

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РЕЗЦОВОГО ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ ПРОХОДЧЕСКО-ОЧИСТНЫХ КОМБАЙНОВ В УСЛОВИЯХ КАЛИЙНОГО РУДНИКА

Малахов Георгий Германович, инженер конструктор
ООО «Горный инструмент», г. Новокузнецк

Аннотация: Основной способ разрушения горных пород на калийных рудниках при очистных и проходческо-очистных работах – механический. Т.к. породы калийной соли отличаются вязко-пластинчатыми свойствами от угольных пород, то резцы, применяемые при добыче калийной соли, имеют свою специфику. В данной работе рассматриваются способы повышения эффективности работы резца Д6.22.

Ключевые слова: калийная соль, резец, модернизация резца, армирующая вставка, процесс изнашивания, износостойкость.

Особенности добычи калийной соли

Калийная соль (сильвинит) добывается преимущественно подземным способом. Наиболее распространенный способ отделение калийных пород от горного массива – резцовым инструментом, который является одним из основных элементов исполнительного органа горного комбайна.

Сильвинит в сравнении с углем более пластичный материал. Сопротивляемость резания до 300 кН/м. Крепость породы составляет от 2 до 4 по шкале проф. М. М. Протодяконова. Также, как и каменная соль сильвинит растворим в воде и водосодержащих растворах, что не позволяет использовать эту жидкость для охлаждения резцов. Эти особенности приводят к тому, что эксплуатируемый режущий инструмент должен обладать высокой прочностью, износостойкостью и термостойкостью.

Эксплуатация резцового инструмента комбайна с роторным исполнительным органом

Резец Д6.22 (рис. 1) – тангенциальный неповоротный, состоит из 2х частей: корпус и армирующая вставка цилиндрической формы из сплава ВК-8. Важная особенность данного резца – это наличие режущей кромки. В сравнение с конусными поворотными резцами резцы с режущей кромкой могут применяться при резании более прочных пород и добиться оптимального гранулометрического состава отбитой породы. Однако основными недостатками резцов с режущей кромкой является: интенсивное изнашивание лезвий, высокая вероятность первичных сколов [1]. Две параллельные плоскости на хвостовой части резца предназначены для предотвращения его вращения вокруг собственной оси в процессе работы, что способствует снижению нагрузки на инструмент и увеличению его долговечности. Изначально данные резцы разрабатывались для проходческих комбайнов непрерывного действия, однако, благодаря превосходным эксплуатационным характеристикам, они нашли

широкое применение и на шнековых исполнительных органах очистных комбайнов [2].

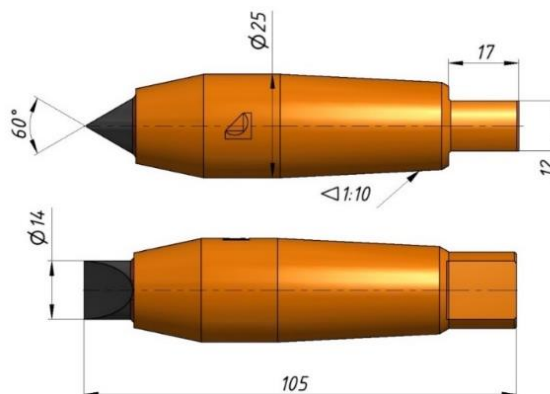


Рисунок 1 – Геометрические параметры резца Д6.22

Ключевые параметры корпуса включают использование стали марки 35 ХГСА для державки, при этом твёрдость державки на расстоянии 50 мм от конца должна составлять не менее 41-49 единиц по шкале HRC.

Основные характеристики армирующей вставки включают содержание кобальта в составе твердосплавной части, размер зёрен сплава, его твёрдость (78-82 HRC) и форму вставки. Увеличение размера зёрен кобальта приводит к повышению твёрдости сплава, а уменьшение размера зёрен повышает его износостойкость. При этом повышение содержания кобальта способствует росту твёрдости, а его уменьшение — увеличению стойкости к износу.

Особенность конструкции исполнительного органа (рис. 2) и технология ведения проходческих работ приводят к двум основным видам износа. Из-за постоянного трения и высокой абразивности породы происходит равномерное изнашивание режущей части резца (рис. 3а). При равномерном изнашивании режущей части резца уменьшается угол резания, т.е. происходит затупление рабочего инструмента, что в свою очередь приводит к снижению сил резания и значительном увеличении силы подачи на резец. Это приводит к снижению гранулометрического состава отбитой горной массы и снижению производительности комбайна, т.к. гусеницы комбайна начинают пробуксовывать по почве выработки. Также из-за постоянного трения и отсутствия отвода тепла происходит раскрытия микротрещин вольфрамокобальтового сплава, в результате чего может произойти её скол (рис. 3б). Это приводит к необходимости модернизации армирующей вставки с целью увеличения её ресурса.

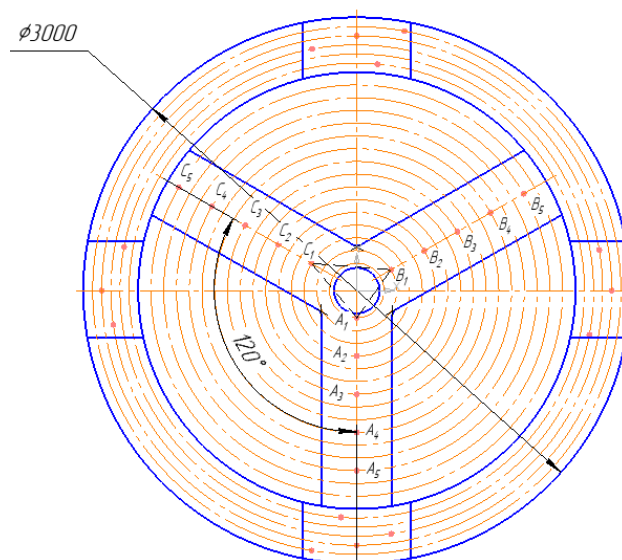


Рисунок 2 – Линии резания роторного исполнительного органа комбайна КРП-3



а)

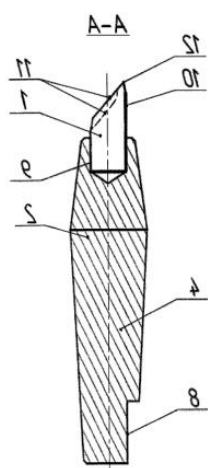
б)

Рисунок 3 – Вид износа: а) равномерный износ; б) поломка твёрдого сплава
Модернизация конструкции резца

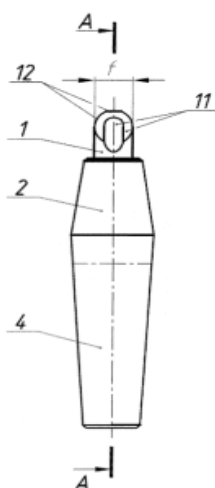
Уменьшение интенсивности изнашивания резца и нагрузки на резец достигается рациональной формой вставки (2 варианта рис.4):

1. Вставка нестандартной формы, цилиндрической формы. Режущая кромка выполнена в виде подковы, без возможности переворота затупленной стороны резца на незатупленную;

2. Вставка нестандартной формы, цилиндрической формы, с режущей кромкой клиновидной формы. Возможно повторное использование затупленного резца переворотом на незатупленную режущую часть [2].



Вариант 1



Вариант 2

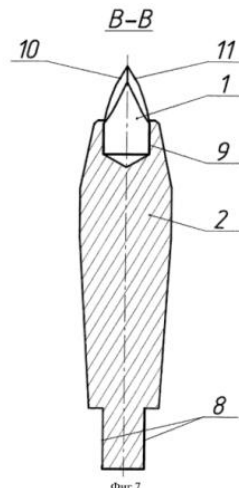
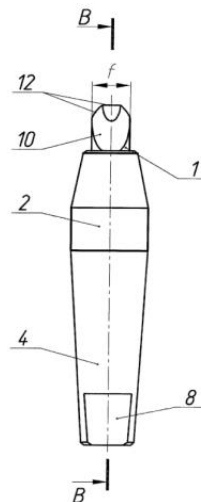


Рисунок 4 – Резец для проходческо-очистных и выемочных комбайнов (варианты) [3]

Увеличение ресурса резца достигается двумя армирующими вставками (наружная – 3 и внутренняя – 4 (рис. 5)) [3]. При изнашивании корпуса державки обнажается армирующая наружная вставка, происходит вылом вставки. При дальнейшем изнашивании наружную вставку заменяет внутреннюю.

Армирующий элемент выполнен из вольфрамокобальтового сплава, который в свою очередь армируется по режущей кромке сверхтвёрдым композитом – кубическим нитридом бора [4] (рис.6). Кубический нитрид бора обладает большей твёрдостью по сравнению с сплавами ВК, поэтому при оснащении режущей кромки резца этим сплавом интенсивность изнашивания снижается.

Составной резец со сменной рабочей головкой тетраэдральной формы с последовательной заменой всех острых ребер, обеспечивает четыре режущих кромки (рис. 7) [5]. Позволяет поэтапно заменять износившиеся режущие вставки резца без его полной замены.

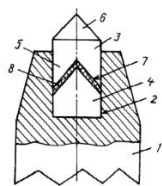


Рисунок 5 – Резец для горных машин [4]



Рисунок 6 – Армирующие вставки со сверхтвёрдым сплавом КНБ [5]

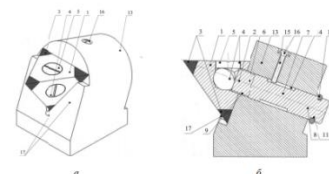


Рис. 3. Изометрический проецирование (а) и разрез (б) составного резца с устройством крепления на исполнительном органе горной машины

Рисунок 7 – Конструкция резца со сменной головкой [6]

Заключение

Исходя из изложенного можно сделать следующие выводы:

1. При изменении конструкции резца важно добиться увеличения ресурса резца, что подразумевает снижение интенсивности износа или увеличение его стойкости;

2. Важным мероприятием является: снижение стоимости резца без значительных потерь его эксплуатационных свойств, что в рассматриваемых условиях можно добиться уменьшением массы твердого сплава в армирующей вставки;

3. Подбор рациональной формы армирующей вставки позволяет существенно увеличить ресурс резца, а также снизить его себестоимость;

4. В дальнейшем для повышения эффективности резцов Д6.22 целесообразно использовать комплексный подход, включающий три выше указанных пункта.

Список литературы:

1. К проблеме совершенствования рабочего инструмента горных выемочных машин / Габов В. В., Задков Д. А., Нгуен В. С., Хамитов М. С., Молчанов В. В. Горный информационно-аналитический бюллетень, № 6, Т 2, 2022. pp. 205 – 222.

2. Режущий инструмент горных машин; Методические указания к практическим работам по дисциплине «Горные машины, комплексы и оборудование» для обучающихся технических специальностей и направлений / Л.Е. Маметьев, А.А. Хорешок, А.М. Цехин, А.Ю. Борисов. – Кемерово: КузГТУ, 2021.

3. Пат. RU2530138 С1 МПК E21C 35/18. Резец для проходческо-очистных и выемочных комбайнов (варианты) / Карабанов К.В., Чекмасов Н.В. Романовский А. А. – 2013120853/03 заявл. 06.05.2013; опубл. 10.10.2014 Бюл. № 28– 15 с.

4. Пат. RU2452856 С1 МПК E21C 35/183. Резец для горных машин / Кононов В.М., Цатурян Э.О., Михайлов Ю.В., Захаров Ю.Н., Панин Н.М. – № 2011108241/03; заявл. 04.03.2011; опубл. 10.06.2012 Бюл. № 16 – 5 с.

5. Новые конструкции радиальных резцов, армированные сверхтвёрдым композиционным материалом, и технические средства для оценки их эффективности / Дворников Л.Т., Корнеев В.А., Никитенко С.М., Крестовоздвиженский П.Д. – Новокузнецк: СибГИУ, 2017.

6. Совершенствование конструкции тангенциальных резцов проходческих и очистных комбайнов / Шишлянников Д.И., Грибов Д.С., Просовский К.А. – Пермь: ПНИПУ, 20