

УДК 622.232.83.054.52

## **ПАРАМЕТРЫ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ СПАРЕННОГО ДИСКОВОГО ИНСТРУМЕНТА НА ЧЕТЫРЕХГРАННЫХ ПРИЗМАХ ДЛЯ СТРЕЛОВЫХ ПРОХОДЧЕСКИХ КОМБАЙНОВ**

К.А. Жигулина, студентка гр. ГЭс - 122, IV курс

Научные руководители: Л.Е. Маметьев, д.т.н., проф., А. Ю. Борисов, ст. преп.  
Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева  
г. Кемерово

В настоящее время на кафедре горных машин и комплексов Горного института КузГТУ им. Т.Ф. Горбачева совместно с кафедрой горно-шахтного оборудования ЮТИ (филиал) НИ ТПУ проводятся исследования в области разработки и совершенствования конструкций узлов крепления породоразрушающего инструмента для исполнительных органов выемочно-проходческих горных машин [1–10]. Основным недостатком многочисленных исполнительных органов проходческих комбайнов с поперечно-осевыми исполнительными органами является низкая производительность процесса зарубки из-за наличия неразрушаемого целика забойного массива в межкорончатом пространстве, что требует дополнительных возвратно-поворотных движений стрелы в горизонтальной плоскости. Для повышения эффективности процесса зарубки исполнительного органа проходческого комбайна избирательного действия с поперечно-осевыми аксиальными коронками, разделенными друг от друга корпусом раздаточного редуктора, предложено техническое решение (патент РФ 136086), на базе которого в межкорончатой зоне размещены дисковые инструменты на четырехгранных призмах (рис. 1) [1–3, 5, 8, 10].

Исполнительный орган проходческого комбайна избирательного действия (рис. 1, а, б) содержит стрелу 1, корпус раздаточного редуктора 2 с двумя разрушающими аксиальными коронками 3, содержащими резцы 4. К цилиндрической наружной поверхности корпуса раздаточного редуктора 2 прикреплены четырехгранные призмы 5 с двумя дисковыми инструментами 6. Стрела 1 исполнительного органа может перемещаться в трех направлениях относительно неподвижного корпуса проходческого комбайна с помощью шести гидродомкратов. При этом два гидродомкрата обеспечивают телескопическую осевую раздвижность по стрелке  $n1_3$ , два гидродомкрата подъема и опускания в вертикальной плоскости перемещают стрелу 1 по стрелкам  $n2_3$  или  $n3_3$ , а два гидродомкрата поворота в горизонтальной плоскости обеспечивают ее движение к бортам выработки.

Внутреннее пространство четырехгранной призмы 5 с узлами крепления дискового инструмента 6 закрыто герметичной четырехгранной крышкой. При этом диаметр окружности (рис. 1, а), описывающий вылет наружных кромок дисковых инструментов 6 в плоскости перпендикулярной оси вращения коронок 3 не превышает диаметра окружности, описывающий максимальный ради-

альный вылет крайних резцов 4 на больших основаниях разрушающих аксиальных коронок 3.

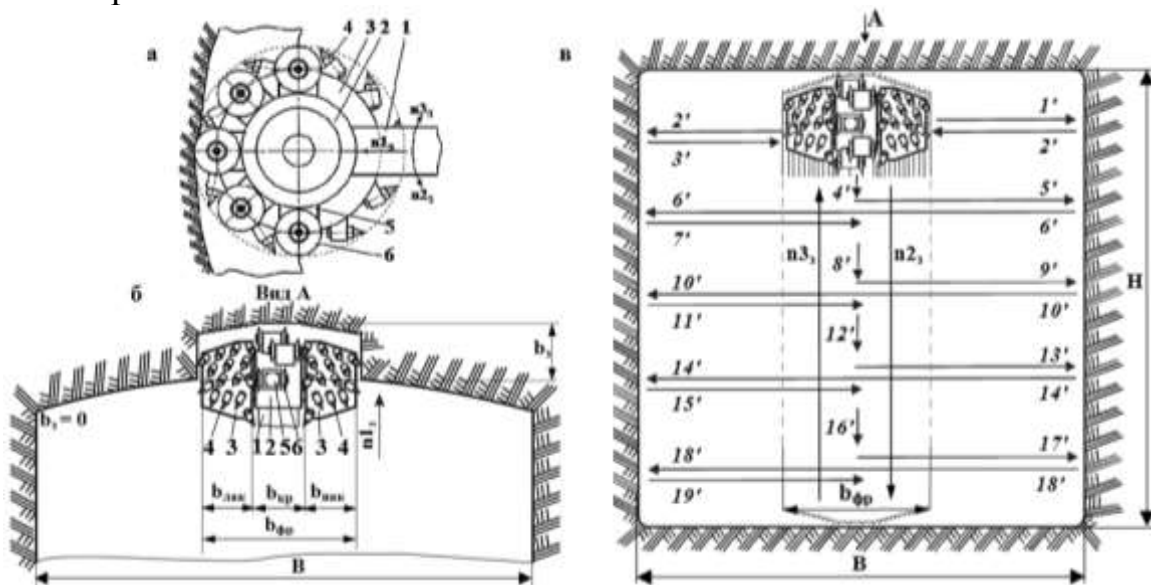


Рис. 1. Исполнительный орган с резцовыми и дисковыми инструментами: а – зона размещения дисковых инструментов; б – процесс центральной зарубки; в – последовательность обработки проходческого забоя

Исполнительный орган проходческого комбайна избирательного действия осуществляет цикличное проведение выработки прямоугольного сечения по высоте  $H$  и ширине  $B$  (рис. 1, б, в). Подготовка к циклу проходки начинается с процесса зарубки в центральной части выработки. При зарубке стрелы с двумя разрушающими аксиальными коронками на требуемую величину заглупления в направлении продольной оси выработки или на ширину поперечного захвата  $b_3$  (рис. 1, б), совмещают возвратно-циклические перемещения стрелы в вертикальной плоскости от кровли до почвы выработки  $n_2$  и обратно,  $n_3$  с постепенной телескопической раздвижностью  $n_1$  на заданную ширину захвата  $b_3$ . Этот процесс обеспечивается одновременной работой гидродомкратов подъема стрелы, гидродомкратов телескопической раздвижности стрелы и непрерывным вращением двух разрушающих аксиальных коронок с резцами. Процесс зарубки осуществляется по ширине фронта зарубки  $b_{фр}$ , включающего ширину зарубки левой  $b_{лак}$  и правой  $b_{пак}$  разрушающих аксиальных коронок, а также ширину  $b_{кр}$  корпуса раздаточного редуктора в виде сектора цилиндра с углом охвата  $\varphi \leq \pi/2$ , на наружной поверхности которого с определенной схемой набора прикреплены четырехгранные призмы с двумя дисковыми инструментами, работающими в режиме поворотно-строгальной установки.

После зарубки можно использовать следующую траекторию движения стрелы с разрушающими аксиальными коронками, осуществляемую по направлениям перемещения  $1'-19'$  (рис. 1, в). На направлениях перемещения  $1'-11'$  преобладают процессы разрушения, а на направлении перемещения  $1'-3'$ ,  $17'-19'$  преобладают процессы разрушения, зачистки выступов-гребешков на поверхностях кровли и почвы выработки. После окончательной зачистки

почвы от продуктов разрушения по всей ширине  $B$  выработки, проходческий комбайн подается вперед на забой, а стрела сокращает телескопическую раздвижность гидродомкратами на величину  $b_3$  и следующий рабочий цикл обработки забоя повторяется.

Результаты исследований по моделированию напряженного состояния сопрягаемых элементов узлов крепления двух дисковых инструментов на четырехгранных призмах в раздельных режимах вращения при центральной зарубке в забойные массивы проходческих горных выработок представлены в работах [1–3].

Для исследования напряженного состояния узлов крепления дискового инструмента к четырехгранным призмам в спаренном режиме вращения при центральной зарубке исполнительного органа проходческого комбайна избирательного действия, предложено оригинальное техническое решение (патент РФ 146845), включающее четырехгранную призму со спаренными дисковыми инструментами (рис. 2) [8]. Реализация данного технического решения обеспечивает совместное вращение двух дисковых инструментов на каждой четырехгранной призме с уменьшением процесса их заклинивания и износа при зарубке стреловидного исполнительного органа проходческого комбайна в горный массив.

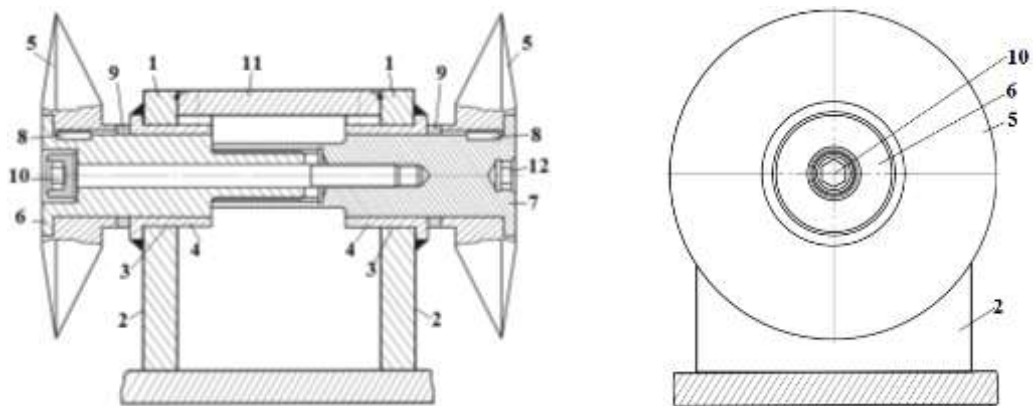


Рис. 2. Устройство жесткого соединения между двумя дисками четырехгранной призмы

Четырехгранная призма 1 (рис. 2) состоит из двух рабочих граней 2 со сквозными цилиндрическими отверстиями 3 и двух боковых граней. Внутри каждого сквозного цилиндрического отверстия 3 размещена цапфа-штулка 4. При этом спаренные дисковые инструменты 5 выполнены в виде единого сборно-разборного конструктивного модульного блока с возможностью совместного свободного вращения относительно неподвижных цапф-штулок 4. Единый сборно-разборный конструктивный модульный блок выполнен в виде жестко прикрепленных друг другу двух осей 6 и 7 с упорными буртиками, одна из которых содержит шлицевой хвостовик, а другая содержит шлицевую втулку. Оси 6 и 7 имеют зоны, обеспечивающие шпоночное присоединение дискового инструмента 5 посредством шпонки-фиксатора 8. Дистанционные торцевые шайбы 9 размещены между торцевыми поверхностями каждого из двух дисковых инструментов 5 и торцевыми поверхностями упорных буртиков каждой из двух цапф-штулок 4. Ось 6 выполнена со ступенчатым сквозным от-

верстием, внутри которого размещен дистанционный винт 10 для крепления единого сборно-разборного конструктивного блока. Для защиты внутреннего пространства четырехгранной призмы 1 используют четырехгранную крышку 11. Со стороны свободного торца оси 7 выполнено шестигранное углубление 12 под ключ для осуществления монтажно-демонтажных операций.

Построение конечно-элементных моделей (рис. 3) и расчет усилий нагружений  $P_z$ ,  $P_y$ ,  $P_x$  для спаренного дискового инструмента с узлами крепления на четырехгранных призмах осуществлено по методикам, изложенным в исследованиях исполнительного органа с реверсивными радиальными коронками и одиночными дисковыми инструментами на опорах-кронштейнах и трехгранных призмах, а также с аксиальными резовыми коронками и двумя отдельными дисковыми инструментами на четырехгранных призмах.

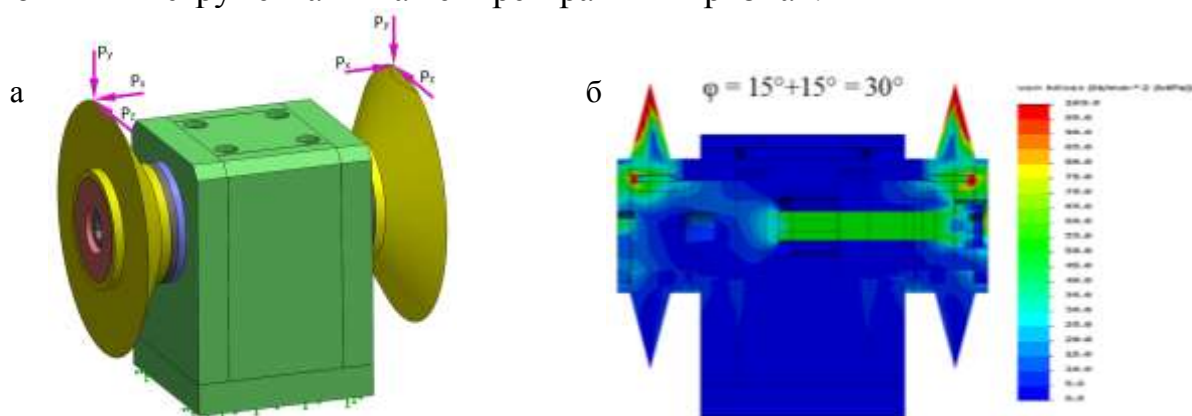


Рис. 2. Моделирование напряжений в деталях узлов крепления спаренного дискового инструмента на четырехгранной призме: а – схема сил; б – вариант результатов моделирования НДС

Установлено, что при разрушении породных забойных массивов зависимости эквивалентных напряжений  $\sigma_{\text{экв}}$  от диаметра  $D$  спаренных дисковых инструментов также имеют сходный характер изменения в виде полиномиальных зависимостей с более пологой крутизной нарастания к зоне разрушения массива по сравнению угольными забоями при глубине внедрения  $h = 0,006$  м на диаметре клиновой реборды диска  $D = 0,16$  м. При этом для всех вариантов конструкций дисковых инструментов максимальный уровень эквивалентных напряжений  $\sigma_{\text{экв}}$  расположен в диапазоне 97–100 МПа.

Результаты исследований и технические решения 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. 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.

2. Хорешок, А.А. Основные этапы разработки и моделирования параметров дискового инструмента проходческих и очистных горных машин / А.А. Хорешок, Л.Е. Маметьев, А.М. Цехин, В.И. Нестеров, А.Ю. Борисов // Горное оборудование и электромеханика. – 2015. – № 7. – С. 9–16.

3. Борисов, А.Ю. Напряжения в сопрягаемых элементах дисковых инструментов при разрушении проходческих забоев / А.Ю. Борисов, Л.Е. Маметьев // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив. – 2015. – №4. – С. 26–35.

4. Маметьев, Л.Е. Разработка исполнительных органов и инструмента для стреловых проходческих комбайнов и бурошнековых машин / Л.Е. Маметьев // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив. – 2015. – №5. – С. 56–63.

5. Пат. 136086 РФ : МПК Е 21 С 25/18, Е 21 С 27/24 (2006.01). Исполнительный орган проходческого комбайна избирательного действия / 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). – № 2013135402/03 ; заявл. 26.07.2013 ; опубл. 27.12.2013, Бюл. № 36. – 3 с.

6. Пат. 138704 РФ : МПК Е 21 С 35/22, Е 21 F 5/04 (2006.01). Устройство пылеподавления для дискового инструмента на трехгранной призме / 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. – 2 с.

7. 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.

8. 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. профессион. 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.

9. 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.

10. 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. образо-

ват. учреждение высш. профессион. 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.