

Ламердонов З. Г., Дужак К. Н., Хамукова И. А.

Lamerdonov Z. G., Duzhak K. N., Khamukova I. A.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ДЕФОРМАЦИЙ  
И КЛАССИФИКАЦИОННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ГАБИОНОВ**

**METHODOLOGICAL RECOMMENDATIONS FOR DEFINING DEFORMATIONS  
AND CLASSIFICATION INDICATORS OF CYLINDRICAL GABIONS**

---

*Разработаны методические рекомендации по определению абсолютных деформаций цилиндрических габионов в зависимости от геометрических характеристик конструкции, под действием собственного веса, для варианта изготовленных из плетеной сетки. Приводятся результаты экспериментальных исследований моделей цилиндрических и призматических габионов на испытательном стенде. По результатам испытаний моделей на сжатие получено, что несущая способность цилиндрических габионов в 1,6 раза больше, чем у призматических. По результатам проведенных исследований разработана классификация цилиндрических габионов и конструкций. Так, цилиндрические габионные конструкции предлагаются классифицировать: по длине, в зависимости от отношения длины цилиндрического габиона; по используемому основному сеточному материалу; по используемому природному каменному материалу; по массивности конструкции цилиндрического габиона, в зависимости от величины диаметра цилиндрического габиона; по методу усиления цилиндрических габионов; по способу изготовления цилиндрических габионов и конструкций; по назначению цилиндрических габионов и конструкций. Приводятся рекомендации по практическому применению цилиндрических габионов в практике природообустройства. Мониторинг построенных и эксплуатируемых откосных креплений из полуцилиндрических габионов показал большую эффективность в сравнении с плоскими габионами. В статье сделаны выводы по работе.*

**Ключевые слова:** цилиндрические габионы, призматические габионы, абсолютные деформации, плетеная сетка, относительные деформации, классификация, прогиб.

*Methodical recommendations have been developed for determining the absolute deformations of cylindrical gabions depending on the geometric characteristics of the structure, under the influence of their own weight, for a variant made of woven mesh. The results of experimental studies of models of cylindrical and prismatic gabions on a test bench are presented. According to the results of compression tests of the models, it was found that the bearing capacity of cylindrical gabions is 1.6 for more than that of prismatic ones. According to the results of the research, a classification of cylindrical gabions and structures was developed. So, cylindrical gabion structures are proposed to be classified: by length, depending on the ratio of the length of the cylindrical gabion; on the used basic mesh material; by used natural stone material; by the massiveness of the design of a cylindrical gabion, depending on the diameter of the cylindrical gabion; by the method of strengthening cylindrical gabions; by the method of manufacturing cylindrical gabions and structures; for the purpose of cylindrical gabions and structures. Recommendations are given on the practical application of cylindrical gabions in environmental practice. Monitoring constructed and operated sloping mounts made of semi-cylindrical gabions has shown greater efficiency in comparison with flat gabions. The article draws conclusions on the work.*

**Key words:** cylindrical gabions, prismatic gabions, absolute deformations, woven mesh, relative deformations, classification, deflection.

---

**Ламердонов Замир Галимович** –  
доктор технических наук, профессор кафедры  
природообустройства, ФГБОУ ВО Кабардино-  
Балкарский ГАУ, г. Нальчик  
Тел: 8 928 719 78 26  
E-mai: [lamerdonov-zamir@rambler.ru](mailto:lamerdonov-zamir@rambler.ru)

**Дужак Константин Николаевич** –  
инженер, соискатель кафедры  
природообустройства, ФГБОУ ВО Кабардино-  
Балкарский ГАУ, г. Нальчик

**Хамукова Инна Аликовна** –  
аспирант кафедры природообустройства,  
ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ,  
г. Нальчик

**Lamerdonov Zamir Galimovich** –  
Doctor of Technical Sciences, Professor of the  
Department of Environmental Engineering, FSBEI  
HE, Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik  
Tel: 8 928 719 78 26  
E-mai: (hidden)

**Duzhak Konstantin Nikolaevich** –  
Engineer, Applicant for the Department of  
Environmental Engineering, FSBEI HE,  
Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

**Khamukova Inna Alikovna** –  
post-graduate student of the Department of  
Environmental Engineering, FSBEI HE,  
Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

**Введение.** Природные ландшафты представляют собой в настоящее время сложные измененные геосистемы, которые состоят из подсистем [1]. Такими подсистемами являются: склоновая, овражно-балочная, речная и водохозяйственный комплекс (ВХК) [2]. Практически на всех подсистемах необходима защита от эрозионных и оползневых процессов инженерными сооружениями. Одними из таких сооружений являются те, которые постоянно совершенствуются. Наиболее совершенными конструкциями, на наш взгляд, являются цилиндрические габионы. Цилиндрические габионы в настоящее время не исследованы и на практике применяются в виде простых мешков, заполненных камнем. Работа посвящена исследованию и популяризации цилиндрических габионов [3].

Так при проведении работ по строительству инженерных конструкций из цилиндрических габионов необходимо использовать подъемные краны. Цилиндрические габионы, подвешенные на стропах под действием собственного веса, прогибаются. Поэтому важно знать величину прогиба в зависимости от основных характеристик: относительного размера ячейки сетки; относительной длины габиона [4].

**Метод проведения исследований.** Экспериментальные исследования проводились в лабораторных условиях, на сжатие и на действие изгибающих нагрузок, в основу исследований был положен активный эксперимент [5]. По результатам

исследований были выявлены основные факторы. Основными факторами, влияющими на относительные деформации цилиндрических габионов, являются:

относительный размер ячейки сетки,  $\frac{d_c}{D}$ ;

относительная длина габиона,  $\frac{l}{D}$ . В качестве

параметра оптимизации выбраны относительные деформации цилиндрических габионов под действием собственного веса [6]. Общий вид моделей и испытательного стенда при исследовании габионов на сжатие показаны на рис. 1, 2, 3.

При проведении исследований был реализован полный факторный эксперимент  $2^3$ . Оценка адекватности модели осуществляется по критерию Фишера.

**Результаты исследований и их обсуждение.** По результатам обработки результатов экспериментальных исследований по обоснованию эффективности цилиндрической формы габионных конструкций получено, что несущая способность цилиндрических габионов по сравнению с призматическими в 1,6 раза больше. Так, при непрерывной подаче нагрузки цилиндрические габионы разрушались при нагрузках  $P_{раз} = 10 \text{ кН}$  и соответственно давлению  $\sigma_{раз} = 1,27 \text{ МПа}$ .

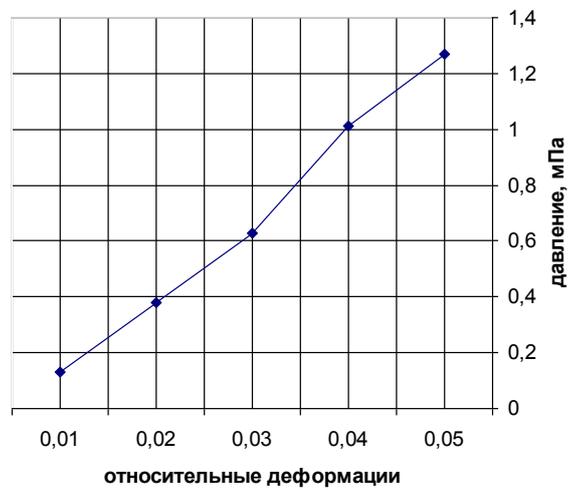
Призматические габионы разрушались при нагрузках  $P_{раз} = 8 \text{ кН}$  и соответственно давлению  $\sigma_{раз} = 0,8 \text{ МПа}$  [7]. Графики зависимости напряжений от деформаций показаны на рис. 3 и 4.



**Рисунок 1** – Общий вид модельных образцов до испытания на сжатие



**Рисунок 2** – Общий вид модельных образцов на испытательном стенде



**Рисунок 3** – График зависимости напряжения от деформаций цилиндрического габиона



**Рисунок 4** – График зависимости напряжения от деформаций призматического габиона

Анализ результатов исследований испытаний моделей габионов на действие изгибающих нагрузок позволяет сделать вывод, что в диапазоне варьирования геометрических размеров диаметра камня, у моделей цилиндрических габионов сильного влияния на деформацию нет. Поэтому размер камня может быть любым в заданном диапазоне варьирования. Больше влияние оказывает размер ячейки сетки в габионе. С уменьшением размеров сетки габион становится более жестким. С учетом сказанного уравнение связи относительных деформаций  $\varepsilon$  цилиндрических габионов в зависимости от геометрических характеристик под действием собственного веса будет иметь вид:

$$\varepsilon = 0,054 + 0,035 \frac{d_c}{D} + 0,047 \frac{l}{D} + 0,029 \frac{d_c l}{D^2}. \quad (1)$$

Абсолютные деформации цилиндрических габионов  $\Delta$  в зависимости от геометрических характеристик под действием собственного веса, изготовленных из плетеной сетки, можно определять по формуле:

$$\Delta = \left( 0,054 + 0,035 d_c + 0,047 l + 0,029 \frac{d_c l}{D} \right) \frac{l}{D}, \quad (2)$$

где:

$D$  – диаметр габиона, м;

$d_c$  – размер ячейки сетки в габионе, м;

$l$  – длина габиона, м.

По результатам проведенных исследований разработана классификация цилиндрических габионов и конструкций [1-20]. Так, цилиндрические габионные конструкции предлагается классифицировать: по длине, в зависимости от отношения длины цилиндрического габиона  $L$  к диаметру  $D$ ,  $L/D$ ; по используемому основному сеточному материалу; по используемому природному каменному материалу; по массивности конструкции цилиндрического габиона, в зависимости от величины диаметра цилиндрического габиона,  $D$ ; по методу усиления цилиндрических габионов; по способу изготовления цилиндрических габионов и конструкций; по назначению цилиндрических габионов и конструкций.

По длине, в зависимости от отношения длины цилиндрического габиона  $L$  к диаметру  $D$ ,  $L/D$  цилиндрические габионы бывают:

- короткие,  $L/D < 2$ ;
- средние,  $L/D = 2 \div 6$ ;
- длинные,  $L/D > 6$ .

По используемому основному сеточному материалу цилиндрические габионы бывают:

- из сетки с шестигранными ячейками с двойным кручением в узлах;
- из плетеной сетки (сетки Рабицы);
- из сетки, предложенной сибирскими учеными, и другие.

По используемому природному каменному материалу цилиндрические габионы бывают:

- из окатанного камня;
- из рванного камня.
- другого камня.

По массивности конструкции цилиндрического габиона, в зависимости от величины диаметра цилиндрического габиона,  $D$  цилиндрические габионы бывают:

- облегченные,  $D < 0,15 м$  ;
- средние,  $D = 0,15 ÷ 0,5 м$  ;
- массивные,  $D > 0,5 м$  .

По методу усиления цилиндрических габионов, различают:

- усиленные продольными перемычками;
- усиленные поперечными перемычками;
- усиленные раскосными перемычками;
- усиленные устройством

концентрических сеток.

По способу изготовления цилиндрических габионов и конструкций, различают:

– изготовленные на месте производства работ;

– изготовленные на заводах, индустриальным методом, с использованием современных технологий.

По назначению цилиндрических габионов и конструкций, различают:

- противозерозионная защита склонов;
- противозерозионная защита балок и оврагов;
- противозерозионная защита берегов и дна рек;
- противозерозионная защита мелиоративных и других каналов;
- противозерозионная защита нижних бьефов гидротехнических водосбросных, сопрягающих и других сооружений;
- для обустройства городских и природных ландшафтов;
- другое (в строительстве, в мелиорации и т.д.).

#### **Область применения результатов.**

Габионы в настоящее время получили большое распространение, но не всегда правильно и к месту их применяют [8]. Для правильного выбора варианта проектного решения, учитывающего гидравлические, гидрологические и морфологические условия рек, нами разработана методика выбора по интегральному показателю [9]. По этому

показателю габионы в быстрых реках с большим содержанием наносов малоэффективны [8].

Цилиндрические габионы могут найти большое распространение в промышленном и гражданском строительстве. Так, нами разработаны фундаменты из цилиндрических габионов, которые отличаются экологичностью и экономичностью [10].

Весьма эффективным инженерным решением являются тьюфаки из цилиндрических габионов, которые можно использовать при проведении аварийно-спасательных работ и защиты нижних бьефов водовыпускных сооружений [11, 12]

Дамба с откосным креплением длиной более 1 км построена на реке Черек по защите села Старый Черек [13]. Наблюдения показали, что это самый экономичный вариант в сравнении с подпорными станками и другими откосными креплениями дамб. К недостатку такого крепления можно отнести малую устойчивость сетки на истирание от действия наносов и это ограничивает срок службы такого крепления 10-15 годами. Для усиления устойчивости откосного крепления от действия наносов, верх крепления можно покрывать бетоном, такие конструкции нами разработаны и запатентованы [14]. Несмотря на наличие бетона гибкость у конструкции сохраняется.



**Рисунок 5** – Откосное крепление дамбы из полуцилиндрических габионов, построенное на реке Черек в Кабардино-Балкарской республике

**Выводы.** 1. Разработаны методические рекомендации по определению абсолютных деформаций цилиндрических габионов  $\Delta$  в зависимости от геометрических характеристик под действием собственного веса, изготовленных из плетеной сетки:

$$\Delta = (0,054 + 0,035 d_c + 0,047 l + 0,029 \frac{d_c l}{D}) \frac{l}{D},$$

где:

$D$  – диаметр габиона, м;

$d_c$  – размер ячейки сетки в габионе, м;

$l$  – длина габиона, м.

2. По результатам проведенных исследований, разработана классификация цилиндрических габионов и конструкций. Так, цилиндрические габионные конструкции предлагается классифицировать: по длине, в зависимости

от отношения длины цилиндрического габиона  $L$  к диаметру  $D$ ,  $L/D$ ; по используемому основному сеточному материалу; по используемому природному каменному материалу; по массивности конструкции цилиндрического габиона, в зависимости от величины диаметра цилиндрического габиона,  $D$ ; по методу усиления цилиндрических габионов; по способу изготовления цилиндрических габионов и конструкций; по назначению цилиндрических габионов и конструкций.

### Литература

1. Хаширова Т.Ю. Охрана горных и предгорных ландшафтов управлением твердого стока. – Нальчик: Полиграфсервис и Т, 2007. – 220с.

2. Хаширова Т.Ю. Охрана горных и предгорных ландшафтов управлением твердого стока. Автореф. дисс. ... докт. техн. наук. – Краснодар, 2009. – 42с.

3. Ламердонов З.Г., Дужак К.Н. Разработка, исследование и варианты практического применения цилиндрических габионов. – Нальчик: Кабардино-Балкарский ГАУ, 2017. – 167с.

4. Дужак К.Н., Ламердонов З.Г. Методические рекомендации по изготовлению и усилению цилиндрических габионов для защиты земель от водной эрозии // Природообустройство. – 2010. – №4. – С. 56-62.

5. Ламердонов З.Г., Дужак К.Н. Экспериментальные исследования цилиндрических габионов для охраны и защиты земель от водной эрозии // Природообустройство. – 2012. – №2. – С. 52-55.

6. Ламердонов З.Г., Дужак К.Н., Хаширова Т.Ю. Методические рекомендации по расчету на прочность цилиндрических габионов // Гидротехническое строительство. – 2013. – №12. – С. 27-30.

7. Ламердонов З.Г., Дужак К.Н. Расчет на прочность цилиндрических габионов // Инновации в природообустройстве: сб. науч. ст. Нальчик: «Полиграфсервис и Т», 2012. – Вып. 4. – С. 82-85.

### References

1. Hashirova T.Yu. Ohrana gornyh i predgornyh landshaftov upravleniem tverdogo stoka. – Nal'chik: Poligrafservis i T, 2007. – 220 s.

2. Hashirova T.Yu. Ohrana gornyh i predgornyh landshaftov upravleniem tverdogo stoka. Avtoref. diss. ... dokt. tekhn. nauk. – Krasnodar, 2009. – 42s.

3. Lamerdonov Z.G., Duzhak K.N. Razrabotka, issledovanie i varianty prakticheskogo primeneniya cilindricheskikh gabionov. – Nal'chik: Kabardino-Balkarskij GAU, 2017. – 167s.

4. Duzhak K.N., Lamerdonov Z.G. Metodicheskie rekomendacii po izgotovleniyu i usileniyu cilindricheskikh gabionov dlya zashchity zemel' ot vodnoj erozii // Prirodoobustrojstvo. – 2010. – №4. – S. 56-62.

5. Lamerdonov Z.G., Duzhak K.N. Eksperimental'nye issledovaniya cilindricheskikh gabionov dlya ohrany i zashchity zemel' ot vodnoj erozii // Prirodoobustrojstvo. – 2012. – №2. – S. 52-55.

6. Lamerdonov Z.G., Duzhak K.N., Hashirova T.Yu. Metodicheskie rekomendacii po raschetu na prochnost' cilindricheskikh gabionov // Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo. – 2013. – №12. – S. 27-30.

7. Lamerdonov Z.G., Duzhak K.N. Raschet na prochnost' cilindricheskikh gabionov // Innovacii v prirodoobustrojstve: sb. nauch. st. Nal'chik: «Poligrafservis i T», 2012. – Vyp. 4. – S. 82-85.

8. Ламердонов З.Г., Хаширова Т.Ю. Инновационные технологии управления эрозионно-аккумулятивными процессами на

горных и предгорных ландшафтах. – Нальчик: Издательство М. и В. Котляровых (ООО «Полиграфсервис и Т»), 2015. – 228 с.

9. *Ламердонов З.Г.* Инновационные технологии защиты берегов рек. – Нальчик: Издательство М. и В. Котляровых (ООО «Полиграфсервис и Т»), 2012. – 236 с.

10. Пат. 2457294 Российской Федерации МПК E02D 27/00, Габсионный фундамент / Дужак К.Н., Ламердонов З.Г.; заявитель и патентообладатель Кабардино-Балкарская гос. с.-х. академия № 2010142851/03; заяв. 10.05.2010. опублик. 27.04.2012., Бюл.№ 21 .

11. *Ламердонов З.Г.* Гасители энергии водного потока трубчатых водовыпусков. – Нальчик: Издательство М. и В. Котляровых (ООО «Полиграфсервис и Т»), 2015. – 150с.

12. Пат. № 2450103 Российской Федерации МПК E02 B8/06. Гаситель энергии потока / Дужак К.Н., Ламердонов З.Г.; заявитель и патентообладатель Кабардино-Балкарская гос. с.-х. академия №2010131514/13; заяв. 27.07.2010. опублик. 10.05.2012., Бюл.№ 13 .

13. *Ламердонов З.Г., Дужак К.Н.* Цилиндрические габiony в практике природоохранного обустройства ландшафтов // Инновации в природообустройстве горных и предгорных ландшафтов : сб. науч. ст. Нальчик: «Полиграфсервис и Т», 2014. – Вып. 5. – С. 81-87.

14. *Ламердонов З.Г.* Гибкие берегозащитные сооружения, адаптированные к морфологическим условиям рек. – Нальчик: КБГСХА, 2004. – 151с.

8. *Lamerdonov Z.G., Hashirova T.Yu.* Innovacionnye tekhnologii upravleniya erozionno-akkumulyativnymi processami na gornyh i predgornyh landshaftah. – Nal'chik: Izdatel'stvo M. i V. Kotlyarovyh (ООО «Poligrafservis i T»), 2015. – 228 s.

9. *Lamerdonov Z.G.* Innovacionnye tekhnologii zashchity beregov rek. – Nal'chik: Izdatel'stvo M. i V. Kotlyarovyh (ООО «Poligrafservis i T»), 2012. – 236 s.

10. Пат. 2457294 Rossijskoj Federacii MPK E02D 27/00, Gabionnyj fundament / Duzhak K.N., Lamerdonov Z.G.; заявитель и патентообладатель Кабардино-Балкарская гос. с.-х. академия № 2010142851/03; заяв. 10.05.2010. опублик. 27.04.2012., Бюл.№ 21 .

11. *Lamerdonov Z.G.* Gasiteli energii vodnogo potoka trubchatyh vodovypuskov. –

Nal'chik: Izdatel'stvo M. i V. Kotlyarovyh (ООО «Poligrafservis i T»), 2015. – 150s.

12. Пат. № 2450103 Rossijskoj Federacii MPK E02 V8/06. Gasitel' energii potoka / Duzhak K.N., Lamerdonov Z.G.; заявитель и патентообладатель Кабардино-Балкарская гос. с.-х. академия №2010131514/13; заяв. 27.07.2010. опублик. 10.05.2012., Бюл.№ 13 .

13. *Lamerdonov Z.G., Duzhak K.N.* Cilindricheskie gabiony v praktike prirodoohrannogo obustrojstva landshaftov // Innovacii v prirodoobustrojstve gornyh i predgornyh landshaftov : sb. nauch. st. Nal'chik: «Poligrafservis i T», 2014. – Vyp. 5. – S. 81-87.

14. *Lamerdonov Z.G.* Gibkie beregozashchitnye sooruzheniya, adaptirovannye k morfologicheskim usloviyam rek. – Nal'chik: KBGSKHA, 2004. – 151 s.

