

ПРОТИВООПОЛЗНЕВЫЕ ГИБКИЕ ПОДПОРНЫЕ СООРУЖЕНИЯ И ОЦЕНКА КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ

Васильев С.М.¹, Акбашева Е.А.²

¹ ФГБНУ «Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации», Новочеркасск, Россия (346421, Новочеркасск, пр. Баклановский, 190), e-mail: rosniipm@yandex.ru

² ФГБОУ ВПО «Кабардино-Балкарский государственный университет им.Х.М. Бербекова», Нальчик, Россия (360004, Нальчик, ул. Чернышевского, 173), e-mail: akbash_e@mail.ru

Актуальной проблемой на горных и предгорных дорогах является защита земель от оползней, камнепадов, в результате чего останавливается движение и даже гибнут люди. Самым распространенным методом решения этой проблемы является механическое удержание строительством подпорных сооружений. Предлагаются новые конструктивные решения габионных подпорных стенок из плетеной сетки, как более дешевые и надежные. В настоящее время некоторые конструктивные решения апробированы. Для использования габионов в подпорных целях разработаны новые варианты комбинированных конструкций подпорных стенок. Суть инновационных разработок состоит в том, что передняя часть сооружения покрыта небольшим слоем бетона, что повышает несущую способность сооружения на действие изгибающих нагрузок. Такие конструкции впервые предложены и запатентованы в РФ. Для усиления устойчивости работы подпорных стенок предлагается их анкеровать сетчатыми анкерами.

Ключевые слова: противооползневое сооружение; бетонная подпорная стенка; габионная подпорная стенка; комбинированная подпорная стенка; сетчатые анкера.

ANTI-LANDSLIDE FLEXIBLE RETAINING STRUCTURES AND EVALUATION OF CONSTRUCTIONAL SOLUTIONS

Vasilev S.M.¹, Akbasheva E.A.²

¹ Russian Research and Development Establishment of Reclamation Problems, Novocherkassk, Russian Federation (190, pr. Baklanovskiy, 346421), e-mail: rosniipm@yandex.ru

² Kabardino-Balkarian State University, Nalchik, Russian Federation (360004, Nalchik, Chernyshevsky street, 173), e-mail: akbash_e@mail.ru

An urgent problem in the mountain and foothill roads, is to protect the land from landslides, rock falls, as a result, stop motion and even killing people. The most common method of solving this problem is the mechanical retention of the construction of retaining structures. Proposing new designs gabion retaining walls woven mesh as a cheap and reliable. Currently, some constructive solutions has been tested. For use in retaining gabions to develop new options for combined construction of retaining walls. The essence of the innovation consists in that the front part of the structure is covered with a thin layer of concrete, which improves the bearing capacity of structures on the action of bending loads. Such constructs first proposed and patented in Russia. To enhance the stability of retaining walls offered their anchors anchored mesh.

Keywords: anti-landslide structures, concrete retaining wall, gabion retaining wall, combined retaining wall, mesh anchor.

Актуальной проблемой на горных и предгорных дорогах является защита земель от оползней, камнепадов, в результате чего останавливается движение и даже гибнут люди [1]. Самым распространенным методом решения этой проблемы является механическое удержание строительством подпорных сооружений. Проанализируем некоторые инновационные подпорные сооружения и дадим оценку эффективности конструктивных решений [3,4].

Вариант 1. Габрионная подпорная стенка из сетки с двойным кручением, широко внедряемая на территории Российской Федерации в настоящее время. В основе крепления заложены итальянские технологии. В настоящее время на территории Северного Кавказа уже построены десятки километров таких противооползневых сооружений. Такие конструкции обладают эстетичностью и экологичностью.

Вариант 2. Габрионная подпорная стенка из арматурных ящиков строилась как противозерозионное берегозащитное сооружение с давних времен. В основе конструкции лежит сварной арматурный каркас, который покрывается плетеной сеткой.

Вариант 3. Габрионная подпорная стенка из параболических цилиндров является новой конструкцией (Патент РФ № 2249071). В основе конструкции лежат параболические цилиндры, придающие конструкции при наращивании жесткость при работе на изгибающие нагрузки.

Вариант 4. Габрионная подпорная стенка с бетонной облицовкой является новой конструкцией (Патент РФ № 22522294). Это техническое решение отличается от предыдущего наличием бетонной облицовки, защищающей крепление от истирания и усиливающей несущую способность на изгибающие нагрузки (рис. 4).

Вариант 5. Габрионная подпорная стенка с бетонной облицовкой и сетчатыми анкерами является новой конструкцией, в данной конструкции используются физико-механические свойства грунта для уменьшения материалоемкости стенки. Для этого предусматриваются сетчатые анкера, заделанные в грунт.

Вариант 6. Бетонная подпорная стенка с сетчатыми анкерами [6] является новой конструкцией, в данной конструкции в отличие от предыдущей все тело стенки изготовлено из бетона. Такая конструкция является стойкой при больших нагрузках, но имеет плохие экологические показатели.

Дадим оценку конструктивным решениям.

Габрионная подпорная стенка из параболических цилиндров сооружается постепенно. Для этого вначале в основании укладывается нижняя сетка. Сетка укладывается со смещением и образованием нахлеста. В месте нахлеста сетки соединяются между собой соединительной проволокой. Соединительная проволока скручивается устройством для скручивания проволоки [2,7]. На образованный таким образом ковер из сетки укладываются формы, имеющие форму параболических цилиндров. Парабола, лежащая в основании параболического цилиндра, описывается уравнением

$$Y = \frac{4h_2}{B_2} X^2, \quad (1)$$

где X, Y – соответственно абсцисса и ордината параболы, лежащей в основании параболического цилиндра; B_2, h_2 – соответственно ширина и высота габионов, $B_2 = (2 \div 4)h_2$.

Верхняя сетка, облегая загрузочное отверстие формы, заполняется камнями с образованием слоя, имеющего аналогичную форму, после чего она снимается. По верхнему слою камней, имеющих форму параболических цилиндров, прокладывается его, прикрепляется с помощью соединительной проволоки к нижнему слою сетки. Каждый отдельный параболический цилиндр на одном погонном метре длины имеет 6–10 креплений соединительной проволокой, толщина которой обычно 4–5 мм, и предел прочности на растяжение может достигать 800–1300 кг.

Наиболее благоприятной ориентацией при чисто габионном креплении является поперечная, так как образованные параболические цилиндры при такой ориентации имеют повышенную конструктивную жесткость на сжатие и на изгиб, поэтому меньше деформируются в процессе эксплуатации и наиболее устойчивы при работе на изгибающие нагрузки.

Наиболее благоприятной высотой габионов является $h_2 = 0.2-0.5$ м. При такой высоте габионов ширина колеблется в пределах $B_2 = 0,7 \div 1,0$ м и камни, находящиеся под сеткой, максимально закреплены за счет силы трения камней о боковую поверхность сетки [4,5].

Далее, по слою из параболических цилиндров укладывается второй слой габионов из параболических цилиндров, который прикрепляется соединительной проволокой к гребням нижнего слоя. Гребни второго слоя габионов сдвинуты относительно гребней нижнего слоя габионов. За вторым следует третий и так, последовательно, сооружается высокая подпорная габионная стенка, высота которой может достигать больших размеров, а стенка при этом остается тонкой, так как конструкция способна работать на изгибающие нагрузки [6,7].

Для улучшения работы габионной подпорной стенки форма поперечного сечения может быть трапециевидальной с расширенным основанием. В этом случае снижается давление на грунт основания и повышается устойчивость сооружения на опрокидывание, для этого стенка чаще всего имеет ступенчатую форму поперечного сечения с уменьшающейся шириной кверху. Плоская сторона стенки при этом примыкает к подпираемому грунту, тем самым смещается центр тяжести подпорной стенки и увеличивается удерживающий от опрокидывания момент [2].

Спереди подпорной стенки предусмотрен гибкий габионный фартук из параболических цилиндров. Ширина фартука f , предупреждающего подмыв основания откоса, может быть определена по зависимости

$$f = \frac{\omega_1}{h_1} - \frac{h_1}{2}(1 + m), \quad (2)$$

где $\omega_1 = \frac{1}{2}h_p^2(2 + m)$ – площадь воронки размыва; $h_p = AR$ – глубина воронки размыва;

h_1 – глубина заделки фартука под среднее дно русла.

Для борьбы с наносами, транспортируемыми потоком во время паводка, разработаны комбинированные конструкции подпорных стенок, передняя часть которых облицована бетоном.

Габионная подпорная стенка с бетонной облицовкой [7,10] представляет собой габионную подпорную стенку, облицованную с верховой стороны бетоном. Одна сторона подпорной стенки, которая работает на сжатие, бетонируется. Известно, что прочность бетона на сжатие в десятки раз больше, чем на растяжение, а это значительно усилит несущую способность конструкции при работе на изгиб. Толщина слоя бетона зависит от величины расчетного изгибающего момента. Бетон также является надежной защитой стенки от истирания наносами.

Большим недостатком габионных подпорных стенок является малая устойчивость сетки на истирание наносами и другими включениями.

Другая сторона комбинированной подпорной стенки [3,10], которая работает на растяжение, может быть усилена арматурным каркасом. Известно, что у железа большой предел прочности при работе на растяжение. Толщина рабочей арматуры зависит от величины расчетного изгибающего момента.

Выводы

1. Разработаны новые конструктивные решения габионных подпорных стенок из плетеной сетки, как более дешевые и надежные, запатентованные в РФ. В настоящее время некоторые конструктивные решения апробированы.
2. Для использования габионов в селезащитных целях разработаны новые варианты комбинированных конструкций откосных креплений и подпорных стенок. Суть инновационных разработок состоит в том, что передняя часть сооружения, которая непосредственно контактирует с грязекаменным потоком, покрыта небольшим слоем бетона.
3. Для усиления устойчивости работы габионных или бетонных подпорных стенок предлагается их анкеровать сетчатыми анкерами. Разработана методика расчета анкеров и имеется положительный опыт по эксплуатации внедренных опытных вариантов.

Список литературы

1. Васильев С.М., Козликина А.С. Способы защиты склоновых земель от эрозионных процессов // Пути повышения эффективности орошаемого земледелия. – 2011. – № 45.
2. Ламердонов З.Г., Дышеков А.Х., Хаширова Т.Ю. Гибкие подпорные стенки, адаптированные к морфологическим условиям рек // Гидротехническое строительство. – 2004. – № 1. – С.15–20.
3. Патент Российской Федерации №2318096 МПК Е 02 D 17/20; Способ возведения противозерозионной защиты склонов. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. – №2006116829/03; заяв. 16.05.2006; опубл. 27.02.2008, Бюл. №6. – 4 с.
4. Патент Российской Федерации №2325482 МПК Е 02 D 17/20; Е 02 В 3/12 Сооружение для противозерозионной защиты склонов. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. – №2006134522/03; заяв. 28.09.2006; опубл. 27.05.2008, Бюл. № 15. – 5 с.
5. Патент Российской Федерации №2327838 МПК Е 02 D 17/20; Противозерозионная защита склонов из габионных тюфяков. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. – №2006135425/03; заяв. 06.10.2006; опубл. 27.06.2008, Бюл. №18. – 5 с.
6. Патент Российской Федерации №2332541 МПК Е 02 D 17/20; Е 02 В 3/12 Устройство для противозерозионной защиты крутых склонов. /Т.Ю. Хаширова. Заявитель и патентообладатель Хаширова Т.Ю. – №2006136771/03; заяв. 01.10.2006; опубл. 27.08.2008, Бюл. № 24. – 5 с.
7. Патент Российской Федерации №2249071 МКИ Е 02 В 3/06. Габионная подпорная стенка/ З.Г. Ламердонов, А.Х. Дышеков, М.М. Шахмурзов, Т.Ю. Хаширова, Р.А. Шогенов, В.З. Камботов; заявл. 18.11.2002; опубл. 27.03.2005, Бюл. № 9.
8. Патент Российской Федерации №2249650 МКИ Е 02 В 3/06, 3/12. Комбинированная подпорная стенка/ З.Г. Ламердонов, А.Х. Дышеков, М.М. Шахмурзов, Т.Ю. Хаширова, Р.А. Шогенов, В.З. Камботов; заявл. 18.11.2002; опубл. 10.04.2005. Бюл. № 10.
9. Патент Российской Федерации № 2252294 МКИ Е 02 В 3/12. Комбинированная подпорная стенка с сетчатыми анкерами / З.Г. Ламердонов; заявл. 28.11.2003; опубл. 20.05.2005, Бюл. № 14.
10. Хаширова Т.Ю., Ламердонов З.Г., Дышеков А.Х. Гибкие сопрягающие сооружения для борьбы с донной эрозией // Мелиорация и водное хозяйство. – 2005. – № 1. – С.44–46.

Рецензенты:

Ламердонов З.Г., д.т.н., профессор, Кабардино-Балкарский аграрный университет,
г. Нальчик;

Хаширова Т.Ю., д.т.н., профессор, Кабардино-Балкарский государственный университет,
г. Нальчик.