

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ОСНОВАНИЙ КАРЬЕРНЫХ ДОРОГ В СУРОВЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

В.М. Герасимов¹, Е.И. Нижегородцев¹

¹ Забайкальский государственный университет, Чита, Россия, e-mail: dj_world@mail.ru

Аннотация: На горных предприятиях Дальнего Востока продолжается процесс освоения угольных, золотоносных, урановых, медных, флюоритовых, свинцовых, цинковых месторождений преимущественно открытым способом. Транспортировка вскрышных пород, рудной массы на открытых карьерах производится крупными самосвалами грузоподъемностью от 30 до 450 т. Карьерные дороги, уложенные на уступах склонов карьеров, несут значительную нагрузку. Для обеспечения качественного состояния карьерных дорог используются георешетки, геосетки, геотекстиль в структуре основания. Расположение дренажных прослоек из геотекстиля по глубине основания дороги должно быть тщательно выверено, в противном случае в волокнистом слое за счет значительной осадки может произойти разрыв дренажного потока, что приведет к большому переувлажнению участка карьерной дороги с последующим ремонтом. Предложен метод расчета деформации волокнистого слоя и слоя грунта в глубине массива на основании законов теории упругости. Произведены расчеты вертикальных перемещений дренажного слоя при деформации щебеночного основания под действием давления колес самосвалов грузоподъемностью от 30 до 450 т в зависимости от глубины заложения дренажа. Получены графики изменения вертикального перемещения дренажного слоя в зависимости от глубины его заложения в основании карьерной дороги. Используя представленный графический материал, можно установить конкретную глубину заложения дренажного слоя в зависимости от грузоподъемности карьерных самосвалов.

Ключевые слова: горные предприятия, открытый способ, карьерные дороги, дренажные материалы, геотекстиль, глубина заложения.

Для цитирования: Герасимов В. М., Нижегородцев Е. И. Совершенствование структуры оснований карьерных дорог в суровых климатических условиях Дальнего Востока // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2023. – № 8. – С. 18–26. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_8_0_18.

Improvement of roadbed structure in open pit mines in severe climate of the Russian Far East

V.M. Gerasimov¹, E.I. Nizhegorodcev¹

¹ Transbaikal State University, Chita, Russia, e-mail: dj_world@mail.ru

Abstract: Mining industry of the Russian Far East continues developing coal, gold, uranium, copper, fluorite, lead and zinc deposits using mostly the method of open pit mining. Haulage

of overburden and minerals in open pits is performed by large dump trucks with capacity of 30 to 450 tons. Haul roads constructed on slopes bear a very high load. Quality maintenance of haul roads in open pits includes reinforcement of slopes and beds with geogrids and geofibers. Arrangement of drainage sheets made of geofiber in depth of roadbeds needs much care, otherwise the fiber layer can break because of sagging, which results in overwetting and unscheduled repair of a road section. This article proposes a method to calculate deformation of a fiber sheet and a soil layer in accordance with the laws of elasticity. A case-study of calculation of vertical displacements in a drainage sheet as a consequence of deformation of broken stone underlayer under wheel pressure of dump trucks with capacity from 30 to 450 tons versus the depth of the drainage sheet is presented. The curves of the vertical displacement versus depth of a drainage sheet in a roadbed are plotted. The plots help specify the drainage sheet depth as function of load-carrying capacity of dump trucks in open pit mines.

Key words: mines, open pit mining method, pit roads, drainage materials, geofiber, drain depth.

For citation: Gerasimov V. M., Nizhegorodcev E. I. Improvement of roadbed structure in open pit mines in severe climate of the Russian Far East. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2023;(8):18-26. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236_1493_2023_8_0_18.

Введение

Освоение месторождений полезных ископаемых восточных регионов России продолжается высокими темпами. Совершенствуются технологии на известных эксплуатируемых месторождениях углей, железа, меди, золота, редкоземельных элементов. Открываются новые месторождения полезных ископаемых с высокими запасами, разрабатываемые открытым способом.

Карьеры для добычи ценных компонентов открытым способом имеют большие размеры, например, Нерюнгринский угольный разрез в Южной Якутии имеет глубину 320 м и площадь 16 км².

Транспортировка вскрышных пород, рудной массы на таких карьерах производится крупными самосвалами грузоподъемностью от 30 до 450 т (БелАЗ, Caterpillar, Komatsu) [1].

Карьерные дороги, уложенные на уступах склонов карьеров, имеют значительную протяженность и выполнены из местных природных строительных материалов. Круглосуточное движение карьерных самосвалов по дорогам ря-

да разрезов месторождений Дальнего Востока — Нерюнгринского, Эльчинского, Быстринского, Апсатского, Харанорского, Удоканского, Татауровского и других — происходит в резко континентальных метеорологических условиях: температура от $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, высокий уровень осадков, вечная мерзлота.

Условия работы карьеров требуют тщательного подхода к устройству оснований дорог, нагруженных весом самосвалов и перевозимых горных пород. В настоящее время для повышения качества состояния карьерных дорог используются геосинтетические материалы: геотекстиль, георешетки, геосетки, которые обеспечивают дренирование и армирование оснований [2–9].

Включение геосинтетических материалов в структуру основания карьерных дорог решает следующие проблемы: уменьшается высота слоя горных пород; снижается деформируемость; повышается жесткость основания; сохраняется послойная укладка разных природных материалов: щебня, гравия, песка, глины; обеспечивается быстрый дренаж природ-

ных осадков и грунтовых вод из основания, увеличиваются периоды между ремонтами дорог, снижаются эксплуатационные и строительные расходы [5]. Армирование оснований карьерных дорог в большей степени обеспечивают георешетки и геосетки, геотекстиль предназначен для быстрого дренажа проникающих в основание осадков и подземных вод.

В процессе движения карьерных самосвалов на основание дорог передается через колеса высокое давление, которое может вызвать локальную значительную деформацию геотекстильного дренажного слоя, что приведет к разрыву потока дренажных вод и их накоплению в массиве грунта; это будет способствовать резкому ухудшению состояния карьерной дороги.

Поэтому целью исследования является определение предельной минимальной глубины заложения дренажного слоя для сохранения хорошего эксплуатационного состояния карьерных дорог.

Методы

Проектирование оснований карьерных дорог из щебеночных и грунтовых материалов производится по упрощенной схеме — за основу расчета принимается давление круглого отпечатка шин определенного диаметра [5]. Карьерные самосвалы марки «БелАЗ» имеют ширину шин от 0,5 м (БелАЗ 7540, 30 т) до 1,5 м (БелАЗ 7560, 360 т).

Давление колеса самосвала на дорожное покрытие зависит от нагрузки на ось, внутреннего воздушного давления в шинах и площади отпечатка. Для упрощения расчета при проектировании карьерных дорожных одежд принимают давление колеса на покрытие равным давлению в шинах $0,6 \text{ МПа} = 0,06 \text{ кН/см}^2$ [10].

Основой формирования дорожной одежды в карьерах являются скальные коренные породы, на которые послойно

укладываются местные рудные и нерудные строительные материалы: щебень, гравий, песок, глина, галька. Высокая плотность дорожного основания достигается путем укатки дорожными машинами.

Теоретические и экспериментальные исследования напряженно-деформированного состояния дорожных одежд сводятся к определению распространения напряжений и деформаций в грунтовом массиве [11].

Одним из основных методов расчета напряжений и деформаций в грунтовом массиве является способ послойного суммирования упруго деформируемого полупространства под действием равномерно распределенной нагрузки [11]. Вертикальные напряжения на глубине z от давления колеса без учета веса грунта определяются по формуле

$$\sigma_z = \alpha q, \quad (1)$$

где q — интенсивность давления колеса на полупространство, МПа; α — коэффициент, принимаемый по таблице в зависимости от соотношения $2z/D$; D — диаметр пятна контакта колеса с грунтом, м.

Осадка грунта в месте контакта W определяется послойным суммированием перемещений на основании СП 22.13330.2016 «Свод правил. Основания зданий и сооружений»:

$$W = 0,8 \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{z,i} \cdot h_i}{E_i}, \quad (2)$$

где h_i — высота i -го слоя грунта, м; $\sigma_{z,i}$ — вертикальное напряжение от внешней нагрузки в i -м слое, приходящейся на центр пятна контакта, МПа; E_i — модуль упругости i -го слоя грунта, МПа.

С увеличением глубины грунта α в формуле (1) уменьшается, также уменьшается и деформация глубинных слоев. Предлагаемый метод расчета дает результаты, близко совпадающие с данными экспериментов при

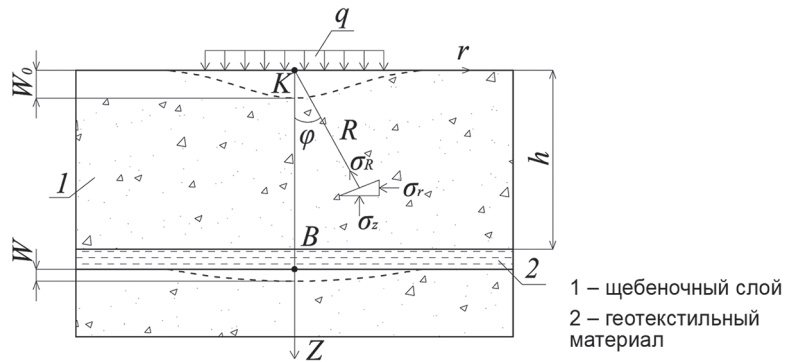


Рис. 1. Схема давления колеса самосвала на основание карьерной дороги
Fig. 1. Scheme of dump truck wheel pressure on the base of a quarry road

значительных глубинах грунта — более 2 м. В расчетах дорожной одежды при небольших высотах слоев погрешность резко увеличивается. По формуле (2) невозможно определить степень деформации грунта на глубине z .

Метод теории упругости при проведении исследований напряженно-деформированного полупространства в цилиндрических координатах от действия распределенной нагрузки от колеса самосвала позволяет определить как напряжения, так и перемещения в точках на глубине z [12].

Рассмотрим давление от шины в виде круглого отпечатка на полупространство карьерной дороги (рис. 1). Максимальная осадка основания дороги под

шиной W_0 при упругом деформировании щебеночного массива [12]

$$W_0 = \frac{q \cdot R \cdot (1 - \mu^2)}{E}, \quad (3)$$

где R — радиус пятна контакта, м; μ — коэффициент Пуассона грунта; E — модуль упругости грунта, МПа.

Перемещение в точке K массива грунта определяется по формуле [12]

$$W = \frac{q \cdot R^2}{2 \cdot E} \left[\frac{(1 + \mu) \cdot z^2}{(r^2 + z^2)^{3/2}} + 2 \cdot (1 - \mu^2) \frac{1}{(r^2 + z^2)^{1/2}} \right] \quad (4)$$

где r, z — координаты точки K .

Значения вертикальных перемещений геотекстиля при разных глубинах заложения Values of vertical displacements of geotextiles at different depths of laying

Марка самосвала БелАЗ	Ширина шин, мм	Вертикальные перемещения геотекстиля W_B , мм при глубине заложения h , м									
		0,1	0,175	0,25	0,325	0,4	0,475	0,55	0,625	0,7	
7540 (30 т)	498	4,5	2,6	1,8	1,4	1,1	0,9	0,8	0,7	0,6	
7555 (55 т)	653	7,8	4,5	3,1	2,4	2,0	1,7	1,4	1,3	1,1	
7557 (90 т)	765	11,0	6,3	5,2	3,4	2,7	2,3	2,0	1,8	1,6	
7513 (130 т)	955	16,6	9,4	6,6	5,1	4,1	3,5	3,0	2,7	2,4	
7518 (180 т)	980	18,0	10,7	7,2	5,8	4,7	3,9	3,4	3,0	2,7	
7531 (240 т)	1190	25,9	14,8	10,4	7,9	6,5	5,5	4,7	4,2	3,7	
7560 (360 т)	1503	40,6	23,2	16,2	12,5	10,1	8,5	7,4	6,5	5,8	

Перемещение точки B дренажного слоя из геотекстильного материала находится при значении из формулы (4):

$$W_B = \frac{q \cdot R^2}{2 \cdot E \cdot h} [3 + \mu - 2 \cdot \mu], \quad (5)$$

Результаты расчетов вертикальных перемещений дренажного слоя W_B под действием давления колеса интенсивностью $q = 0,6$ МПа при деформации щебеночного основания карьерной дороги с модулем упругости $E = 130$ МПа и коэффициентом Пуассона $\mu = 0,27$ на разной глубине заложения волокнистого слоя для самосвалов различной грузоподъемности представлены в таблице.

Геотекстильные материалы обладают хорошими армирующими способностями. В процессе вертикального давления на дренажный волокнистый слой объемной плотностью включаются продольные растягивающие напряжения, снижающие величины осадок на 30÷60% в зависимости от относительной деформации волокнистой среды [8, 13, 14].

Экспериментальные исследования сжатия волокнистого полимерного материала позволили определить относительную деформацию по приближенной формуле [13]

$$\varepsilon = \left(\frac{q}{0,15 \cdot k \cdot \rho_0 \cdot t_0 \cdot g} \right)^{1/n}, \quad (6)$$

где ρ_0 — начальная объемная плотность геотекстиля, кг/м³; k — поправочный коэффициент, зависящий от ρ_0 ; t_0 — начальная высота слоя материала, м; g — ускорение свободного падения, м/с²; n — показатель нелинейности, $n = 2,5$.

В расчетах относительной деформации волокнистого материала по формуле (6) поверхностная нагрузка принимается $q = 0,6$ МПа, одновременно учитывается снижение давления на глубине согласно формуле (1) и увеличение за счет веса щебеночного слоя высотой h .

Поправочный коэффициент принимается $k = 2$ при $\rho_0 = 130$ кг/м³, $k = 2,5$ при $\rho_0 = 150$ кг/м³ [13].

При начальной высоте волокнистого материала $t_0 = 0,02$ м относительная деформация, вычисленная по формуле (6), составляет 34%. Следовательно, в грунтовом массиве высота геотекстильного слоя определится по формуле

$$t = t_0 \cdot (1 - \varepsilon). \quad (7)$$

Для исключения разрыва дренажного потока в геотекстильном материале следует установить предельное мини-

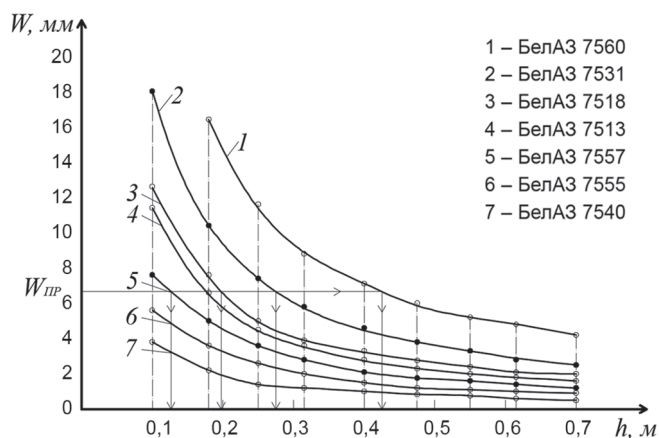


Рис. 2. Графики зависимости вертикальных перемещений геотекстильного материала от глубины заложения

Fig. 2. Graphs of dependence of vertical displacements of geotextile material on the depth of laying

мальное значение вертикального перемещения волокнистого слоя; обычно оно составляет не более половины высоты деформированного материала. В нашем случае $t = 6,6$ мм.

Принимая во внимание армирующие способности волокнистого материала, снижающие осадку на 30%, строим графики зависимости вертикальных перемещений W от грузоподъемности карьерных самосвалов и разных глубин заложения дренажного слоя h (рис. 2). Графики представляют собой кривые для каждого типа самосвала марки «БелАЗ».

С помощью представленных графиков можно определить проектируемую глубину заложения дренажного слоя h при определенной начальной высоте t_0 . Например, при $t_0 = 0,02$ м вертикальное перемещение составляет $W_{пр} = 6,6$ мм. Горизонтальная линия на графиках (см. рис. 2) с ординатой $W_{пр}$ в точках пересечения дает значения минимальной глубины заложения h для самосвалов разной грузоподъемности (для самосвалов Белаз-7531 составляет $h = 0,28$ м).

В случае использования геотекстильных материалов с разной высотой дренажного слоя следует рассчитать по формулам (6) и (7) предельное минимальное значение $W_{пр}$, для которого по графикам (см. рис. 2) найти глубину заложения h .

Заключение

Опыт применения в карьерных дорогах георешеток, заложённых щебнем, показывает повышение жесткости оснований на 50÷80 %, что способствует снижению затрат из-за уменьшения объема строительных материалов [10]. Использование георешеток и геосеток не снимает требований обязательно-го заложения дренажного геотекстильного слоя в основания карьерных дорог [15 – 20].

Анализ работы открытых карьеров Дальнего Востока показывает, что в качестве самосвалов используются машины грузоподъемностью от 90 до 240 т. На Нерюнгринском и Эльчинском угольных разрезах работают самосвалы грузоподъемностью 220 и 240 т, на Быстринском ГОКе – самосвалы 90 и 180 т, на Харанорском угольном карьере – самосвалы грузоподъемностью 220 т. Глубина заложения дренажного слоя геотекстиля в основаниях карьерных дорог этих предприятий должна быть не менее 0,25 м, что снизит затраты на ремонт переувлажненных участков дорог.

Внесение изменений в структуру оснований карьерных дорог с использованием слоев других природных материалов учитывается изменением модуля упругости в формуле (5) с последующим перерасчетом глубины заложения дренажного слоя.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Журавлев А. Г. Вопросы оптимизации параметров транспортных систем карьеров // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 3-1. – С. 583 – 601. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-31-0-583-601.
2. Герасимов В. М., Нижегородцев Е. И. Повышение герметичности основания штабеля кучного выщелачивания // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2021. – № 2. – С. 120 – 126. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-2-0-120-126.
3. Герасимов В. М., Свалова К. В., Нижегородцев Е. И. Высокоэффективная очистка оборотных вод золотодобывающих предприятий с помощью волокнистых полимерных материалов // Горный журнал. – 2019. – № 12. – С. 94 – 97. DOI: 10.17580/gzh.2019.12.20.
4. Vinay K., Saride S. Evaluation of interface bond strength of geosynthetic reinforced pavement layers / Conference: Geosynthetics Asia. New Delhi, 2016, pp. 8 – 11.

5. *Correia N. S., Zornberg J. G.* Mechanical response of flexible pavements enhanced with geogrid-reinforced asphalt overlays // *Geosynthetics International*. 2016, vol. 23, no. 3, pp. 183–193. DOI: 10.1680/jgein.15.00041.

6. *Scotland I., Dixon N., Frost M., Fowmes G., Horgan G.* Modeling deformation during the construction of wrapped geogrid – reinforced structures // *Geosynthetics International*. 2016, vol. 23, no. 3, pp. 219–232. DOI: 10.1680/jgein.15.00049.

7. *Liu F.-Y., Wang P., Geng X., Wang J., Lin X.* Cyclic and post-cyclic behavior from sand-geogrid interface large-scale direct shear tests // *Geosynthetics International*. 2016, vol. 23, no. 2, pp. 129–139. DOI: 10.1680/jgein.15.00037.

8. *Gonzalez-Torre I., Galzalez-Perez M. A., Vega-Zamanillo A., Castro-Fresno D.* Damage evaluation during installation of geosynthetics used in asphalt pavements // *Geosynthetics International*. 2014, vol. 21, no. 6, pp. 377–386. DOI: 10.1680/gein.14.00025.

9. *Aleksandrov A. S., Kalinin A. L., Tsyguleva M. V.* Distribution capacity of sandy soils reinforced with geosynthetics // *Magazine of Civil Engineering*. 2016, no. 6(66), pp. 35–48. DOI: 10.5862/MCE.66.4.

10. *Гунин С. О., Попович А. К.* Рекомендации по расчету нежестких одежд забойных автомобильных дорог. – СПб.: ООО НТЦ «Геотехнология», 2007. – С. 1–17.

11. *Бадалаха И. К.* Напряженно-деформированное состояние упругого полупространства от погонной линейной нагрузки, действующей на ограниченном и неограниченном протяжении его поверхности // *Наука и прогресс транспорта. Вестник Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта*. – 2009. – № 26. – С. 98–102.

12. *Тимошенко С. П., Гудьер Дж.* Теория упругости. – М.: Наука, 1975. – 576 с.

13. *Герасимов В. М.* Волокнистые полимерные материалы в геотехнологии. – Чита: ЧитГУ, 2010. – 207 с.

14. *Edincliter A., Ozer A. T.* Effects of EPS bead inclusions on stress – strain behavior of sand // *Geosynthetics International*. 2014, vol. 21, no. 2, pp. 89–102. DOI: 10.1680/gein.14.00001.

15. *Матвеев С. А., Мартынов С. А., Литвинов Н. Н.* Влияние армирования на величину упругого прогиба дискретного основания дорожной одежды // *Вестник СибАДИ*. – 2017. – № 6(58). – С. 98–105. DOI: 10.26518/2071-7296-2017-6(58)-98-106.

16. *Матвеев С. А.* Армированные дорожные конструкции: моделирование и расчет. – Новосибирск: Наука, 2006. – 348 с.

17. *Максимов Д. А.* О недостаточности существующих методов повышения фильтрационной устойчивости насыпных гидротехнических сооружений горного профиля // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. – 2018. – № 7. – С. 33–39. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-7-0-33-39.

18. *Федотов Г. С., Пастихин Д. В.* Влияние положения трассы вскрывающих выработок на объем горной массы в конечном контуре карьера // *Горный информационно-аналитический бюллетень*. – 2019. – № 6. – С. 115–123. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-06-0-115-123.

19. *Nizhegorodtsev E. I., Gerasimov V. M., Svalova K. V.* Layer drainage of fibrous materials in the composition of the ground dams // *Magazine of Civil Engineering*. 2022, no. 2(110), article 11001. DOI: 10.34910/MCE.110.1

20. *Ze Zhao Ding, Aijaz Ahmed Babar, Chao Wang, Peng Zhang, Xianfeng Wang, Jianyong Yu, Bin Ding* Spunbonded needle-punched nonwoven geotextiles for filtration and drainage applications: Manufacturing and structural design // *Composites Communications*. 2020, vol. 21, no. 5, article 100481. DOI: 10.1016/j.coco.2020.100481. **PIAB**

REFERENCES

1. *Zhuravlev A. G.* The issues of optimization parameters of quarry transport systems. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020, no. 3-1, pp. 583–601. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-31-0-583-601.

2. Gerasimov V. M., Nizhegorodcev E. I. Improvement of heap leaching pile bottom impermeability. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2021, no. 2, pp. 120–126. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2021-2-0-120-126.
3. Gerasimov V. M., Svalova K. V., Nizhegorodcev E. I. High-efficient treatment of circulation water in gold mines using fibrous polymeric materials. *Gornyi Zhurnal.* 2019, no. 12, pp. 94–97. [In Russ]. DOI: 10.17580/gzh.2019.12.20.
4. Vinay K., Saride S. Evaluation of interface bond strength of geosynthetic reinforced pavement layers. *Conference: Geosynthetics Asia.* New Delhi, 2016, pp. 8–11.
5. Correia N. S., Zornberg J. G. Mechanical response of flexible pavements enhanced with geogrid-reinforced asphalt overlays. *Geosynthetics International.* 2016, vol. 23, no. 3, pp. 183–193. DOI: 10.1680/jgein.15.00041.
6. Scotland I., Dixon N., Frost M., Fowmes G., Horgan G. Modeling deformation during the construction of wrapped geogrid – reinforced structures. *Geosynthetics International.* 2016, vol. 23, no. 3, pp. 219–232. DOI: 10.1680/jgein.15.00049.
7. Liu F.-Y., Wang P., Geng X., Wang J., Lin X. Cyclic and post-cyclic behavior from sandgeogrid interface large-scale direct shear tests. *Geosynthetics International.* 2016, vol. 23, no. 2, pp. 129–139. DOI: 10.1680/jgein.15.00037.
8. Gonzalez-Torre I., Galzada-Perez M. A., Vega-Zamanillo A., Castro-Fresno D. Damage evaluation during installation of geosynthetics used in asphalt pavements. *Geosynthetics International.* 2014, vol. 21, no. 6, pp. 377–386. DOI: 10.1680/gein.14.00025.
9. Aleksandrov A. S., Kalinin A. L., Tsyguleva M. V. Distribution capacity of sandy soils reinforced with geosynthetics. *Magazine of Civil Engineering.* 2016, no. 6(66), pp. 35–48. DOI: 10.5862/MCE.66.4.
10. Gunin S. O., Popovich A. K. *Rekomendatsii po raschetu nezhestkikh odezhd zaboynykh avtomobil'nykh dorog* [Recommendations for the calculation of non-rigid clothes of downhole roads], Saint-Petersburg, OOO NTTS «Geotekhnologiya», 2007, pp. 1–17.
11. Badalaha I. K. Stress-strain state of an elastic half-space from a linear linear load acting on a limited and unlimited extent of its surface. *Science and transport progress. Bulletin of Dnipropetrovsk National University of Railway Transport.* 2009, no. 26, pp. 98–102. [In Russ].
12. Timoshenko S. P., Goodyear J. *Teoriya uprugosti* [Theory of elasticity], Moscow, Nauka, 1975, 576 p.
13. Gerasimov V. M. *Voloknistye polimernye materialy v geotekhnologii* [Fibrous polymeric materials in geotechnology], Chita, ChitGU, 2010, 207 p.
14. Edincliter A., Ozer A. T. Effects of EPS bead inclusions on stress – strain behavior of sand. *Geosynthetics International.* 2014, vol. 21, no. 2, pp. 89–102. DOI: 10.1680/gein.14.00001.
15. Matveev S. A., Martynov S. A., Litvinov N. N. The influence of the reinforcing process on the discrete basis of pavement deflection. *The Russian Automobile and Highway Industry Journal.* 2017, no. 6(58), pp. 98–105. [In Russ]. DOI: 10.26518/2071-7296-2017-6(58)-98-106.
16. Matveev S. A. *Armirovannye dorozhnye konstruksii: modelirovanie i raschet* [Reinforced road structures: modeling and calculation], Novosibirsk, Nauka, 2006, 348 p.
17. Maksimov D. A. Deficiency of current methods for improvement of filtration stability of rock-fill waterworks in mining. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2018, no. 7, pp. 33–39. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2018-7-0-33-39.
18. Fedotov G. S., Pastikhin D. V. Influence of access road pattern on mine rock volume within the ultimate pit limit. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2019, no. 6, pp. 115–123. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2019-06-0-115-123.
19. Nizhegorodtsev E. I., Gerasimov V. M., Svalova K. V. Layer drainage of fibrous materials in the composition of the ground dams. *Magazine of Civil Engineering.* 2022, no. 2(110), article 11001. DOI: 10.34910/MCE.110.1

20. Zezhao Ding, Aijaz Ahmed Babar, Chao Wang, Peng Zhang, Xianfeng Wang, Jianyong Yu, Bin Ding Spunbonded needle-punched nonwoven geotextiles for filtration and drainage applications: Manufacturing and structural design. *Composites Communications*. 2020, vol. 21, no. 5, article 100481. DOI: 10.1016/j.coco.2020.100481.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Герасимов Виктор Михайлович¹ — д-р техн. наук,
профессор, зав. кафедрой,
e-mail: kafsmim@zabgu.ru,

ORCID ID: 0000-0002-6448-0141,

Нижегородцев Евгений Иванович¹ — канд. техн. наук,
доцент, e-mail: dj_world@mail.ru,

ORCID ID: 0000-0001-9910-4587,

¹ Забайкальский государственный университет.

Для контактов: Нижегородцев Е.И., e-mail: dj_world@mail.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

V.M. Gerasimov¹, Dr. Sci. (Eng.), Professor,

Head of Chair, e-mail: kafsmim@zabgu.ru,

ORCID ID: 0000-0002-6448-0141,

E.I. Nizhegorodcev¹, Cand. Sci. (Eng.),

Assistant Professor, e-mail: dj_world@mail.ru,

ORCID ID: 0000-0001-9910-4587,

¹ Transbaikal State University, 672039, Chita, Russia.

Corresponding author: E.I. Nizhegorodcev, e-mail: dj_world@mail.ru.

Получена редакцией 21.02.2022; получена после рецензии 10.04.2023; принята к печати 10.07.2023.

Received by the editors 21.02.2022; received after the review 10.04.2023; accepted for printing 10.07.2023.



НОВИНКИ ИЗДАТЕЛЬСТВА «ГОРНАЯ КНИГА»



Аренс В. Ж.

Основы творчества в науке

Год: 2023

Страниц: 48

ISBN: 978-5-98672-567-3

Настоящая работа — это некий аналитический срез-проект, который охватывает широкий круг знаний, необходимых молодым людям, ведущих исследования в самых различных областях науки. Пособие предназначено в помощь человеку, ищущему пути самостоятельного развития, чтобы он мог легче охватить все проблемы поиска новшеств. Читатель, пожелавший узнать нечто новое, может обратиться к обширной специальной литературе, которая ответит на все возникающие у него вопросы.