

Импульсное магнитное поле, взаимодействуя с электропроводящим материалом, изменяет его тепловые и электромагнитные свойства, оказывает влияние на структуру. Вихревые токи, возникающие в проводящем материале, нагревают участки вокруг кристаллитов напряженных блоков и неоднородностей структуры. Градиент теплового потока от импульсного магнитного поля тем выше, чем менее однородна структура материала в местах концентрации остаточных или усталостных напряжений. Теплота, наведенная вихревыми токами, может уменьшать избыточную энергию, накопленную в материале.

Представляет интерес использование наведенных импульсным магнитным полем вихревых токов для частичного расплавления исходного материала высокотемпературной сверхпроводящей керамики аналогично воздействию пучков ионов, электронов или лазерного луча. Известны положительные результаты обработки высокотемпературной сверхпроводящей керамики импульсами лазера длительностью 1 мс с энергией до 80 Дж и последующим высокотемпературным обжигом керамики для насыщения поверхностного слоя кислородом [11]. При этом плотность критического тока в обработанном слое возрастала в 20 раз.

**Заключение.** Проведенный анализ состояния исследований и технологической практики в области получения высокотемпературных сверхпроводящих материалов подтверждает перспективность использования методов обработки на основе концентрированных импульсов энергии, в частности сильных импульсных магнитных и электрических полей, которые позволят получить заданные функциональные параметры высокотемпературных сверхпроводящих изделий с меньшими материальными и энергетическими затратами, чем с применением других известных методов, а в ряде случаев осуществить режимы комбинированного воздействия, доступные только данному методу.

#### Список цитируемых источников

1. Технология получения изделий из сверхпроводящих материалов: обзорная информация / А. В. Степаненко [и др.] // БелНИИТИ и техн.-эконом. исслед. ; Сер. 5513.— Минск 1990. — 33 с.
2. Способ спекания порошков : пат. США № 2355954 / Г. Кремер. — Оpubл. 15.08.1944.
3. Самсонов, Г. В. Горячее прессование / Г. В. Самсонов, М. С. Ковальченко. — Киев : Наукова думка, 1962. — 126 с.
4. Электроразрядное спекание : патент Японии № 3241956 / Иноуэ Киёси. — Оpubл. 29.10.1963.
5. Goetzel, E. G. Electric discharge sintering of powders / E. G. Goetzel, V. S. de Macchi. // Power Metall Intern. — 1971. — Vol. 3, № 2. — 30 p.
6. Райченко, А. И. Стойкость материалов электродов-пуансонов и матриц в процессе электроразрядной обработки металлических порошков / А. И. Райченко, О. Н. Рябинина // Электрон. обработка материалов. — 1977. — № 3. — С. 38—41.
7. Clyens, S. Mechanisms and methods of powder sintering / S. Clyens, S. Al-Hassani, W. Johnson. // Int. J. of Mechanical Sciences — 1976. — № 18. — 37 p.
8. Аль-Хассани, С. Т. Электроразрядное уплотнение порошков / С. Т. Аль-Хассани // Прогрессив. технолог. процессы в порошковой металлургии. — Минск : Вышэйш. шк., 1982. — С. 81—89.
9. Белый, И. В. Справочник по магнито-импульсной обработке металлов / И. В. Белый, С. М. Фертик, Л. Т. Хименко. — Харьков : Вицшак, 1997. — 168 с.
10. Закалка стали в магнитном поле : монография / М. А. Кривоглаз [и др.]. — М. : Наука, 1977. — 120 с.
11. Huang, I. G. Supercond. Sci. Technol / I. G. Huang, X. P. Jiang. — 1988. — V. 1, № 1. — P. 110—112.

УДК 621.9.02-589.22

Д. Д. Богдан, А. Н. Жигалов, Д. В. Лебёдко

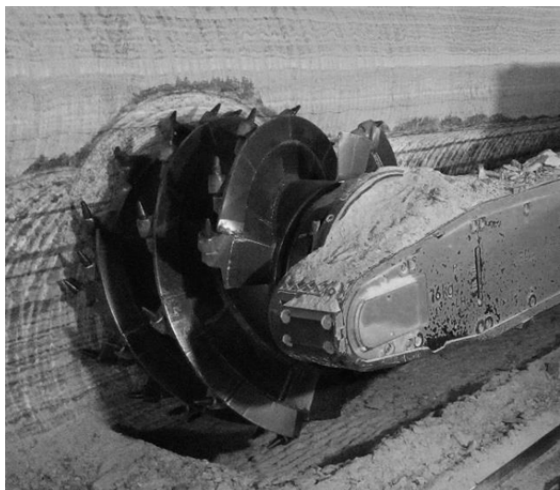
Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

## ОСНОВЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ КАЛИЙНОЙ РУДЫ ТАНГЕНЦИАЛЬНЫМИ ПОВОРОТНЫМИ РЕЗЦАМИ С ТВЕРДОСПЛАВНОЙ РЕЖУЩЕЙ ВСТАВКОЙ

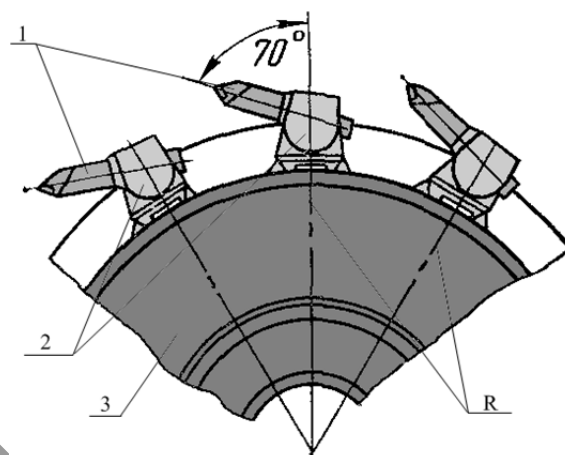
**Введение.** При добыче калийной руды в Беларуси и других странах СНГ широко используются тангенциальные поворотные резцы. Они применяются для оснащения исполнительных органов горных комбайнов. Более 95 % действующих забоев оснащены комбайнами со шнековыми исполнительными органами и тангенциальными поворотными резцами. За последние 25—30 лет мощность двигателей узлов резания горных комбайнов увеличилась с 200—300 кВт до 1000 кВт и более. Так, современный комбайн может достигать постоянной производительности в 600 тысяч тонн руды в месяц. В связи с этим, нагрузка на тангенциальные поворотные резцы постоянно увеличивается. Очевидно, что в этих условиях задачи, связанные с повышением стойкостного ресурса резцов и эффективности процесса резания ими, приобретают весьма важное значение. Научные исследования для решения этих задач развиваются в двух основных направлениях. Первое — совершенствование технологии изготовления, изменение и совершенствование конструкции резца, подбор наиболее оптимальных материалов как державки, так и режущей вставки. Второе — оптимизация режимов резания и выбор наиболее подходящей схемы установки резцов на режущий орган.

**Основная часть.** Исполнительные органы современных очистных комбайнов в своем большинстве представляют собой режущие шнеки, т. е. шнеки, оснащенные по наружной поверхности витков резцами (рисунок 1, *a*). Основным преимуществом исполнительного органа шнеко-фрезерного типа является то, что в достаточно простом по конструкции устройстве одновременно выполняются две технологические операции — разрушение пласта полезного ископаемого и его погрузка на забойный конвейер. Вместе с тем, шнек-фрезы имеют и существенный недостаток — переменная толщина стружки, снимаемая каждым резцом во время его контакта с забоем.

Выемка породы производится посредством вращения шнека и одновременного внедрения его в массив при перемещении очистного комбайна вдоль забоя. Таким образом, одновременно выполняется вращательное и поступательное движение режущего органа. Тангенциальные резцы 1 (см. рисунок 1, *b*) размещены в резцедержателях 2, устанавливаемых под острым углом к радиусу  $R$  корпуса исполнительного органа 3 и к вектору скорости резания. В процессе резания калийной руды также происходит осевое вращение резца в кулаке (резцедержателе) и таким образом происходит его самозатачивание.



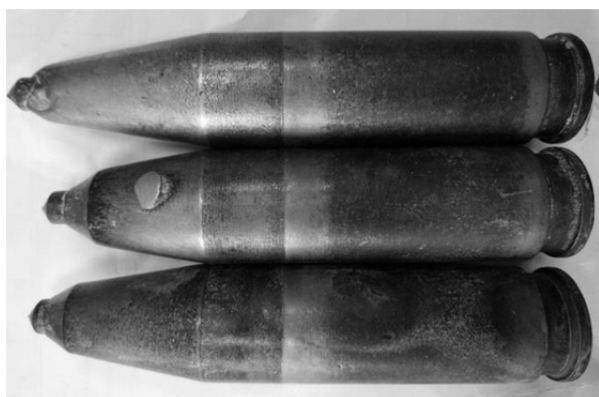
*a)*



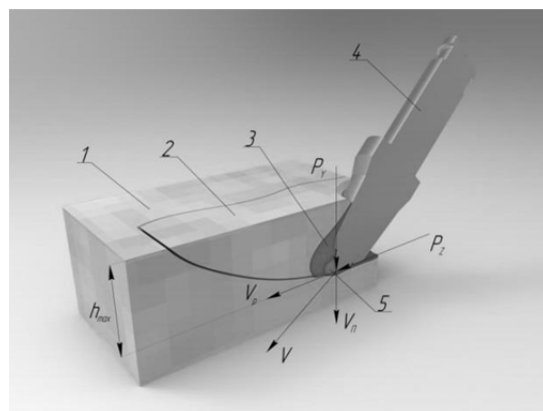
*b)*

Рисунок 1 — Общий вид шнека (шнек-фрезы) с установленными резцами (*a*) и схема установки резцов на режущем органе (*b*)

Тангенциальный резец (рисунок 2, *a*) состоит из державки и режущей вставки, которая закреплена в головной части державки. Державка как правило изготавливается из сталей 30ХГСА и 35ХГСА по ГОСТ Р51047—97 «Резцы для проходческих и очистных комбайнов. Общие технические условия». В качестве армирующей вставки применяются твердые сплавы марок ВК8В, ВК11ВК, ВК10КС, ВК12КС (ГОСТ 3882). В соответствующей документации может быть оговорено и использование других материалов.



*a)*



*b)*

Рисунок 2 — Тангенциальный поворотный резец: *a* — общий вид; *b* — схема разрушения поворотным резцом породного массива: 1 — разрушаемый массив; 2 — зона упругого деформирования окружающих участков массива; 3 — зона смятия; 4 — поворотный резец; 5 — уплотненное ядро;  $P_y$  — сила подачи;  $P_z$  — сила резания;  $V_p$  — вектор скорости резания;  $V_n$  — вектор скорости подачи;  $h_{max}$  — максимальная толщина стружки

При разрушении горной породы тангенциальным поворотным резцом 4 (см. рисунок 2, б) образуется уплотненное ядро 5, взаимодействующее с зоной упругих деформаций 2 краевой части горного массива через зону смятия 3. Давление на грани резца имеет максимум вблизи режущей кромки (твердосплавной вставки) и резко убывает при удалении от нее.

Таким образом, для проведения моделирования процесса резания калийной руды твердосплавными тангенциальными резцами необходимо использовать следующие данные:

- 1)  $h_{\max}$  — максимальная глубина резания (толщина стружки), мм;
- 2)  $P_{Yi}$  — усилие подачи, действующее на резец  $i$ -го положения; Н;
- 3)  $P_{Zi}$  — усилие резания, действующее на резец  $i$ -го положения; Н;
- 4) Угол  $\varphi$  — угол установки тангенциального поворотного резца;
- 5) Угол  $\beta$  — угол разворота резца (угол спирали шнека);
- 6)  $V_n$  — скорость подачи комбайна, м / мин;
- 7)  $n_{и.о.}$  — частота вращения исполнительного органа, мин<sup>-1</sup>;
- 8)  $m$  — количество резцов в линии резания, шт.;
- 9)  $d_{и.о.}$  — диаметр исполнительного органа по траекториям резцов, м.
- 10)  $t_p$  — шаг между резцами, мм;
- 11)  $N$  — мощность электродвигателя, кВт;
- 12)  $\eta_{и.о.}$  — КПД привода исполнительного органа;
- 13)  $f$  — коэффициент крепости породы по шкале проф. М. М. Протодяконова;
- 14)  $HВ_0$  — твердость материала, не подвергнутого деформированию, кгс / мм<sup>2</sup>.

**Заключение.** Для осуществления моделирования процесса резания калийной руды тангенциальными поворотными резцами необходим комплексный подход, включающий учет геометрических параметров резца, усилий резания, подачи и расходуемой мощности исполнительного органа, а также физико-механических свойств материалов резца и горной породы. Данные, полученные с помощью моделирования могут быть полезны для определения наиболее неблагоприятных факторов, влияющих на износ резцов во время эксплуатации и выявления в дальнейшем путей повышения их ресурсной стойкости.

#### Список цитируемых источников

1. Богдан, Д. Д. Аэродинамическое звуковое упрочнение как способ упрочнения горно-режущего инструмента / Д. Д. Богдан, А. Н. Жигалов // Материалы, оборудование и ресурсосберегающие технологии : материалы Междунар. науч.-техн. конф. / М-во образования Респ. Беларусь, М-во науки и высшего образования Рос. Федерации, Белорус.-Рос. ун-т. — Могилев : Белорус.-Рос. ун-т, 2020. — С. 31—33.
2. 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. ; БарГУ. — Барановичи : БарГУ, 2018. — С. 36—38.
3. Резцы для очистных и проходческих комбайнов. Общие технические условия : ГОСТ Р 51047. — М. : Изд-во стандартов, 1997. — 19 с.
4. Курбатов, В. М. Виды и причины выхода из строя поворотных резцов / А. Н. Мельников, В. М. Курбатов, З. Ш. Кекелидзе. Науч. сообщ. — М. : ИГД им. Скопинского, 1978.
5. Прокопенко, С. А. Эволюция конструкции резцов для шахтных комбайнов / С. А. Прокопенко, В. С. Лудзиш // Гор. промышленность. — М. : МГУ, 2015. — № 2 (120). — С. 65—66.

УДК 621.9

Т. Я. Богданова, В. В. Бык

Учреждение образования «Барановичский государственный университет», Барановичи, Республика Беларусь

### МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ СМАЗКИ РЕДУКТОРА ВРАЩЕНИЯ БУРОВОГО СТАНКА МОДЕЛИ СБШ-250-32 «УНИВЕРСАЛ»

**Введение.** Станки шарошечного бурения (далее — СБШ) скважин получили наибольшее распространение на карьерах в породах практически всех категорий крепости. Основные их достоинства — высокая производительность, непрерывность процесса бурения, возможность его автоматизации, комфортные условия труда.

Станки вращательного бурения типа СБШ предназначены для бурения взрывных скважин на открытых горных разработках в сухих и обводненных, монолитных и трещиноватых породах. Устанавливается компрессор для комбинированной шнеко-воздушной очистки скважины. Управление станком — из кабины, размещенной в передней части станка.

Станок буровой шарошечный СБШ-250-32 «УНИВЕРСАЛ» предназначен для бурения вертикальных и наклонных (15° и 30° к вертикали) взрывных скважин при добыче полезных ископаемых открытым способом, и других буровзрывных работ в породах коэффициентом крепости 8—18 в районах с умеренным климатом.