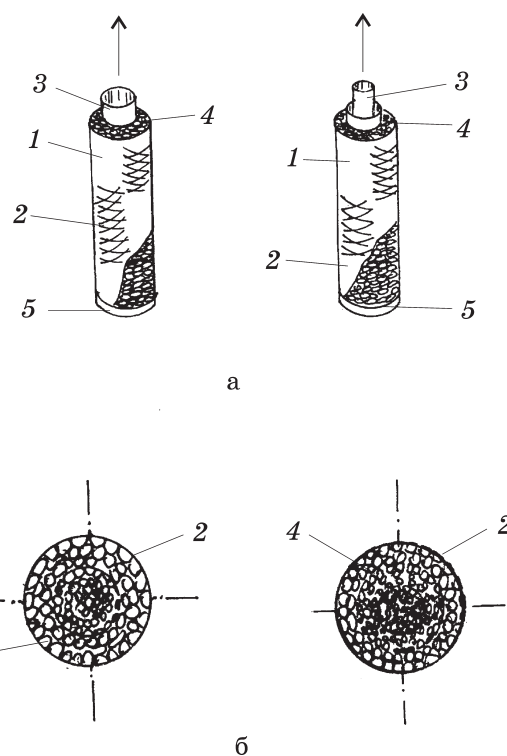


Рис. 3. Способ изготовления цилиндрических габионов: а – цилиндрический габион с двумя и тремя концентрическими слоями; б – поперечный разрез цилиндрических габионов с двумя и тремя концентрическими слоями; 1 – цилиндрический габион с концентрическими слоями; 2 – наружная плетеная сетка; 3 – полые пластиковые трубки; 4 – камень; 5 – заглушки

широко применяться и при аварийно-восстановительных работах после и во время паводков на реках.

Авторами предложен способ изготовления облегченных цилиндрических габионных тюфяков (см. рис. 4). Для этого развернутый рулон плетеной сетки собирается вдвое таким образом, чтобы общая длина была не более 1,0...2,0 м, а ширина 0,5...1,0 м (Способ изготовления габионных тюфяков: заявка на изобретение № 2009145319 / К. Н. Дужак; заявл. 07.12.09). Между слоями помещаются полые пластиковые цилиндры, диаметр которых зависит от назначения габионных тюфяков и колеблется в пределах 0,05...0,5 м. Так, для укрепления склонов от эрозионных процессов необходимы тонкие габионные тюфяки, а для укрепления нижних бьефов водовыпускных и водосбросных гидротехнических сооружений – мощные.

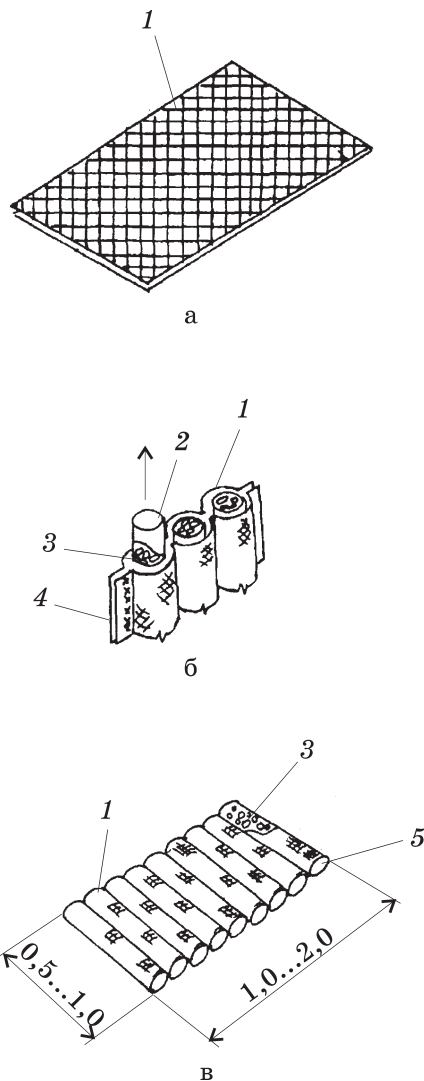


Рис. 4. Изготовление габионных тюфяков: а – сложенная вдвое плетеная сетка; б – способ изготовления габионного тюфяка; в – изготовленный габионный тюфяк; 1 – наружная плетеная сетка; 2 – полые пластиковые цилиндры; 3 – камень; 4 – обвязка; 5 – заглушки

В местах стыковки полых пластиковых цилиндров слой сетки между собой прошиваются обвязочной проволокой толщиной 1,5... 2 мм. Далее полые пластиковые цилиндры плотно заполняются камнями, после чего удаляются из тюфяка, а торцы закупориваются заглушками, которые надежно прикрепляются к габионному тюфяку.

Выводы

Дан анализ известных конструкций габионов, приведен опыт их эксплуатации и рассмотрена классификация цилиндрических габионов в зависимости от отношения длины к диаметру.

Разработаны методические рекомендации по усилению длинных цилиндрических габионов поперечными и раскосными перемычками. Доказано, что густота установок поперечных перемычек *l* зависит от нагрузок. Установка раскосных перемычек придает жесткость конструкции цилиндрических габионов.

Разработаны методические рекомендации по усилению коротких и средних цилиндрических габионов продольными поперечными. Продольные сетчатые перемычки устанавливаются вдоль оси симметрии цилиндрического габиона (внутреннее пространство заполняется камнем). При этом возможны следующие варианты: установка с общей осью, совпадающей с осью симметрии цилиндрического габиона, и разделение на секторы; установка с образованием вписанной призмы с треугольным либо многоугольным основанием; расположение вдоль оси, перпендикулярно друг другу, с образованием призматических отсеков внутри цилиндрического габиона.

Разработаны методические рекомендации по усилению цилиндрических габионов за счет установки внутри концентрических сеток. При работе на растяжения или изгиб растягивающие напряжения воспринимают все сетки цилиндрического габиона, а это увеличивает несущую способность конструкции.

Предлагаются безотходные технологии изготовления цилиндрических габионов, позволяющие использовать весь камень, который заранее просеивается и разбивается на фракции, без остатка.

Разработаны инновационные технологии по изготовлению и применению цилиндрических конструкций и габионных тюфяков, которые можно использовать как противоэрозионную инженерную защиту во всех звеньях горных и предгорных ландшафтов.

1. Алтуниин С. Т. Регулирование русел. – М.: Сельхозиздат, 1962. – 362 с.
2. Ламердонов З. Г. Гибкие берего-

защитные сооружения, адаптированные к морфологическим условиям рек. – Нальчик: КБГСХА, 2004. – 151 с.

3. **Осипов А. Д.** Крепление откосов земляных сооружений габионами // Гидротехническое строительство. – 1996. – № 5. – С. 20–21.

Материал поступил в редакцию 12.05.10.
Ламердонов Замир Галимович, доктор технических наук, профессор

E-mail: Lamerdonov-zamir@rambler.ru

Тел: 8-928-719-78-26

Дужак Константин Николаевич, аспирант

E-mail: Kant_n@rambler.ru

УДК 502/504:626.83

И. Ю. САХАРОВ

Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Московский государственный университет природообустройства»

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ С УЧЕТОМ КЛАПАНОВ ВПУСКА И ЗАЦЕМЛЕНИЯ ВОЗДУХА

Представлена разработка дополнений к существующей методике расчета переходных процессов в напорных системах водоподачи при установке на напорных трубопроводах клапанов для впуска и заземления воздуха.

Напорная система водоподачи, насосная станция, насос, напорный трубопровод, клапан для впуска и заземления воздуха, обратный клапан, переходные процессы.

The article presents a development work of additions to the existing method of estimation of transitional processes in pressurized water systems when mounting air inlet and restrain valves on pressure pipe lines.

Pressurized water system, pump station, pump, pressure pipe line, air inlet and restrain valve, back-pressure valve, transitional processes.

При проектировании и эксплуатации систем водоподачи кроме расчетов стационарных режимов необходимо выполнять расчеты переходных процессов с разработкой системы мероприятий, уменьшающих негативные последствия гидравлического удара. Проведение этих расчетов с достаточной для практических целей точностью связано с очень большими объемами вычислений, поэтому выполнять их без применения современной вычислительной техники невозможно [1–3].

Для расчета переходных процессов в напорных системах водоподачи принята математическая модель. Уравнения неустановившегося движения воды в трубопроводах используются в следующем виде [4–6]:

$$\frac{\partial H}{\partial t} + \frac{a^2}{g} \cdot \frac{\partial v}{\partial x} = 0; \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + g \frac{\partial H}{\partial x} + \lambda \frac{|v|v}{2d} = 0. \quad (2)$$

Решение этих уравнений осуществляется по одной из модификаций метода характеристик. Для расчета используется схема с прямоугольной сеткой. Трубопроводы схемы напорной системы разбиваются на участки, длины Δx которых принимаются такими, чтобы время распространения волн по любому участку было бы одним и тем же:

$$\Delta t = \frac{\Delta x}{a}. \quad (3)$$

Таким образом, длины расчетных участков Δx должны быть пропорциональны значениям скоростей a трубопроводов. Скорости a распространения