

Ламердонов З.Г., Хамукова И.А.
Lamerdonov Z.G., Khamukova I.A.

**ПРОВОЛОЧНЫЕ АНКЕРНЫЕ СИСТЕМЫ НА ГОРНЫХ
ЛАНДШАФТАХ И НЕКОТОРЫЕ ВАРИАНТЫ ИХ ПРАКТИЧЕСКОГО
ПРИМЕНЕНИЯ**
**WIRE ANCHOR SYSTEMS ON MOUNTAIN LANDSCAPES AND SOME
VARIANTS OF THEIR PRACTICAL APPLICATION**

В работе предлагаются инновационные разработки проволочных анкерных систем (Ноу-хау). Приведены некоторые результаты натурных обследований экологической обстановки объектов природообустройства и сделаны некоторые предложения по решению стоящих проблем. Приводятся конструктивные решения проволочных анкеров с различными вариантами наконечников. Приводятся результаты экспериментальных исследований, методические рекомендации и теория по расчету проволочных анкеров. В основе теории расчета проволочных анкеров лежит условие статического равновесия реактивных и активных сил. Сделана сравнительная оценка работы модели проволочного анкера со свайным. Сравнительная оценка показала, что несущая способность проволочного анкера в десятки раз больше свайного. Приведены устройства для установки проволочных анкеров, основанные на забивке с помощью ударных молотов. Описана технология и конструкция установки проволочных анкеров, запатентованная в Российской Федерации. Приводятся варианты практического использования инновационных разработок в природообустройстве природных ландшафтов: в сельском хозяйстве для совершенствования шпалерных систем в интенсивном горном садоводстве и виноградарстве; в гидротехнике для закрепления откосов дамб; для закреплений столбов линий электропередач; для повышения несущей способности фундаментов в промышленном и гражданском строительстве и т.д. Все инновационные разработки запатентованы в Российской Федерации.

The paper proposes innovative investigations of wire anchor systems (know-how). Some results of field surveys of the environment are presented and some methods of solving the problems are carried out. Structural solutions of wire anchors with various options of tips are given. The results of experimental studies, guidelines and theory for the calculation of wire anchors are given. YOU are based on the theory of calculation of wire anchors is the condition of static equilibrium of reactive and active forces. A comparative assessment of the work of a model of wire anchor with pile. A comparative assessment showed that the bearing capacity of a wire anchor is tens of times greater than the pile one. Devices for installing wire anchors based on driving with hammer hammers are given. The technology and design of the installation of wire anchors, patented in the Russian Federation, are described. Variants of the practical use of innovative developments in environmental management of natural landscapes are presented e.g.: in agriculture for improving trellis systems in intensive mountain gardening and viticulture; in hydraulic engineering for fixing slopes of dams; for fastening poles of power lines; to increase the bearing capacity of foundations in industrial and civil engineering, etc. All innovative developments are patented in the Russian Federation.

Ключевые слова: природные ландшафты, не скальные основания, оползни, проволочные анкерные системы, наконечники, штанга, ударные установки.

Key words: natural landscapes, non-rocky foundations, landslides, wire anchor systems, tips, rod, drum sets.

Ламердонов Замир Галимович – доктор технических наук, профессор кафедры природообустройства, ФГБОУ ВО Кабардино-Балкарский ГАУ, г. Нальчик

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

Lamerdonov Zamir Galimovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Environmental Engineering, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

Hamukova Inna Alikovna – graduate student, FSBEI HE Kabardino-Balkarian SAU, Nalchik

Введение. Важной проблемой во всем мире является защита природных ландшафтов от эрозионных и оползневых процессов, вызванных потоками воды, обрушений, горных склонов, откосов дорог (См.рис.1). На сегодняшний день учеными и исследователями разработано множество вариантов для решения таких проблем, но наиболее популярными из них являются защитные подпорные сооружения и дамбы с укрепленными откосами [1,2,3]. Накоплен и зарубежный опыт по решению этих проблем, освещенный в работах зарубежных ученых [4,5]. Важным элементом, усиливающим статическую устойчивость этих сооружений на нескальных грунтах, является устройство анкеров, 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.

Метод проведения работ. Нами, в рамках нашей научной школы, разработаны и внедряются в производство проволочные анкерные системы (Ноу-хау), как наиболее эффективные и дешевые технические решения [6].



Рисунок 1 – Характерное состояние откосов на горных дорогах

Работа проволочных анкерных систем разных конструкций основана на захвате непосредственно примыкающего грунта к наконечнику, что и повышает выдергивающее усилие и это позволяет наиболее эффективно использовать прочностные свойства металла. Нами разработаны несколько вариантов конструктивных решений наконечников, такие как: зонтиковые, конусные и другие.

Детально исследовались анкеры: с коническими и поворотными наконечниками (Рис.2). На основе условия статического равновесия сил активные и реактивных, получена теория по обоснованию проволочных анкеров [6,7].

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

Величина силы выдергивания P_1 свайного анкера определяется из следующего выражения:

$$\vec{P}_1 + \vec{G}_1 + \vec{F}_1 = 0, \quad (1)$$

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

Величина силы трения анкера о грунт F_1 при выдергивании свайного анкера определяется из выражения:

$$F_1 = u \sum f_i \cdot l_i = \pi d_1 \sum f_i \cdot l_i, \quad (2)$$

где u – периметр свайного анкера; d_1 – диаметр свайного анкера; f_i – расчетное удельное трение грунта о поверхность свайного анкера; l_i – мощность i слоя грунта, f_i .

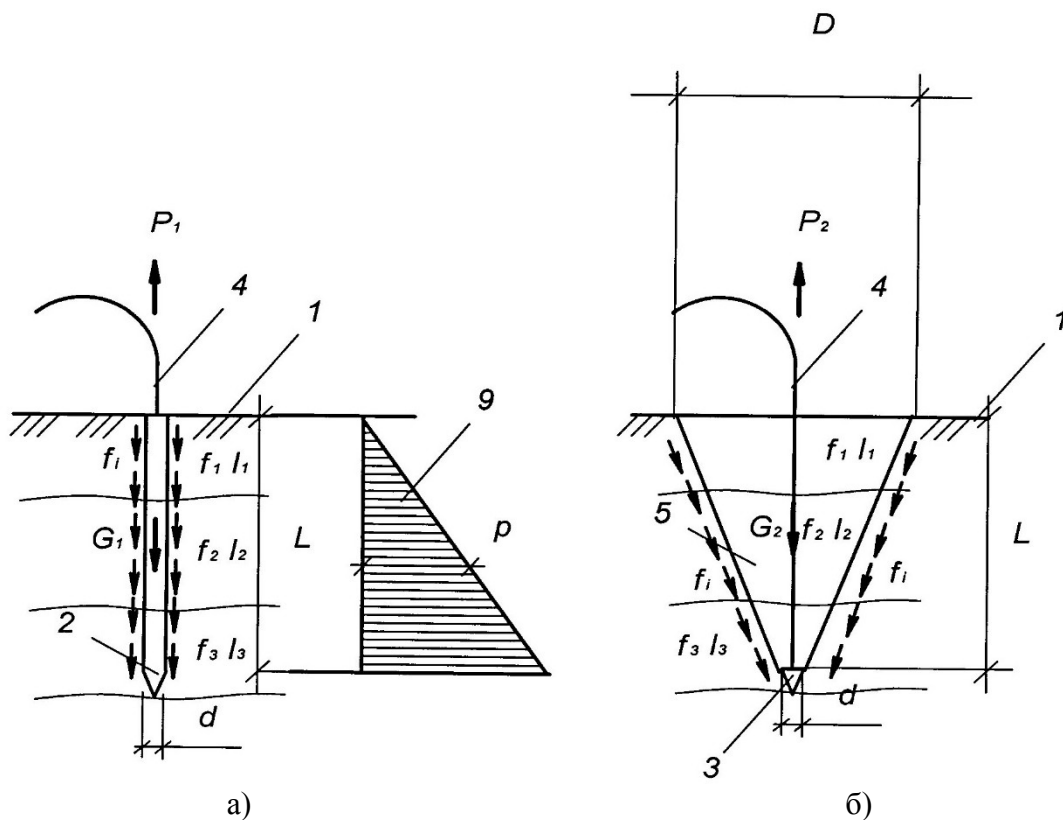


Рисунок 2 – хемы к расчету проволочных анкеров: P_1 – сила выдергивания свайного анкера; d – диаметр свайного анкера; f_1, f_2, f_3 – удельное слоев грунта; l_1, l_2, l_3 – мощность слоев грунта; P_2 – сила выдергивания из грунта проволочного анкера; G_1 – вес проволочного анкера; L – глубина заглубления проволочного анкера; G_2 – вес поднимаемого грунта; D – диаметр верхнего основания; а – схема к расчету обычного анкера; б – схема к расчету проволочного анкера; 1 – поверхность земли; 2 – свайный анкер; 3 – конусный наконечник; 4 – трос; 5 – подъемный пазух.

Результаты исследования. Таким образом, силу выдергивания P_1 для свайного анкера определяем из выражения:

$$P_1 = G_1 + \pi d_1 \sum f_i \cdot l_i. \quad (3)$$

Сила выдергивания P_2 проволочного анкера определяется из выражения:

$$\vec{P}_2 + \vec{G}_2 + \vec{F}_2 = 0, \quad (4)$$

где P_2 – сила выдергивания из грунта проволочного анкера, Н; 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:

$$\frac{P_2}{A_s} \leq R \cdot \frac{\gamma_c \cdot \gamma_B}{\gamma_n}, \quad (5)$$

где R – расчетное сопротивление троса; γ_c – коэффициент условий работы троса; γ_b – коэффициент условий работы, учитывающий концевые анкерные 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 [6,7].

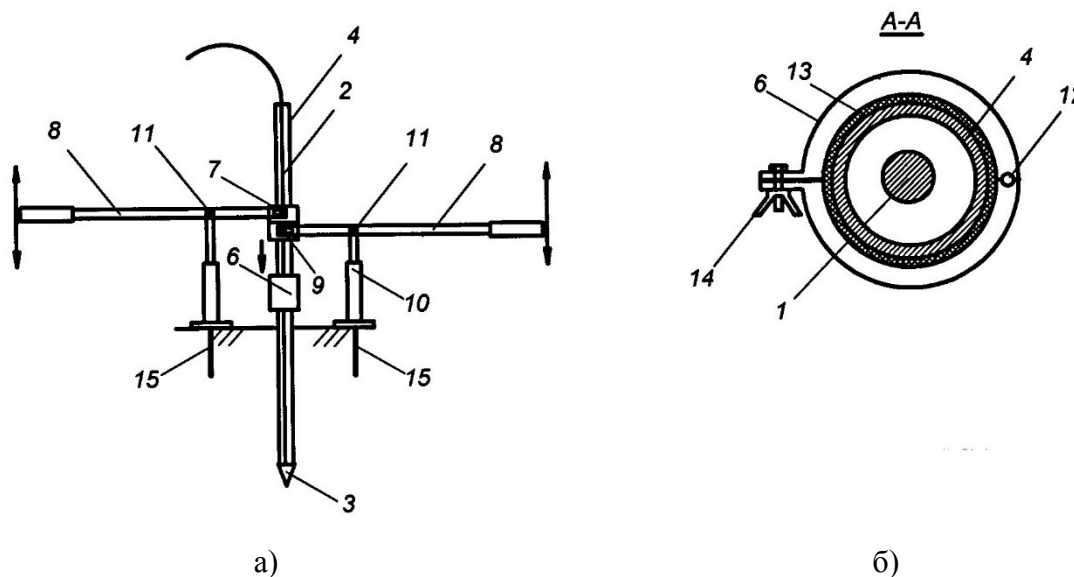


Рисунок 3 – Способ установки проволочных анкеров с помощью двух и более ударных молотов: а) - вариант забивки с двумя молотами; б) разрез А-А на рисунке 1; 1 – проволочный анкер; 2 – проволока; 3 – конический наконечник; 4 – направляющая штанга; 5 – земля; 6 – упор; 7 – ударные молоты; 8 – телескопическая рукоятка; 9 – шарнир; 10 – опора; 11 – ось вращения; 12 – петли; 13 – прокладка; 14 – закрутка; 15 – штырь.

На все способы установки проволочных анкеров получены патенты как на изобретение. Суть способа состоит в том, что проволочный анкер с наконечником вставляется в направляющую штангу и забивается в грунт на требуемую глубину. После чего направляющая штанга извлекается из грунта, а проволочный анкер остается [10]. Для установки проволочных анкеров на горных склонах нами разработаны специальные забивные устройства с помощью ударных молотов (рис.3) [11,12]. 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 упор поднимаются вверх [7]. Авторами разработаны и запатентованы забивные устройства с двумя и более ударными молотами (рис.3), позволяющие значительно быстрее с затратами меньших усилий забивать в грунт проволочные анкеры [11].

Область применения результатов. Важным вариантом практического применения проволочных анкеров на горных территориях является закрепление противоэрозионных и противооползневых сооружений проволочными анкерами, с помощью разработанных авторами забивных устройств на большую глубину [12,13]. Например, противоэрозионное сооружение из плетеной сетки, покрывающей солому или другой природный материал (Рис.5), который защищает от смыва засеянную траву на откосе, патент РФ № 2318096 [14].

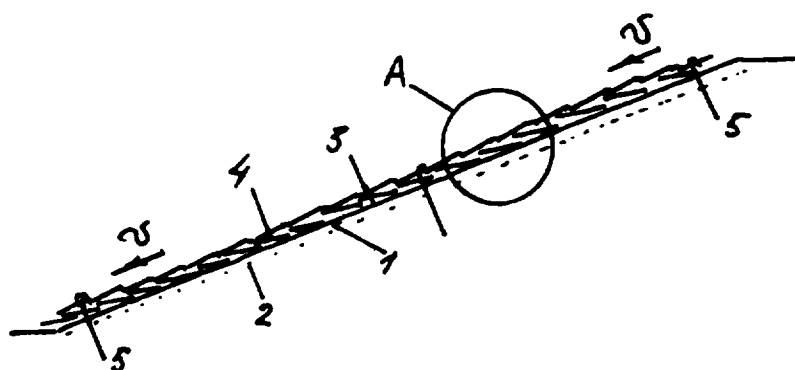


Рисунок 4 – Противоэрозионное сооружение на горном склоне заанкерованное проволочными анкерами: 1 – откос; 2 – засеянная трава; 3 – солома и другой природный материал; 4 – плетеная сетка; 5 – проволочные анкеры.

Предлагаемое техническое решение эффективно использовать и как противооползневое сооружение. Такие недорогие приспособления как проволочные анкеры, позволяют значительно увеличить статическую устойчивость противоэрозионных и противооползневых сооружений [14].

Проволочные анкеры найдут большое применение в горном деле, природоохранном и гидротехническом строительстве для анкерки откосных

креплений защитных дамб на реках и других целей [15,16], 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. [17,18].

Разработаны и внедряются в сельское хозяйство инновационные разработки по совершенствованию шпалерных систем в интенсивном горном садоводстве и виноградарстве [8].

В настоящее время начаты и продолжаются работы по разработке и исследованию перспективных конструкций комбинированных анкеров, запатентованных в РФ, которые задуманы для эффективной работы как свайные, так и анкерные устройства [19].

Выводы. В заключении можно сделать следующие выводы: разработаны и запатентованы новые способы закрепления противоэрозионных и противооползневых сооружений с помощью проволочных анкерных систем; приводится описание теоретических аспектов и методических рекомендаций по их расчету и проектированию; разработаны способы и устройства по установке проволочных анкеров; приводятся возможные варианты практического применения проволочных анкерных систем на горных территориях; продолжаются работы по разработке и исследованию перспективных конструкций комбинированных анкеров.

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.
3. Ламердонов, З. Г. Инновационные технологии защиты берегов рек. Нальчик: Полиграфсервис и Т, 2012. – 236 с.
4. Gupta H. K. Solid Earth Geophysics: encyclopedia. Switzerland : Springer, 2011. 1578 p.
5. Read J., Stacey P. Guidelines for open pit slope design. Australia : CSIRO, 2009. 496 p.
6. Ламердонов З.Г., Хаширова Т.Ю., Ламердонов К.З. Экологические

проблемы горных территорий и некоторые варианты их решения с помощью анкерных систем // Экология и промышленность России. 2019. № 2. С. 10-14.

7. Еналдиева М.А. Охрана оползневых участков противооползневыми сооружениями – проволочными анкерами с коническими и поворотными наконечниками /диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / ФГОУВПО «Кубанский государственный аграрный университете», Краснодар, 2016. 178с.

8. Ламердонов З.Г. Совершенствование шпалерных систем в интенсивном горном садоводстве и виноградарстве // Техника и оборудование для села. 2017. № 9. С. 26-30.

9. 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.

10. 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 .

11. Пат. 2543251 РФ, МПК E02D 5/80. Способ установки проволочных анкеров / 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.

12. Пат. 2541964 РФ, МПК E02D 5/80. Устройство для установки проволочных анкеров 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.

13. Пат. 2579034 РФ, МПК E02D5/80. Способ установки проволочных анкеров на большую глубину / З.Г. Ламердонов; заявл. 16.03.2015; опубл. 27.03.2016. Бюл.№ 9.

14. 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.

15. Пат. 2579032 РФ, МПК E02D17/20. Способ закрепления откосных креплений дамб / З.Г. Ламердонов; заявл. 11.02.2015; опубл. 27.03.2016. Бюл. №9.

16. 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.

17. Пат. 2581172 РФ, МПК E02D17/20. Способ установки столбов / З.Г. Ламердонов; заявл. 13.02.2015; опубл. 20.04.2016. Бюл.№11.

18. 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.

19. Пат. 188078 РФ E02D5/80. Комбинированный анкер З.Г. Ламердонов, И.А.Хамукова; заявл.10.12.2018; опубл. 28.01.2019. Бюл.№10

References

1. Khashirova, T.YU. Okhrana gornykh i predgornykh landshaftov upravleniyem tverdogo stoka. Nal'chik: Poligrafservis i T, 2007. 220 s.
2. Khashirova, T. YU. Zashchitnyye sooruzheniya dlya predotvrashcheniya chrezvychnykh situatsiy na rekakh Severnogo Kavkaza // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2006. № 12. S. 16-18.
3. Lamerdonov, Z. G. Innovatsionnyye tekhnologii zashchity beregov rek. Nal'chik: Poligrafservis i T, 2012. – 236 s.
4. Gupta H. K. Solid Earth Geophysics: encyclopedia. Switzerland : Springer, 2011. 1578 s.
5. Read J., Stacey P. Guidelines for open pit slope design. Australia : CSIRO, 2009. 496 s.
6. Lamerdonov Z.G., Khashirova T.YU., Lamerdonov K.Z. Ekologicheskiye problemy gornykh territoriy i nekotoryye varianty ikh resheniya s pomoshch'yu ankernykh sistem // Ekologiya i promyshlennost' Rossii. 2019. № 2. S. 10-14.
7. Yenaldiyeva M.A. Okhrana opolznevnykh uchastkov protivopolznevnyimi sooruzheniyami – provolochnymi ankerami s konicheskimi i povorotnymi nakonechnikami /dissertatsiya na soiskaniye uchenoy stepeni kandidata tekhnicheskikh nauk/ FGOUVPO «Kubanskiy gosudarstvennyy agrarnyy universitete», Krasnodar, 2016. 178s.
8. Lamerdonov Z.G. Sovershenstvovaniye shpalernykh sistem v intensivnom gornom sadovodstve i vinogradarstve // Tekhnika i oborudovaniye dlya sela. 2017. №9. S. 26-30.
9. Pat. 2486316 RF, MPK Ye02D 17/20. Ustroystvo dlya ankerovki protivopolznevnykh sooruzheniy / Z.G. Lamerdonov, M.A. Yenaldiyeva; zayavl. 04.05.2011; opubl. 27.06.2013. Byul. № 31.
10. Pat. 2486317 RF, MPK Ye02D 17/20. Provolochnyy anker s konicheskim nakonechnikom / Z.G. Lamerdonov, M.A. Yenaldiyeva; zayavl. 04.05.2011; opubl. 27.06.2013. Byul. №18 .
11. Pat. 2543251 RF, MPK E02D 5/80. Sposob ustanovki provolochnykh ankerov / T.YU. Khashirova, L.K. Kil'chukova, Z.V. Apanasova, M.A. Yenaldiyeva, Z.G. Lamerdonov; zayavl. 31.10.2013; opubl. 27.02.2015. Byul. № 6.
12. Pat. 2541964 RF, MPK E02D 5/80. Ustroystvo dlya ustanovki provolochnykh ankerov na sklonakh i ovragakh / T.YU. Khashirova, Z.V. Apanasova, L.K. Kil'chukova, M.A. Yenaldiyeva, Z.G. Lamerdonov; zayavl. 29.10.2013; opubl. 20.02.2015. Byul. №5.
13. 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.
14. Pat. 2318096 RF, MPK E02D 17/20. Sposob vozvedeniya protivooerozionnoy zashchity sklonov / T.YU. Khashirova; zayavl. 16.05.2006; opubl. 27.02.2008. Byul. №6.

15. Pat. 2579032 RF, MPK E02D17/20. Sposob zakrepleniya otkosnykh krepleny damb / Z.G. Lamerdonov; zayavl. 11.02.2015; opubl. 27.03.2016. Byul. №9.
16. 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.
17. Pat. 2581172 RF, MPK E02D17/20. Sposob ustanovki stolbov / Z.G. Lamerdonov; zayavl. 13.02.2015; opubl. 20.04.2016. Byul.№11.
18. 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.
19. Pat. 188078 RF E02D5/80. Kombinirovanny anker Z.G. Lamerdonov, I.A.Khamukova; zayavl.10.12.2018; opubl. 28.01.2019. Byul.№10