

Маметьев Леонид Евгеньевич*, доктор техн. наук, профессор, **Хорешок Алексей Алексеевич**, доктор техн. наук, профессор, **Цехин Александр Михайлович**, кандидат техн. наук, доцент, **Борисов Андрей Юрьевич**, кандидат техн. наук, доцент

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

*E-mail: mle.gmk@kuzstu.ru

ПОВЫШЕНИЕ МОНТАЖНО-ДЕМОНТАЖНОЙ СПОСОБНОСТИ РАСШИРИТЕЛЕЙ ОБРАТНОГО ХОДА ДЛЯ БУРЕНИЯ ВОССТАЮЩИХ СКВАЖИН

Аннотация: Трудоемкость работ по проведению выработок по восстанию угольного пласта (гезенков, скатов и т.д.) значительно снижается, если по оси выработки на всю высоту этажа предварительно бурится скважина большого диаметра.

Отмечено, что в результате многолетнего научно-технического сотрудничества ученых кафедры ГМиК КузГТУ и производителей ОАО «Анжеромаш» были разработаны конструкции буровых установок типа БГА-2М, БГА-4М, которые прошли всесторонние стендовые и шахтные исследования, испытания и были доведены до серийного производства. Для этих машин спроектировано несколько комплектов буровых инструментов для проведения скважин под углами 45°-90°, диаметрами 0,5 м, 0,85 м, 1,07 м, 1,2 м. При этом основой буровых инструментов являются расширители РР-500 прямого хода и РР-850, РР-1070 и РР-1200 обратного хода, оснащенные режущим инструментом.

Выполнен анализ опыта эксплуатации этих расширителей обратного хода для бурения восстающих скважин большого диаметра по угольным пластам.

Выявлены проблемы, возникающие при демонтаже расширителей обратного хода массой 280-320 кг на сопряжении восстающей скважины с нижним штреком: устье скважины приходится расширять; необходимо оборудовать демонтируемую нишу с полком, оснащенным грузоподъемными механизмами.

Разработана конструкция многоступенчатого расширителя со съёмными полукорпусами-лучами с породоразрушающим режущим инструментом, а также со съёмными полулучами опорно-направляющего фонаря.

Предложена структура и последовательность операций рабочего цикла демонтажа расширителя обратного хода, включающего три этапа демонтажа полукорпусов-лучей и четвертый этап демонтажа полулучей опорно-направляющего фонаря.

Установлены экспериментальные зависимости крутящего момента M , потребляемой мощности N и энергоемкости H_w процессов разбуривания восстающей скважины трехступенчатым режущим расширителем обратного хода с поэтапным демонтажом его конструктивных элементов.

Ключевые слова: буровой станок, расширитель, буровой став, штанга-проставка, полукорпус-луч, породоразрушающий режущий инструмент, опорно-направляющий фонарь, скважина.

Информация о статье: принята 24 марта 2021 г.

DOI: 10.26730/1816-4528-2021-4-22-28

Мировой опыт эксплуатации буровых установок показывает, что в настоящее время актуальным является использование устройств с расширителями прямого и обратного хода при разбуривании восстающих [1-7], горизонтальных и наклонно-направленных скважин [8-15].

Учеными кафедры горных машин и комплексов КузГТУ при научно-техническом сотрудничестве с производителями ОАО «Анжеромаш» накоплен многолетний опыт в области исследования, проектирования и эксплуатации расширителей обратного хода РР-500, РР-850, РР-1070, РР-1200 для бурения восстающих скважин. Анализ результатов экспериментальных и патентных исследований [1,

2] показал, что одним из наиболее трудоемких процессов являются процессы монтажа и демонтажа расширителей обратного хода массой 280-320 кг. Поэтому для повышения эффективности монтажно-демонтажных работ предложено техническое решение в виде расширителя обратного хода для бурения восстающих скважин [3].

Конструкция расширителя обратного хода (рис. 1) содержит штангу-проставку 1 с двухлучевыми полукорпусами-лучами на трех ступенях: первой 2, 2'; второй 3, 3' и третьей 4, 4'.

На полукорпусах-лучах каждой ступени размещены породоразрушающие режущие инструменты 5. Штанга-проставка 1 содержит форсунки 6 для опорожнения и корпус-стакан 7, относительно которого

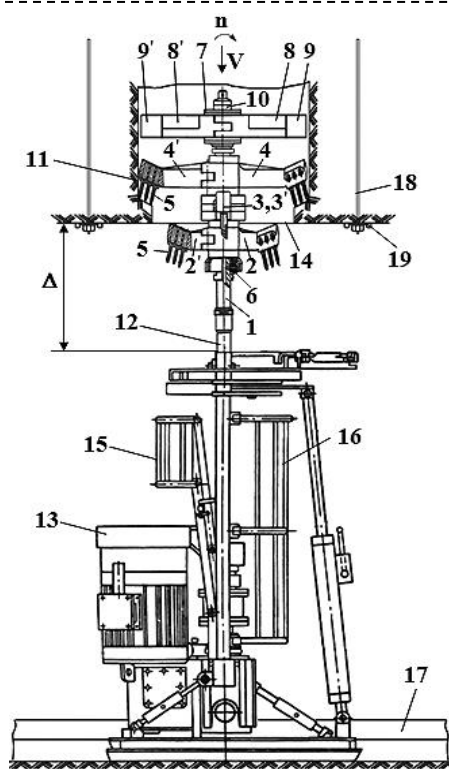


Рис. 1. Разбуривание восстающей
пилот-скважины расширителем
Fig. 1. Drilling a rising pilot well with a reamer

она имеет возможность свободно вращаться. При этом корпус-стакан 7 спроектирован как втулка, имеющая ступенчатый наружный охватываемый профиль с двумя лысками-канавками для крепления двухлучевого, опорно-направляющего фонаря, состоящего из одинаковых по конструкции съемных полулучей 8, 8' и лыж 9, 9'. Кроме того, в корпусе-стакане 7 размещены два радиальных подшипника, каждый из которых защищен крышкой с уплотнительной манжетой, обеспечивающей защиту от внешних загрязняющих факторов. Вся конструкция полукорпусов-лучей на трех ступенях, включая корпус-стакан 7 со съемными полулучами 8, 8', содержащих лыжи 9, 9', фиксируется при помощи винта 10 к штанге-проставке 1. В процессе разбуривания восстающей пилот-скважины (рис. 1) полукорпусами-лучами 2 и 2', 3 и 3', 4 и 4', включающими породоразрушающий режущий инструмент 5, формируется ступенчатый профиль забоя 11. В то же время расширитель обратного хода производит работу посредством бурового става 12 от бурового станка 13, вращаясь со скоростью n относительно оси разбуриваемой скважины и перемещаясь со скоростью V вдоль оси со стороны верхнего штрека к нижнему. При этом из устья 14 скважины высыпается самотеком разрушенная горная масса с последующим ее направлением посредством ограждений 15, 16 к скребковому конвейеру 17.

При разработке данного расширителя обратного хода учитывался опыт демонтажа существующих конструкций на сопряжении восстающей скважины с нижним штреком [1]. Применяемые расширители обратного хода массой 280-320 кг демонтируются

без разборки на отдельные ступени. Для этого устье скважины приходится расширять, оборудовать демонтажную нишу с деревянным полком, оснащенным грузоподъемными механизмами. Предлагаемое конструктивное решение позволяет устранить эти недостатки, уменьшить трудозатраты горнорабочих и повысить эффективность демонтажных работ.

Демонтаж данного расширителя обратного хода состоит из четырех этапов, в которых проводится поочередный демонтаж трех разъемных полукорпусов-лучей 2 и 2', 3 и 3', 4 и 4', а также на последнем четвертом этапе выполняется демонтаж съемных полулучей 8, 8' с лыжами 9, 9' опорно-направляющего фонаря. При этом масса одного полукорпуса-луча с режущим инструментом составляет 24-35 кг, а масса одного полулуча опорно-направляющего фонаря – 47-60 кг.

Рабочий цикл демонтажа расширителя обратного хода включает следующие составляющие:

$$T = T_1 + T_2 + T_3 + T_4, \quad (1)$$

где T_1 , T_2 и T_3 – время циклов, затрачиваемое на демонтаж, соответственно, первой, второй и третьей ступеней расширителя обратного хода;

T_4 – время, затрачиваемое на демонтаж опорно-направляющего фонаря.

Кроме того, число ступеней в расширителе обратного хода определяет число циклов для проведения его демонтажа.

Время циклов T_1 , T_2 и T_3 определяется из выражений:

$$T_1 = t_{p1} + t_{b1} + t_{c1}, \quad (2)$$

$$T_2 = t_{p2} + t_{b2} + t_{c2}, \quad (3)$$

$$T_3 = t_{p3} + t_{b3} + t_{c3}, \quad (4)$$

где t_{p1} , t_{p2} и t_{p3} – время разбуривания восстающей скважины с выходом 1, 2 и 3 ступеней расширителя обратного хода из устья скважины;

t_{b1} , t_{b2} и t_{b3} – время выбивания пальцев из полукорпусов-лучей 1, 2 и 3 ступеней;

t_{c1} , t_{c2} и t_{c3} – время снятия полукорпусов-лучей 1, 2 и 3 ступеней.

Время цикла T_4 определяется из выражения:

$$T_4 = t_{x4} + t_{b4} + t_{c4} + t_{ш}, \quad (5)$$

где t_{x4} – время холостого, без вращения, осевого перемещения опорно-направляющего фонаря с выходом его полулучей из устья скважины;

t_{b4} – время выбивания пальцев из полулучей опорно-направляющего фонаря;

t_{c4} – время снятия полулучей опорно-направляющего фонаря;

$t_{ш}$ – время снятия штанги-проставки.

Для создания безопасных условий при осуществлении демонтажных работ с расширителем обратного хода предварительно выполняются подготовительные работы. Они включают следующие операции: бурение шпуров под анкерную крепь, установку сталеполлимерных анкеров 18 (рис. 1) с решет-

чатой затяжкой, шайбами, гайками и металлическими планками 19 «штрипс» (с W-образным профилем).

Демонтаж первой ступени малого диаметра с разъемными полукорпусами-лучами 2, 2' осуществ-

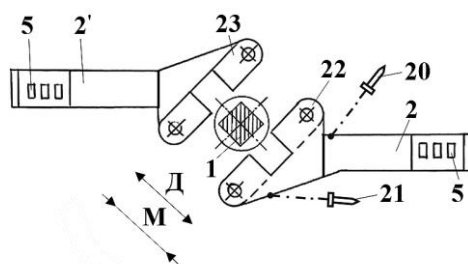


Рис. 2. Демонтаж полукорпусов-лучей
Fig. 2. Dismantling of the semi-hulls-beams

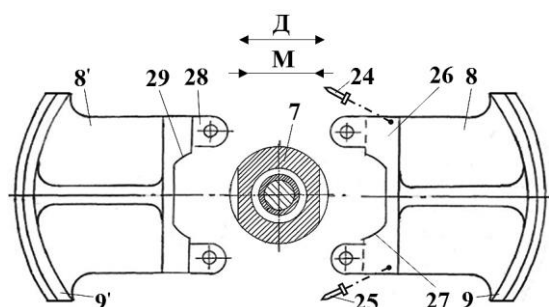


Рис. 3. Демонтаж двухлучевого
опорно-направляющего фонаря
Fig. 3. Dismantling of the two-beam support balancer

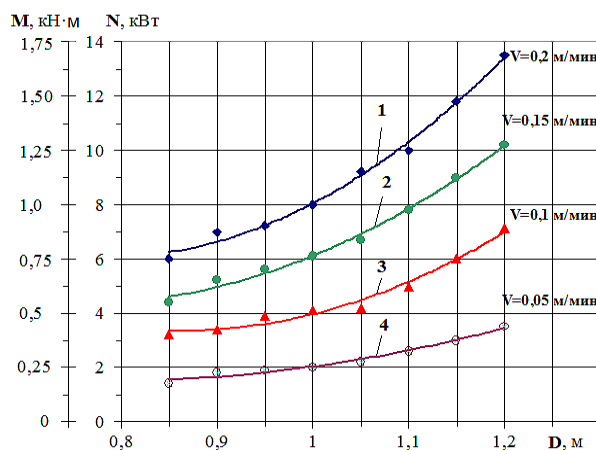


Рис. 4. Зависимости крутящего момента M и потребляемой мощности N от диаметра D трехступенчатого расширителя обратного хода
Fig. 4. The dependence of the torque M and the power consumption N on the diameter D of the three-stage reverse reamer

ляется в следующей последовательности. Буровой станок 13 (рис. 1) разбуривает скважину до тех пор, когда полукорпуса-лучи 2, 2' выйдут из восстающей скважины в свободное пространство нижнего штрека с обеспечением зазора Δ между устьем 14 скважины и буровым станком 13. Затем выключают буровой станок 13 и проводят разборку полукорпусов-лучей 2, 2' (рис. 1, 2), имеющих следующую конструктивную особенность. Первый полукорпус-луч

2 включает в себя пальцы 20, 21 цилиндрической формы, закрепленные на цепочках, проушины 22, имеющие четыре сквозных соосных отверстия. При этом проушина 22 имеет П-образный внутренний охватываемый профиль, который обеспечивает захват по наружной охватываемой поверхности квадратной формы штанги-проставки 1. Второй полукорпус-луч 2' включает в себя шипы 23 с двумя отверстиями, содержащие П-образный внутренний охватываемый профиль, также обеспечивающий захват по наружной охватываемой поверхности квадратной формы штанги-проставки 1.

Таким образом, в процессе демонтажа первой ступени расширителя осуществляют выбивание пальцев 20, 21 с последующей раздвижкой полукорпусов-лучей 2, 2' по направлению D и их снятием, что обеспечивает выход П-образных внутренних охватываемых профилей из контактного замкового соединения с наружной охватываемой поверхностью квадратной формы штанги-проставки 1. При этом монтаж полукорпусов-лучей 2, 2' осуществляют по направлению M с окончательным их закреплением между собой пальцами 20, 21. По аналогии производятся монтажно-демонтажные операции с полукорпусами-лучами 3, 3' и 4, 4' на второй и третьей ступенях расширителя обратного хода, обеспечивая одинаковые технологические операции.

Четвертый заключительный этап включает демонтаж съемного двухлучевого опорно-направляющего фонаря (рис. 3), имеющего следующую конструктивную особенность. Первый полулуч 8 фонаря включает лыжу 9, пальцы 24, 25 цилиндрической формы, закрепленные на цепочках, и две проушины 26, содержащие четыре сквозных соосных отверстия. При этом проушины 26 жестко соединены друг с другом двумя внутренними охватывающими дугowymi полуцилиндрическими профилями 27, обеспечивающими захват по наружной охватываемой поверхности круглой формы корпуса-стакана 7 штанги-проставки 1 (рис. 1). Второй полулуч 8' фонаря включает лыжу 9', два шипа 28, содержащих два сквозных соосных отверстия. При этом шипы 28 жестко соединены друг с другом двумя внутренними охватывающими дугowymi полуцилиндрическими профилями 29, обеспечивающими захват наружной охватываемой поверхности круглой формы корпуса-стакана 7 штанги-проставки 1.

Проведение демонтажных операций с опорно-направляющим фонарем производится в следующем порядке. При помощи бурового станка 13 (рис. 1) производится спуск опорно-направляющего фонаря с полулучами 8, 8' до тех пор, когда он выйдет из восстающей скважины в свободное пространство нижнего штрека с обеспечением зазора Δ между устьем 14 скважины и буровым станком 13. После чего буровой станок 13 выключают и производят процесс демонтажа полулучей 8 и 8' (рис. 3). Первоначально выбивают пальцы 24, 25 цилиндрической формы из контактного замкового соединения проушин 26 с шипами 28. Далее полулучи 8 и 8' выводят по очереди по направлению D из контакта с наружной охватываемой поверхностью круглой

Таблица 1. Расчетные зависимости
Table 1. Calculated dependences

Зависимости (рис. 4)	R ²
1 – $N = 42,143 D^2 - 65,893 D + 31,798$	0,9931
2 – $N = 29,048 D^2 - 43,643 D + 20,71$	0,9939
3 – $N = 31,667 D^2 - 54,512 D + 26,802$	0,9804
4 – $N = 10,952 D^2 - 16,976 D + 8,05$	0,9805
1 – $M = 4,4524 D^2 - 6,525 D + 3,1207$	0,974
2 – $M = 5,5714 D^2 - 9,3738 D + 4,564$	0,987
3 – $M = 2,5952 D^2 - 4,0845 D + 2,0022$	0,9722
4 – $M = 2,0952 D^2 - 3,5762 D + 1,7318$	0,9655

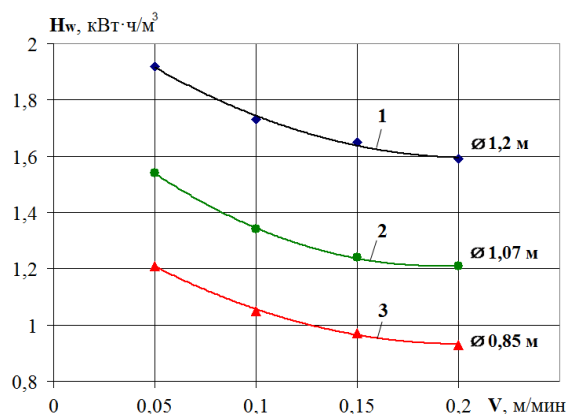


Рис. 5. Зависимость энергоемкости H_w от скорости разбуривания скважины V
Fig. 5. The dependence of the energy intensity H_w on the speed of well drilling V

Таблица 2. Расчетные зависимости
Table 2. Calculated dependences

Зависимости (рис. 5)	R ²
1 – $H_w = 13 V^2 - 5,39 V + 2,1525$	0,9935
2 – $H_w = 17 V^2 - 6,43 V + 1,8175$	0,9993
3 – $H_w = 12 V^2 - 4,84 V + 1,42$	0,9983

формы корпуса-стакана 7 штанги-проставки 1. При этом монтаж полулучей 8 и 8' опорно-направляющего фонаря осуществляют по направлению M с окончательным их закреплением между собой пальцами 24, 25.

На рис. 4, 5 и в табл. 1, 2 приведены экспериментальные зависимости крутящего момента M , потребляемой мощности N и энергоемкости H_w процесса разбуривания восстающей скважины в процессе демонтажа расширителя обратного хода с тремя ступенями 0,85 м, 1,07 м и 1,2 м. В процессе демонтажа на первом этапе скважина разбуривается совместно 1, 2 и 3 ступенями, на втором этапе – 2 и 3 ступенями, а на третьем этапе – 3 ступенью расширителя обратного хода. Зависимости получены по результатам шахтных испытаний при скорости вращения бурового става $n = 80$ мин⁻¹.

Анализ зависимостей позволил сделать следующие выводы:

- при увеличении диаметра полукорпусов-лучей с 0,85 м до 1,2 м крутящий момент M и потребляемая мощность N возрастают в 2,2-2,4 раза;

- при увеличении скорости бурения с $V = 0,05$ м/мин до $V = 0,2$ м/мин крутящий момент M и потребляемая мощность N возрастают в 3,8-4,3 раза. В этой связи параметр скорости бурения V является основополагающим при формировании нагрузки на расширитель;

- при демонтаже с увеличением скорости подачи ступеней расширителя со $V = 0,05$ м/мин до $V = 0,2$ м/мин энергоемкость H_w процесса разбуривания скважины уменьшается в 1,2-1,35 раза;

- наиболее энергозатратной H_w (1,59–1,92 кВт·ч/м³) является третья ступень диаметром 1,2 м расширителя обратного хода, а меньшая энергоемкость H_w (0,93–1,21 кВт·ч/м³) соответствует первой ступени диаметром 0,85 м.

Таким образом, разработанное конструктивное решение позволит:

- устранить трудоемкие операции по расширению устья скважины, сооружению демонтажной ниши, оборудованию полка, оснащенного грузо-подъемными механизмами;

- выполнять демонтажные операции в стесненных условиях при выходе расширителя обратного хода из устья разбуренной восстающей скважины;

- обеспечить совмещение добурирования скважины обратным ходом на полную длину с последовательным демонтажом каждой ступени расширителя в зоне рабочего пространства между забойной лобовой буровой станка и устьем скважины. Кроме того, создается пространство для свободного выхода из скважины и последующего демонтажа в радиальном направлении разъемного опорно-направляющего фонаря;

- уменьшить объемно-массовые показатели и снизить трудоемкость проведения монтажно-демонтажных операций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зайцев, М.О. Разработка расширителя обратного хода для бурения скважин в условиях пласта двойной шахты им. Ф.Э. Дзержинского / М.О. Зайцев // Россия молодая: сборник матер. VIII Всерос., научно-практ. конф. молодых ученых с междунар. участием «Россия молодая» КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева; отв. редактор О.В. Тайлаков. 2016. – С. 36.

2. Расширитель скважин обратного хода : пат. 160664 РФ на полезную модель: МПК Е 21 В 7/28, Е 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. проф. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2015135343/03 ; заявл. 20.08.2015 ; опубл. 27.03.2016, Бюл. № 9.

3. Расширитель обратного хода для бурения восстающих скважин : пат. 199828 РФ на полезную модель: МПК Е 21 В 7/28 (2006.01) / Маметьев Л.Е., Цехин А.М., Хорешок А.А., Борисов А.Ю. ; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т

им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2019144116 ; заявл. 23.12.2019 ; опубл. 22.09.2020, Бюл. № 27.

4. Расширитель для бурения скважин большого диаметра обратного хода : пат. 158803 РФ на полезную модель: МПК E21B 10/26 (2006.01) / Кабашов А.А., Кабашов С.А. ; патентообладатели Кабашов А.А., Кабашов С.А. – № 2015137605/05; заявл. 03.09.2015; опубл. 20.01.2016, Бюл. № 2.

5. Способ проведения восстающих выработок для транспортировки полезного ископаемого : пат. 2366794 РФ на изобретение: МПК E21B 7/28, E21D 3/00, E21F 13/04 (2006.01) / Федоренко А.И., Сухоруков В.А., Фрянов В.Н., Шенгерей С.В., Сухоруков В.В., Шенгерей Е.Б. ; патентообладатель гос. образоват. учреждение высш. профессион. образования «Сибирский гос. индустр. ун-т». – № 2008119756/03; заявл. 19.05.2008; опубл. 10.09.2009, Бюл. № 25.

6. Способ расширения ствола скважины, компоновка инструмента для его осуществления, раздвижные гидравлические расширитель, центратор и стабилизатор : пат. 2513923 РФ на изобретение: E21B 7/28, E21B 17/10 (2006.01) / Карасевич А.М., Хан С.А., Баранцевич С.В. ; патентообладатель Открытое акционерное общество «Газпром промгаз». – № 2012117202/03; заявл. 27.04.2012; опубл. 20.04.2014, Бюл. № 11.

7. Bolshunov A.V., Dmitriev A.N., Ignatiev S.A. (2019) Enhancement of inertial mechanical reamer for borehole 5G conditioning to penetrate into subglacial lake Vostok. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering 2019, 012006.

8. 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 (40). – С. 66-73.

9. Максимов, А.С. Расширение технических возможностей установки горизонтально-направленного бурения / А.С. Максимов, Д.С. Семкин // Техника и технологии строительства. – 2017. – № 2 (10). – С. 38-43.

10. Устройство для бурения наклонно-направленных и горизонтальных скважин : пат. 200806 РФ на полезную модель: МПК E21B 4/02, E21B 7/08 (2006.01) / Новгородцев В.В. ; патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью «Инновационные Буровые Технологии» (ООО «ИнБурТех»). – № 2020127152; заявл. 09.07.2019; опубл. 12.11.2020, Бюл. № 32.

11. Капаев, Р.А. Особенности выбора расширителей пилотной скважины для строительства переходов трубопроводов / Р.А. Капаев, Д.Р. Вафин, З.З. Шарафутдинов, Д.А. Шаталов // Территория Нефтегаз. – 2018. – № 7-8. С. 82-94.

12. Расширитель режуще-уплотняющий пластинчатый : пат. 201325 РФ на полезную модель: E21B 7/28 (2006.01) / Калинин В.В., Калинин О.В., Калинин А.В., Чухряев Н.П. ; патентообладатели Калинин В.В., Чухряев Н.П. – № 2020109321; заявл. 02.03.2020; опубл. 09.12.2020, Бюл. № 34.

13. Soil thrust boring plant of static action with ring spacers of horizontal wells / V.A. Penchuk, V.K. Rudnev, N.V. Saenko, V.N. Suponev, V.I. Oleksyn, S.P. Balesniy, S.M. Vivchar // Инженерно-строительный журнал. – 2015. – № 2 (54). – С. 100-107.

14. Wiśniowski R., Ziaja Ja., Druzgała A. (2018) Horizontal directional drilling (HDD) and intersect drilling method on a practical example. 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConferences SGEM 2018. Conference proceedings, pp. 119-124.

15. Danilov B.B., Smolyanitsky B.N., (2015) Cheshchin D.O. Justification of basic diagrams of horizontal drilling deflectors. Journal of Mining Science. Volume 51. Issue 3. pp. 553-561.

Leonid E. Mametyev*, Dr. Sc. (Engineering), Professor, **Aleksey A. Khoreshok**, Dr. Sc. (Engineering), Professor, **Alexander M. Tsekhnin**, C. Sc. (Engineering), Associate Professor, **Andrey Yu. Borisov**, C. Sc. (Engineering), Associate Professor

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

*E-mail: mle.gmk@kuzstu.ru

INCREASING THE MOUNTING AND DISMOUNTING CAPACITY OF REVERSE-STROKE REAMERS FOR DRILLING RISING WELLS

Abstract: The labor intensity of work when driving the workings to the rise of the coal seam is significantly reduced if a large-diameter well is pre-drilled along the axis of the working for the entire height of the floor.

It is noted that as a result of many years of scientific and technical cooperation of scientists from the KuzSTU Department of Mining machines and complexes and Anzheromash producers, the designs of drilling rigs BGA-2M, BGA-4M were developed. The drilling rigs were subjected to bench and mining studies and tests and were brought to serial production. For these machines, several configurations of drilling tools are designed for drilling wells at angles 45°-90°, with diameters 0.5 m, 0.85 m, 1.07 m, 1.2 m. At the same time, the drilling tools are based on forward-stroke reamers PP-500 and reverse-stroke reamers PP-850, PP-1070 and PP-1200 flow, equipped with cutting tools.

The analysis of the operational experience of these reverse-stroke reamers for drilling large-diameter rising wells in coal seams is carried out.

The problems that arise during the dismantling of the reverse-stroke reamers weighing 280-320 kg at the interface of the rising well with the lower coal heading are identified: the wellhead has to be expanded; the dismantling niche with a deck needs to be arranged and equipped with lifting mechanisms.

The design of a multi-stage reamer with removable half-hull-beams with a rock-breaking cutting tool, and also with removable half-beams of a support-guide balancer has been developed.

The structure and sequence of operations for the working cycle of the reverse-stroke reamer dismantling including three stages of dismantling the half-hull-beams and the fourth stage of dismantling the half-beams of the support-guide balancer are proposed.

The experimental dependences of the torque M , power consumption N and energy intensity H_w of the processes of reaming the rising well with a three-stage reverse-stroke reamer with step-by-step dismantling of its structural elements are established.

Keywords: drilling machine, reamer, drilling rig, drill rod, half-hull-beam, rock-breaking cutting tool, support-guide balancer, well.

Article info: received March 24, 2021

DOI: 10.26730/1816-4528-2021-4-22-28

REFERENCES

1. Zajcev, M.O. Razrabotka rasshiritelya obratnogo hoda dlya bureniya skvazhin v usloviyah plasta dvojnoj shahty im. F. E. Dzerzhinskogo / M.O. Zajcev // Rossiya molodaya: sbornik mater. VIII Vseros., nauchno-prakt. konf. molodyh uchenykh s mezhdunar. uchastiem «Rossiya molodaya» KuzGTU im. T.F. Gorbacheva; otv. redaktor O.V. Tajlakov. 2016. – P. 36.

2. Rasshiritel' skvazhin obratnogo hoda: pat. 160664 RF na poleznuyu model': MPK E 21 B 7/28, E 21 D 3/00 (2006.01) / Tsekhin A.M., Mametyev L.E, Khoreshok A.A., Borisov A.Yu. ; patentoobladatel' Feder. gos. byudzh. obra-zovat. uchrezhdenie vyssh. profession. obrazovaniya «Kuzbas. gos. tekhn. un-t im. T. F. Gorbacheva» (KuzSTU). – № 2015135343/03; zayavl. 20.08.2015; opubl. 27.03.2016, Byul. № 9.

3. Rasshiritel' obratnogo hoda dlya bureniya vosstayushchih skvazhin: pat. 199828 RF na poleznuyu model': MPK E 21 B 7/28 (2006.01) / Mametyev L.E, Tsekhin A.M., Khoreshok A.A., Borisov A.Yu. ; patentoobladatel' Feder. gos. byudzh. obrazovat. uchrezhdenie vyssh. obrazovaniya «Kuzbas. gos. tekhn. un-t im. T. F. Gorbacheva» (KuzSTU). – № 2019144116; zayavl. 23.12.2019; opubl. 22.09.2020, Byul. № 27.

4. Rasshiritel' dlya bureniya skvazhin bol'shogo diametra obratnogo hoda: pat. 158803 RF na poleznuyu model': MPK E21B 10/26 (2006.01) / Kabashov A.A., Kabashov S.A.; patentoobladateli Kabashov A.A., Kabashov S.A. – № 2015137605/05; zayavl. 03.09.2015; opubl. 20.01.2016, Byul. № 2.

5. Sposob provedeniya vosstayushchih vyrabotok dlya transportirovki poleznogo iskopaemogo: pat. 2366794 RF na izobretenie: MPK E21B 7/28, E21D 3/00, E21F 13/04 (2006.01) / Fedorenko A.I., Suhorukov V.A., Fryanov V.N., Shengerej S.V., Suhorukov V.V., Shengerej E.B.; patentoobladatel' gos. obrazovat. uchrezhdenie vyssh. profession. obrazovaniya «Sibirskij gos. industr. un-

ty». – № 2008119756/03; zayavl. 19.05.2008; opubl. 10.09.2009, Byul. № 25.

6. Sposob rasshireniya stvola skvazhiny, komponovka instrumenta dlya ego osushchestvleniya, razdvizhnye gidravlicheskie rasshiritel', centrator i stabilizator: pat. 2513923 RF na izobretenie: E21B 7/28, E21B 17/10 (2006.01) / Karasevich A.M., Han S.A., Barancevich S.V.; patentoobladatel' Otkrytoe akcionerное obshchestvo «Gazprom promgaz». – № 2012117202/03; zayavl. 27.04.2012; opubl. 20.04.2014, Byul. № 11.

7. Bolshunov A.V., Dmitriev A.N., Ignatiev S.A. (2019) Enhancement of inertial mechanical reamer for borehole 5G conditioning to penetrate into subglacial lake Vostok. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International Conference on Innovations and Prospects of Development of Mining Machinery and Electrical Engineering 2019, 012006.

8. Danilov, B.B. Sposob i burovoj instrument dlya izmeneniya traektorii skvazhiny pri shnekovom burenii / B.B. Danilov, B.N. Smolyanickij // Vestnik Sibirskogo gosudarstvennogo universiteta putej soobshcheniya. – 2017. – № 1 (40). – pp. 66-73.

9. Maksimov, A.S. Rasshirenie tekhnicheskikh vozmozhnostej ustanovki gorizontal'no-napravlen-nogo bureniya / A.S. Maksimov, D.S. Semkin // Tekhnika i tekhnologii stroitel'stva. – 2017. – № 2 (10). – pp. 38-43.

10. Ustrojstvo dlya bureniya naklonno-naprav-lennyh i gorizontal'nyh skvazhin : pat. 200806 RF na poleznuyu model': MPK E21B 4/02, E21B 7/08 (2006.01) / Novgorodcev V.V. ; patentoobladatel' Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennost'yu «In-novacionnye Burovye Tekhnologii» (ООО «InBur-Tekh»). – № 2020127152; zayavl. 09.07.2019; opubl. 12.11.2020, Byul. № 32.

11. Kapaev, R.A. Osobennosti vybora rasshiritel'ej pilotnoj skvazhiny dlya stroitel'stva perekhodov truboprovodov / R.A. Kapaev, D.R. Vafin, Z.Z. Sharafutdinov, D.A. Shatalov // Territoriya Neftegaz. – 2018. – № 7-8. pp. 82-94.

12. Rasshiritel' rezhushche-uplotnyayushchij plastinchatyj : pat. 201325 RF na poleznuyu model': E21B 7/28 (2006.01) / Kalinin V.V., Kalinin O.V., Kalinin A.V., Chuhryaev N.P. ; patentoobladateli Kalinin V.V., Chuhryaev N.P. – № 2020109321; zayavl. 02.03.2020; opubl. 09.12.2020, Byul. № 34.

13. Soil thrust boring plant of static action with ring spacers of horizontal wells / V.A. Penchuk, V.K. Rudnev, N.V. Saenko, V.N. Suponev, V.I. Oleksyn, S.P. Balesniy, S.M. Vivchar // Magazine of Civil Engineering. – 2015. – № 2 (54). – pp. 100-107.

Библиографическое описание статьи

Маметьев Л.Е., Хорешок А.А., Цехин А.М., Борисов А.Ю. Повышение монтажно-демонтажной способности расширителей обратного хода для бурения восстающих скважин // Горное оборудование и электромеханика – 2021. – № 4 (156). – С. 22-28.

14. Wiśniowski R., Ziaja Ja., Druzgała A. (2018) Horizontal directional drilling (HDD) and intersect drilling method on a practical example. 18th International Multidisciplinary Scientific GeoConferences SGEM 2018. Conference proceedings, pp. 119-124.

15. Danilov B.B., Smolyanitsky B.N., (2015) Cheshchin D.O. Justification of basic diagrams of horizontal drilling deflectors. Journal of Mining Science. Volume 51. Issue 3. pp. 553-561.

Reference to article

Mametyev L.E., Khoreshok A.A., Tsekhin A.M., Borisov A.Yu. Increasing the mounting and dismounting capacity of reverse- stroke reamers for drilling rising wells. Mining Equipment and Electromechanics, 2021, no.4 (156), pp. 22-28.

ISSN 1816-4528

ГОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА



4 ₍₁₅₆₎ ♦ **2021**

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

ГОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА

12+

4(156)
2021

Основан в 2000 году

Выходит 6 раз в год

ISSN 1816-4528

Главный редактор:
Хорешок А.А., д.т.н., проф.

Зам. гл. редактора:
Лагунова Ю.А., д.т.н., проф.
Кантович Л.И., д.т.н., проф.

Редакционный совет:
Трубецкой К.Н., акад. РАН, д.т.н.
Галкин В.А., д.т.н.
Мерзляков В.Г., д.т.н., проф.
Блюменштейн В.Ю., д.т.н., проф.
Аксенов В.В., акад. АГН, д.т.н.

Редакционная коллегия:
Андреева Л.И., д.т.н.
Воронова Э.Ю., д.т.н., проф.
Галкин В.И., д.т.н., проф.
Глебов А.В., к.т.н.
Егоров А.Н. (Белоруссия)
Жабин А.Б., д.т.н., проф.
Зырянов И.В., д.т.н.
Ляхомский А.В., д.т.н., проф.
Певзнер Л.Д., д.т.н., проф.
Петров В.Л., д.т.н., проф.
Семькина И.Ю., д.т.н., проф.
Трифанов Г.Д., д.т.н., доц.
Хазанович Г.Ш., д.т.н., проф.
Юнгмейстер Д.А., д.т.н., проф.

Учредитель и издатель:
ФГБОУ ВО «Кузбасский
государственный технический
университет имени Т.Ф. Горбачева»

**Адрес учредителя, издателя и
редакции:**
650000, Россия, Кемеровская область,
г. Кемерово, ул. Весенняя 28

Технический редактор:
Останин О.А.

**Дизайн обложки, компьютерная
верстка:** Бородин Д.А.

Телефон редакции:
+7 (384-2) 39-63-14

Email: gormash@kuzstu.ru
Сайт: http://gormash.kuzstu.ru

СОДЕРЖАНИЕ

ГОРНЫЕ МАШИНЫ

Леконцев Ю.М., Хорешок А.А., Сажин П.В., Мезенцев Ю.Б. Исследование и расчет полиуретановых элементов пакеров на осевое сжатие	3
Клишин В.И., Малахов Ю.В. Организационные аспекты скоростной проходки подземных горных выработок с использованием механизированной шагающей крепи	9
Линник Ю.Н., Линник В.Ю. Закономерности формирования максимальных нагрузок на резцах и исполнительных органах угледобывающих машин	16
Маметьев Л.Е., Хорешок А.А., Цехин А.М., Борисов А.Ю. Повышение монтажно-демонтажной способности расширителей обратного хода для бурения восстающих скважин	22
Кузин Е.Г., Бардер М.В. Обоснование применения фильтровальных установок в гидросистемах очистных механизированных комплексов	29
Аксенов В.В., Казанцев А.А., Садовец В.Ю., Разработка требований к системе возведения тоннельной обделки для геологической технологии	37
Буялич Г.Д., Хуснутдинов М.К. Горные машины и оборудование как продукт изобретательской деятельности в КузГТУ	45
Герике П.Б., Герике Б.Л. Выбор и обоснование единого критерия для диагностики неуравновешенности роторов энергомеханического оборудования карьерных электрических экскаваторов	52

ХРОНИКА

Хазанович Григорий Шнейрович (к 85-летию со дня рождения)	60
Вниманию авторов	63

Позиция редакции не всегда совпадает с точкой зрения авторов публикуемых материалов.

Полнотекстовый доступ к электронной версии журнала на сайте www.elibrary.ru

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции

Издание соответствует коду 58.14.1 ОКПД 2 ОК 034-2014 (КПЕС 2008)

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций – Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-76284 от 19 июля 2019 г.

Журнал включен в Перечень ВАК РФ – ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук по направлениям (технические науки):

- 05.02.00 - машиностроение и машиноведение (05.02.02 – машиноведение, системы приводов и детали машин, 05.02.07 – технология и оборудование механической и физико-технической обработки)
- 05.05.00 – транспортное, горное и строительное машиностроение (05.05.06 – горные машины)
- 05.09.00 – электротехника (05.09.01 – электромеханика и электрические аппараты, 05.09.03 – электротехнические комплексы и системы)

Дата подписи в печать: 25.08.2021. Дата выхода в свет: 25.08.2021. Формат 60×84/8. Бумага офсетная. Отпечатано на МФУ. Уч.-изд. л. 8,125. Тираж 70 экз. Заказ 284. Цена свободная

Адрес типографии: Издательский центр КузГТУ

650000, Россия, Кемеровская область, г. Кемерово, ул. Д.Бедного, 4а

SCIENTIFIC AND PRACTICAL JOURNAL

MINING EQUIPMENT AND ELECTROMECHANICS

GORNOE OBOUROVANIYE I ELEKTROMEKHANIKA

12+

4(156)

2021

Founded in 2000

Issued 6 times a year

ISSN 1816-4528

Editor-in-chief:

Khoreshok A. A., Dr. Sc., prof.

Deputy editor-in-chief:

Lagunova, Yu. a., prof.

Kantowicz L. I., Dr. Sc., prof.

Editorial board:

Trubetskoy K. N., Acad. RAS, Dr. Sc.

Galkin V. A., Dr. Sc.

Merzlyakov V. G., Dr. Sc., prof.

Blumenstein V. Yu., Dr. Sc., prof.

Aksenov V. V., Akad. AMS, Dr. Sc.

Editorial Team:

Andreeva L. I., Dr. Sc.

Voronova E. Yu., Dr. Sc., prof.

Galkin V. I., Dr. Sc., prof.

Glebov A. V., Ph. D.

Egorov A. N. (Belarus)

Zhabin A. B., Dr. Sc., prof.

Zyryanov I. V., Dr. Sc.

Lakomski A. V., Dr. Sc., Prof.

Pevzner L. D., Dr. Sc., prof.

Petrov V. L., Dr. Sc., prof.

Semykina I. Yu., Ph. D.

Trifanov G. D., Dr. Sc., Assoc.

Khazanovich G. Dr. Sc., prof.

Jungmeister D. A., Dr. Sc., prof.

Founder and publisher:

T. F. Gorbachev Kuzbass state technical university

Address of the founder, the publisher and the Editorial office:

Russia, 650000, Kemerovo region, Kemerovo, 28 Vesennaya str.

Technical editor:

Ostanin O. A.

Cover design,

computer layout: Borodin D. A.

Tel.: +7 (384-2) 39-63-14

Email: gormash@kuzstu.ru

Website: http://gormash.kuzstu.ru

CONTENTS

MINING MACHINES

Lekontsev Yu.M., Khoreshok A.A., Sazhin P.V., Mezentsev Yu.B. Investigation and calculation of polyurethane packer elements for axial compression	3
Klishin V.I., Malakhov Yu.V. Organizational aspects of high-speed development of underground mine workings using powered walking support.....	9
Linnik Yu.N., Linnik V.Yu. Mechanisms of maximal loads on cutters and cutting heads of coal mining machines	16
Mametyev L.E., Khoreshok A.A., Tsekhin A.M., Borisov A.Yu. Increasing the mounting and dismounting capacity of reverse- stroke reamers for drilling rising wells ..	22
Kuzin E.G. Barder M.V. Justification of the use of filter systems in hydraulic systems of mechanized treatment complexes	29
Aksenov V.V., Kazantsev A.A., Sadovets V.Yu. Development of requirements for the tunnel lining construction system for geokhod technology	37
Buyalich G.D., Husnutdinov M.K. Mining machinery and equipment as the product of inventive activity in KuzSTU	45
Gericke P.B., Gericke B.L. Selection and justification of a unified criterion for diagnostics of unbalanced rotors of energy and mechanical equipment for electrical mining shovels	52

CHRONICLE

Khazanovich Grigory Shneerovich (on the occasion of his 85th birthday)	60
Instructions to authors	63

The editorial position does not always coincide with the point of view of the authors of the published materials.

Full-text access to the electronic version of the journal is on website www.elibrary.ru

Tax relief - All-Russian product classifier

The publication corresponds to 58.14.1 OKPD 2 OK 034-2014 (KPEC 2008)

The journal is registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communication, Information Technologies and Mass Communications - Certificate PI No. FS77-76284 of July 19, 2019.

The journal is included in the Russia List of the Higher Attestation Commission being the list of the leading peer-reviewed scientific journals and publications in which the main scientific results of theses for the academic degrees of a doctor and candidate of sciences should be published in the following areas (engineering):

- 05.02.00 - mechanical engineering and engineering science (05.02.02 - mechanical engineering, drive systems and machine parts, 05.02.07 - technology and equipment for mechanical and physical-technical processing)
- 05.05.00 - transport, mining and construction engineering (05.05.06 - mining machines)
- 09.05.00 - electrical engineering (09.05.01 - electromechanics and electrical apparatus, 09.05.03 - electrotechnical complexes and systems)

Signed for publication on 25 August 2021. Date of publication: 25 August 2021. Format 60x84 /8. Offset paper. Imprinted on MFPs. Published sheets 8,125. Edition 70 copies. Order 284 Free price

Address of the printing house:

Publishing center KuzSTU

Russia, 650000, Kemerovo region, Kemerovo, 4a, D. Bednogo str