

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ГОРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ И НЕКОТОРЫЕ ВАРИАНТЫ ИХ РЕШЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ АНКЕРНЫХ СИСТЕМ

З.Г. Ламердонов, Т.Ю. Хаширова, К.З. Ламердонов

**Кабардино-Балкарский ГАУ им. В.М. Кокова, г. Нальчик,
Кабардино-Балкарский ГУ им. Х.М. Бербекова, г. Нальчик,
МГУ им. М.В. Ломоносова**

Приведены разработанные и запатентованные в Кабардино-Балкарском государственном аграрном университете им. В.М. Кокова и Кабардино-Балкарском государственном университете им. Х.М. Бербекова новые способы закрепления противозерозионных и противооползневых сооружений с помощью анкерных систем (Ноу-хау), а также теория и методические рекомендации по их расчету и проектированию. Рассмотрены возможные варианты практического применения проволочных анкерных систем на горных территориях и в природооустройстве, а именно: закрепление противозерозионных и противооползневых сооружений; откосных креплений дамб; противостихийных способов защиты высоковольтных линий; в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: горные ландшафты, нескальные грунты, оползни, проволочные анкера, наконечники, направляющая штанга, ударный молот

Ecological Problems of Mountain Territories and Some Variants of their Solution with the Help of Anchor Systems

Z.G. Lamerdonov, T.Yu. Khashirova, K.Z. Lamerdonov

**Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 360030 Nalchik, Russia,
Kabardino-Balkarian State University named after X.M. Berbekov, 360004 Nalchik, Russia,
Lomonosov Moscow State University, 119991 Moscow, Russia**

The article describes the developed and patented in the Kabardino-Balkar State Agrarian University named after V.M. Kokov and in the Kabardino-Balkar State University H.M. Berbekova new ways of fixing anti-erosion and anti-landslide structures with the help of anchor systems (Know-how). The theory and methodological recommendations on their calculation and design are presented. Possible options for the practical application of wire anchor systems in mountain areas and in environmental management are given: for fixing anti-erosion and anti-landslide structures; sloping fastenings of dams; anti-mercury ways to protect high-voltage lines; in agriculture.

Key words: mountain landscapes, untouched soils, landslides, wire anchors, tips, guide rod, impact hammer

DOI: 10.18412/1816-0395-2019-02-10-13

Одна из актуальных проблем на горных и предгорных ландшафтах во всем мире — защита этих территорий от эрозионных и оползневых процессов, вызванных потоками воды, обрушений откосов дорог и рек (рис. 1). На сегодняшний день учеными и исследователями разработано множество технических решений этой проблемы, наиболее популярными из которых являются защитные подпорные сооружения и откосные крепления [1–3]. Накоплен определенный опыт по

решению этих проблем [4, 5]. Важным элементом, в значительной степени усиливающим статическую устойчивость этих сооружений на нескальных грунтах, являются анкера, среди которых в настоящее время основными являются анкерные сооружения, использующиеся для закрепления свайных и арматурных конструкций, которые забиваются в грунт и усиливают статическую устойчивость за счет сил трения о боковую поверхность.

Нами в Кабардино-Балкарском государственном аграр-

ном университете им. В.М. Кокова (КБГАУ) и Кабардино-Балкарском государственном университете им. Х.М. Бербекова (КБГУ) разработаны и внедряются в производство проволочные анкерные системы (Ноу-хау) как наиболее эффективные и дешевые технические решения [6] рассматриваемой проблемы.

Работа проволочных анкеров с наконечниками разных конструкций основана на захвате части грунта наконечниками при выдергивании, что в значительной степени повы-



Рис. 1. Обрушение откоса по горной дороге в Приэльбрусье КБР (а) и размыв берега реки по горной дороге в Приэльбрусье КБР (б)

Fig. 1. Collapse of the slope along the mountain road in the Elbrus region of the CBR (a) and erosion of the river bank along the mountain road in the Elbrus region of the CBR (b)

шает выдергивающее усилие и позволяет наиболее эффективно использовать прочностные свойства металла, из которого изготовлена проволока. Нами разработаны наконечники различных конструкций, такие как зонтичные, конические, поворотные и другие.

Детально исследовались два варианта проволочных анкеров: с коническими и поворотными наконечниками (рис. 2, б), также дано теоретическое обоснование применения проволочных анкеров [7, 8].

Экспериментальные исследования проволочных и обычных анкеров показали, что сила выдергивания P_1 модели свайного анкера диаметром 12 мм, заглубленного на 60 см, была равна примерно 5–6 Н, а сила выдергивания P_2 проволочного анкера с конусным наконечником с диаметром основания конуса 15 мм — 130–140 Н, отношение $P_2/P_1 = 20 \div 25$.

Сила выдергивания P_1 свайного анкера определяется из выражения

$$P_1 = G_1 + F_1, \quad (1)$$

где P_1 — сила выдергивания свайного анкера, Н; G_1 — вес свайного анкера, Н; F_1 — сила трения свайного анкера о грунт, Н.

Силу трения анкера о грунт F_1 при выдергивании свайного анкера можно определить из выражения

$$F_1 = u \sum f_i l_i = \pi d_i \sum f_i l_i, \quad (2)$$

где u — периметр свайного анкера; d_i — диаметр свайного анкера; f_i — расчетное удельное трение грунта о поверхность свайного анкера; l_i — мощность i -го слоя грунта.

Таким образом, силу выдергивания P_1 для свайного анкера определяем из соотношения

$$P_1 = G_1 + \pi d_i \sum f_i l_i. \quad (3)$$

Сила выдергивания P_2 проволочного анкера определяется из выражения

$$P_2 = G_2 + F_2, \quad (4)$$

где G_2 — вес поднимаемого грунта, Н; F_2 — сила трения поднимаемого грунта о примыкающий грунт по поверхности среза, Н.

Расчет прочности поперечного сечения троса A_s , прикрепленного к наконечнику, осуществляется по формуле

$$P_2/A_s \leq R(\gamma_c \gamma_e / \gamma_n), \quad (5)$$

где R — расчетное сопротивление троса; γ_c — коэффициент условий работы троса; γ_e — коэффициент условий работы, учитывающий концевые анкер-

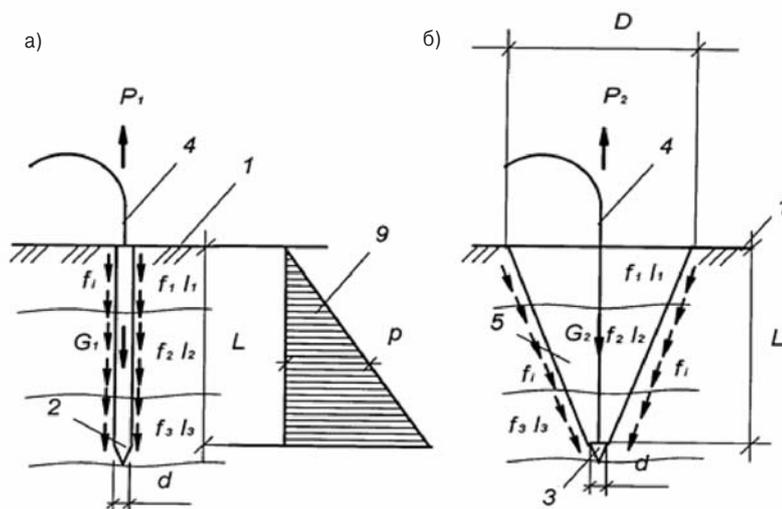


Рис. 2. Схемы к расчету обычного (а) и проволочного (б) анкеров:

P_1 — сила выдергивания свайного анкера; d — диаметр свайного анкера; f_1, f_2, f_3 — удельное слоев грунта; l_1, l_2, l_3 — мощность слоев грунта; P_2 — сила выдергивания из грунта проволочного анкера; G_1 — вес проволочного анкера; L — глубина заглубления проволочного анкера; G_2 — вес поднимаемого грунта; D — диаметр верхнего основания; 1 — поверхность земли; 2 — свайный анкер; 3 — конусный наконечник; 4 — трос; 5 — подъемный пазух

Fig. 2. Schemes for the calculation of the usual (a) and wire (b) anchors:

P_1 — the force of pulling out the pile anchor; d — diameter of the pile anchor; f_1, f_2, f_3 — specific soil layers; l_1, l_2, l_3 — thickness of soil layers; P_2 — pulling force of wire anchor from the ground; G_1 — the weight of the wire anchor; L — the depth of the wire anchor; G_2 — weight of the lifted soil; D — the diameter of the upper base; 1 — the surface of the earth; 2 — pile anchor; 3 — conical tip; 4 — cable; 5 — lifting sinus

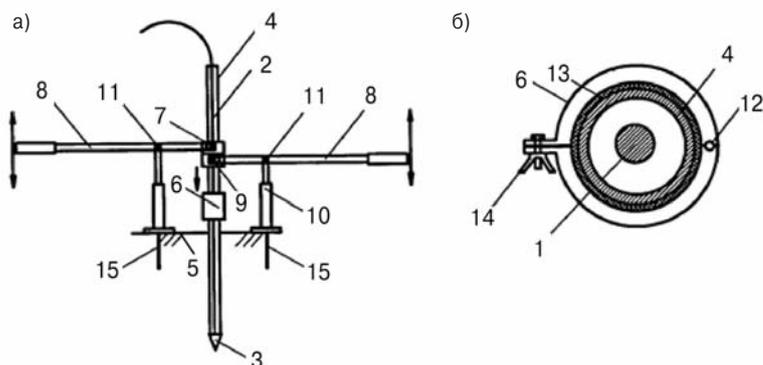


Рис. 3. Способ установки проволочных анкеров с помощью двух и более ударных молотов:

a – вариант забивки с двумя молотами; *b* – разрез направляющей штанги; 1 – проволочный анкер; 2 – проволока; 3 – конический наконечник; 4 – направляющая штанга; 5 – земля; 6 – упор; 7 – ударные молоты; 8 – телескопическая рукоятка; 9 – шарнир; 10 – опора; 11 – ось вращения; 12 – петли; 13 – прокладка; 14 – закрутка; 15 – штырь

Fig. 3. Method of installing wire anchors using two or more impact hammers:
a – option of driving with two hammers; *b* – guide rod slit; 1 – wire anchor; 2 – wire; 3 – conical tip; 4 – guide rod; 5 – land; 6 – stop; 7 – impact hammers; 8 – telescopic handle; 9 – hinge; 10 – support; 11 – axis of rotation; 12 – loops; 13 – gasket; 14 – twist; 15 – pin

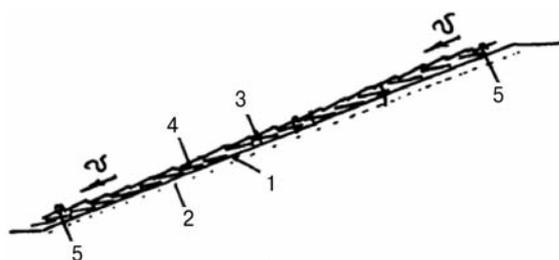


Рис. 4. Противоэрозионное сооружение на горном склоне, закрепленное проволочными анкерами (поперечный разрез крепления):

1 – откос; 2 – засеянная трава; 3 – солома и другой природный материал; 4 – плетеная сетка; 5 – проволочные анкера

Fig. 4. Anti-erosion structure on the mountainside, secured with wire anchors (cross-section of the fastening):
 1 – slope; 2 – sown grass; 3 – straw and other natural material; 4 – woven mesh; 5 – wire anchors

ные соединения; γ_n — коэффициент надежности, учитывающий капитальность сооружения.

Разработаны технологии установки проволочных анкеров на горных труднодоступных для механизированной техники местах (рис. 3, 4) с помощью забивки направляющей штанги [6].

На все способы установки проволочных анкеров получены патенты как на изобретение.

Литература

1. Хаширова Т.Ю. Охрана горных и предгорных ландшафтов управлением твердого стока. Нальчик, Полиграфсервис и Т, 2007. 220 с.
2. Хаширова Т.Ю. Защитные сооружения для предотвращения чрезвычайных ситуаций на реках Северного Кавказа. Экология и промышленность России. 2006. № 12. С. 16–18.

References

1. Khashirova T.Yu. Okhrana gornyykh i predgornyykh landshaftov upravleniem tverdogo stoka. Nal'chik, Poligrafservis i T, 2007. 220 s.
2. Khashirova T.Yu. Zashchitnye sooruzheniya dlya predotvrashcheniya chrezvychainykh situatsii na rekakh Severnogo Kavkaza. Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2006. № 12. S. 16–18.

забивные устройства с двумя и более ударными молотами (см. рис. 2), позволяющие значительно быстрее и с меньшими усилиями забивать в грунт проволочные анкера [10].

Один из вариантов практического применения проволочных анкеров на горных территориях — закрепление противоэрозионных и противооползневых сооружений проволочными анкерами с помощью разработанных авторами забивных устройств на большую глубину [11]. Например, противоэрозионное сооружение из плетеной сетки, покрывающей солому или другой природный материал (рис. 4), который защищает от смыва засеянную траву на откосе [12].

Предлагаемое техническое решение эффективно использовать и как противооползневое сооружение. Такие недорогие приспособления, как проволочные анкера, позволяют значительно увеличить статическую устойчивость противоэрозионных и противооползневых сооружений [12].

Суть способа состоит в том, что проволочный анкер с наконечником вставляется в направляющую штангу и забивается в грунт на требуемую глубину. После этого направляющая штанга извлекается из грунта, а проволочный анкер остается [7, 8]. Для установки проволочных анкеров на горных склонах нами разработаны специальные забивные устройства, действующие с помощью ударных молотов (см. рис. 3) [9, 10]. Для этого на направляющей штанге закрепляется нижний и верхний упоры. Между ними на штанге установлен ударный молот, имеющий телескопическую рукоятку. При забивке направляющей штанги оператор ударным молотом ударяет о нижний упор. Для усиления удара между ударным молотом и верхним упором предусмотрена возвратная пружина. По мере заглубления направляющей штанги нижний и верхний упоры поднимаются вверх [9]. Авторами разработаны и запатентованы

Проволочные анкера найдут большое применение в горном деле, природоохранном и гидротехническом строительстве для анкерования откосных креплений защитных дамб на реках и других целей [13–15], также планируется использовать их при чрезвычайных ситуациях как противостихийные сооружения для закрепления столбов и деревьев, при строительстве фундаментов, при закреплении откосных креплений на дамбах и т.д. [16, 17].

Разработаны и внедряются в сельское хозяйство инновационные разработки по совершенствованию шпалерных систем в интенсивном горном садоводстве и виноградарстве [6].

Разработаны и внедряются в сельское хозяйство инновационные разработки по совершенствованию шпалерных систем в интенсивном горном садоводстве и виноградарстве [6].

3. **Ламердонов З.Г.** Инновационные технологии защиты берегов рек. Нальчик, Полиграфсервис и Т, 2012. 236 с.
4. **Degtyareva O., Degtyarev G., Togo I., Terleev V., Nikonov A., Volkova Yu.** Analysis of stress-strain state rainfall runoff control system-buttress dam. *Procedia Engineering*. 2016. T. 165. C. 1619–1628.
5. **Ламердонов З.Г., Хаширова Т.Ю., Жабоев С.А., Шогенова Ж.Х.** Инновационные предложения по совершенствованию шпалерных систем в интенсивном горном садоводстве и виноградарстве. *Вестник АПК Ставрополя*. 2018. № 2. С. 29–33.
6. **Ламердонов З.Г.** Совершенствование шпалерных систем в интенсивном горном садоводстве и виноградарстве. *Техника и оборудование для села*. 2017. № 9. С. 26–30.
7. **Пат. 2486316 РФ, МПК E02D 17/20.** Устройство для анкеровки противооползневых сооружений. З.Г. Ламердонов, М.А. Еналдиева; заявл. 04.05.2011; опубл. 27.06.2013. *Бюл. № 31. 6 с.*
8. **Пат. 2486317 РФ, МПК E02D 17/20.** Проволочный анкер с коническим наконечником. З.Г. Ламердонов, М.А. Еналдиева; заявл. 04.05.2011; опубл. 27.06.2013. *Бюл. №18. 7 с.*
9. **Пат. 2543251 РФ, МПК E02D 5/80.** Способ установки проволочных анкерov. Т.Ю. Хаширова, Л.К. Кильчукова, З.В. Апанасова, М.А. Еналдиева, З.Г. Ламердонов; заявл. 31.10.2013; опубл. 27.02.2015. *Бюл. № 6. 7 с.*
10. **Пат. 2541964 РФ, МПК E02D 5/80.** Устройство для установки проволочных анкерov на склонах и оврагах. Т.Ю. Хаширова, З.В. Апанасова, Л.К. Кильчукова, М.А. Еналдиева, З.Г. Ламердонов; заявл. 29.10.2013; опубл. 20.02.2015. *Бюл. № 5. 7 с.*
11. **Пат. 2579034 РФ, МПК E02D5/80.** Способ установки проволочных анкерov на большую глубину. З.Г. Ламердонов; заявл. 16.03.2015; опубл. 27.03.2016. *Бюл. № 9. 6 с.*
12. **Пат. 2318096 РФ, МПК E02D 17/20.** Способ возведения противоэрозионной защиты склонов. Т.Ю. Хаширова; заявл. 16.05.2006; опубл. 27.02.2008. *Бюл. № 6. 5 с.*
13. **Пат. 2579032 РФ, МПК E02D17/20.** Способ закрепления откосных креплений дамб. З.Г. Ламердонов; заявл. 11.02.2015; опубл. 27.03.2016. *Бюл. № 9. 5 с.*
14. **Пат. 2579035 РФ, МПК E02D17/20.** Способ закрепления дамб на низовом откосе. З.Г. Ламердонов; заявл. 13.02.2015; опубл. 27.03.2016. *Бюл. № 9. 5 с.*
15. **Ламердонов З.Г.** Гибкие откосные крепления. *Гидротехническое строительство*. 2003. № 1. С. 39–43.
16. **Пат. 2581172 РФ, МПК E02D17/20.** Способ установки столбов. З.Г. Ламердонов; заявл. 13.02.2015; опубл. 20.04.2016. *Бюл. № 11. 8 с.*
17. **Пат. 2583440 РФ, МПК E02D12/20, E02D17/20.** Способ укрепления столбов проволочными анкерами. З.Г. Ламердонов; заявл. 16.02.2015; опубл. 10.05.2016. *Бюл. № 13. 7 с.*
3. **Lamerdonov Z.G.** Innovatsionnye tekhnologii zashchity beregov rek. Nal'chik, Poligrafservis i T, 2012. 236 s.
4. **Degtyareva O., Degtyarev G., Togo I., Terleev V., Nikonov A., Volkova Yu.** Analysis of stress-strain state rainfall runoff control system-buttress dam. *Procedia Engineering*. 2016. T. 165. C. 1619–1628.
5. **Lamerdonov Z.G., Khashirova T.Yu., Zhaboev S.A., Shogenova Zh.Kh.** Innovatsionnye predlozheniya po sovershenstvovaniyu shpalernykh sistem v intensivnom gornom sadovodstve i vinogradarstve. *Vestnik APK Stavropol'ya*. 2018. № 2. S. 29–33.
6. **Lamerdonov Z.G.** Sovershenstvovanie shpalernykh sistem v intensivnom gornom sadovodstve i vinogradarstve. *Tekhnika i oborudovanie dlya sela*. 2017. № 9. S. 26–30.
7. **Pat. 2486316 RF, MPK E02D 17/20.** Ustroistvo dlya ankerovki protivopolznevyykh sooruzhenii. Z.G. Lamerdonov, M.A. Enaldieva; zayavl. 04.05.2011; opubl. 27.06.2013. *Byul. № 31. 6 s.*
8. **Pat. 2486317 RF, MPK E02D 17/20.** Provolochnyi anker s konicheskim nakonechnikom. Z.G. Lamerdonov, M.A. Enaldieva; zayavl. 04.05.2011; opubl. 27.06.2013. *Byul. №18. 7 s.*
9. **Pat. 2543251 RF, MPK E02D 5/80.** Sposob ustanovki provolochnykh ankerov. T.Yu. Khashirova, L.K. Kil'chukova, Z.V. Apanasova, M.A. Enaldieva, Z.G. Lamerdonov; zayavl. 31.10.2013; opubl. 27.02.2015. *Byul. № 6. 7 s.*
10. **Pat. 2541964 RF, MPK E02D 5/80.** Ustroistvo dlya ustanovki provolochnykh ankerov na sklonakh i ovragakh. T.Yu. Khashirova, Z.V. Apanasova, L.K. Kil'chukova, M.A. Enaldieva, Z.G. Lamerdonov; zayavl. 29.10.2013; opubl. 20.02.2015. *Byul. № 5. 7 s.*
11. **Pat. 2579034 RF, MPK E02D5/80.** Sposob ustanovki provolochnykh ankerov na bol'shuyu glubinu. Z.G. Lamerdonov; zayavl. 16.03.2015; opubl. 27.03.2016. *Byul. № 9. 6 s.*
12. **Pat. 2318096 RF, MPK E02D 17/20.** Sposob vozvedeniya protiverozionnoi zashchity sklonov. T.Yu. Khashirova; zayavl. 16.05.2006; opubl. 27.02.2008. *Byul. № 6. 5 s.*
13. **Pat. 2579032 RF, MPK E02D17/20.** Sposob zakrepleniya otkosnykh krepnenii damb. Z.G. Lamerdonov; zayavl. 11.02.2015; opubl. 27.03.2016. *Byul. № 9. 5 s.*
14. **Pat. 2579035 RF, MPK E02D17/20.** Sposob zakrepleniya damb na nizovom otkose. Z.G. Lamerdonov; zayavl. 13.02.2015; opubl. 27.03.2016. *Byul. № 9.*
15. **Lamerdonov Z.G.** Gibkie otkosnye krepneniya. *Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo*. 2003. № 1. S. 39–43.
16. **Pat. 2581172 RF, MPK E02D17/20.** Sposob ustanovki stolbov. Z.G. Lamerdonov; zayavl. 13.02.2015; opubl. 20.04.2016. *Byul. № 11. 8 s.*
17. **Pat. 2583440 RF, MPK E02D12/20, E02D17/20.** Sposob ukrepleniya stolbov provolochnymi ankerami. Z.G. Lamerdonov; zayavl. 16.02.2015; opubl. 10.05.2016. *Byul. № 13. 7 s.*

З.Г. Ламердонов – д-р техн. наук, профессор, Кабардино-Балкарский ГАУ им. В.М. Кокова, 360030 Россия, Кабардино-Балкарская республика, г. Нальчик, пр. В.И. Ленина 1В, e-mail: lamerdonov-zamir@rambler.ru • Т.Ю. Хаширова – д-р техн. наук, профессор, Кабардино-Балкарский ГУ им. Х.М. Бербекова, 360004 Россия, Кабардино-Балкарская Республика, г. Нальчик, ул. Чернышевского 173, e-mail: khashirova@mail.ru • К.З. Ламердонов – бакалавр, МГУ им. М.В. Ломоносова, 119991 Россия, Москва, Ленинские горы 1, стр. 52, e-mail: kant_n@rambler.ru

Z.G. Lamerdonov – Dr. Sci. (Eng.), Professor, Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov, 360030 Russia, Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, V.I. Lenin pr. 1B, e-mail: Lamerdonov-zamir@mail.ru • T.Yu. Khashirova – Dr. Sci. (Eng.), Professor, Kabardino-Balkarian State University named after X.M. Berbekov, 360004 Russia, Kabardino-Balkarian Republic, Nalchik, Chernyshevsky Str. 173, e-mail: khashirova@mail.ru • K.Z. Lamerdonov – Bachelor, Lomonosov Moscow State University, 119991 Russia, Moscow, Leninskie Gory 1, bld. 52, e-mail: kant_n@rambler.ru