

УДК 622.232.83.054.52

Маметьев Л.Е., профессор, д.т.н., проф., Хорешок А.А., директор горного института, профессор, д.т.н., Цехин А.М., доцент, к.т.н., доцент,
Борисов А.Ю., ст. преп. (КузГТУ, г. Кемерово)

Mametyev L.E., professor, doctor of engineering sciences, Khoreshok A.A., director of the Mining institute, professor, doctor of engineering sciences,
Tsekhin A.M., associate professor, candidate of science (engineering),
Borisov A.Yu., head teacher (KuzSTU, Kemerovo)

КОНСТРУКТИВНЫЕ СХЕМЫ РАДИАЛЬНЫХ КОРОНОК С ДИСКОВЫМ ИНСТРУМЕНТОМ НА ТРЕХГРАННЫХ ПРИЗМАХ

THE CONSTRUCTIVE SCHEME OF THE RADIAL CROWNS WITH THE DISK TOOL ON THE TRIANGULAR PRISMS

Аннотация

Представлены варианты конструктивных схем двухкорончатых стреловидных исполнительных органов проходческих комбайнов избирательного действия. Рассмотрены устройства для крепления дискового инструмента к трехгранным призмам. Приведены зависимости эквивалентных напряжений от диаметра сопряженных элементов узлов крепления диска при статическом нагружении.

Abstract

Presented design schemes the executive bodies with two crowns of the roadheaders of the electoral action. Considered devices for securing a disk tool to the triangular prisms. The relationship between equivalent stress of the diameter of the mating elements of the attachment disk under static loading.

На кафедре горных машин и комплексов КузГТУ разработаны варианты конструкций исполнительных органов проходческих комбайнов избирательного действия для проведения горных выработок по углю и смешанному забою с крепкими и абразивными породными прослойками и отдельными включениями. Конструкции исполнительных органов позволяют расширить область применения проходческих комбайнов на разрушение структурно-неоднородных сред забойных массивов горных пород, включая негабариты, причиной появления которых являются процессы отжима и внезапных выбросов угля, породы, газа в призабойных пространствах подземных горных выработок [1–19].

Основной научно-технический результат предлагаемых исполнительных органов заключается в повышении эффективности проведения горных выработок путем совмещения процессов разрушения, дробления и погрузки в исполнительном органе проходческого комбайна.

Предложены конструктивные блоки дискового инструмента с консольными узлами крепления на многогранных призмах стреловидных исполнительных органов для реализации реверсивных режимов работы с совмещением процессов разрушения, дробления и погрузки горной массы [1–5].

Для формирования схем набора трехгранных призм с дисковым инструментом, адаптивных к широкому спектру условий эксплуатации и повышению эффективности монтажно-демонтажных работ представлены следующие технические решения (рис. 1, 2) [6–8].

Исполнительные органы проходческих комбайнов избирательного действия могут иметь два варианта конструктивного исполнения (рис. 1) и содержат стрелу 1 с двумя разрушающе-погрузочными коронками 2, кинематически связанных между собой через раздаточный редуктор 3 [1, 6].

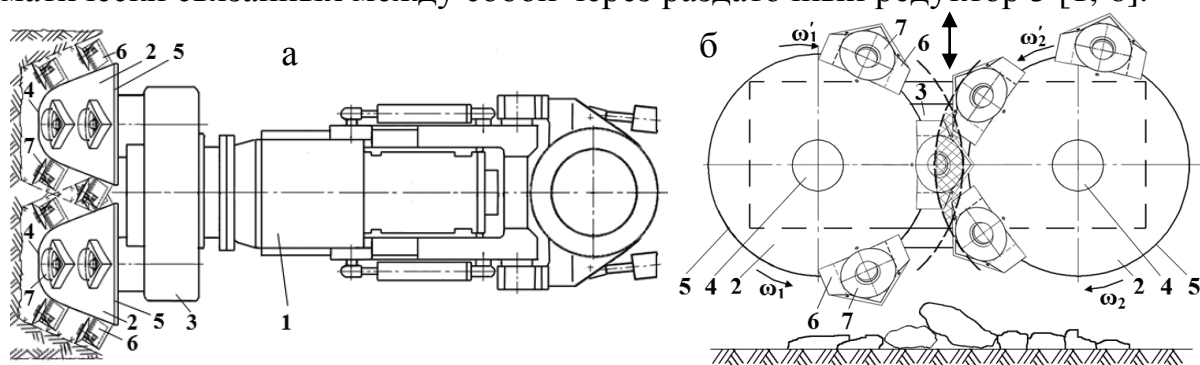


Рис. 1. Исполнительный орган с двумя радиальными реверсивными коронками: а – конструктивная схема; б – схема дробления негабаритов

В первом варианте исполнительного органа корпус каждой из разрушающе-погрузочных коронок 2 выполнен в виде усеченной конической поверхности, объединяющей меньшее основание 4 со стороны забоя с большим основанием 5 со стороны раздаточного редуктора 3. На наружных поверхностях каждой из разрушающе-погрузочных коронок 2 жестко закреплены трехгранные призмы 6 с дисковыми инструментами 7 без возможности монтажа-демонтажа по неизменяемым вариантам схем набора.

Во втором варианте корпус каждой из коронок выполнен в виде усеченной многогранной пирамиды с возможностью монтажно-демонтажных операций с изменяемыми вариантами схем набора трехгранных призм по ширине захвата.

Реверсивный рабочий орган (рис. 2) содержит фланец 1, ступицу 2 и корпус 3, выполненный в виде сварной многогранной призмы. На наружной поверхности многогранной призмы жестко закреплены направляющие 4 с боковыми зубчатыми рейками 5. На зубчатых рейках 5 с определенным шагом разрушения относительно друг друга прикреплены опоры 6 П-образной формы [6–8].

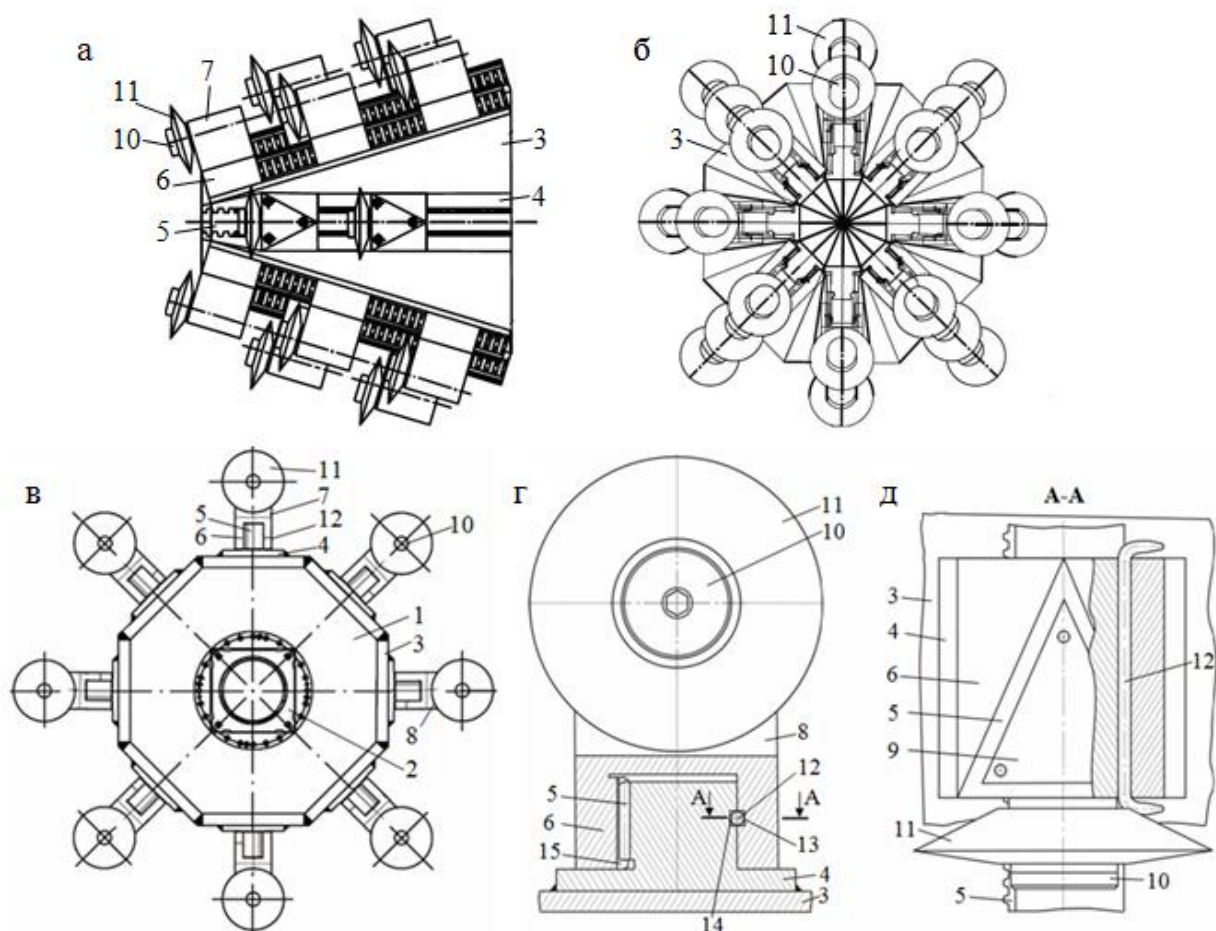


Рис. 2. Радиальная корона с дисковым инструментом на корпусе-пирамиде: а – общий вид; б – вид спереди; в – вид на большее основание; г – зубчато-реечный замок трехгранной призмы; д – зона размещения проволочного фиксатора

Схемы закрепления трехгранных призм 7, 8 (рис. 2, г, д) позволяют реализовать кутковые и линейные линии резания. Каждая трехгранная призма 7, 8 закрыта трехгранными крышками 9 и содержит оси 10 с упорными буртиками и дисковыми инструментами 11. Опоры 6 П-образной формы крепятся к направляющим 4 с помощью разъемных проволочных замков-фиксаторов, выполненных в виде длинных цилиндрических стержней 12 с отгибными коническими торцевыми хвостовиками и размещены в квадратных сквозных отверстиях, образованных сквозными боковыми прямоугольными пазами 13, 14 опор 6 П-образной формы и зубчатых реек 5. Опоры 6 П-образной формы выполнены с внутренним П-образным ручьем, одна грань которого выполнена плоской со сквозным боковым прямоугольным пазом 13 под длинный цилиндрический стержень 12, а другая противоположная грань выполнена с зубчатой поверхностью 15. При этом опора 10 П-образной формы может быть выполнена с внутренним П-образным двухступенчатым ручьем.

Для повышения эффективности монтажно-демонтажных операций в призабойном пространстве подземной горной выработки при замене узла крепления дискового инструмента в трехгранной призме предлагается устройство (рис. 3) [9, 10].

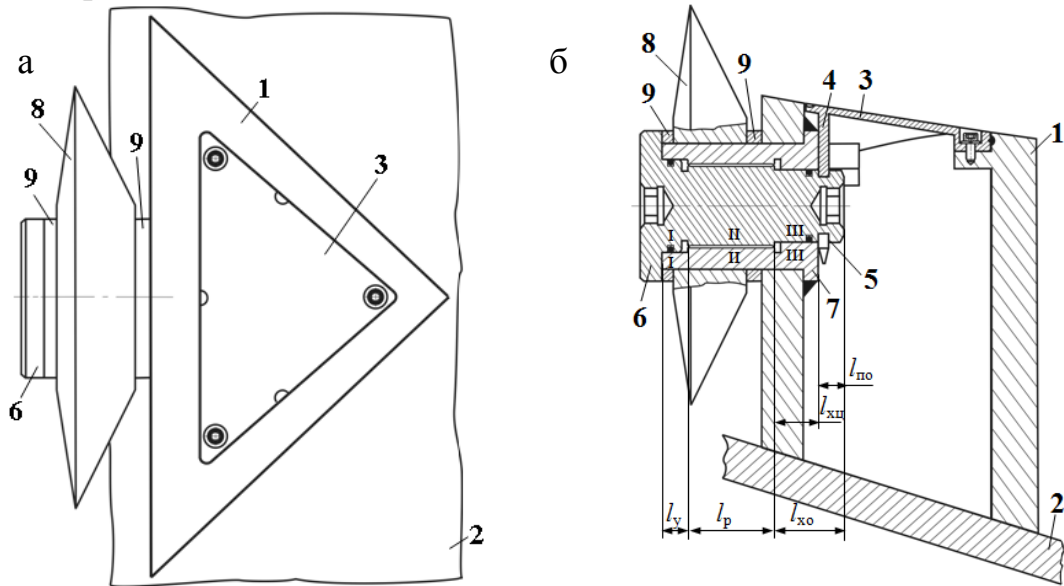


Рис. 3. Устройство трехгранной призмы с узлом крепления дискового инструмента: а – вид сверху; б – радиальное сечение

Предлагаемый узел крепления дискового инструмента на рабочем органе горного комбайна содержит трехгранную призму 1, жестко закрепленную на наружной поверхности коронки 2 проходческого комбайна и трехгранную крышку 3. Со стороны передней грани внутренняя поверхность трехгранной крышки 3 содержит опорную седловую стойку-фиксатор 4, которая в виде единой пластины, содержащей конструктивно-сопряженные между собой внутренний полуцилиндрический зев с двумя направляюще-ориентирующими усами из прямоугольных призм, толщина которых меньше ширины проточки 5 оси 6 с упорным буртиком на величину допустимого осевого люфта.

Конструкция трехгранной призмы 1 со стороны внешнего пространства включает в себя поверхности двух погрузочно-транспортирующих граней и поверхность передней грани со сквозным цилиндрическим отверстием, в котором жестко закреплена цапфа-втулка 7. Дисковый инструмент 8 консольно установлен перед передней гранью трехгранной призмы 1 на жестко закрепленной цапфе-втулке 7 с возможностью свободного вращения между двумя дистанционными торцевыми шайбами 9 с фиксируемым осевым зазором.

Цапфа-втулка 7 имеет трехступенчатую внутреннюю поверхность, первая ступень I которой выполнена гладкой, расположена со стороны забойного торца, имеет максимальный диаметр и минимальную длину l_v . Вторая ступень II выполнена резьбовой и сопряжена с торцевой поверхно-

стью, ограничивающей длину первой ступени I и имеет диаметр поверхности меньший диаметра поверхности первой ступени I, а ее длина l_p превышает длину $l_{хц}$ поверхности третьей ступени III, выполненной в виде гладкого цилиндрического участка с диаметром меньшим диаметра цилиндрической поверхности второй ступени II. Торцевая поверхность третьей ступени III выходит во внутреннее пространство трехгранной призмы 1.

Ось 6 с упорным буртиком имеет трехступенчатую наружную поверхность конгруэнтную участкам трехступенчатой внутренней поверхности цапфы-штулки 7 на участках длиной l_y , l_p , $l_{хо}$. В центральных частях свободных торцевых поверхностей оси 6 с упорным буртиком выполнены шестигранные гнезда под ключ.

Представленные технические решения являются базой для проведения сравнительной оценки напряженно-деформированного состояния сопрягаемых конструктивных элементов модульных блоков в виде трехгранных призм с дисковым инструментом на исполнительных органах проходческих комбайнов избирательного действия при статическом моделировании процессов разрушения забойных массивов с неоднородной структурой от угольных до породных. Что позволит выявить закономерности изменения усилий нагружения P_x , P_y , P_z и сделать рациональный выбор для дальнейших направлений совершенствования и разработки конструкций модульных блоков дискового инструмента.

Результаты моделирования напряженного состояния дискового инструмента к трехгранной призме представлены на рис. 4. Дисковые инструменты имеют следующие углы заострения: 1 – $\varphi = 5^\circ + 25^\circ$; 2 – $\varphi = 10^\circ + 20^\circ$; 3 – $\varphi = 15^\circ + 15^\circ$; 4 – $\varphi = 0^\circ + 30^\circ$. Материал для всех деталей сталь 35ХГСА [11, 12].

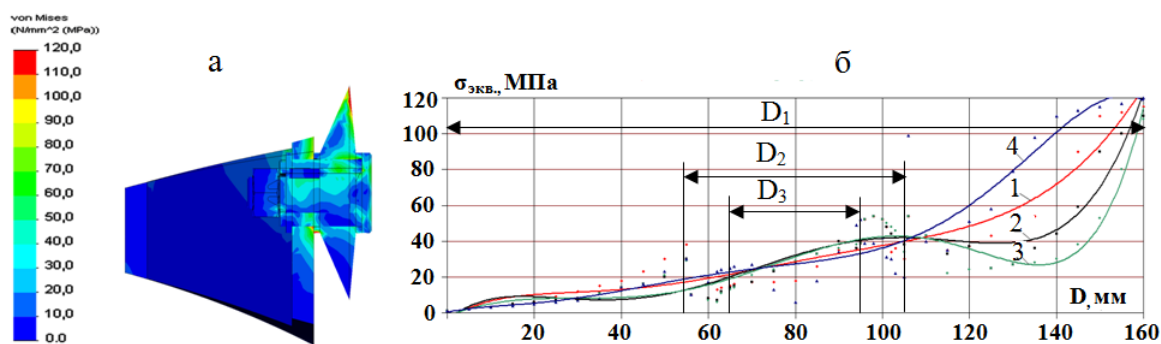


Рис. 4. Распределения эквивалентных напряжений $\sigma_{экв}$ по критерию Мизеса в узле крепления биконического дискового инструмента к трехгранной призме: а – картина напряжений для диска ($\varphi = 25^\circ + 5^\circ = 30^\circ$) при $\sigma_{сж} = 70$ МПа; б – зависимости $\sigma_{экв}$ от диаметра D сопряженных конструктивных элементов в сечении, проходящем через: D_1 – лезвие диска; D_2 – цапфу; D_3 – ось с буртиком

Для консольных узлов крепления дискового инструмента к забойным граням трехгранных призм зоны концентрации максимальных эквивалент-

ных напряжений $\sigma_{\text{экв}}$ по критерию Мизеса смещены к лезвию дискового инструмента с минимальным объемом в контакте с разрушаемым массивом при статическом нагружении с минимальным значением для всех типов биконических дисковых инструментов с гаечным вариантом крепления. При этом величина максимальных значений $\sigma_{\text{экв}}$ изменяется от 100 до 120 МПа для горных пород с $\sigma_{\text{сж}}$ от 70 МПа до 120 МПа, что значительно ниже предела текучести для стали 35ХГСА ($\sigma_{\text{T}} = 490$ МПа). Максимальные уровни деформационных перемещений дискового инструмента в сопряженных конструктивных элементах узлов крепления не превышают 0,045 мм и вызваны посадочными зазорами, деформациями растяжения, сжатия, изгиба в поле сил упругости без пластических деформаций.

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”.

Список литературы

1. Нестеров, В.И. Исполнительный орган проходческого комбайна для совмещения процессов разрушения забоя с дроблением негабаритов и погрузкой горной массы / В.И. Нестеров, Л.Е. Маметьев, А.А. Хорешок, А.Ю. Борисов // Вестник КузГТУ. – 2012. – № 3. – С. 112–117.

2. Маметьев, Л.Е. Повышение функциональных возможностей исполнительных органов проходческих комбайнов избирательного действия / Л.Е. Маметьев, А.А. Хорешок, А.Ю. Борисов // Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды: сб. тр. Всероссийской конф. с участием иностранных ученых, Новосибирск, 9-12 октября 2012 г. В II т. Т. II. Машиноведение. – Новосибирск: ИГД СО РАН, 2012. – Т. II. – С. 147–151.

3. Хорешок, А.А. Улучшение разрушающе-погрузочной способности проходческого комбайна избирательного действия / Хорешок А. А., Маметьев Л. Е., Борисов А. Ю. // Научно-технический журнал «Горный инженер». – 2013. – № 1. – С. 102–110.

4. Нестеров, В.И. Функциональные возможности двухкорончатого исполнительного органа проходческого комбайна с трехгранными призмами и дисковыми инструментами / В.И. Нестеров, Л.Е. Маметьев, А.А. Хорешок, А.Ю. Борисов, С.Г. Мухортиков // Горный информационно-аналитический бюллетень. Горное машиностроение. – 2012. – ОВ №3. – С. 15–24.

5. Хорешок, А.А. Разработка узлов крепления дискового инструмента к рабочим органам проходческих комбайнов / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.Ю. Борисов, С.Г. Мухортиков // Горный информационно-аналитический бюллетень. Промышленная безопасность и охрана труда. – 2012. – ОВ №6. – С. 28–36.

6. Пат. 2455486 РФ : МПК Е 21 С 25/18, Е 21 С 27/24 (2006.01). Ис-

полнительный орган проходческого комбайна / Маметьев Л.Е, Хорешок А.А., Борисов А.Ю., Кузнецов В.В., Мухортиков С.Г. ; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. профессион. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2010141881/03 ; заявл. 12.10.2010 ; опубл. 10.07.2012, Бюл. № 19. – 14 с.

7. Пат. 149617 РФ : МПК Е 21 С 25/18, Е 21 С 27/24 (2006.01). Исполнительный орган выемочной горной машины / Маметьев Л.Е, Хорешок А.А., Борисов А.Ю.; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. профессион. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2014135060/03 ; заявл. 26.08.2014 ; опубл. 10.01.2015, Бюл. № 1. – 2 с.

8. Маметьев, Л.Е. Разработка исполнительных органов и инструмента для стреловых проходческих комбайнов и бурошнековых машин / Л.Е. Маметьев // Вестник КузГТУ. – 2015. – №5. – С. 56–63.

9. Пат. 141339 РФ : МПК Е 21 С 27/00 (2006.01). Узел крепления дискового инструмента на рабочем органе горного комбайна / Маметьев Л.Е, Борисов А.Ю. ; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. профессион. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2014103560/03 ; заявл. 03.02.2014 ; опубл. 27.05.2014, Бюл. № 15. – 3 с.

10. Маметьев, Л.Е. Улучшение процессов монтажа и демонтажа узлов крепления дискового инструмента на коронках проходческих комбайнов / Л.Е. Маметьев, А.Ю. Борисов // Вестник КузГТУ. – 2014. – № 4. – С. 23–26.

11. Маметьев, Л.Е. Распределение напряжений между деталями узлов крепления дисковых инструментов при разрушении проходческих забоев / Л.Е. Маметьев, А.А. Хорешок, А.М. Цехин, А.Ю. Борисов // ФТПРПИ. – 2015. – № 6. – С. 93–100.

12. Борисов, А.Ю. Напряжения в сопрягаемых элементах дисковых инструментов при разрушении проходческих забоев / А.Ю. Борисов, Л.Е. Маметьев // Вестник КузГТУ. – 2015. – №4. – С. 26–35.

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

14. Маметьев, Л.Е. Улучшение процессов монтажа и демонтажа узлов крепления дискового инструмента на коронках проходческих комбайнов / Л.Е. Маметьев, А.Ю. Борисов // Вестник КузГТУ. – 2014. – № 4. – С. 23–26.

15. Маметьев, Л.Е. Направление повышения зарубежной способности исполнительных органов проходческих комбайнов с аксиальными коронками / Л.Е. Маметьев, А.А. Хорешок, А.Ю. Борисов // Вестник КузГТУ. – 2014. – № 5. – С. 21–24.

16. Маметьев Л.Е. Совершенствование конструкций узлов крепления дискового инструмента на коронках проходческих комбайнов / Л.Е. Маметьев, А.А. Хорешок, А.Ю. Борисов, А.В. Воробьев // Вестник КузГТУ. –

2014. – № 1. – С. 3–5.

17. Хорешок, А.А. Адаптация узлов крепления дискового инструмента исполнительных органов проходческих комбайнов к монтажу и демонтажу / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, А.Ю. Борисов // Горное оборудование и электромеханика. – 2014. – № 7. – С. 3–8.

18. Пат. 146845 РФ : МПК Е 21 С 25/18, Е 21 С 27/24 (2006.01). Дисковый инструмент проходческого комбайна / Маметьев Л.Е, Хорешок А.А., Борисов А.Ю., Воробьев А.В. ; патентообладатель Федер. гос. бюджет. образоват. учреждение высш. профессиона. образования «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева» (КузГТУ). – № 2014109201/03 ; заявл. 11.03.2014 ; опубл. 20.10.2014, Бюл. № 29. – 2 с.

19. Пат. 152701 РФ : МПК Е 21 С 25/18, Е 21 С 27/24 (2006.01). Исполнительный орган выемочно-проходческой горной машины / 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). – № 2014144633/03 ; заявл. 05.11.2014 ; опубл. 10.06.2015, Бюл. № 16. – 3 с.