

УДК 622.233.05

Маметьев Леонид Евгеньевич, профессор, д.т.н., профессор,  
Хорешок Алексей Алексеевич, профессор, д.т.н., профессор,  
Борисов Андрей Юрьевич, доцент, к.т.н., доцент,  
Егерь Артур Владимирович, аспирант  
(КузГТУ, г. Кемерово)  
Leonid E. Mametyev, professor, doctor of engineering sciences,  
Aleksey A. Khoreshok, professor, doctor of engineering sciences,  
Andrey Yu. Borisov, associate professor, candidate of engineering science  
Artur V. Eger, graduate student  
(KuzSTU, Kemerovo)

## РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПЕРЕГРУЗОЧНЫХ УСТРОЙСТВ РАСШИРИТЕЛЯ ОБРАТНОГО ХОДА

## DEVELOPMENT OF THE DESIGN OF OVERLOADING DEVICES FOR THE RETURN EXPANDER

### Аннотация

Представлено техническое решение, которое позволит обеспечить эффективное гравитационное истечение разрушающей горной массы напрямую из пространства камеры расширения в область пионерной восстающей скважины. Предложено использовать расширитель обратного хода с дисковым инструментом с формированием ступенчатого забоя. Рассмотрена конструкция многолучевой коронки для образования опережающей скважины. Предложен перегрузочный щит для защиты рабочего пространства многолучевой коронки от разрушенной горной массы, а также для улучшения истечения разрушенной горной массы в область восстающей пионерной скважины.

### Abstract

A technical solution is presented that will ensure the effective gravitational outflow of the destructible rock mass directly from the expansion chamber space into the area of the pioneer rising well. It is proposed to use a reverse flow expander with a disco instrument with the formation of a stepped face. The design of a multipath crown for the formation of a leading well is considered. An overload shield is proposed to protect the working space of the multi-beam crown from the destroyed rock mass, as well as to improve the flow of the destroyed rock mass into the area of the rising pioneer well.

На исполнительных органах выемочно-проходческих горных машин [1–5], а также буровых машин [6–8] широко используются разного рода породоразрушающие инструменты: режущие [9] и раздавливающие [10–

14]. При этом эксплуатация буровых машин требует учитывать ряд вопросов, например, связанных с вооружением породоразрушающим инструментом и эффективностью гравитационного истекания разрушенного горного массива в область расположения пионерной восстающей скважины при разбуривании расширителем обратного хода. Что способствует формированию необходимого диаметра скважины при расширении. Вместе с тем вооружение позволяет совмещать в себе как базовый набор из режущих, так и дисковых инструментов. Что подкреплено оригинальными техническими решениями, представленными кафедрой горных машин и комплексов КузГТУ, охватывающие направление по разработке и совершенствованию конструкций расширителей обратного хода [7, 8].

Первоначально разработано базовое техническое решение с расширителем обратного хода для бурения восстающих скважин. Конструкция расширителя (рис. 1, 2) [7] содержит: секционный штанговый буровой став 1, промежуточный опорный фонарь 2, приводную шлицевую штангупроставку 3, шестерню 4, шлицевую втулку-проставку 5, гаечное резьбовое соединение 6, подшипниковые опоры 7, корпус редуктора 8 (рис. 1, 2), оформленный овально-ромбической формой, опорно-центрирующие лыжи 9, выполняющие роль опорного фонаря-стабилизатора, промежуточное зубчатое колесо 10, шлицевую ось 11, подшипниковые опоры 12, выходное зубчатое колесо 13, нижнюю шлицевую секцию 14 с учетом длины  $l_n$ , опережающую многолучевую коронку 15, содержащую резцы и забурник 16. В области верхней части  $l_v$  (рис. 1) размещены: замковый вкладыш 17, верхняя шлицевая секция 18, многолучевой ступенчатый корпус 19 с дисковым инструментом 20, задний опорный фонарь 21 с крепежным винтом 22. При этом секционный штанговый буровой став 1, а также нижняя 14 и верхняя 18 шлицевые секции расположены по отношению друг к другу на расстоянии  $l$  (рис. 1, 2).

Дисковый инструмент 20 многолучевого ступенчатого корпуса 19 формирует луч с максимальным радиусом  $R_{л. max}$  (рис. 1, 3), складывающийся из расстояния  $l$  и радиуса пионерной скважины  $R_{п.с.}$  К тому же луч минимального радиуса  $R_{л. min}$  имеет ограничение относительно луча с максимальным радиусом  $R_{л.к. max}$  по отношению к опережающей многолучевой коронке 15.

Редуктор 8 имеет корпус шириной  $B_k$  (рис. 2), что позволяет размещать его в пространстве шириной  $B_3$ . Данное пространство формируется за счет перекрытия пионерной 24 и опережающей 25 восстающих скважин, размещенных параллельно. К тому же образуется зазор  $\Delta$  (рис. 2), обеспечивающий прохождение разрушенной горной массы 23 между поверхностями корпуса редуктора 8 и пионерной восстающей скважины 24 в области с размещенными опорно-центрирующими лыжами 9. Тем самым, разрушенная горная масса 23 истекает по направлению вдоль наклонной поверхности пионерной восстающей скважины 24.

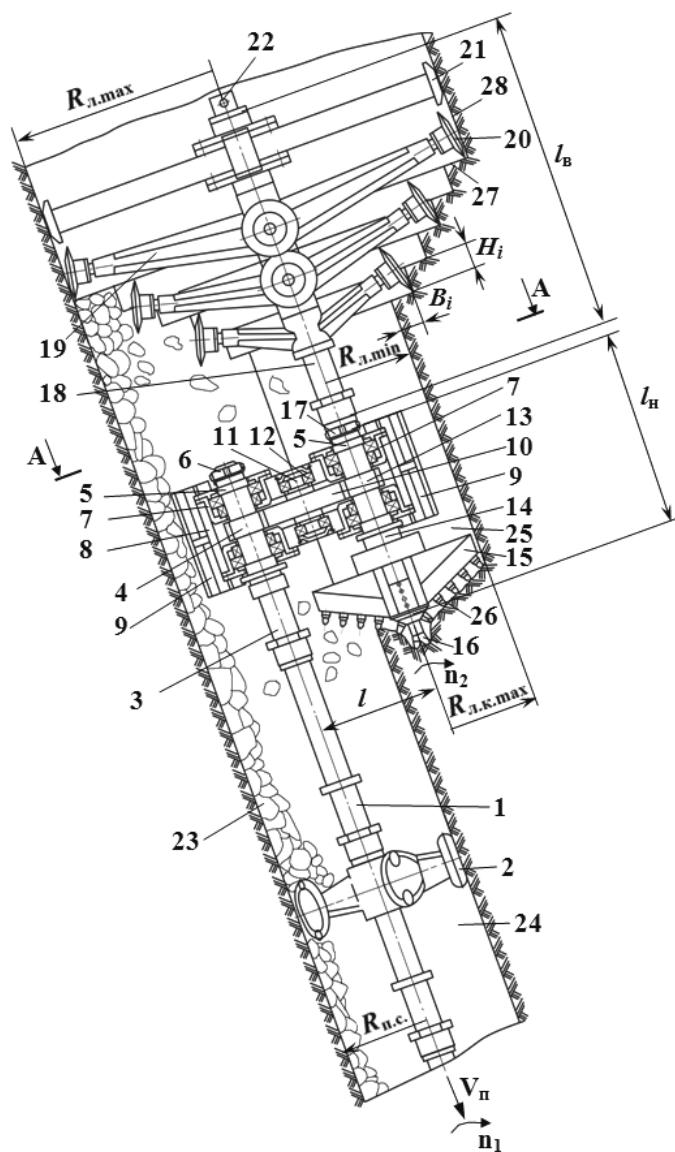


Рис. 1. Конструкция расширителя обратного хода

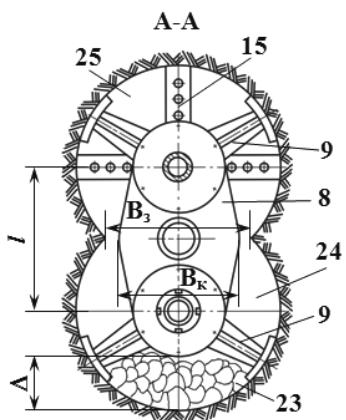


Рис. 2. Корпус редуктора  
 (вид сверху)

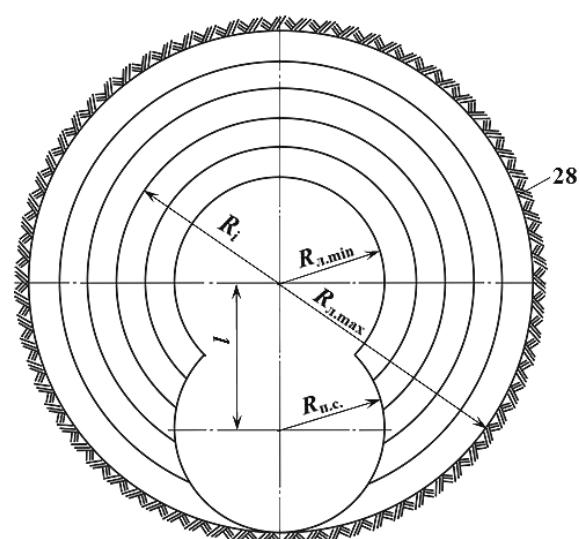


Рис. 3. Схема перемещения дискового  
 инструмента по траекториям

Опережающая многолучевая коронка 15 (рис. 1) размещается в пространстве опережающей восстающей скважины 25, посредством резцов и забурника 16 обеспечивается силовое взаимодействие с поверхностью забоя 26.

Для ступенчатого забоя 27 расширяемой скважины характерны следующие параметры (рис. 1, 3): радиус  $R_i$ , определяющий траекторию перемещения дискового инструмента 20 вдоль уступа расширяемой скважины; высота уступа  $H_i$ ; шаг разрушения  $B_i$ .

В итоге, разработанное техническое решение в виде конструкции расширителя обратного хода позволяет бурить восстающие скважины с последующим их разбуриванием дисковым инструментом до необходимого диаметра с формированием ступенчатой схемой разрушения забоя.

Следующим направлением в научных исследованиях явилась разработка технического решения, способствующая улучшению истечения разрушенной горной массы в область пионерной восстающей скважины.

Данное техническое решение (рис. 4–8) [8] включает в себя устройство в виде перегрузочного щита 1, который жестко зафиксирован сверху наружной поверхности корпуса редуктора расширителя (рис. 4). Перегрузочный щит 1 (рис. 5–8) состоит из: нижнего крепежного основания 2, верхнего наклонного плоского перекрытия 3 и тонкостенной цилиндрической стойки 4, которые жестко зафиксированы между собой.

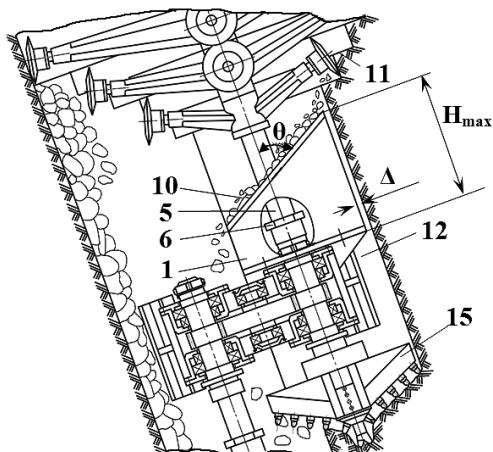


Рис. 4. Вид на расширитель с перегрузочным щитом

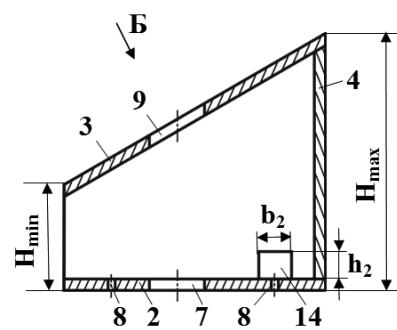


Рис. 5. Вид на перегрузочный щит (фронтальная проекция)

К тому же перегрузочный щит 1 размещен таким образом, что его внутреннее пространство позволяет насквозь свободно размещать в нем приводную шлицевую штангу-проставку 5 с квадратным буртиком 6.

Конструкция нижнего крепежного основания 2 выполнена как усиленный диск круглой формы, содержащее центральное сквозное отверстие 7 (рис. 5) также круглой формы и три периферийных сквозных крепежных цилиндрических отверстий 8 (рис. 5, 6).

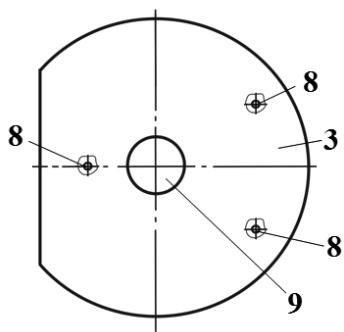


Рис. 6. Перегрузочный щит  
 (вид сверху)

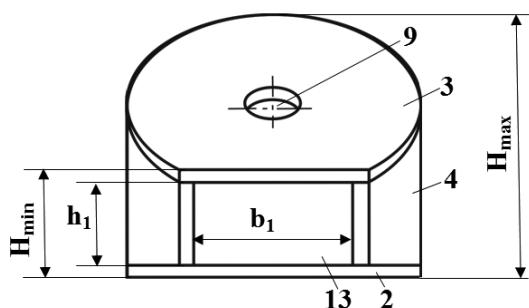


Рис. 7. Перегрузочный щит  
 (вид сбоку)

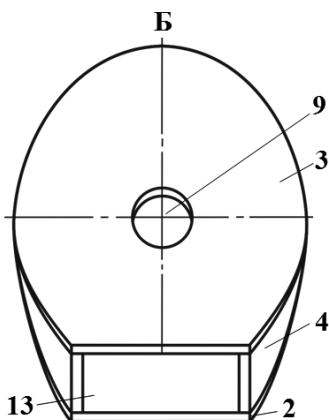


Рис. 8. Перегрузочный щит (вид по стрелке Б на рис. 5)

Конструкция верхнего наклонного плоского перекрытия 3 оформлена как усеченный диск овальной формы, содержащий центральное сквозное отверстие 9 (рис. 5–8) также овальной формы. При этом плоскость перекрытия 3 располагается перпендикулярно к плоскости по фронту проектирования, то есть под углом  $\theta$  (рис. 4) относительно оси приводной шлицевой штанги-проставки 5.

Величина угла  $\theta$  (рис. 1) больше угла естественного откоса, сформированного насыпными продуктами разрушенной горной массы 10 со ступенчатого забоя 11. Это характерно, когда угол наклона оси скважины относительно горизонта равен  $90^\circ$ , что образует корпсные параметры для перегрузочного щита 1: минимальную  $H_{min}$  и максимальную  $H_{max}$  высоты (рис. 4–6). При этом тонкостенная цилиндрическая стойка 4 имеет наружную боковую поверхность, форма которой конгруэнтна боковой поверхности опережающей скважины 12 (рис. 1, 2), обеспечивая проходной зазор  $\Delta$ .

Конструкция перегрузочного щита 1 имеет проходное окно 13 высотой  $h_1$  и шириной  $b_1$ , что формирует свободное пространство для размещения в нем отбойного ключа. При этом наружная боковая поверхность тонкостенной цилиндрической стойки 4 содержит два боковых окна 14, имеющие П-образную форму (рис. 5) с высотой  $h_2$  и шириной  $b_2$ . Данные окна позволяют проводить операции по затяжке и раскручиванию болтов на

нижнем крепежном основании 2, которое сопряжено с корпусом редуктора посредством его верхней наружной поверхности.

Разрушенная горная масса 10 (рис. 4) под действием гравитации разделяется на потоки, истекая с каждого уступа ступенчатого забоя 11, затем проходит по наружной поверхности наклонного плоского перекрытия 3, далее в область рабочей поверхности пионерной скважины с последующим выходом к ее устью.

В итоге, данное техническое решение позволит защитить от разрушенной горной массы рабочее пространство опережающей многолучевой коронки 15, уменьшить переизмельчение массы и пылеобразование. При этом повышается эффект от процесса гравитации при истечении разрушенной горной массы в область восстающей пионерной скважины в процессе разбуривания дисковым инструментом при обратном ходе до необходимого диаметра с формированием ступенчатой схемы разрушения забоя.

Таким образом, выводы, полученные из представленных технических решений позволяют продолжить научные исследования по разработке и совершенствованию конструкций погрузочных устройств для расширителей обратного хода при бурении восстающих скважин.

### Список литературы

1. Проходческие комбайны со стреловидным исполнительным органом. Часть 1. Опыт производства и развития : монография / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, Б.Л. Герике, Г.Д. Буялич, А.Б. Ефременков, А.Ю. Борисов; Юргинский технологический институт, Кузбасский государственный технический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 213 с.

2. Проходческие комбайны со стреловидным исполнительным органом. Часть 2. Эксплуатация и диагностика : монография / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, Б.Л. Герике, Г.Д. Буялич, А.Б. Ефременков, А.Ю. Борисов; Юргинский технологический институт, Кузбасский государственный технический университет. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2015. – 281 с.

3. Проходческие комбайны со стреловидным исполнительным органом. Часть 3. Выбор и обоснование рабочих параметров двухкорончатых реверсивных исполнительных органов : монография / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, Б.Л. Герике, Г.Д. Буялич, А.Б. Ефременков, А.Ю. Борисов; Кузбасский государственный технический университет, Юргинский технологический институт. – Томск : Изд-во Томского политехнического университета, 2016. – 136 с.

4. Маметьев, Л.Е. Тенденции формирования парка проходческих комбайнов на шахтах Кузбасса / Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, А.Ю. Борисов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2013. – № 2. – С. 14–16.

5. Исполнительный орган выемочно-проходческой горной машины : пат. 152701 РФ : МПК Е21С 25/18 (2006.01), Е21С 27/24 (2006.01) / Маметьев Л. Е, Хорешок А. А., Борисов А. Ю. ; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. профession. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2014144633/03 ; заявл. 05.11.2014 ; опубл. 10.06.2015, Бюл. № 16.

6. Машины и инструмент для бурения скважин: монография / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, А.Б. Ефременков, Ю.В. Дрозденко, А.Ю. Борисов; Новгородский гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2022. – 174 с.

7. Расширитель обратного хода для бурения восстающих скважин : пат. 189655 РФ на полезную модель: МПК Е 21 D 3/00 (2006.01), 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). – № 2019105781 ; заявл. 28.02.2019 ; опубл. 29.05.2019, Бюл. № 16.

8. Расширитель обратного хода для бурения восстающих скважин : патент 217329 РФ на полезную модель: МПК Е 21 В 7/28 (2006.01), Е 21 D 3/00 (2006.01) / Маметьев Л.Е, Цехин А.М., Хорешок А.А., Борисов А.Ю., Алиткина О.А. ; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2023101625 ; заявл. 26.01.2023 ; опубл. 28.03.2023, Бюл. № 10.

9. Горные машины и оборудование подземных горных работ. Режущий инструмент горных машин : учеб. пособие / А. А. Хорешок, Л. Е. Маметьев, А. М. Цехин, А. Ю. Борисов ; КузГТУ. – Кемерово, 2012. – 288 с.

10. Хорешок, А.А. Перспективы применения дискового инструмента для коронок проходческих комбайнов / А. А. Хорешок, Л. Е. Маметьев, В. В. Кузнецов, А. Ю. Борисов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – Кемерово, 2010. – № 1. – С. 52–54.

11. Узел крепления дискового инструмента в трехгранной призме : пат. 128898 РФ на полезную модель: МПК Е 21 С 27/00 (2006.01) / Маметьев Л.Е, Хорешок А.А., Борисов А.Ю., Мухортиков С.Г., Воробьев А.В. ; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. профession. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2013100882/03 ; заявл. 09.01.2013; опубл. 10.06.2013, Бюл. № 16.

12. Устройство для защиты внутреннего пространства трехгранной призмы от продуктов разрушения : пат. 134586 РФ на полезную модель: МПК Е 21 С 27/00 (2006.01) / Маметьев Л.Е, Хорешок А.А., Борисов А.Ю., Цехин А.М. ; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. профession. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2013127350/03 ; заявл. 14.06.2013 ; опубл. 20.11.2013, Бюл. № 32.

13. Устройство пылеподавления для дискового инструмента на трехгранный призме : пат. 138704 РФ : МПК E21C 35/22 (2006.01), E21F 5/04 (2006.01) / Маметьев Л. Е, Хорешок А. А., Борисов А. Ю., Цехин А. М. ; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. профессион. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2013135405/03 ; заявл. 26.07.2013 ; опубл. 20.03.2014, Бюл. № 8.

14. Маметьев, Л.Е. Разработка устройства пылеподавления для реверсивных коронок проходческих комбайнов / Л.Е. Маметьев, А.А. Хорешок, А.М. Цехин, А.Ю. Борисов // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2014. – № 3. – С. 17–21.