

2) в первом режиме нагрузки питание потребителю идет через контроллер тока нагрузки с использованием литий-ионной батареи. Опять же, микроконтроллер фиксирует характеристики тока нагрузки в реальном времени. При превышении тока в 3,7 вольта и/или 1 ампер микроконтроллер приводит контроллер тока нагрузки в режим повышенного тока, в котором питание идет от суперконденсатора. При возвращении тока к состоянию первого режима микроконтроллер переводит ток контроллера нагрузки на потребление из аккумулятора.

Из плюсов стоит выделить возможность использовать повышенные токи заряда и токи разряда, это поможет запускать изделия с высоким потреблением тока. Также данная система передает статистику в реальном времени, и в ней присутствует несколько видов контроля тока и зарядки устройств.

В качестве недостатков можно выделить стоимость данной системы, потребление контроллеров, а также недолгую работу при повышенных нагрузках.

Заключение. Использование аккумуляторно-емкостного накопления является актуальной темой фотозлектроники, потому что оно позволяет запускать приборы, при включении которых требуется большие токи (например, пусковые двигатели). Для разработки спроектированы структурная и принципиальная схемы данного модуля, в дальнейшем будут проведены экспериментальные исследования при зарядке и разрядке.

Список цитируемых источников

1. Solar Power Will Kill Coal Faster Than You Think [Electronic resource]. — Access mode: <https://about.bnef.com/blog/solar-power-will-kill-coal-sooner-than-you-think/>. — Access date: 12.10.2018.
2. Литий-ионные (Li-ion) аккумуляторы [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.powerinfo.ru/accumulator-liion.php>. — Дата доступа: 12.10.2018.
3. Никитин, А. Интегральные схемы управления зарядом аккумуляторов производства Maxim / А. Никитин // Новости электроники. — 2009. — № 15.
4. Суперконденсатор в качестве накопителя энергии фотозлектрического преобразователя [Электронный ресурс] / В. П. Василевич [и др.]. — Режим доступа: <https://libeldoc.bsuir.by/handle/123456789/10813>. — Дата доступа: 12.10.2018.
5. Ионистор [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://vicgain.sdot.ru/ionistor/ionist1.htm>. — Дата доступа: 12.10.2018.

УДК 622.23.05

И. С. Лайша¹, Н. В. Чичкан², кандидат технических наук, доцент, Л. Л. Сотник³

¹Закрытое акционерное общество «Солигорский Институт проблем ресурсосбережения с Опытным производством», Солигорск

^{2,3}Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

ИЗУЧЕНИЕ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ РАЗРАБОТКИ РЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА ИЗ БЫСТРОРЕЖУЩЕЙ СТАЛИ ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Введение. Физико-механические свойства материала режущего элемента породоразрушающего инструмента во многом определяют эффективность его применения. Поэтому наиболее приоритетным направлением исследований в вопросах повышения прочности и износостойкости является поиск новых материалов для режущей вставки.

На сегодня особую популярность получили твердосплавные режущие инструменты. Однако учитывая их высокую стоимость, а также хрупкость, целесообразно рассмотреть возможность замены твердосплавного режущего инструмента на режущий инструмент из быстрорежущей стали.

Основная часть. Основные операции при добыче руды или при проведении горных выработок: разрушение горной породы, ее отделение от массива и транспортирование [1].

На эффективность проведения горных работ непосредственно влияют физико-механические свойства самих горных пород, такие как плотность, пористость, теплопроводность, электропроводность и др. Из механических свойств наибольшее влияние оказывают прочность, твердость, упругость, пластичность, абразивность.

Большинство проходческих комбайнов для добычи калийной руды, обладающей низкой крепостью и малой абразивностью, оснащаются инструментом режущего типа. К нему относятся буровые коронки, а также стержневые радиальные или тангенциальные резы.

В последние годы преимущественно большинство производителей породоразрушающего инструмента перешли от изготовления цельных инструментов к выпуску серий режущих блоков, включающих в себя резец, резцедержатель, средства крепления резца в резцедержателе, средства установки и извлечения резцов из резцедержателя и оросители. Разновидностей средств крепления довольно много. Наиболее распространенными являются наружное крепление пружинным кольцом, внутренние длинные разрезные втулки, внутренние или наружные разрезные элементы, вставляемые в канавки на хвостовике, внутренние пружинящие проволочные крепления и т. д. Для снижения температуры в зоне контакта резца с горной породой режущие блоки оснащаются оросителями [2].

У резцедержателей режущих блоков размеры гнезда под посадку резца и его длина стандартизированы. Все остальные геометрические параметры являются предметом конструирования. По исполнению резцедержатели под-

разделяются на два основных вида: врезные и располагаемые на поверхности исполнительного органа. В настоящее время самыми распространенными материалами для изготовления резцедержателей являются легированные стали.

Главным элементом режущего блока, определяющего его работоспособность и эффективность, является непосредственно резец, который, в свою очередь, состоит из державки и армирующей режущей вставки. Пример конструкции такого резца изображен на рисунке 1.

Державки резцов изготавливают из легированной стали марок 40Х и 40ХН, которую подвергают закалке.

Формы режущих вставок весьма разнообразны. Образующие их поверхности могут представлять собой как отдельные кривые, так и сочетания параллельных и наклонных к оси резца прямых, выпуклых и вогнутых кривых.

Конструкция хвостовика державки выбирается в зависимости от вида резцедержателя, установленного на исполнительном органе проходческого комбайна. Из-за различий в номинальных размерах и допусках взаимозамена резцов различных форм не представляется возможной [2].

Многие современные режущие инструменты для разрушения горных пород оснащаются режущими вставками, выполненными из твердых сплавов ВК6, ВК8 и др. В таблице 1 приведены физико-механические характеристики твердых сплавов ВК6, ВК8, ВК10.

Как правило, именно материал режущей вставки, ее размеры (диаметр, высота, угол при вершине) и форма ее головки определяют такие качества инструмента, как режущая способность, прочность, износостойкость. На рисунке 2 представлены некоторые виды твердосплавных вставок, различающихся между собой по форме режущего наконечника.

Среди множества видов режущих вставок особую популярность получили вставки грибовидной формы. Ее основным достоинством является то, что диаметр головки больше диаметра хвостовика. Такая конструкция режущей вставки лучше защищает головку державки от контакта с разрушаемой породой и снижает интенсивность ее изнашивания, а также имеет наименьшую стоимость.

Стоимость проведения горных выработок напрямую зависит от качества применяемого режущего инструмента. Затраты, связанные с расходом режущего инструмента, могут достигать 37 % и более от общего количества затрат [3]. Усложнение условий применения породоразрушающего инструмента привело к тому, что многие производители увеличивают размеры резцов, что непосредственно ведет к повышению стоимости инструмента.

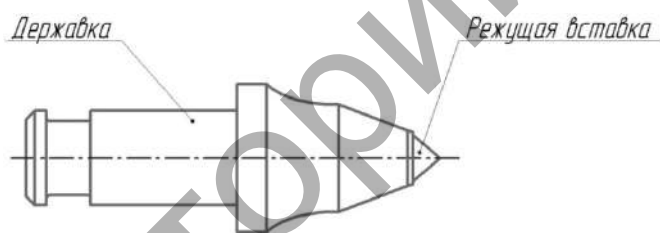
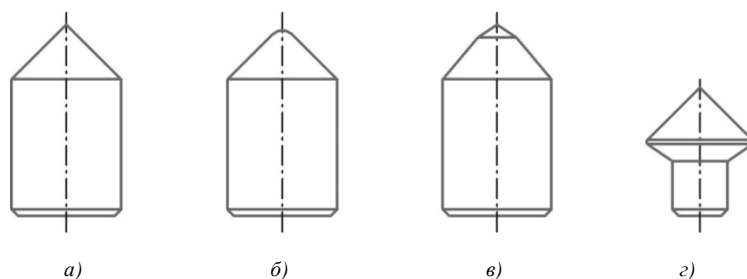


Рисунок 1 — Резец

Т а б л и ц а 1 — Физико-механические характеристики твердых сплавов

Сплав	Предел прочности при изгибе $\sigma_{из}$, МПа	Твердость HRA	Температура красной точки $T_{кр}$, °C
ВК6	1 519	88,5	1 050...1 100
ВК8	1 666	88,0	950...1 000
ВК10	1 764	87,0	950...1 000



а — коническая; б — выпуклая; в — биконическая; г — грибовидная

Рисунок 2 — Формы твердосплавных вставок

Совершенствование режущей части резцов осуществляется в основном в нескольких направлениях: изменение геометрических параметров и использование более износостойких материалов [4], а также совершенствование структуры и использование материалов, обладающих наибольшими характеристиками для противостояния ударным нагрузкам, возникающим при работе такого вида резцов [5].

Интересным направлением является применение быстрорежущих сталей по сравнению с твердыми сплавами. Быстрорежущие стали обладают высокой теплостойкостью, т. е. способностью сохранять мартенситную структуру и высокую твердость, прочность и износостойкость при повышенных температурах, возникающих в режущей кромке при резании с большой скоростью. Эти стали сохраняют мартенситную структуру при нагреве до 600...650 °С. Основными легирующими элементами быстрорежущих сталей, которые непосредственно обеспечивают их теплостойкость, являются вольфрам и его химический аналог — молибден. Сильно повышает теплостойкость (до 645...650 °С) и твердость после термической обработки (67...70 HRC) кобальт и в меньшей степени ванадий. Ванадий повышает износостойкость режущего инструмента, однако ухудшает его шлифуемость [6].

В настоящее время среди множества марок быстрорежущей стали довольно широкое применение получили стали марок P18, P9, P6M5, P9M4K8, P2AM9K5 и многие другие. Основные физико-механические свойства вольфрамосодержащих быстрорежущих сталей указаны в таблице 2.

Для придания быстрорежущей стали теплостойкости режущие инструменты подвергают закалке с последующим многократным отпуском. Температуру закалки для стали P18 принимают равной 1 270 °С, а для стали P6M5 — 1 220 °С. Высокие температуры закалки необходимы для более полного растворения вторичных карбидов и получения аустенита, высоколегированного хромом, вольфрамом, молибденом и ванадием. Благодаря этому после закалки образуется мартенсит, который обладает высокой теплостойкостью. Однако даже при очень высоком нагреве растворяется только часть карбидов. Для того чтобы при нагреве до температуры закалки не образовались трещины, режущий инструмент предварительно подогревают [6].

Т а б л и ц а 2 — Основные физико-механические свойства вольфрамосодержащих быстрорежущих сталей

Сталь	Предел прочности при изгибе $\sigma_{\text{и}}$, МПа	Твердость <i>HB</i> , не более	Твердость <i>HRC</i> э	Температура красностойкости $T_{\text{кр}}$, °С
P18	2 600...3000	255	63...65	625
P12	3 000...3200	255	63...65	625
P9	3 350	255	63...65	620
P6M5	3 300...3 400	255	64...66	620
P6M5K5	3 300...3 400	269	65...67	630
P12Ф3	2 400...2 800	269	64...67	630
P18K5Ф2	2 900...3 000	285	64...66	640...645
P9K5	2 300...2 700	269	64...67	630
P9K10	2 050...2 100	269	64...66	630
P9M4K8	2 200...2 500	285	65...68	630
P10K5Ф5	2 500...2 700	285	66...68	640
P6M5Ф3	3 300...3 500	269	65...66	625
P12Ф3К10М3	2 800	285	66...68	640
P12Ф2К5М3	2 800...2 900	285	64-66	640

На первый взгляд износостойкость быстрорежущих сталей хотя и ниже, но такие стали обладают более высоким пределом прочности при изгибе по сравнению с твердыми сплавами. Например, предел прочности при изгибе для стали P6M5, равный 3 300...3 400 МПа, превышает предел прочности на изгиб твердого сплава ВК6, равный 1 519 МПа, в 2,1...2,2 раза.

Кроме того, стоимость быстрорежущих сталей примерно в 1,8 раза ниже стоимости твердых сплавов (стоимость быстрорежущей стали марки P6M5 ориентировочно составляет 16 000 р / т, а твердого сплава ВК6 — 29 000 р / т).

Заключение. Учитывая высокую стоимость применяемого твердосплавного режущего инструмента, его большую долю в составе общих затрат при проведении горных работ, а также его хрупкость, целесообразно провести исследование по замене его на режущий инструмент из быстрорежущей стали.

Для этого необходимо провести комплекс исследований влияния физико-механических свойств горной породы, а также режимов обработки на режущую вставку из быстрорежущей вставки и державку модернизированного резца. Такие исследования будут проведены и подробно рассмотрены в магистерской диссертации.

Список цитируемых источников

1. Старков, Л. И. Машины и оборудование для механизации горных работ в калийных рудниках : учеб. пособие / Л. И. Старков, А. Н. Земсков, А. А. Поздеев. — 2-е изд., испр. и доп. — Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2013. — 169 с.
2. Мерзляков, В. Г. Состояние и перспективы развития способов разрушения горных пород применительно к технологиям проведения горных выработок / В. Г. Мерзляков, В. В. Присташ // Техника и технология открытой и подземной разработки месторождений : науч. сообщ. / ННЦ ГП — ИГД им. А. А. Скочинского. — М., 1998. — Вып. 310. — С. 41—50.
3. Устройство и эксплуатация проходческого комбайна ПКС-8М / В. А. Данилов [и др.] ; под ред. В. Я. Прушака. — Минск : Техналогія, 2010. — 175 с.
4. Барон, Л. И. Разрушение горных пород проходческими комбайнами / Л. И. Барон, Л. Б. Глатман, Е. К. Губенков. — М. : Наука, 1968. — 216 с.
5. Жигалов, А. Н. Актуальность применения аэродинамического звукового упрочнения для повышения ресурсной стойкости твердосплавных зубков / А. Н. Жигалов, Д. Д. Богдан // Содружество наук. Барановичи-2018 : материалы XIV Междунар. науч.-практ. конф., 15 мая 2018 г. — Барановичи : БарГУ, 2018. — С. 83.
6. Лахтин, Ю. М. Материаловедение : учеб. для высш. техн. учеб. заведений / Ю. М. Лахтин, В. П. Леонтьева. — 3-е изд., перераб. и доп. — М. : Машиностроение, 1990. — 528 с.

УДК 621.926

О. И. Наливко¹, И. В. Булат², Л. А. Сиваченко³, доктор технических наук, профессор

^{1,2}Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи

³Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет», Могилев

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ВАЛКОВОГО ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЯ

Введение. Многообразие существующих способов измельчения и конструкций для их реализации говорит о необходимости совершенствования применяемых в технике машин. Развитие мельниц идет по многим направлениям, в том числе основывается на принципах минимизации размеров мелющих элементов при создании максимальных контактных напряжений в частицах разрушаемого материала. Одним из новых видов измельчительной обработки является иглофрезерный способ измельчения [1].

В существующих устройствах для измельчения наибольшее распространение получили два механизма воздействия на обрабатываемый материал: разрушение между двумя контактирующими поверхностями и удар рабочим органом по кускам исходного материала или соударении их между собой. Основная масса измельчительных машин работает по вышеуказанному принципу. Учитывая данную информацию, нами была разработана принципиально новая схема валкового измельчителя.

Основная часть. Предлагаемая конструкция относится к области измельчения материалов и предназначена для среднего, мелкого и тонкого помола: минеральных продуктов и различных композиций на их основе, домола цемента, алюминиевой пудры и др.

На основании теоретических исследований, а также с использованием методов моделирования была разработана конструкция валкового измельчителя, схема которого приведена на рисунке 1.

Предлагаемая конструкция является высокоэффективной, так как предполагает увеличение зоны измельчения материала и применение вибрирующей щеки со сменной рабочей поверхностью.

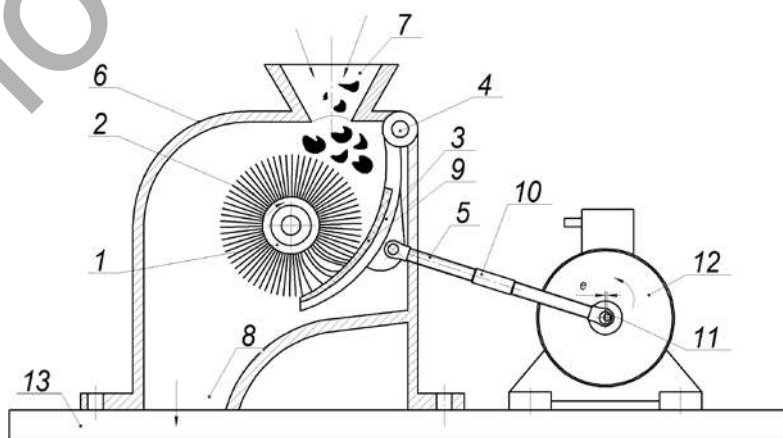


Рисунок 1 — Схема валкового измельчителя