

DOI: 10.26730/1999-4125-2018-1-99-105

УДК 622.233.05

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВ ДЛЯ ОТВОДА ПОТОКА УГЛЯ ОТ ДИСКОВОГО ИНСТРУМЕНТА РАСШИРИТЕЛЕЙ И РАМЫ БУРОВОГО СТАНКА

THE DEVELOPMENT OF DEVICES TO DIVERT FLOW OF COAL FROM DISK TOOL EXTENDER AND THE FRAME OF THE DRILLING RIG

Маметьев Леонид Евгеньевич,

доктор техн. наук, профессор, e-mail: bau.asp@rambler.ru

Leonid E. Mametyev, Dr. Sc., Professor

Хорешок Алексей Алексеевич,

доктор техн. наук, профессор, e-mail: haa.omit@kuzstu.ru

Aleksey A. Khoreshok, Dr. Sc., Professor

Цехин Александр Михайлович,

кандидат техн. наук, доцент, e-mail: bau.asp@rambler.ru

Alexander M. Tsekhin, C. Sc. (Engineering), Associate Professor

Борисов Андрей Юрьевич,

кандидат техн. наук, доцент, e-mail: bau.asp@rambler.ru

Andrey Yu. Borisov, C. Sc. (Engineering), Associate Professor

Кузбасский государственный технический университет имени Т. Ф. Горбачева, 650000, Россия,
г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

T.F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28 street Vesennyaya, Kemerovo, 650000,
Russian Federation

Аннотация: Актуальными в настоящее время являются исследования по совершенствованию конструкций устройств для разбуривания скважины механическим способом и предотвращения попадания продуктов бурения восстающих скважин в дисковый инструмент и околорамное пространство бурового станка. Создание дополнительных поверхностей обнажения за счет несимметричной ступенчатой схемы расположения дисковых инструментов на расширителе и уменьшение общей поверхности контакта породоразрушающих элементов с забоем приводит к повышению эффективности процесса бурения.

Целью работы является увязка конструктивных и режимных параметров функциональных горных машин: бурового станка и скребкового конвейера.

Приведены результаты расчета объемов угля при бурении пионерной скважины и разбуривании ее расширителем обратного хода. Обоснованы параметры аккумулирующего перегружателя в виде скребкового конвейера с учетом поступающих объемов угля из скважины при двухэтапном бурении и определена его необходимая длина.

Рекомендовано оснащение расширителя обратного хода защитными устройствами для разгрузки призабойной зоны скважины от разрушенного угля и устранения заштыбовки узлов крепления дисковых инструментов и корпусов-лучей расширителя.

Технические решения и результаты исследований получены в рамках выполнения базовой части государственного задания Минобрнауки России по проекту № 632 «Исследование параметров технологий и техники для выбора и разработки инновационных технических решений по повышению эффективности эксплуатации выемочно-проходческих горных машин в Кузбассе».

Abstract: Relevant to the present research are to improve the construction of devices for drilling wells by mechanical means and prevent the ingress of products of raise boring of wells in the disk tool and frame the space of the drilling rig. The creation of additional surface outcrop due to asymmetric speed layout of the disk tools on the expander and reducing total contact surface destructive rock elements with the face increases the efficiency of the drilling process.

The aim of this work is to link the design and operating parameters of mining machines: drilling rig and scraper conveyor.

The results of calculation of the amounts of coal while drilling the pilot borehole and drilling her the ex-

tender reverse. Justified parameters accumulating loader, a scraper conveyor with control of incoming quantities of coal from a well in a two-stage drilling and defined by its necessary length.

Recommended equipment extender reverse protective devices for the unloading of bottom-hole zone of the well from the destroyed coal and eliminate a gumming of the attachment disk tools and buildings-rays of the extender.

Technical solutions and test results were obtained within the base part of Ministry of Education and Science of Russia state order, project №632 "Investigation of technologies and techniques parameters for selecting and developing innovative designs to improve operating efficiency of multipurpose mining machines in Kuzbass".

Ключевые слова: буровой станок, расширитель скважины, объем разрушенного угля, скребковый конвейер, рештук, длина конвейера.

Keywords: drilling rig, expansion reamer, volume of the broken coal, chain conveyor, pan, length of the conveyor.

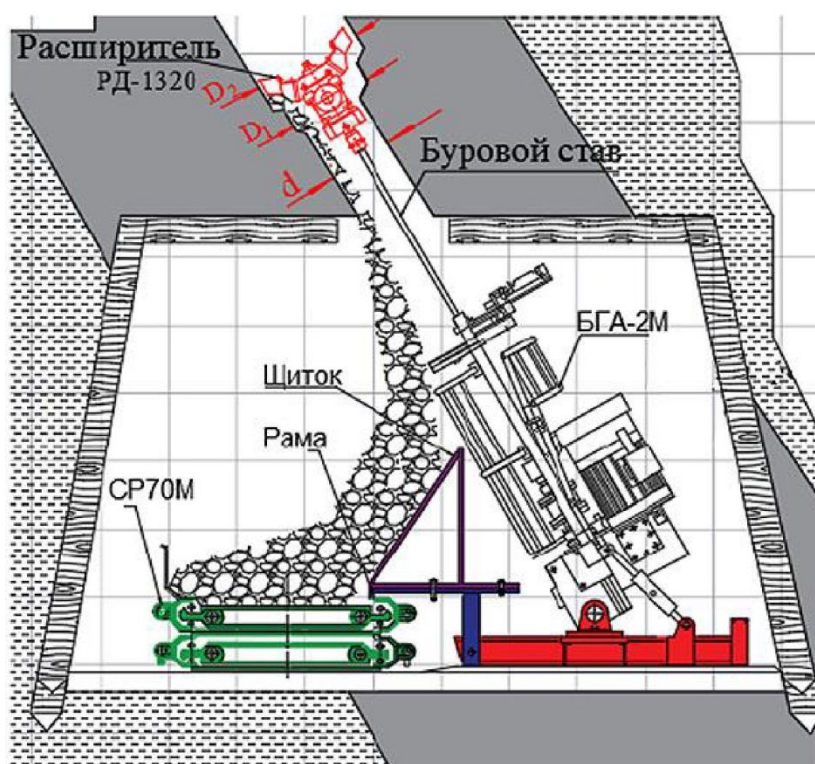


Рис. 1. Схема проведения восстающей скважины

Fig. 1. The scheme of the raise bore

Актуальность вопроса обоснования и выбора средств механизации отведения продуктов бурения восстающих скважин от рамы бурового станка и погрузки их на штрековые транспортные средства определяет эффективность подготовки к отработке крутопадающих пластов на шахтах Кузбасса. При этом широко используются буровые установки [1–4], в состав которых входит буровой станок БГА-2М. В освоении его серийного производства на Анжерском машзаводе широкое участие принимали ученые кафедры горных машин и комплексов КузГТУ. В результате совместных с машиностроителями инновационных разработок созданы технические решения, касающиеся создания расширителей прямого и обратного хода с перспективным дисковым инструментом [5–15], а также средств, уменьшающих потери разрушенно-

го угля при транспортировке в пространстве бурового станка и зонах перегрузки на штрековые транспортные средства.

При сооружении восстающей скважины по крутопадающему пласту с помощью бурового станка БГА-2М и расширителя обратного хода РД-1320 разрушенный уголь под действием собственного веса транспортируется по лежащей стенке скважины (рис.1) и пересыпается на скребковый конвейер 1СР70М, который имеет длину в поставке 150 м.

При этом часть потока угля может заштыбовать околорамное пространство бурового станка, затрудняя работу обслуживающего персонала (машиниста и помощника машиниста). Для решения данной проблемы разработана конструкция устройства, защищающего околорамное простран-

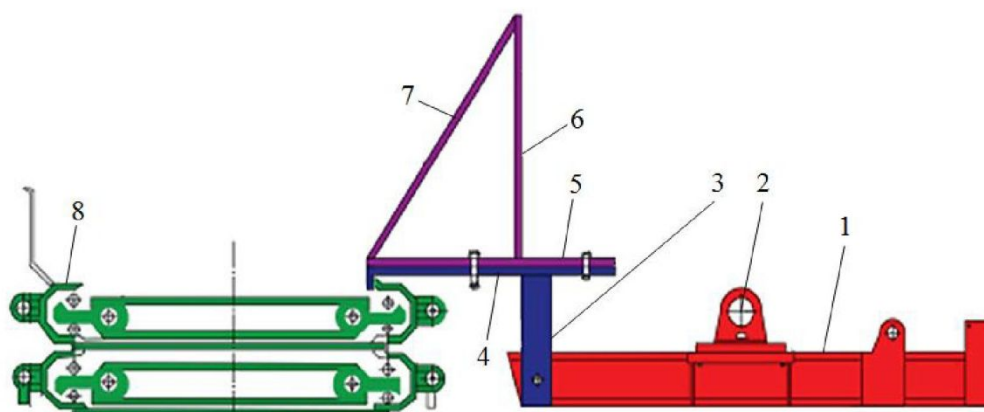


Рис. 2. Общий вид защитного устройства: 1 – рама бурового станка; 2 – кронштейн; 3 – стойка; 4 – плита; 5 – основание; 6 – стенка; 7 – откос; 8 – рештак

Fig. 2. General view of the protective device: 1 – frame of the drilling device; 2 – bracket; 3 – strut; 4 – plate; 5 – base; 6 – wall; 7 – slope; 8 – the pan

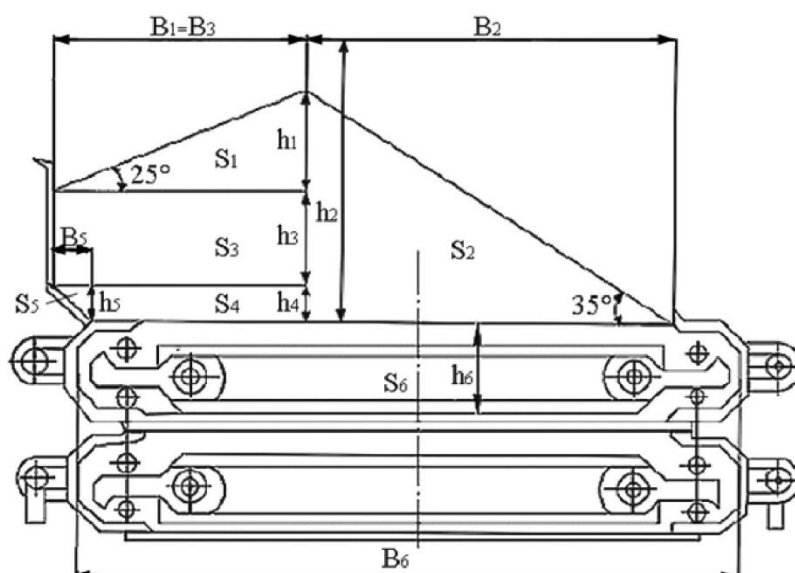


Рис. 3. Расчетная схема площади потока угля на рештаке скребкового конвейера CP70M

Fig. 3. The settlement scheme of the area of a stream of coal on a pan of the scraper conveyor CP70M

ство бурового станка от заштыбовки потоком угля, пересыпаемого из устья скважины на скребковый конвейер-перегрузатель при бурении или расширении восстающей скважины (рис. 2).

Это устройство (рис. 2), выполненное в виде щитка, с одной стороны прикреплено к раме бурового станка 1, а с другой стороны кинематически сопряжено с рештакным ставом 8 скребкового конвейера-перегрузателя. Устройство содержит две стойки 3 с отверстиями для крепления к раме станка БГА-2М, а также плиту 4 с шестью отверстиями для жесткого крепления на ней элементов щитка. Щиток имеет сварную конструкцию и состоит из основания 5, стенки 6, откоса 7. При эксплуатации плита 4 (рис. 2) свободно опирается на рештак 8 с возможностью продольного скользящего перемещения тягачом вместе с рамой 1 станка по конвейеру от одной скважины к другой.

На рис. 3 B_1 – B_6 и h_1 – h_6 , соответственно, ширина и высота поперечного сечения потока угля на скребковом конвейере 1CP70M.

Перегрузка осуществляется как при циклических системах транспортирования (вагонетки или самоходные бункер-перегрузатели), так и при конвейерных системах транспорта. В первом случае скребковый конвейер 1CP70M выполняет функцию аккумулирующего перегрузателя, что вызывает необходимость расчета его требуемой длины.

При бурении пионерной скважины диаметром 500 мм прямым ходом и глубиной 45 м объем разрушенного угля V_1 определяется из выражения:

$$V_1 = 0,785 \times d^2 \times L \times k_p, \text{ м}^3, (1)$$

где d – диаметр пионерной скважины, м; L – глубина скважины, м; $k_p = 1,2$ – коэффициент раз-

рыхления угля.

Расчетное значение объема разрушенного угля при перегрузке без потерь составит:

$$V_1 = 0,785 \times 0,5^2 \times 45 \times 1,2 = 10,6 \text{ м}^3.$$

При разбуривании скважины диаметром 500 мм расширителем обратного хода РД-1320 диаметром 1320 мм с дисковым инструментом, объем разрушенного угля определится из выражения:

$$V_2 = 0,785(D^2 - d^2) \times L \times k_p, \text{ м}^3, (2)$$

где D – диаметр разбуриваемой скважины, м.

Расчетное значение объема разрушенного угля в режиме расширения обратным ходом при перегрузке без потерь составит:

$$V_2 = 0,785(1,32^2 - 0,5^2) \times 45 \times 1,2 = 63,3 \text{ м}^3$$

В соответствии с расчетной схемой (рис. 3) площадь поперечного сечения потока угля на решатке скребкового конвейера определится из выражения:

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6, \text{ м}^2, (3)$$

где

$$S_1 = 0,5h_1 \times B_1 = 0,5 \times 0,09 \times 0,22 = 0,01 \text{ м}^2; (4)$$

$$S_2 = 0,5h_2 \times B_2 = 0,5 \times 0,20 \times 0,32 = 0,032 \text{ м}^2; (5)$$

$$S_3 = h_3 \times B_3 = 0,09 \times 0,22 = 0,02 \text{ м}^2; (6)$$

$$S_4 = h_4 \times B_4 = 0,026 \times 0,2 = 0,005 \text{ м}^2; (7)$$

$$S_5 = 0,5h_5 \times B_5 = 0,5 \times 0,026 \times 0,03 = 0,0004 \text{ м}^2; (8)$$

$$S_6 = h_6 \times B_6 = 0,08 \times 0,6 = 0,048 \text{ м}^2; (9)$$

Отсюда получаем общую площадь потока угля $S = 0,1154 \text{ м}^2$.

В случае погрузки угля только при разбуривании скважины с 500 мм до 1320 мм получим:

$$L_k = V_2 / S = 63,3 / 0,1154 = 548,5 \text{ м}. (10)$$

Так как конвейер 1СР70М имеет длину $L_k = 150 \text{ м}$, то на нем можно разместить разрушенный уголь объемом $V_k = S \cdot L_k = 0,1154 \cdot 150 = 17,31 \text{ м}^3$. Проверочные расчеты по параметрам V_k и L_k показали, что для отгрузки угля после бурения скважины диаметром 500 мм достаточно одного цикла ($n_{ц}$), так как весь уголь размещается на конвейере. Из-за большого объема угля при разбуривании скважины с 500 мм до 1320 мм необходимо выполнить 4 цикла разгрузки конвейера ($V_k / n_{ц} = 63,3 / 4 = 15,8 \text{ м}^3$ и $L_k / n_{ц} = 548,5 / 4 = 137,125 \text{ м}$).

При погрузке угля только при бурении пилот-скважины достаточно длины конвейера

$$L_k = V_1 / S = 10,6 / 0,1154 = 91,85 \text{ м}. (11)$$

Кинематическая связь буровой установки и скребкового конвейера значительно упрощает

операции по передвижке и ориентации буровой установки относительно оси буримой скважины. Для этого достаточно нанести на борту конвейера разметку, соответствующую шагу передвижки буровой установки вдоль выработки. Забойная сторона плиты 4 щитка выполнена в виде лыжи, что гарантирует направленное перемещение бурового станка БГА-2М вдоль борта скребкового конвейера 1СР70М. Скважины, как правило, расположены под наклоном, что часто сопровождается заштыбровкой расширителя обратного хода РД-1320 (рис. 1). Разрушенный уголь оказывается в зоне работы расширителя, засыпает уступы скважины, создает дополнительное сопротивление перекачиванию дисковых инструментов по забою или приводит к их заклиниванию. Для устранения этого недостатка расширитель РД-1320, включающий вал-переходник 1, нижние 2 и верхние 3 корпуса-лучи, которые жестко зафиксированы от осевого перемещения винтом 4, оснащен четырехгранными коробами-призмами трапецевидной формы, имеющими четыре крышки 5 и четыре щитка-откосника 6, защищающие подшипниковые узлы с дисковыми инструментами от заштыбровки разрушенным углем (рис. 4) [11].

Очистка ступеней забоя от угля осуществляется следующим образом:

- на щитках-откосниках 6 жестко закреплены четыре металлических щетки 7, которые при вращении расширителя очищают ступени перед дисковыми инструментами;

- одна из боковых поверхностей корпусов-лучей 2 и 3 выполняется в виде отвала, что позволяет разгрузить призабойную зону и направить уголь в пионерную скважину.

Данное техническое решение целесообразно использовать для других типов породоразрушающих инструментов расширителей скважин, что позволит повысить эффективность процессов проведения скважин большого диаметра в горном деле и подземном строительстве.

На основании изложенного можно сделать следующие выводы:

- Выполненный проект перегрузочного устройства эффективно защищает околорамное пространство бурового станка от потока угля в процессе его пересыпания из устья восстающей скважины на аккумулярующий конвейер-перегрузатель.
- Обеспечено направленное перемещение рамы бурового станка от одной скважины до другой за счет наличия кинематической опорной связи плиты щитка, выполненной в виде лыжи, с бортом решатного става забойного конвейера.
- Расчеты показали, что при бурении пионерной скважины диаметром 500 мм для аккумулярования разрушенного угля достаточно скребкового конвейера длиной $L_k = 150 \text{ м}$, а при разбуривании скважины

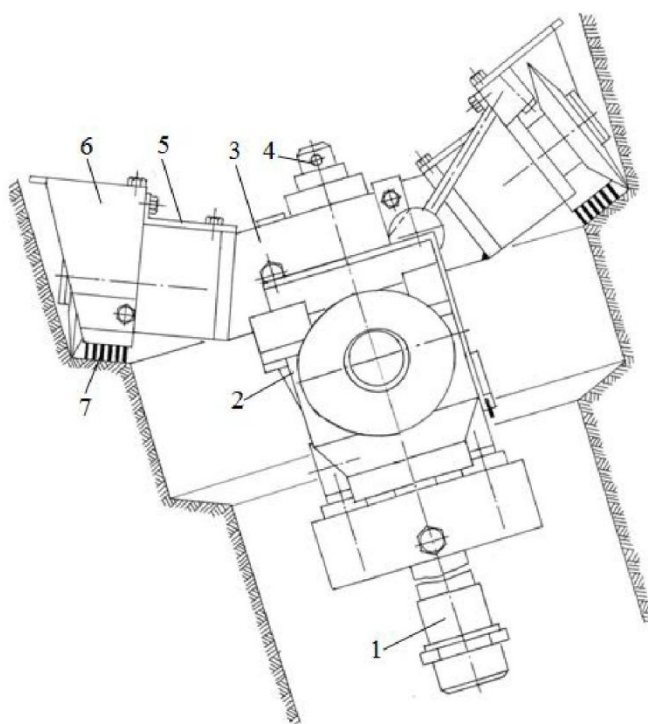


Рис. 4. Расширитель обратного хода РД-1320
Fig. 4. Expander-reverse RD-1320

расширителем РД-1320 из-за большого объема продуктов разрушения ($V_2 = 63,3 \text{ м}^3$) необходимо разгружать скребковый конвейер 4 раза.

- Отмечено, что оснащение расширителя РД-1320 защитными устройствами (в виде четырехгранных коробов-призм трапециевидной

формы с крышками, щитками-откосниками и гибкими металлическими щетками) позволит разгрузить призабойную зону скважины от разрушенного угля, устранить застыбовку дисковых инструментов и корпусов-лучей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Данилов, Б.Б. Совершенствование технологии проходки скважин в грунте методом продавливания / Б.Б. Данилов, А.С. Кондратенко, Б.Н. Смоляницкий, А.С. Смоленцев. // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2017. – № 3. – С. 57–64.
2. Данилов, Б.Б. Способ и буровой инструмент для изменения траектории скважины при шнековом бурении / Б.Б. Данилов, Б.Н. Смоляницкий // Вестник Сибирского государственного университета путей сообщения. – 2017. – №1. – С. 66–73.
3. Данилов, Б.Б. Определение длины горизонтальной пневмотранспортной магистрали бурового станка для удаления шлама разрежением / Б.Б. Данилов, Б.Н. Смоляницкий // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2016. – № 4. – С. 80–86.
4. Данилов, Б.Б. Обоснование принципиальных схем отклоняющих устройств в установках горизонтального направленного бурения / Б.Б. Данилов, Б.Н. Смоляницкий // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2015. – № 3. – С. 106–116.
5. Герике, Б.Л. Новый показатель эффективности действия инструмента в разрушаемой среде / Б.Л. Герике, В.И. Клишин, П.Б. Герике // Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. – 2016. – № 3. – С. 55–62.
6. Клишин, В.И. Инструмент и рабочие органы для выемки прочных полезных ископаемых / В.И. Клишин, Б.Л. Герике, П.Б. Герике // Научные технологии разработки и использования минеральных ресурсов. – 2016. – № 3. – С. 526–530.
7. Клишин, В.И. Виды и причины отказов тангенциальных поворотных резцов / В.И. Клишин, Б.Л. Герике, С.М. Никитенко, П.Д. Крестовоздвиженский // Горный журнал. – 2016. – № 7. – С. 92–95.
8. Клишин, В.И. Оценка эффективности рабочих органов горных машин, оснащенных дисковым инструментом / В.И. Клишин, Б.Л. Герике, П.Б. Герике // Горный журнал. – 2015. – № 12. – С. 62–68.

9. Ермаков, А.Н. Оценка коэффициента вариации крутящего момента на законтурных исполнительных органах геохода / А.Н. Ермаков // Горное оборудование и электромеханика. – 2016. – № 8. – С. 25–29.
10. Нестеров, В.И. Сравнение износа режущего инструмента на законтурных исполнительных органах геоходов / В.И. Нестеров, А.Н. Ермаков // Горное оборудование и электромеханика. – 2015. – № 7. – С. 41–45.
11. Расширитель скважин обратного хода : пат. 160664 РФ на полезную модель: МПК E 21 B 7/28, E 21 D 3/00 (2006.01). / Цехин А.М., Маметьев Л.Е., Хорешок А.А., Борисов А.Ю.; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. профессиона. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2015135343/03 ; заявл. 20.08.2015 ; опубл. 27.03.2016, Бюл. № 9. – 2 с.
12. Khoreshok A.A., Mametyev L.E., Borisov A.Yu., Vorobyev A.V. The distribution of stresses and strains in the mating elements disk tools working bodies of roadheaders // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2015. V. 91. p. 012084.
13. Khoreshok A, Mametyev L, Borisov A, Vorobiev A. Stress-deformed state knots fastening of a disk tool on the crowns of roadheaders // Taishan academic forum-project on mine disaster prevention and control. Chinese coal in the XXI century: Mining, green and safety. – Qingdao, China, October 17-20, 2014, Atlantis press, Amsterdam-Paris-Beijing, 2014. p. 177–183.
14. F. Lu, C. Zhang, J. Sun, J.X. Tian, M. Liu, Y.H. Wu. Study on rock-breaking simulation and experiment of double disc cutter of TBM // International Journal of Engineering Research in Africa. 2016. Vol. 23, pp. 80–88.
15. H. Hoang, R. Østhus, H. Lange, E. Grøv, S. Smading. Investigation of H13 alloy cutter behaviour for hard rock tunneling applications // Applied Mechanics and Materials. 2015. Vols. 754-755. pp. 849-853.

REFERENCES

1. Danilov, B.B. Sovershenstvovanie tekhnologii prokhodki skvazhin v grunte metodom prodavlivaniya / B.B. Danilov, A.S. Kondratenko, B.N. Smolyanitskiy, A.S. Smolentsev. // Fiziko-tekhnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh. – 2017. – № 3. – pp. 57–64.
2. Danilov, B.B. Sposob i burovoy instrument dlya izmeneniya traektorii skvazhiny pri shnekovom burenii / B.B. Danilov, B.N. Smolyanitskiy // Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta putey soobshcheniya. – 2017. – №1. – pp. 66–73.
3. Danilov B.B. Opredelenie dliny gorizontal'noy pnevmotransportnoy magistrali burovogo stanka dlya udaleniya shlama razrezheniem / B.B. Danilov, B.N. Smolyanitskiy // Fiziko-tekhnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh. – 2016. – № 4. –pp. 80–86.
4. Danilov, B.B. Obosnovanie printsipial'nykh skhem otklonyayushchikh ustroystv v ustanovkakh gorizontalnogo napravlennoho bureniya / B.B. Danilov, B.N. Smolyanitskiy // Fiziko-tekhnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh. – 2015. – № 3. – pp. 106–116.
5. Gerike, B.L. Novyy pokazatel' effektivnosti deystviya instrumenta v razru-shaemoy srede / B.L. Gerike, V.I. Klishin, P.B. Gerike // Fiziko-tekhnicheskie problemy razrabotki poleznykh iskopaemykh. – 2016. – № 3. – pp. 55–62.
6. Klishin, V.I. Instrument i rabochie organy dlya vyemki prochnykh poleznykh is-kopaemykh / V.I. Klishin, B.L. Gerike, P.B. Gerike // Naukoemkie tekhnologii razrabotki i ispol'zovaniya mineral'nykh resursov. – 2016. – № 3. – pp. 526–530.
7. Klishin, V.I. Vidy i prichiny otkazov tangentsial'nykh povorotnykh reztsov / V.I. Klishin, B.L. Gerike, S.M. Nikitenko, P.D. Krestovozdvizhenskiy // Gornyy zhurnal. – 2016. – № 7. – pp. 92–95.
8. Klishin, V.I. Otsenka effektivnosti rabochikh organov gornykh mashin, osnashchennykh diskovym instrumentom / V.I. Klishin, B.L. Gerike, P.B. Gerike // Gornyy zhurnal. –2015. – № 12. – pp. 62–68.
9. Ermakov, A.N. Otsenka koeffitsienta variatsii krutyashchego momenta na zakonturnykh ispolnitel'nykh organakh geokhoda / A.N. Ermakov // Gornoe oborudovanie i elektromekhanika. – 2016. – № 8. – pp. 25–29.
10. Nesterov, V.I. Sravnenie iznosa rezhushchego instrumenta na zakonturnykh is-polnitel'nykh organakh geokhodov / V.I. Nesterov, A.N. Ermakov // Gornoe oborudovanie i elektromekhanika. – 2015. – № 7. – pp. 41–45.
11. Rasshiritel' skvazhin obratnogo khoda [The extender wells reverse]: patent 160664 RU, ICL E 21 B 7/28, E 21 D 3/00 / Tsekhin A.M., Mametyev L.E., Khoreshok A.A., Borisov A.Yu. : the patentee T.F. Gorba-

chev Kuzbass State Technical University. – № 2015135343/03 ; priority filing date. 20.08.2015 ; publ. date 27.03.2016, Bul. № 9. – 2 p.

12. Khoreshok A.A., Mametyev L.E., Borisov A.Yu., Vorobyev A.V. The distribution of stresses and strains in the mating elements disk tools working bodies of roadheaders // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. 2015. V. 91. p. 012084.

13. Khoreshok A, Mametyev L, Borisov A, Vorobiev A. Stress-deformed state knots fastening of a disk tool on the crowns of roadheaders // Taishan academic forum-project on mine disaster prevention and control. Chinese coal in the XXI century: Mining, green and safety. – Qingdao, China, October 17-20, 2014, Atlantis press, Amsterdam-Paris-Beijing, 2014. pp. 177–183.

14. F. Lu, C. Zhang, J. Sun, J.X. Tian, M. Liu, Y.H. Wu. Study on rock-breaking simulation and experiment of double disc cutter of TBM // International Journal of Engineering Research in Africa. 2016. Vol. 23, pp. 80–88.

15. H. Hoang, R. Østhus, H. Lange, E. Grov, S. Smading. Investigation of H13 alloy cutter behaviour for hard rock tunneling applications // Applied Mechanics and Materials. 2015. Vols. 754-755. pp. 849-853.

Поступило в редакцию 18.01.2018
Received 18.01.2018