

УДК 622.232.72.054

А. А. Хорешок, д-р техн. наук, проф., А. М. Цехин, канд. техн. наук, доц., А. Ю. Борисов, ст. преп.,  
КузГТУ, г. Кемерово

E-mail: bau.asp@rambler.ru

### Влияние условий эксплуатации горных комбайнов на конструкцию их исполнительных органов <sup>НГ\*</sup>

*Представлены результаты испытаний тангенциальных поворотных резцов на исполнительных органах горных комбайнов в условиях шахт Кузбасса и рекомендации по совершенствованию их конструкции.*

**Ключевые слова:** очистной комбайн, проходческий комбайн, исполнительный орган, тангенциальный поворотный резец.

A. A. Khoreshok, A. M. Tsekhin, A. Yu. Borisov

### Influencing of Operation Conditions of Mining Machines on the Design of their Effectors

*The results of tests of tangential rotary cutters on effectors of mining machines in conditions of mines Kuzbass and the recommendation on perfection of their design are submitted.*

**Keywords:** shearer, road heading machine, effector, tangential rotary cutter.

Комбайны на шахтах ОАО "СУЭК-Кузбасс" эксплуатируются в разнообразных горно-геологических условиях. Это обуславливает использование большого числа типов и моделей как очистных (К-500, SL-300, SL-500, KSW-460, KGS-245, 4LS-5, 4LS-20 и др.), так и проходческих (ГПКС, П-110, КП-21, 12СМ15, 12СМ18, 12СМ30, 30МБ3, MD-1100, ЕТ-120, СМ-130К [1], КСП-32 и др.) комбайнов. Опыт эксплуатации комбайнов на шахтах Кузбасса показывает, что большое влияние на их работу оказывают строение пласта, физико-механические свойства угля, прослоек и включений породы. Прослойки представлены аргиллитами с  $A_p = 195...253$  кН/м (АР1, АР2, АРУ), алевролитами с  $A_p = 270...565$  кН/м (А1, А2, А3, А4) и переходными прослойками песчаник-алевролит с  $A_p = 587...830$  кН/м (П4-А1 или А1-П4). В этой связи 61,6 % пластов относятся к трудноразрушаемым, что накладывает свой отпечаток на работу комбайнов: энергоёмкость выемки угля воз-

растает в 2,5–3 раза, скорость подачи комбайна, которая определяет его производительность, снижается в 2–2,5 раза, а удельный расход резцов (шт/1000 т) в 10–13 раз [2, 3] превышает средний показатель по Кузбассу. Это значительно увеличивает себестоимость 1 т угля, снижает производительность горной машины из-за вынужденных простоев по замене инструмента.

В настоящее время на шахтах ОАО "СУЭК-Кузбасс" очистные и проходческие комбайны оснащаются в основном тангенциальными поворотными резцами (ТПР), которые поставляются как отечественными заводами, так и фирмами США, Швеции, Белоруссии и Китая. В эксплуатации находятся тангенциальные поворотные резцы различных серий: легкие (Л) – уголь  $f = 0,8...2$ ; средние (С) – уголь с прослойками породы  $f = 2...5$ ; тяжелые (Т) – уголь с прослойками породы  $f = 2...5$  и твердыми включениями  $f = 5...8$  и сверхтяжелые (СТ) – уголь с прослойками породы  $f = 2...7$  и твердыми включениями  $f = 7...10$ . Зарубежные производители, например "Kennametal", постав-

\* Символом НГ обозначены статьи, поступившие с Недели горяка.

Результаты испытаний тангенциальных поворотных резцов

Шахта	Комбайн	Резец	Удельный расход, шт/тыс. т
Чертинская-Коксовая	KGS345	PШ32-85/18SK.M2	6.5
Комсомолец	K500Ю	PШ32-70/12BL	2.0
Комсомолец	K500Ю	PШ32-70/16.10	1.2
Комсомолец	K500Ю	PШ32-70/12SK	0.52
им. С. М. Кирова	4LS5	PШ32-70/16SK.M1	0.15
им. 7 Ноября	KGS445	PШ32-78/16.M4	0.7
Октябрьская	K500Ю	PШ32-70/16	2,97

ляют ТПР аналогичных серий: light (легкие), medium (средние), heavy (тяжелые), severe (сверхтяжелые).

В таблице приведены некоторые результаты промышленных испытаний ТПР на шахтах ОАО "СУЭК-Кузбасс" [4].

В результате эксплуатации исполнительных органов горных комбайнов с ТПР разных типоразмеров на шахтах ОАО "СУЭК-Кузбасс" были установлены три основные формы их износа, которые подтвердили результаты, ранее полученные в работе [5].

Характерная особенность первой формы (рис. 1) заключается в том, что в процессе разрушения пород практически изнашивается только головка державки, в результате обнажается твердосплавная вставка и после достижения определенной высоты обнажения происходит ее поломка. Такая форма изнашивания наиболее характерна при разрушении пород прочностью  $\sigma_{сж} \leq 30...40$  МПа и абразивностью  $a \leq 5...6$  мг.

Вторая форма изнашивания отличается тем, что одновременно изнашиваются головка державки и вставка, но интенсивность изнашивания головки державки выше. Такая форма износа характерна для пород прочностью  $\sigma_{сж} < 30...90$  МПа и абразивностью  $a < 6...20$  мг. Особенность третьей фор-

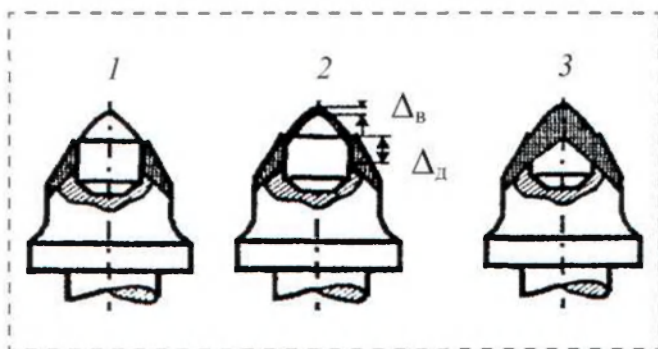


Рис. 1. Формы износа поворотных резцов

мы износа заключается в примерно одинаковой интенсивности изнашивания головки и вставки. Эта форма изнашивания наиболее часто встречается при разрушении пород повышенной прочности  $\sigma_{сж} > 90$  МПа и абразивности  $a > 20$  мг.

Критериями изнашивания являются в первую очередь: высота изнашивания головки резца вдоль образующей твердосплавной вставки  $\Delta_d$  и высота изнашивания твердосплавной вставки по ее оси  $\Delta_b$ . Используя соотношение критериев  $\Delta_d$  и  $\Delta_b$ , можно дать ориентировочную количественную оценку граничных условий разных форм износа поворотных резцов: при первой форме –  $\Delta_b/\Delta_d < 0,05$ ; при второй –  $0,05 < \Delta_b/\Delta_d < 0,95$ . при третьей –  $\Delta_b/\Delta_d > 0,95$ .

Анализ первых двух форм изнашивания свидетельствует о недопустимо большой разнице между твердостью вставки и твердостью головной части поворотных резцов. При большой глубине резания, а это неизбежно при разрушении пород небольшой прочности и абразивности, интенсивно изнашивается материал именно головной части резцов. В этом отношении объяснимо стремление конструкторов "защитить" ее от изнашивания.

Для защиты головной части ТПР в настоящее время уже нашли применение следующие технические решения: твердосплавные вставки грибовидной формы [6], упрочняющее покрытие головной части резца, защитные карбидные кольца (например, резцы серий W3AR, W3XA, W3XD, W6JX, W7AR, W7AX, T8AF, W8KD, W7AR компании "Sandvik Mining and Construction", Швеция) [7], ребра жесткости на головной части резца [6], метод клиновой прокатки корпуса резца (например, резцы серий UZ-1, UZ-2 и РКС ЗАО "Белтехнология и М") [8]. Поиск решения проблемы низкой эффективности резцов (по отмеченной выше причине) привел к выводу о том, что требуется сменная головная часть ТПР. В связи с этим в ООО НПП "Сибирские горнопромышленники" (г. Кемерово) разработаны и прошли испытания резцы серии РГП многоразового использования. После изнашивания головной части резца его подвергают "лечению", т. е. заменяют ее новой сменной головной частью. При этом корпус резца сохраняется, практически не изнашивается и может многократно использоваться. Поэтому эксплуатация резцов такого типа повышает эффективность использования инструмента за счет уменьшения расхода металла [9, 10].

Проведенные испытания ТПР на шахтах Кузбасса [4, 6, 11] позволили определить удельный

расход резцов на ряде угледобывающих предприятий, выработать рекомендации по их применению в конкретных горно-геологических условиях и сформулировать направления по совершенствованию исполнительных органов комбайнов.

Опыт эксплуатации ТПР в условиях ОАО "СУЭК-Кузбасс" показывает, что схемы расстановки резцов на исполнительных органах комбайнов не учитывают структуру угольного пласта. При работе комбайна оба исполнительных органа (шнеки или коронки) оснащаются, как правило, резцами одной серии, что приводит к интенсивному изнашиванию инструмента, контактирующего с прослойкой породы. Шаг расстановки резцов на исполнительных органах, как известно, при разрушении угля должен быть больше, чем при разрушении прослоек алевrolита или песчаника. На практике схема расстановки резцов на шнеках очистного комбайна рассчитана на резание угля, а на коронках проходческого комбайна – на разрушение породы.

В настоящее время на кафедре "Горные машины и комплексы" Кузбасского государственного технического университета им. Т. Ф. Горбачева и на предприятиях Кузбасса проектируются и разрабатываются исполнительные органы, конструкция которых позволяет устанавливать на них ТПР разных серий, а также дисковые инструменты [4] и регулировать шаг их расстановки непосредственно в очистном или проходческом забоях в зависимости от изменяющихся во время работы комбайна горно-геологических условий.

В качестве примера на рис. 2 [12] показана схема выемки угольного пласта с прослойкой породы в условиях шахты "Красноярская" ОАО "СУЭК-Кузбасс". Предлагается для разруше-

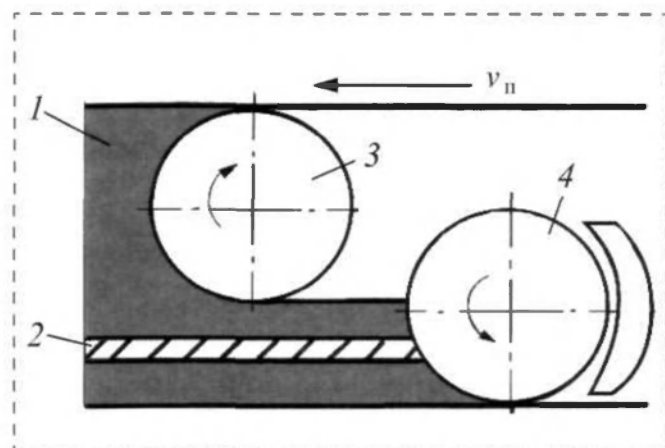


Рис. 2. Схема выемки пласта: 1 – пласт; 2 – породный прослойк; 3, 4 – передний и задний шнеки



Рис. 3. Коронка проходческого комбайна

ния угля передним шнеком использовать резцы ТПР: РШ 25-65/12.М2, РШ 30-80L85/16SK, РШ 32-85L90/16SK (легкая серия). Эти резцы имеют вогнутую головную часть с небольшим поперечным сечением, что обеспечивает минимально возможные усилие резания и пылеобразование, максимальный сортовой состав угля и минимальный удельный расход инструмента, так как эти резцы рекомендуются ООО "Горный инструмент" (г. Новокузнецк) преимущественно для разрушения угля. Для оснащения заднего шнека, работающего по углю с прослойкой породы, предлагается использовать резцы ТПР: РШ 25-65/16, РШ 30-75/25, РШ С-32-85L80/18SK (тяжелая и сверхтяжелая серии), которые имеют выпуклую поверхность головной части инструмента, обладают повышенной стойкостью и обеспечивают эффективное разрушение угля с прослойками породы и твердыми включениями.

ОАО "Завод Гидромаш" (г. Новокузнецк) [13] спроектировало коронки КПГ 58.000 (рис. 3) и КПГ72.000 для проходческих комбайнов 1ГПКС и КСП-32. Коронки оснащены резцедержателями: РШ 501.01 (диаметр хвостовика резца 32 мм) и РШ 481.000 (диаметр хвостовика резца 32 мм). Как видно на рисунке, в одном резцедержателе можно устанавливать несколько резцов.

Приведенные выше технические решения являются перспективными направлениями, позволяющими эксплуатировать рабочий инструмент с рациональными параметрами, а также обеспечить возможность регулирования шага его расстановки на исполнительных органах горных комбайнов непосредственно в очистном или проходческом забоях.

## Список литературы

1. Хорешок А. А. Систематизация узлов проходческого комбайна СМ-130К по наработкам / А. А. Хорешок, В. В. Кузнецов, А. Ю. Борисов, Ю. В. Дрозденко, Е. В. Прейс, В. Е. Рябов // Горное оборудование и электромеханика. 2009. № 3. С. 11–14.
2. Логов А. Б. Механическое разрушение крепких горных пород / А. Б. Логов, Б. Л. Герике, А. Б. Раскин. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1989. 141 с.
3. Нестеров В. И. Разрушение угольных и рудных пластов с твердыми включениями шнековыми рабочими органами / В. И. Нестеров, А. А. Хорешок, В. Н. Вернер и др. Кузбасс. гос. техн. ун-т. Кемерово, 2001. 125 с.
4. Хорешок А. А. Опыт эксплуатации рабочего инструмента исполнительных органов горных машин на шахтах Кузбасса / А. А. Хорешок, А. М. Цехин, В. В. Кузнецов, А. Ю. Борисов, П. Д. Крестовоздвиженский // Горное оборудование и электромеханика. 2011. № 4. С. 8–11.
5. Леванковский И. А. Научные основы создания высокоэффективных инструментов для разрушения горных пород и породосодержащих композитов: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. М., 2000. 35 с.
6. Крестовоздвиженский П. Д. Повышение прочности тангенциальных поворотных резов горных очистных комбайнов: Дис. ... канд. техн. наук. Кемерово, 2011. 199 с.
7. Каталог "Sandvik". Режущий инструмент для горных пород. Горное дело, 2008. 52 с.
8. Садко В. И. Новая технология производства горного инструмента // Горная промышленность. 2003. № 2 (44). С. 64–67.
9. Прокопенко С. А. Режцы многократного применения на шахтных комбайнах / Инновационные технологии и экономика в машиностроении: Сб. тр. II Международ. науч.-практ. конф. с элементами научной школы для молодых ученых / Юргинский технологический институт. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. С. 574–575.  
10. <http://sibgp.ucoz.ru>
11. Крестовоздвиженский П. Д. Некоторые результаты наблюдений за работой очистных комбайнов на шахтах Кузбасса // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2009. № 6. С. 120–123.
12. Цехин А. М. Особенности эксплуатации рабочего инструмента очистных комбайнов на шахте Красноярская ОАО "СУЭК-Кузбасс" / М. П. Григорьев, Д. Е. Гончаров, А. М. Цехин // Инновации в угольной отрасли и экономике Кузбасса: Сб. статей участников IV Межрегион. науч.-практ. конф. с межд. участием "Инновации в угольной отрасли и экономике Кузбасса" (28–29 апреля 2011 г.): в 2 ч. / Филиал ГУ КузГТУ в г. Белово. Белово: Изд-во филиала ГУ КузГТУ в г. Белово, 2011. Ч. 1. С. 32–36.  
13. <http://gidromash.ru>

## ИНФОРМАЦИЯ

### На Качканарском ГОКа введен в эксплуатацию экскаватор ЭКГ-12А, изготовленный на Уралмашзаводе

На южной залежи Западного карьера Качканарского ГОКа введен в эксплуатацию экскаватор ЭКГ-12А, изготовленный на Уралмашзаводе. Новый экскаватор стал первой машиной, запущенной в рамках технического перевооружения Качканарского ГОКа.

Для Уралмашзавода новый экскаватор стал десятой произведенной машиной подобного типа и первой из серии модернизированных уралмашевских экскаваторов ЭКГ-12А. Машина оборудована новой системой транзисторного электропривода, которая позволяет экономить электроэнергию, увеличить срок службы машины, уменьшить время технического обслуживания, а также улучшить шумовые и вибрационные характеристики. Кроме того, на экскаваторе установлены усовершенствованная система автоматических защит и опытная кабина со стеклопакетами и системой очистки воздуха от вредных примесей забоя. Экскаватор оснащен одной из самых масштабных информационных систем. Например, помимо традиционной информации о работе главного, вспомогательного приводов, механического оборудования, систем смазки, температур и т.д., выводящихся на экран монитора, сегодня машинисты могут также увидеть изображение, передающееся сразу с четырех видеокамер, установленных по бортам экскаватора, в кузове и под ним.

С мая экскаватор приступил к полноценной работе. План выработки нового экскаватора составляет 200...240 тыс. т руды в месяц.

[www.uralmash.ru](http://www.uralmash.ru)

ISSN 1816-4528

# ГОРНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ И ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА



**6♦2012**

Учредитель: Издательство "НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ"

Главный редактор  
КАНТОВИЧ Л.И.

Зам. гл. редактора  
ИВАНОВ С.Л.  
ЛАГУНОВА Ю.А.

Редакционный совет:

КОЗОВОЙ Г.И.  
(сопредседатель)  
ТРУБЕЦКОЙ К.Н.  
(сопредседатель)  
АНТОНОВ Б.И.  
ГАЛКИН В.А.  
КОЗЯРУК А.Е.  
КОСАРЕВ Н.П.  
МЕРЗЛЯКОВ В.Г.  
НЕСТЕРОВ В.И.  
ЧЕРВЯКОВ С.А.

Редакционная коллегия:

АНДРЕЕВА Л.И.  
ГАЛКИН В.И.  
ГЛЕБОВ А.В.  
ЕГОРОВ А.Н.  
ЕДЫГЕНОВ Е.К.  
ЖАБИН А.Б.  
ЗЫРЯНОВ И.В.  
КАРТАВЫЙ Н.Г.  
КУЛАГИН В.П.  
МИКИТЧЕНКО А.Я.  
МЫШЛЯЕВ Б.К.  
ПЕВЗНЕР Л.Д.  
ПЛЮТОВ Ю.А.  
ПОДЭРНИ Р.Ю.  
САВЧЕНКО А.Я.  
САМОЛАЗОВ А.В.  
СЕМЕНОВ В.В.  
СТАДНИК Н.И.  
СТРАБЫКИН Н.Н.  
ТРИФАНОВ Г.Д.  
ХАЗАНОВИЧ Г.Ш.  
ХОРЕШОК А.А.  
ЮНГМЕЙСТЕР Д.А.

Редакция:

БЕЛЯНИНА О.В.  
ДАНИЛИНА И.С.

Телефоны редакции:

(499) 269-53-97. 269-55-10

Факс (499) 269-55-10

E-mail: [gma@novtex.ru](mailto:gma@novtex.ru)

<http://novtex.ru/gormash>

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПОДЗЕМНЫЕ РАБОТЫ

Хорешок А. А., Цехин А. М., Борисов А. Ю. Влияние условий эксплуатации горных комбайнов на конструкцию их исполнительных органов . . . . . 2

### БУРОВЫЕ РАБОТЫ

Страбыкин Н. Н., Пеплов Е. В. Обоснование, выбор конструктивных и режимных параметров, эффективность применения агрегированного породоразрушающего бурового инструмента . . . . . 6

Шигин А. О., Гилёв А. В. К вопросу о нагрузках на породоразрушающий инструмент при бурении сложноструктурных горных пород . . . . . 16

### ЭЛЕКТРОМЕХАНИКА. АВТОМАТИЗАЦИЯ

Малафеев С. И., Новгородов А. А., Серебренников Н. А. Новый экскаватор ЭКГ-18Р: система приводов постоянного тока с широтно-импульсным регулированием . . . . . 21

### НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАЗРАБОТКИ

Кантович Л. И., Вагин В. С. Влияние системы привода на динамические нагрузки передвижных проходческих подъемных установок . . . . . 26

Сарычев В. И., Пушкарев А. Е., Рогачев А. А., Пушенко А. В. Математическая модель и имитационное моделирование взаимодействия исполнительного органа прокальвающей установки с грунтовым массивом . . . . . 33

Александров В. И., Махараткин П. Н., Авксентьев С. Ю. Энергоемкость гидравлического транспортирования крупнодисперсных и мелкодисперсных гидросмесей . . . . . 39

### МАШИНОСТРОЕНИЕ

Сербин В. М. Повышение износостойкости рабочих органов спиральных классификаторов малых типоразмеров . . . . . 45

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук, и входит в систему Российского индекса научного цитирования.

водству. В настоящее время серийный выпуск РМЛ ведет ОАО "Черкесский завод РТИ", а спиральных классификаторов КС1-4,8 × 45 и КС1-7,5 × 55, оснащенных гуммированными лопастями (рис. 3), — ОАО ПО "Иркутский завод тяжелого машиностроения" и ОАО "Новочеркасский машиностроительный завод им. А. А. Никольского".

Оригинальность разработки подтверждается авторским свидетельством на изобретение [4].

#### Список литературы

1. **Сербин В. М.** Повышение износостойкости рабочих органов спиральных классификаторов конструк-

ционными методами // Научный симпозиум "Неделя горняка 2011". Сб. научн. тр. Семинар "Современные технологии в горном машиностроении". М.: МГГУ, 2011. С. 253–265.

2. **ГОСТ 28121–89.** Классификаторы спиральные. Типы, основные параметры, размеры и технические требования. Введ. 01.01.90. Госстандарт СССР: Изд-во стандартов, 1989. 11 с.

3. **Пенкин Н. С.** Гуммированные детали машин. М.: Машиностроение, 1977. 200 с.

4. **А.с. № 1180071.** Резиновая футеровка спирали классификатора / В. М. Сербин, Н. С. Пенкин. № 3754160/22-03; заявл. 04.05.1984; опубл. 23.09.1985. Бюл. № 35.

## ИНФОРМАЦИЯ

### Всероссийская студенческая олимпиада "Проектирование гидропривода" (см. также 4-ю стр. обложки)

Олимпиада состоялась в Уральском государственном горном университете 21–23 апреля 2012 г. и привлекла команды 9 вузов. Это: Уральский государственный горный университет (г. Екатеринбург), Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева (г. Кемерово), Магнитогорский государственный технический университет, Московский государственный горный университет, Сибирский государственный университет путей сообщения (г. Новосибирск), Государственный университет — учебно-научно-производственный комплекс (г. Орел), Пермский национальный исследовательский политехнический университет, Челябинская государственная аграрная академия, Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского Томского политехнического университета.

Первое место заняла команда УГГУ в составе капитана команды Станислава Майорова (Россия), Ганзама Ренчинсамбуу (Монголия) и Хаба Макэзма (Гвинея). Второе место поделили еще одна команда УГГУ и команда Сибирского государственного университета путей сообщения.

В личном первенстве приняли участие 54 студента. Здесь победил М. В. Дмитриук (Челябинская государственная аграрная академия). Далее места заняли М. А. Камышников (Сибирский государственный университет путей сообщения) и И. Т. Кондрашков (УГГУ).

ООО "Издательство "Новые технологии", 107076, Москва, Стромынский пер., 4

Дизайнер *Т.Н. Погорелова*. Технический редактор *Е.В. Копова*. Корректор *З.В. Наумова*.

Слано в набор 16.04.2012. Подписано в печать 24.05.2012. Формат 60 × 88 1/8. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 5,88. Заказ ГО612. Цена свободная.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия. Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-19854 от 15 апреля 2005 г.

Оригинал-макет ООО "Авансес солюшнз". Отпечатано в ООО "Авансес солюшнз". 105120, г. Москва, ул. Нижняя Сыромятницкая, д. 5/7, стр. 2, офис 2.