

УДК 622.232.83.054.52

Л.Е. Маметьев, А.А. Хорешок, А.Ю. Борисов, А.В. Воробьев

НАПРЯЖЕННОЕ СОСТОЯНИЕ УЗЛОВ КРЕПЛЕНИЯ ДИСКОВОГО ИНСТРУМЕНТА В ТРЕХГРАННЫХ ПРИЗМАХ РАДИАЛЬНЫХ КОРОНОК

Совершенствование конструкции радиальных коронок проходческих комбайнов избирательного действия по результатам комплексных исследований, проведенных на кафедре горных машин и комплексов КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева, осуществлялось первоначально по направлению использования биконических и конических дисковых инструментов с двухопорными узлами крепления различного конструктивного исполнения. Проведенные исследования [1] позволили установить основные направления по решению вопросов проектирования, изготовления, испытания и оценки режимов работы радиальных коронок проходческих комбайнов с дисковыми инструментами в широком спектре условий эксплуатации.

На следующих этапах исследований осуществлено моделирование напряженного состояния двухопорных узлов крепления дисковых инструментов различной конструкции при разрушении структурно неоднородного забойного массива горных пород с пределами прочности на одноосное сжатие $\sigma_{сж} = 50\div 140$ МПа. В результате этих исследований [2] установлено, что с переходом от асимметрии к симметрии биконических дисковых инструментов, прослеживается снижение параметров зон эквивалентных напряжений в неподвижной оси крепления.

В дальнейшем удалось выявить и разработать одно из приоритетных направлений совершенствования конструкции исполнительных органов проходческих комбайнов избирательного действия по новому техническому решению [3]. Сущность его состоит в том, что повышение эффективности проведения горных выработок осуществляется путем совмещения процессов разрушения забоя, дробления негабаритов и погрузки продуктов разрушения по всей ширине выработки исполнительным органом проходческого комбайна. Сам исполнительный орган содержит стрелу с двумя разрушающе-погрузочными коронками, кинематически связанными между собой через раздаточный редуктор. При этом корпус каждой из этих коронок выполнен в двух вариантах, либо в виде усеченной конической поверхности, либо в виде усеченной многогранной пирамиды. На наружных поверхностях разрушающе-погрузочных коронок установлены трехгранные призмы, к которым консольно прикреплены дисковые инструменты с возможностью перекрытия траекторий движения при реверсировании направлений вращения.

Разработка данного технического решения явилась базой для проведения исследований, результаты которых послужили основой для создания трех вариантов узлов крепления дисковых инструментов в трехгранных призмах, представляющих сменные

конструктивные модули для радиальных разрушающе-погрузочных коронок исполнительных органов проходческих комбайнов избирательного действия.

На рис. 1, 2, 3 представлены три варианта технических решений по узлам крепления дисковых инструментов для трехгранных призм, жестко закрепленных на наружной поверхности реверсивных коронок проходческого комбайна избирательного действия. На рис. 1, а, 2, а, 3, а – максимально изображены конструктивные элементы дискового инструмента в зонах разрушения забойного массива перед трехгранной призмой и крепления внутри трехгранной призмы. На рис. 1, б, 2, б, 3, б – максимально раскрыты конструктивные элементы трехгранных призм, участвующих в транспортировании и погрузке разрушенной горной массы на питатель проходческого комбайна. На рис. 1, в, 2, в, 3, в – изображены особенности конструктивных вариантов узлов крепления дискового инструмента внутри трехгранных призм для реализации монтажно-демонтажных операций.

Данные технические решения разработаны на базе проведенных патентных исследований [2]. В каждом из трех вариантов, для фиксации самого узла крепления дискового инструмента, использовано свободное внутреннее пространство трехгранных призм, как наиболее защищенное от прямого попадания продуктов разрушения и транспортирования. Кроме того, эти пространства могут защитить элементы гидроразводки системы орошения и пылегашения для подачи пылеподавляющей жидкости в зоны разрушения забойного массива и дробления негабаритов дисковыми инструментами в межкорончатом пространстве исполнительного органа.

Первый вариант конструктивного исполнения узла крепления дискового инструмента (рис. 1) [3] содержит трехгранную призму 1 с гранями 2, 3 и 4, две из которых 2 и 3 являются погрузочно-транспортирующими с общим ребром 5. Между собой грани 3 и 4 пересекаются по ребру 7, а грани 2 и 4 по ребру 6. Третья грань 4 обращена к забою и имеет сквозное отверстие для консольного размещения забойной части оси-цапфы 8, на которую с возможностью свободно вращения посажен дисковый инструмент 9. С обеих сторон дискового инструмента 9 установлены дистанционные торцевые шайбы 10, выполняющие функцию упорных подшипников, воспринимающих осевые нагрузки при разрушении горного массива на забое проходческой выработки. Крепежная часть оси-цапфы 8 размещена во внутреннем пространстве трехгранной призмы 1 и жестко при-

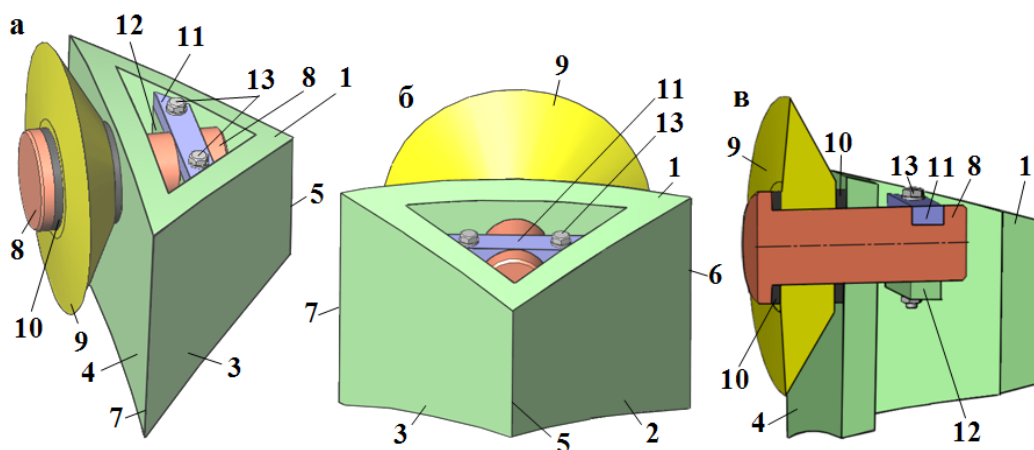


Рис. 1. Первый вариант крепления дискового инструмента к трехгранной призме

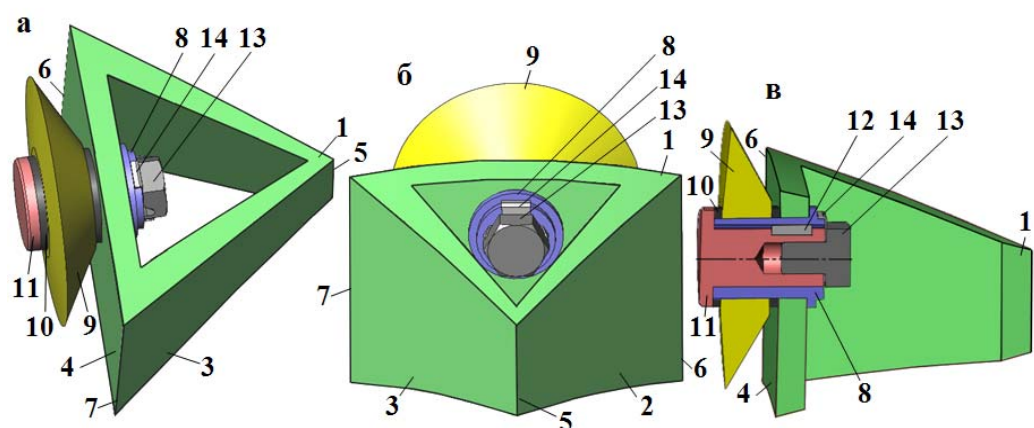


Рис. 2. Второй вариант крепления дискового инструмента к трехгранной призме

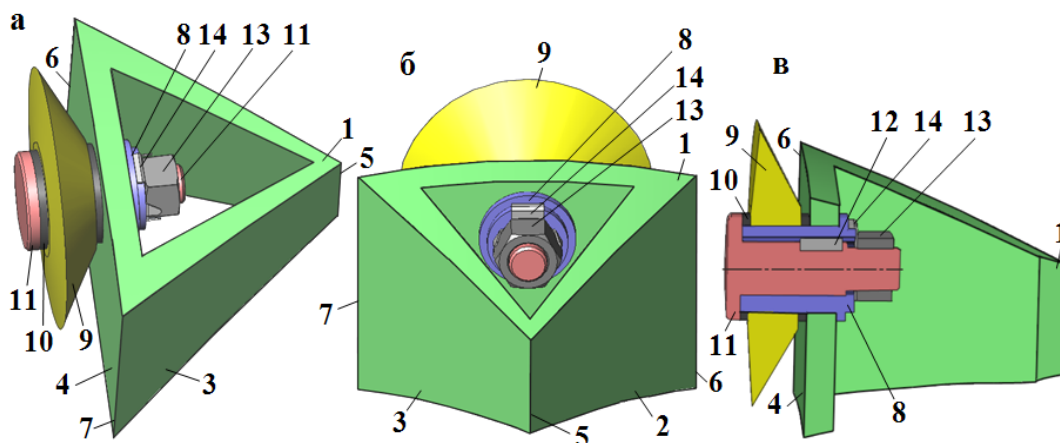


Рис. 3. Третий вариант крепления дискового инструмента к трехгранной призме

креплена планкой-замком 11 к перегородке 12 болтами 13.

Для упрощения конструкции первого варианта (рис. 1) узла крепления и снижения времени на монтажно-демонтажные операции с дисковым инструментом в трехгранных призмах, на рис. 2, 3 (заявка на патент РФ № 2013100882) представлены второй и третий варианты технических решений. В этих двух конструктивных вариантах увеличен объем внутреннего пространства трехгранных призм, что обеспечивает свободный доступ и удобство фиксации узлов крепления при монтаже и де-

монтаже. При этом за счет увеличения внутреннего пространства, увеличивается полезная площадь боковых погрузочно-транспортных граней с внешней стороны трехгранных призм, создаются условия для размещения форсунок орошения и герметизирующих крышек.

Второй и третий варианты (рис. 2, 3) конструктивного исполнения узлов крепления дискового инструмента включают в себя элементы, обозначенные позициями 1–7, которые взяты за основу из первого варианта (рис. 1). Отличием второго и третьего варианта от первого заключается в том,

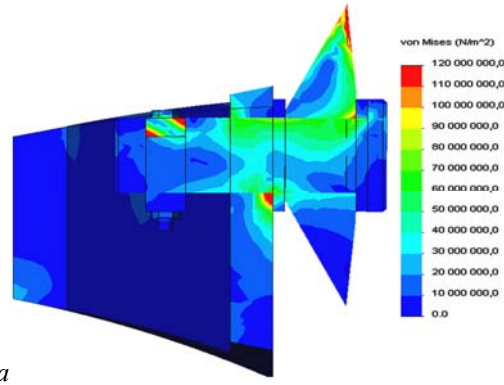


Рис. 4. Распределение напряжений в первом варианте узла крепления биконического дискового инструмента ($\varphi = 25^\circ + 5^\circ = 30^\circ$) для условий: а – $\sigma_{сж} = 70$ МПа; б – $\sigma_{сж} = 120$ МПа

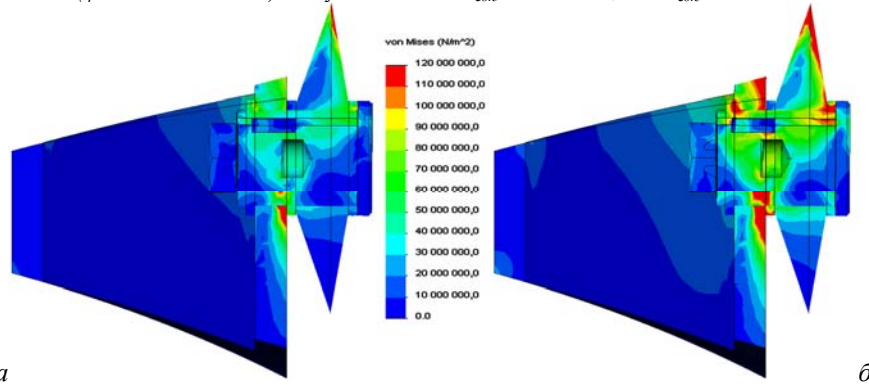


Рис. 5. Распределение напряжений во втором варианте узла крепления биконического дискового инструмента ($\varphi = 20^\circ + 10^\circ = 30^\circ$) для условий: а – $\sigma_{сж} = 70$ МПа; б – $\sigma_{сж} = 120$ МПа

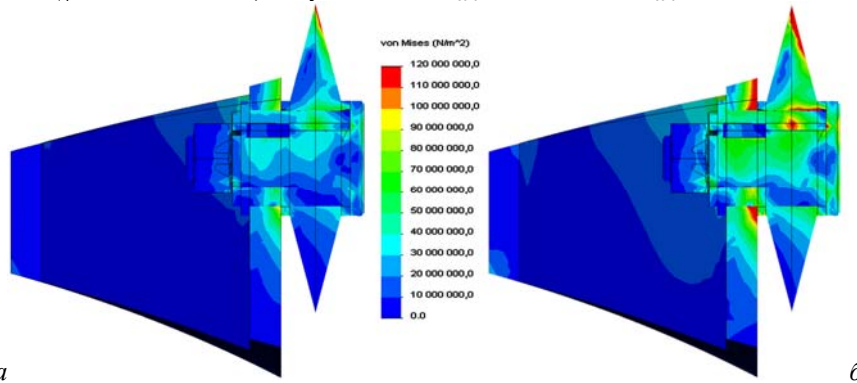


Рис. 6. Распределение напряжений в третьем варианте узла крепления биконического дискового инструмента ($\varphi = 15^\circ + 15^\circ = 30^\circ$) для условий: а – $\sigma_{сж} = 70$ МПа; б – $\sigma_{сж} = 120$ МПа

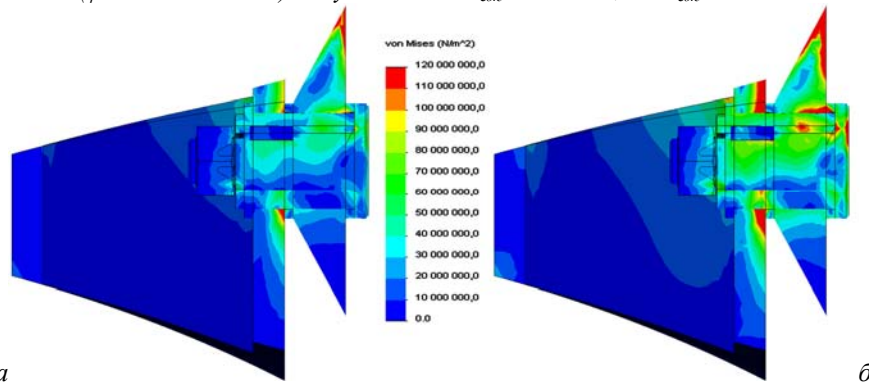


Рис. 7. Распределение напряжений в третьем варианте узла крепления конического дискового инструмента ($\varphi = 30^\circ$) для условий: а – $\sigma_{сж} = 70$ МПа; б – $\sigma_{сж} = 120$ МПа

что грань 4 трехгранной призмы 1, обращенная к забою, имеет сквозное отверстие для консольного

закрепления и размещения цапфы-втулки 8, на которой установлены дистанционные торцевые шай-

бы 10 и дисковый инструмент 9 с возможностью вращения. При этом торцевые шайбы 10 выполняют роль упорных подшипников, зафиксированных в осевом направлении внутренней торцевой поверхностью буртика оси 11, которая размещена внутри цапфы-втулки 8 и сопряжена с ней цилиндрической поверхностью со шпонкой-фиксатором 12. Ось 11 (рис. 2) имеет резьбовое отверстие, внутри которого размещен крепежный винт 13, зафиксированный от проворота через стопорную шайбу 14. При этом в оси 11 может быть выполнено как глухое, так и сквозное резьбовое отверстие. В третьем варианте (рис. 3) во внутреннее пространство трехгранной призмы 1 выступает участок оси 11 с резьбой, к которой прикреплена гайка 13 со стопорной шайбой 14.

Следующим этапом в исследованиях явилось моделирование распределения эквивалентных напряжений по критерию Мизеса в узлах крепления с дисковыми инструментами при учете характеристик разрушаемого массива $\sigma_{сж} = 70$ и 120 МПа (рис. 4–7) с использованием метода конечных элементов [2]. Для моделирования использованы дисковые инструменты диаметром $D = 160$ мм (три биконических с углами заострения: $\varphi = \varphi_1 + \varphi_2 = 25^\circ + 5^\circ = 30^\circ$; $20^\circ + 10^\circ = 30^\circ$; $15^\circ + 15^\circ = 30^\circ$ и один конический $\varphi = 30^\circ$).

Следует отметить, что преимуществом второго варианта перед первым и третьим является более высокая герметичность узла крепления дискового инструмента и максимальная защита винтовых резьбовых соединений от повреждений при проведении монтажно-демонтажных операций.

Выводы

Установлено, что двухопорные узлы крепления дискового инструмента на коронках позволяют более равномерно распределить зоны концентрации напряжений, но, по сравнению с консольными, не обеспечивают реверсивные режимы работы с дроблением и погрузкой разрушенной горной массы в прибортовых

зонах выработки.

Определено, что эквивалентные напряжения по критерию Мизеса во всех исследованных вариантах узлов крепления биконического дискового инструмента к трехгранным призмам радиальных коронок проходческих комбайнов существенно ниже предела текучести для стали 35ХГСА.

Выявлено, что с переходом от асимметрии к симметрии биконических дисковых инструментов одинакового диаметра и ширины ступицы, консольно прикрепленных к трехгранным призмам, прослеживается снижение параметров зон эквивалентных напряжений в неподвижной цапфе-втулке и оси крепления.

Подтверждено снижение параметров зон эквивалентных напряжений на крепежной грани трехгранной призмы обращенной к забою в третьем варианте узла крепления дискового инструмента, по сравнению со вторым вариантом, что вызвано меньшим количеством концентраторов напряжений в гаечном соединении.

Предложено использование результатов моделирования напряженного состояния узлов крепления дискового инструмента на коронках проходческих комбайнов для разработки требований к конструкции исполнительных органов с двумя реверсивными радиально-осевыми коронками в направлении обеспечения совмещения процессов разрушения, дробления и погрузки горной массы.

Рекомендовано расширить область применения стреловидных исполнительных органов проходческих комбайнов избирательного действия через реализацию разработок, направленных на создание узлов крепления дисковых инструментов в трехгранных призмах, представляющих сменные конструктивные модули для радиальных разрушающе-погрузочных реверсивных коронок с облегченными условиями производства монтажно-демонтажных операций в призабойном пространстве подземной горной выработки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Совершенствование конструкции продольно-осевых коронок проходческого комбайна избирательного действия / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.Ю. Борисов, С.Г. Мухортиков // Горное оборудование и электромеханика. – 2010. – № 5. – С. 2–6.
2. Распределение напряжений в узлах крепления дискового инструмента на коронках проходческих комбайнов / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, В.В. Кузнецов, А.Ю. Борисов, А.В. Воробьев // Вестн. Кузбасского гос. тех. ун-ва. – 2012. – № 6. – С. 34–40.
3. Пат. 2455486 Российская Федерация, МПК E 21 C 25/18, E 21 C 27/24 (2006.01). Исполнительный орган проходческого комбайна / Маметьев Л.Е., Хорешок А.А., Борисов А.Ю., Кузнецов В.В., Мухортиков С.Г.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО "Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева" (КузГТУ). – № 2010141881/03; заявл. 12.10.2010; опубл. 10.07.2012, Бюл. № 19. – 14 с.

□ Авторы статьи:

Маметьев Леонид Евгеньевич, докт. техн. наук, профессор каф. горных машин и комплексов КузГТУ, тел. 8(3842) 39-69-40	Хорешок Алексей Алексеевич, д.т.н., профессор, зав. Каф. горных машин и комплексов КузГТУ. E-mail: haa.omit@kuzstu.ru	Борисов Андрей Юрьевич, ст. преподаватель каф. горных машин и комплексов КузГТУ E-mail: bau.asp@rambler.ru	Воробьев Алексей Васильевич, к.т.н., доцент каф. горно-шахтного оборудования Юргинского филиала НИ ТПУ. E-mail: vorob@tpu.ru
---	--	---	---