ГИАБ. Горный информационно-аналитический бюллетень /
MIAB. Mining Informational and Analytical Bulletin, 2020;(9):55-64
ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ / ORIGINAL PAPER

УДК 622.12 DOI: 10.25018/0236-1493-2020-9-0-55-64

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ НАСЫПЕЙ В ЛЕЖАЧЕМ БОКУ ЗАЛЕЖИ

С.П. Бахаева[1], Е.В. Ананенко[2]

[1] Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, Кемерово, Россия, e-mail: bsp.mdg@kuzstu.ru
[2] Сибирский филиал АО «ВНИМИ», Прокопьевск, Россия

Аннотация: Для сокращения дальности транспортировки и уменьшения затрат на перевозку горной массы при однобортовой системе разработки актуально формирование насыпей вскрышных пород под технологические автодороги на нерабочем борту карьера. Вместе с тем, сочетание ряда негативных факторов, характерных для лежачего бока пласта, способствует возникновению глубинных оползней слоистых пород залежи, влияющих на устойчивость насыпи и параметры транспортных берм. При расчете параметров устойчивой насыпи предложено воспользоваться реально произошедшим оползнем. Из решения системы уравнений, отражающих условие равновесия насыпи до и после оползня, устанавливают коэффициент трения по контакту. По характеристикам сопротивления сдвигу рассчитывают допустимую по условию устойчивости высоту насыпи с учетом дополнительной нагрузки от веса автосамосвала с грузом. Если допустимая по условию устойчивости ширина автодороги не соответствует требованиям СП 37.13330.2012 для габаритов используемого автотранспорта, то автодорогу формируют за счет частичной подрезки подстилающих пород почвы пласта. Установлено, что при углах наклона основания меньше 14°, устойчивость насыпи под автодорогу обычно обеспечивается. При более крутых углах наклона происходят различные по масштабу деформации насыпи. Горно-геометрическая модель в виде системы изолиний топофункции угла падения почвы пласта используется для оперативного трассирования оси технологических автодорог в зонах минимальных углов наклона основания насыпи. Затем по рассчитанным параметрам отстраиваются автодороги для реальных инженерно-геологических условий. Рассмотрены мероприятия по снижению факторов риска оползней при формировании транспортных берм в лежачем боку пласта.

Ключевые слова: нерабочий борт, деформации насыпи, высота подрезки, «полунасыпь-полувыемка», районирование почвы пласта, метод обратных расчетов, технологические автодороги.

Для цитирования: *Бахаева С.П., Ананенко Е.В.* Исследование условий формирования насыпей в лежачем боку залежи // Горный информационно-аналитический бюллетень. – 2020. – № 9. – С. 55–64. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-9-0-55-64.

Conditions of dry-placed filling in footwall

S.P. Bakhaeva[1], E.V. Ananenko[2]

[1] T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Kemerovo, Russia, e-mail: bsp.mdg@kuzstu.ru
[2] Siberian branch of VNIMI JSC (Research Institute of Mining Geo-mechanics and Mine Surveying), Prokopyevsk, Russia

© С.П. Бахаева, Е.В. Ананенко. 2020.

Abstract: Aiming to reduce overburden haulage distance and cost in mining on one side of an open pit mine, it is expedient to place overburden fill on spoil banks for process road construction. At the same time, the combination of adverse factors, typical of footwall rocks, promotes initiation of deep-level earth slides in stratified deposits, which affect stability of the fill and parameters of the haulage berms. It is proposed to carry out a stable fill design using the data on a true-life earth slide. The coefficients of contact friction are found from the system of equations on equilibrium in the fill before and after earth slide. Using the characteristics of slip resistance and the stability criterion, the permissible fill height is calculated with regard to additional weight from a loaded dump truck. Given the permissible road width by the stability criterion disagrees with the standards of Construction Code SP 37.13330.2012 for a dump truck of given size, the road is constructed by means of partial undercutting of underlying rocks in the seam floor. It is found that at an angle of the fill base less than 14°, the fill body of roads is usually stable. At steeper angles, the fill body undergoes various-size deformations. The mining and geometrical model in the form of contour lines of topographic functions of seam floor dip angles is used for real-time routing of process road axis in the zones of minimum inclinations of the fill base. Then, with the calculated parameters, roads are constructed for actual geotechnical conditions. The earth slide risk reduction procedures for haulage berms in footwall rocks are discussed.

Key words: spoil bank, fill deformation, undercut height, half-fill–half-excavation, seam floor zoning, work-back calculation method, process motor roads.

For citation: Bakhaeva S. P., Ananenko E. V. Conditions of dry-placed filling in footwall. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2020;(9):55-64. [In Russ]. DOI: 10.25018/0236-1493-2020-9-0-55-64.

Введение

При однобортовой системе разработки пластовых месторождений полезных ископаемых часто возникают деформации нерабочего борта, связанные с влиянием как природных, так и техногенных факторов.

Среди негативных природных факторов для лежачего бока пласта характерно залегание в почве слоев слабых пород, а также наличие напорных вод в слоистых породах лежачего бока.

Отрицательное влияние техногенных факторов связано с расположением внешних отвалов вскрышных пород в прибортовой зоне над выходами пластов под наносы [1]. Атмосферные осадки аккумулируются в отвале, после насыщения водой пород отвального массива на контакте наносов с выходами пластов происходит разгрузка воды по наслоению пород в массив борта. Это ведет к постепенному снижению прочностных характеристик контактов пород почвы пласта [2]. Вторым не менее значимым фактором нарушения устойчивости нерабочего борта является несоответствие фактической высоты заоткоски по наслоению ($h_ф$) рекомендуемой ($h_у$) по условию устойчивости.

Наиболее распространенными видами деформаций лежачего бока залежи являются контактный, покровный и глубинный оползни [3].

Покровный оползень продуктов выветривания происходит при их сильном увлажнении, при полном водонасыщении выветрелых пород такой оползень переходит в оплывину.

Отличительным признаком глубинных оползней слоистых пород лежачего бока является поверхность скольжения, которая проходит по наслоению пород и только в нижней части пересекает

слои. В призабойном пространстве наблюдается поднятие пород.

При существующих сложностях отработки пластов лежачего бока зачастую для сокращения дальности транспортировки и уменьшения затрат на перевозку горной массы возникает необходимость формирования насыпи для внутренних межплощадочных дорог на нерабочем борту карьера. Экономически выгодно в этом случае расположить дорогу на насыпи из скальных вскрышных пород, на почве извлеченного пласта.

Однако вследствие больших углов наклона подошвы угольного пласта, увлажнения основания, либо наличия слабых подстилающих пород почвы не удается обеспечить необходимую для проезда технологического транспорта ширину автодороги.

При достижении определенной высоты насыпь полностью либо частично оползает по поверхности откоса (рис. 1). Происходит это в том случае, когда угол наклона почвы пласта больше угла внутреннего трения контакта «основание-насыпь». Факт оползания пород является показателем несоответствия несущей способности основания весу отсыпанных пород. При этом зачастую для восстановления насыпи и обеспечения необходимой ширины автодороги завозят дополнительный объем вскрышных пород, что ведет к более масштабным последствиям оползня.

Расчет параметров насыпи и подрезки слоев для формирования автодороги

В том случае, если произошло оползание насыпи под автодорогу, наиболее надежные физико-механические характеристики сопротивления пород сдвигу позволяет получить метод обратных расчетов, основанный на решении системы уравнений:

$$\sum_1 T_i \geq f \sum_1 N_i + C \sum_1 l_i , \qquad (1)$$

где T_i и N_i — касательная и нормальная составляющие веса отдельного блока, Н; f — коэффициент трения; C — сцепление породы, Па; l_i — длина вероятной поверхности скольжения в пределах блока, м.

После оползания пород, когда силы сцепления по поверхности скольжения перестают действовать, равновесие обрушившихся масс наступает тогда, когда сдвигающие силы уравновешивают-

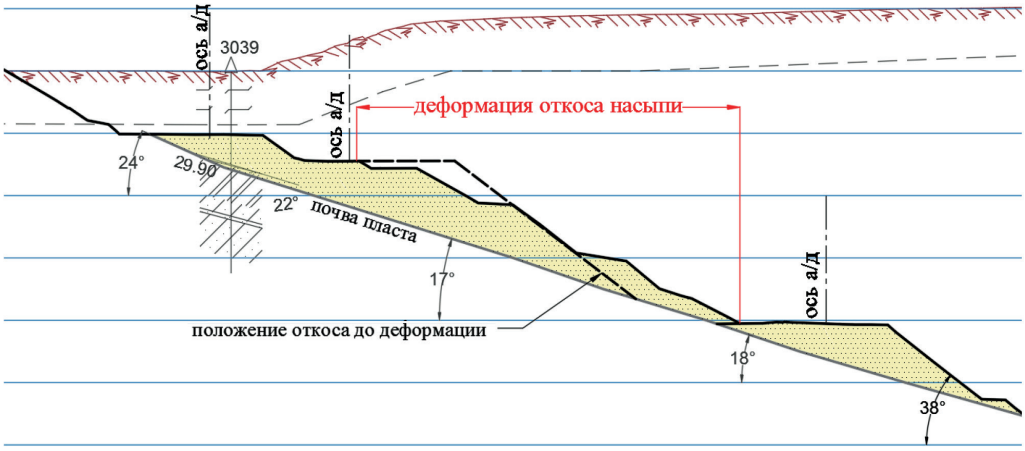

Рис. 1. Оползание насыпи по откосу
Fig. 1. Fill slope slip

ся только силами трения, т.е. выполняется уравнение

$$\sum_2 T_i \le f \sum_2 N_i \qquad (2)$$

Из совместного решения двух уравнений определяют коэффициент трения по контакту f (наиболее значимый показатель устойчивости насыпи).

По полученным обратным расчетом характеристикам сопротивления сдвигу пород основания выполняется расчет допустимой высоты насыпи с учетом дополнительной нагрузки на эту насыпь автосамосвала с грузом [4, 5].

Расчет высоты насыпи в этом случае выполняют аналогично нагруженному ярусу отвала [3], заменяя нагрузку от автосамосвала весом эквивалентного слоя породы ΔH:

$$\Delta H = \frac{P}{b \cdot \gamma} \qquad (3)$$

где P — вес автосамосвала с грузом, Н; γ — удельный вес пород, Н/м^3; b — площадь опорной базы автосамосвала, м^2.

Коэффициент запаса устойчивости насыпи с учетом дополнительной высоты — эквивалентного слоя породы — ΔH рассчитывается в плоской и объемной постановке задачи для ряда потенциальных поверхностей скольжения с использованием программных продуктов Slide2, RS2. Оптимальная высота принимается при коэффициенте запаса 1,1 по наиболее напряженной поверхности скольжения.

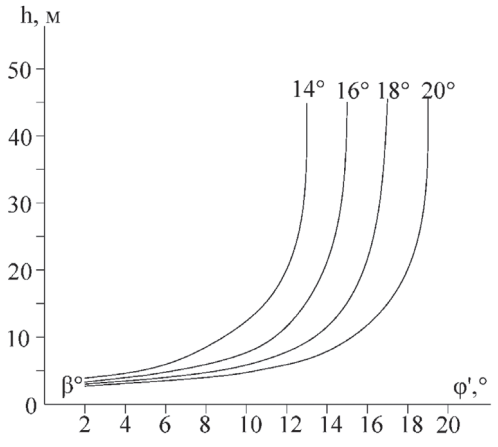

Рис. 2. Зависимость допустимой высоты подрезки слоев от угла внутреннего трения по контакту при углах наклона основания β

Fig. 2. Permissible undercutting height versus internal contact friction angle at different fill base angles β

Если допустимая по условию устойчивости ширина соответствующей категории автодороги не отвечает требованиям СП 37.13330.2012 для габаритов используемого автотранспорта, автодорогу формируют по схеме «полунасыпь-полувыемка» (рис. 4). В этом случае необходимая ширина автодороги обеспечивается за счет частичной подрезки подстилающих пород почвы — нарезки транспортных берм по лежачему боку пласта [6, 7].

Здесь необходимо оговориться, что нарезка транспортных берм допустима только в крепких породах почвы пласта большой мощности, например, в песчаниках. Ограничивающим условием при этом является допустимая высота подрезки пород, которая при углах наклона подошвы больше угла внутреннего трения по контакту слоев и определяется из выражения:

$$h = \frac{C'_n \cos \varphi'_n}{\rho \cos \beta \sin\left(\beta - \varphi'_n\right)}, \qquad (4)$$

где C'_n, φ'_n — расчетные значения соответственно сцепления (МПа) и угла внутреннего трения контакта насыпи с основанием, град.; ρ — удельный вес пород, Н/м^3; β — угол падения слоев, град.

Определяющим показателем высоты подрезки слоев (4), а также высоты устойчивой насыпи под автодорогу является угол внутреннего трения по контакту, при его изменении всего на 2° высота подрезки уменьшается на 5 м (рис. 2).

Если подрезаемый массив сложен слоями пород, имеющими различные прочностные характеристики контактов, для предотвращения сползания подре-

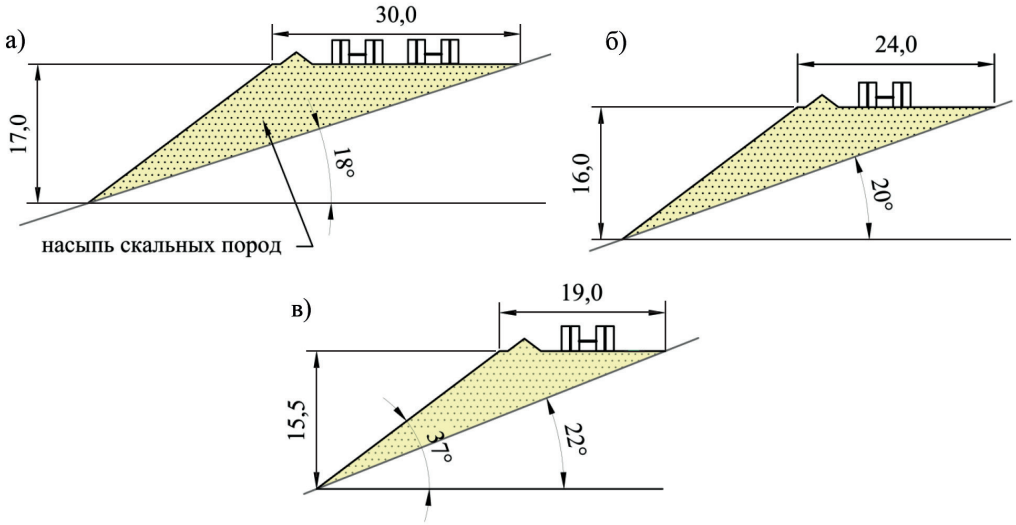

Рис. 3. Параметры насыпи для формирования автодороги на наклонном прочном основании
Fig. 3. Dry-placed fill parameters for road construction on strong inclined base

занных слоев подстилающей толщи пород высоту подрезки определяют по наиболее слабому из них.

Влияние угла наклона основания на параметры автодороги при формировании насыпи на прочном основании рассмотрим для реальных инженерно-геологических условий — участка открытых горных работ шахты Б.

Прочностные характеристики по контакту «насыпь — почва пласта»: сцепление 0,015 МПа; угол внутреннего трения 17°. Вес на 1 п.м протяженности уступа при движении вдоль откоса автосамосвала БелАЗ-75131 — 0,46 МПа (при рекомендуемом давлении для шины 36/90R51 0,60 МПа).

Расчетами установлено, что устойчивость насыпи для двухполосной автодороги (шириной до 30 м) обеспечивается при углах наклона основания до 18° (рис. 3, *а*), для однополосной — до 22° (рис. 3, *б*, *в*). Из приведенного примера видно, что при увеличении угла наклона основания на 4° высоту насыпи необходимо уменьшить на 1,5 м, что приведет к сокращению ширины автодороги с 30 до 19 м.

При формировании насыпи автодороги на контакте со слабыми породами для проезда автосамосвала с большей удельной нагрузкой влияние угла наклона основания еще более значимо, что можно продемонстрировать на примере разреза К.

Прочностные характеристики по контакту «насыпь — почва пласта»: сцепление 0,010 МПа; угол внутреннего трения 9°. Вес на 1 п.м протяженности уступа при движении вдоль откоса автосамосвала БелАЗ-7530 — 0,62 МПа (при рекомендуемом давлении для шины 46/90R57 0,72 МПа).

Устойчивость насыпи не обеспечивается при углах наклона основания от 16°. Полотно автодороги может быть выполнено только по схеме «полунасыпь-полувыемка», при этом большая часть полотна автодороги располагается в нарезной части транспортной бермы.

Двухполосную автодорогу общей шириной 32,5 м по насыпи до 15,5 м допустимо формировать при углах наклона основания меньше 16° (рис. 4, *а*). При угле наклона основания 18° возможно строительство однополосной автодороги

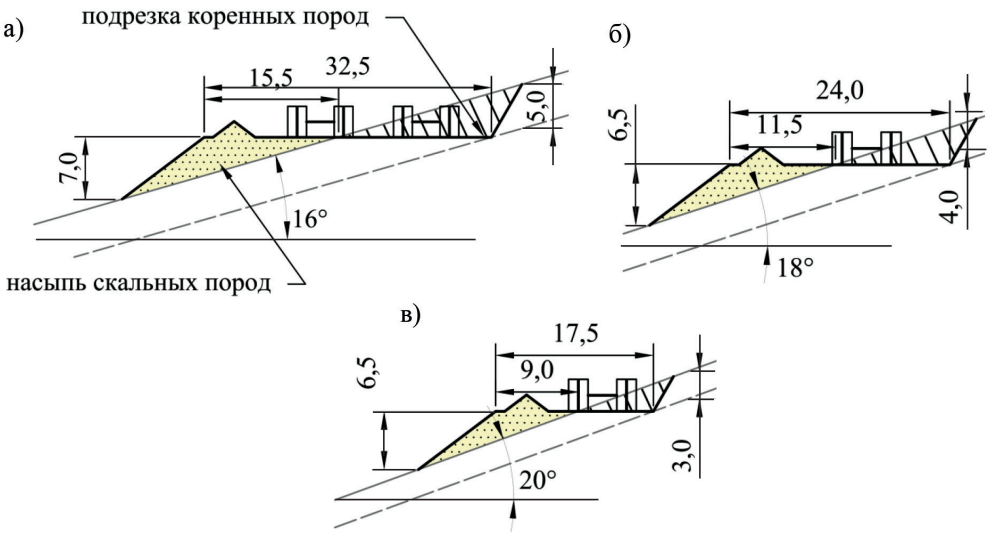

Рис. 4. Параметры для формирования автодороги по схеме «полунасыпь-полувыемка»
Fig. 4. Parameters for road construction by the half-fill–half-excavation flow chart

общей шириной 24 м по насыпи 11,5 м (рис. 4, *б*), при 20° — однополосной дороги в стесненных условиях шириной насыпи всего 9 м (рис. 4, *в*).

Приведенный пример подтверждает значимое влияние угла наклона основания на ширину автодороги, при которой обеспечиваются безопасные условия грузоперевозок [8—11].

Анализ имеющейся у нас горно-графической документации по двадцати трем карьерам показал, что при углах наклона основания меньше 14° устойчивость насыпи под автодорогу обыч-

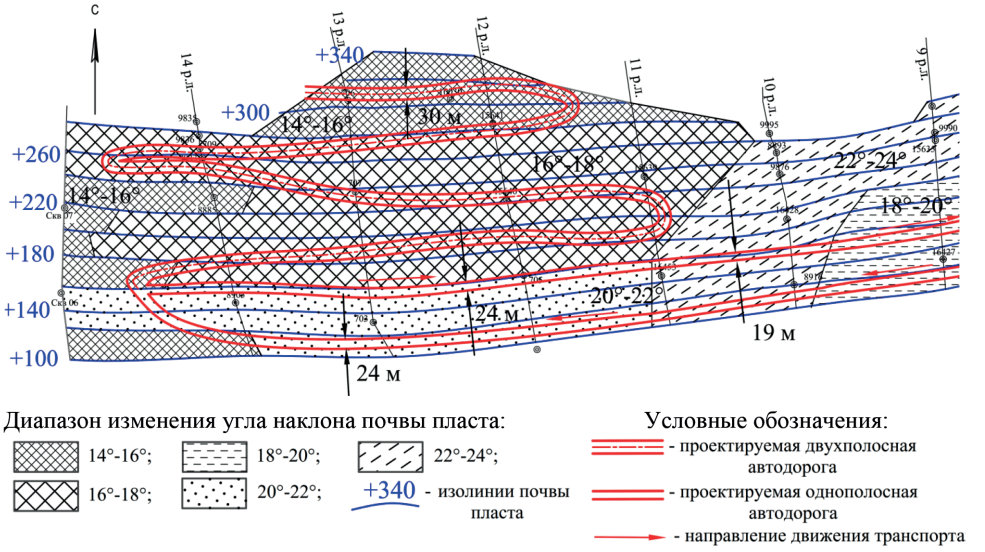

Рис. 5. Районирование основания по углу падения почвы пласта и проектное положение автодороги на участке открытых горных работ (шахта Б)
Fig. 5. Zoning of fill base by the seam floor dip angle and the design position of motor road in open pit mining area (mine B)

но обеспечивается. При более крутых углах наклона происходят различные по масштабу деформации насыпи. В этой связи возникает необходимость создания горно-геометрической модели пространственного поля размещения угла падения почвы пласта.

Районирование основания насыпи

Горно-геометрическая модель изображается в виде системы изолиний топофункции угла падения почвы пласта. Обозначенная топофункция реально в природе не существует, является производной поверхности почвы залежи и строится косвенным методом по отметкам почвы пласта, измеренным в скважинах с использованием программного приложения AutoCAD Civil (рис. 5) [12].

Высота сечения изолиний соизмеряется с уровнем случайной составляющей, присущей размещению на данном этапе разведки и удовлетворяет неравенству $h \geqslant t_p \sigma_{сл}$, где $\sigma_{сл}$ — оценка случайной составляющей размещения показателя; t_p — квантиль закона распределения погрешностей определения показателя, $t_p = 1{,}5$.

Для топоповерхности «форма залежи» больше подходит модель неоднородного случайного поля, и в этом случае оценку случайной составляющей размещения показателя выполняют по формуле

$$\sigma_{сл} = \sqrt{\frac{1}{6(n-2)} \cdot \sum \left(\Delta_i''\right)^2} = 2{,}64 \quad ,$$

$$10 \geqslant 1{,}5 \cdot 2{,}64 \qquad (5)$$

где Δ''_i — вторые разности показателей в точках замера показателя i и $(i + 1)$; n — число точек замера.

Участки, наиболее благоприятные с точки зрения устойчивости для строительства технологических автодорог в лежачем боку пласта (угол падения почвы пласта меньше 14°), выделяют одним цветом, остальные участки окрашивают в определенный цвет для всего

Таблица

Мероприятия по снижению факторов риска оползней при формировании транспортных берм в лежачем боку пласта
Earth slide risk reduction procedures for haulage berms in footwall rocks

Номер п/п	Факторы риска	Мероприятия по снижению риска
1	2	3
1	Прочностные характеристики пород насыпи	Использовать скальные неразмокаемые породы
2	Прочностные характеристики пород контакта насыпи с основанием	Зачищать почву от остатков угля и углистых пород экскаватором или тракторным рыхлителем до прочного основания без применения БВР
3	Угол наклона основания насыпи	Выполнять районирование основания по углу наклона
4	Технология формирования насыпи	Отсыпать небольшими (до 1 м) слоями тщательно уплотняя каждый слой
5	Статические и динамические нагрузки от транспорта	Рассчитывать устойчивость насыпи для автосамосвала с максимальной удельной нагрузкой
6	Увлажнение пород насыпи на контакте с основанием	Обеспечивать дренаж и отвод дождевых и талых, а также грунтовых вод, высачивающихся из вышележащих уступов и скапливающихся на площадках

диапазона изменения угла падения почвы пласта через расстояние, равное шагу построения изолиний наклонов, например, $h = 2^{\circ}$.

Полученный план, на котором отражено районирование по углу падения почвы пласта, позволит оперативно трассировать оси технологических автодорог и по рассчитанным параметрам отстраивать автодороги для реальных инженерно-геологических условий.

Снижение степени риска опасных инженерно-геологических явлений (оползней) обеспечивается выполнением мероприятий по снижению негативного влияния факторов риска (см. таблицу) [13].

Вывод

Таким образом, в статье обоснованы условия формирования автодорог по лежачему боку залежи при углах наклона основания до 20°. В основу положен метод обратных расчетов характеристик сопротивления сдвигу насыпи по контакту с основанием, представленным слоистой толщей почвы пласта, а также горно-геометрическая модель топофункции угла падения почвы пласта. Ширина насыпи автодороги определяется допустимой высотой насыпи, зависящей от угла наклона и прочностных характеристик пород основания. В условиях слоистого основания ширина транспортной полосы обеспечивается формированием ее по схеме «полунасыпь-полувыемка».

Формирование автодорог по лежачему боку залежи позволит существенно сократить одну из весомых составляющих затрат в себестоимости добычи угля при открытой геотехнологии — транспортные затраты, средняя стоимость которых для условий Кузбасса составляет 5,54 руб. на 1 т · км.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Фисенко Г. Л.* Устойчивость бортов карьеров и отвалов. — М.: Недра, 1965.

2. *Астафьев Ю. П.*, *Попов Р. В.*, *Николашин Ю. М.* Управление состоянием массива горных пород при открытой разработке месторождений полезных ископаемых. — Киев–Донецк: Вища школа, 1986.

3. Правила обеспечения устойчивости откосов на угольных разрезах. ВНИМИ. — СПб.: Недра, 1998.

4. *Бахаева С. П.*, *Заворина Е. Н.* Прогноз устойчивости породных отвалов на угольных разрезах. — Новосибирск: Наука, 2015.

5. *Prostov S. M.*, *Bakhaeva S. P.*, *Smirnov N. A.* Prediction of physico-mechanical properties of hydraulic fill based on electrical sounding // Journal of Mining Science. 2015. Vol. 51. No 1. Pp. 55 — 62. DOI: 10.1134/S1062739115010081.

6. *Buragohain B., Kundu J., Sarkar K., Singh T.* Stability assessment of a hill slope — an analytical and numerical approach // International Journal of Earth Sciences and Engineering. 2016. Vol. 9. No 3. Pp. 269–273.

7. Kundu J., Sarkar K., Singh A. K. Integrating structural and numerical solutions for road cut slope stability analysis — A case study, India / Rock dynamics: from research to engineering, Proceedings of the 2nd International Conference on Rock Dynamics and Applications. 2016. pp. 457–462.

8. *Попов В. Н.*, *Сильченко О. Б.*, *Парамонова М. С.* Влияние структурно-тектонических условий породного массива на устойчивость уступов // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2011. — № 9. — С. 99 — 105.

9. *Попов В. Н.*, *Сильченко О. Б.*, *Парамонова М. С.* Геомеханическое обоснование параметров временно нерабочих бортов карьера // Горный информационно-аналитический бюллетень. — 2011. — ОВ 1. — С. 121 — 141.

10. *Паначев И. А., Кузнецов И. В.* К методике определения предельно-допускаемых уклонов карьерных дорог при эксплуатации карьерного автотранспорта на разрезах Кузбасса // Наукоемкие технологии разработки и использования минеральных ресурсов. — 2014. — № 1. — С. 70—75.

11. *Богомолов С. В.* К выбору рациональной ширины проезжей части внутрикарьерных автодорог / Современные научно-практические достижения: сборник материалов Международной научно-практической конференции 5—6 мая 2015 г. — Кемерово: КузГТУ, ООО «ЗапСибНЦ», 2015. — С. 9—11.

12. *Bakhaeva S., Chernykh E.* Study of the conditions for construction of the haulage berm in the deposit ledger-wall / E3S Web of Conferences. IVth International Innovative Mining Symposium. 2019. Vol. 105, Article 01034.

13. *Bakhaeva S. P., Chernych E. V.* The embankment formation for conveyor under harsh conditions / Topical issues of rational use of natural resources. Proceedings of the XV International Forum-Contest of Students and Young Researchers under the auspices of UNESCO. 2019. Vol. 1. Pp. 141—150. ГИАБ

REFERENCES

1. Fisenko G. L. *Ustoychivost' bortov kar'erov i otvalov* [Stability of sides of open-pits and dumps], Moscow, Nedra, 1965.

2. Astaf'ev Yu. P., Popov R. V., Nikolashin Yu. M. *Upravlenie sostoyaniem massiva gornykh porod pri otkrytoy razrabotke mestorozhdeniy poleznykh iskopaemykh* [Management of the rock mass state at the surface development of mineral deposits], Kiev-Donetsk, Vishcha Shkola, 1986.

3. *Pravila obespecheniya ustoychivosti otkosov na ugol'nykh razrezakh. VNIMI* [Rules for ensuring slope stability for opencast coal mines. VNIMI], Saint-Petersburg, Nedra, 1998.

4. Bakhaeva S. P., Zavorina E. N. *Prognoz ustoychivosti porodnykh otvalov na ugol'nykh razrezakh* [Forecast of stability of rock dumps at coal mines], Novosibirsk, Nauka, 2015.

5. Prostov S. M., Bakhaeva S. P., Smirnov N. A. Prediction of physico-mechanical properties of hydraulic fill based on electrical sounding. *Journal of Mining Science*. 2015. Vol. 51. No 1. Pp. 55—62. DOI: 10.1134/S1062739115010081.

6. Buragohain B., Kundu J., Sarkar K., Singh T. Stability assessment of a hill slope — an analytical and numerical approach. *International Journal of Earth Sciences and Engineering*. 2016. Vol. 9. No 3. Pp. 269–273.

7. Kundu J., Sarkar K., Singh A. K. Integrating structural and numerical solutions for road cut slope stability analysis — A case study, India. *Rock dynamics: from research to engineering. Proceedings of the 2nd International Conference on Rock Dynamics and Applications*. 2016. pp. 457–462.

8. Popov V. N., Sil'chenko O. B., Paramonova M. S. Influence of the rock mass structural and tectonic conditions on ledges stability. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2011, no 9, pp. 99—105. [In Russ].

9. Popov V. N., Sil'chenko O. B., Paramonova M. S. Geomechanical substantiation of the temporarily non-working pit parameters. *MIAB. Mining Inf. Anal. Bull.* 2011. Special edition 1, pp. 121—141. [In Russ].

10. Panachev I. A., Kuznetsov I. V. To the determining method of the maximum permissible slopes of open-pit roads while operation of the mine vehicles at the Kuzbass surface mines. *Naukoemkie tekhnologii razrabotki i ispol'zovaniya mineral'nykh resursov*. 2014, no 1, pp. 70—75. [In Russ].

11. Bogomolov S. V. To the choice of the rational width of the carriageway of the internal open-pit development roads. *Sovremennye nauchno-prakticheskie dostizheniya: sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii 5—6 maya 2015 g.* [Modern scientific and practical achievements: collection of materials of the International scientific and practical conference (May 5—6, 2015)], Kemerovo, KuzSTU, ZapSibSC LLC, 2015, pp. 9—11. [In Russ].

12. Bakhaeva S., Chernykh E. Study of the conditions for construction of the haulage berm in the deposit ledger-wall. *E3S Web of Conferences. IVth International Innovative Mining Symposium*. 2019. Vol. 105, Article 01034.

13. Bakhaeva S. P., Chernych E. V. The embankment formation for conveyor under harsh conditions. *Topical issues of rational use of natural resources. Proceedings of the XV International Forum-Contest of Students and Young Researchers under the auspices of UNESCO*. 2019. Vol. 1. Pp. 141—150.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Бахаева Светлана Петровна — д-р техн. наук, профессор, e-mail: bsp.mdg@kuzstu.ru,
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева,
Ананенко Елена Владимировна — зав. сектором,
Сибирский филиал АО «ВНИМИ», e-mail: chernykhev@kuzstu.ru,
Для контактов: Бахаева С.П., e-mail: bsp.mdg@kuzstu.ru.

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

S.P. Bakhaeva, Dr. Sci. (Eng.), Professor, T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, Mining Institute, 650000 Kemerovo, Russia, e-mail: bsp.mdg@kuzstu.ru,
E.V. Ananenko, Head of Geo-Mechanics Sector, Siberian branch of VNIMI JSC (Research Institute of Mining Geo-mechanics and Mine Surveying),
653004, Prokopyevsk, Russia, e-mail: chernykhev@kuzstu.ru.
Corresponding author: S.P. Bakhaeva, e-mail: bsp.mdg@kuzstu.ru.

Получена редакцией 04.05.2020; получена после рецензии 08.06.2020; принята к печати 20.08.2020.
Received by the editors 04.05.2020; received after the review 08.06.2020; accepted for printing 20.08.2020.

ОТДЕЛЬНЫЕ СТАТЬИ ГОРНОГО ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКОГО БЮЛЛЕТЕНЯ (СПЕЦИАЛЬНЫЙ ВЫПУСК)

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА УГЛЕДОБЫВАЮЩЕГО ПРЕДПРИЯТИЯ

(2020, № 4, СВ 12, 32 с.)

Галкин Алексей Валерьевич — канд. техн. наук, зав. лабораторией, ООО «НИИОГР»,
e-mail: a.val.galkin@yandex.ru.

Показана необходимость повышения надежности функционирования системы обеспечения безопасности труда на российских угледобывающих предприятиях. Представлены закономерности производственного травматизма и структурно-функциональной деформации системы обеспечения безопасности труда, а также схема системы обеспечения безопасности труда. Раскрыто содержание определения надежность функционирования системы обеспечения безопасности труда и предложены взаимодополняющие принципы организации этой системы, реализация которых позволит повысить надежность ее функционирования, снижать травматизм на угледобывающих предприятиях.

IMPROVING RELIABILITY OF THE COAL MINING COMPANY'S LABOR SAFETY SYSTEM

A.V. Galkin, Cand. Sci. (Eng.), Head of the Laboratory, NIIOGR LLC, e-mail: a.val.galkin@yandex.ru.

The paper shows the need to improve the reliability of the labor safety system at Russian coal mining enterprises. The regularities of industrial injuries and structural and functional deformation of the labor safety system, as well as the scheme of the labor safety system are presented. The content of determining the reliability of the system safety and proposed complementary principles of organization of the system, the implementation of which will improve the reliability of its functioning, reduce the number of accidents at coal mines.