

*The results of stand researches of technology of delivery of experimental standard of cryogenic - gravel filter are resulted at the process of his transporting on the model of drillhole.*

**Key words:** hydrogeological well, cryogenic technology, gravel filter, mineral-astringent material.

#### Література

1. Башкатов Д. Н. и др. Справочник по бурению скважин на воду. – М.: Недра, 1979 г. –559 с.
2. Гаврилко В. М., Алексеев В. С. Фильтры буровых скважин. – М.: Недра, 1979 г. –345 с.
3. Кожевников А. А., Судаков А. К., Гриняк А. А. Гравийные фильтры с использованием эффекта двухфазного инверсного перехода агрегатного состояния вязущего вещества // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сборник научных трудов.- Вып.11. – Киев: ИСМ им. Бакуля НАН Украины, 2008. – С. 84–88.
4. Кожевников А. А., Судаков А. К. К вопросу об оборудовании водоприемной части буровых скважин криогенно-гравийными фильтрами // Науковий вісник НГУ – 2009. – № 7. – С. 13–16.
5. Результати дослідження реологічних властивостей криогенно-гравійного елементу фільтру / А. О. Кожевников, А. К. Судаков, О. Ф. Камишацький и др. // Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сборник научных трудов. – Вып.13. – Киев: ИСМ им. Бакуля НАН Украины, 2010. – С. 198–202.
6. Влияние физических полей на свойства ледового и ледово-гравийного композитов / А. А. Кожевников, А. К. Судаков, А. А. Пашенко // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Сер. «Гірничо-геологічна»: ». – 2011. – Вип. 13 (178). – С. 36–39.
7. Кожевников А. О., Судаков А. К., Камишацький О. Ф., Лексиков О. А., Судакова Д. А. Технологія виготовлення блочного криогенно-гравійного фільтра бурових свердловин // Наукові праці Донецького національного технічного університету. Сер. «Гірничо-геологічна» – 2010. –Вип. 14 (181). – С. 83–86.

*Надійшла 15.07.11*

УДК 622.24.051

**А. Л. Майстренко, И. А. Свешников, доктора технических наук; С. Д. Заболотный,  
С. В. Смекаленков, С. Ф. Беспалов, А. И. Доброскокин**

*Институт сверхтвердых материалов им. В. Н. Бакуля НАН Украины, г. Киев*

#### **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЗМА РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД КРЕПОСТЬЮ 100–120 МПа И ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЗЦОВ ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ТИПА**

*Созданы резцы, позволяющие при разрушении крепких горных пород повысить эффективность их разрушения за счет снижения как усилий, так и общей энергоемкости в 1,35–1,4 раза, а также повысить надежность их вращения в 1,6–3,97 раза.*

**Ключевые слова:** *вращающийся резец, крепкие горные породы, энергоемкость, надежность вращения.*

В настоящее время при комбайновой добыче угля и проходке подготовительных горных выработок применяют радиальные и тангенциальные породоразрушающие резцы, оснащенные вставками из вольфрамокобальтовых твердых сплавов.

Радиальные резцы оснащены пластинчатой вставкой с клинообразной формой режущей части, закрепленной в державке резца методом пайки в открытом пазу. При разрушении сложного угольного массива с включениями горной породы указанные резцы быстро выходят из строя из-за поломки твердосплавного вооружения (рис. 1).



Рис. 1. Общий вид радиальных резцов и виды их поломок

В практике горных работ на шахтах Украины и за рубежом наиболее часто применяют тангенциальные поворотные (самовращающиеся) резцы с цилиндрической державкой, оснащенной твердосплавной вставкой диаметром 9–25 мм с конической формой режущей части, закрепленной в державке методом пайки в закрытом пазу (рис. 2).

Результаты исследования работоспособности тангенциальных резцов фирмы «Кеннаметалл» (США) на лабораторном стенде ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины при резании блока песчаника прочностью 120 МПа с толщиной стружки 1–10 мм были следующие:

постоянного вращения резца в резцедержателе в процессе резания породы не наблюдалось, вращение носит прерывистый характер;

усилие резания в 2,2–2,4 раза превышает усилие подачи инструмента на забой блока породы, вызывая большие растягивающие напряжения в твердосплавной вставке резца;

малый задний угол при резании породы приводит к неравномерному одностороннему износу вставки и увеличению энергоемкости разрушения породы.

Опыт промышленного применения тангенциальных поворотных резцов отечественного и зарубежного производства показал, что основной причиной выхода инструмента из строя являются поломки твердосплавных вставок, обнаженных, как правило, при одностороннем износе корпуса резца с последующим выпадением или выкрашиванием керна вставки (рис. 3).

Изучив опыт промышленного применения тангенциальных поворотных резцов отечественного и зарубежного производства, разработали новый режущий инструмент тангенциального типа.

Известен резец [1] с закрепленной на рабочей головке вставкой конической формы из твердосплавного материала.

Недостаток этого резца заключается в повышенной энергоемкости разрушения породы из-за конической формы рабочей поверхности вставки, имеющей точечный контакт с разрушаемой породой. Кроме того, в процессе разрушения породы вращающий момент, возникающий на режущей части резца от сил реакции породы, недостаточный для непрерывного вращения резца. Остановка вращения резца при разрушении породы приводит к его катастрофическому изнашиванию (см. рис 3).

Это вызвано прежде всего конструкцией инструмента. На основании лабораторных исследований в ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины было установлено, что причиной разрушения твердосплавной вставки резца является высокий уровень растягивающих напряжений, возникающих в ней от приложения равнодействующей силы сопротивления резания породы (силы отпора).



Рис. 2. Общий вид тангенциального поворотного резца



а



б

Рис. 3. Виды поломок тангенти-альных поворотных резцов: а – фирмы «Техпоставка»; б – фирмы «Кеннаметалл» (США)

элемента из-за масштабного фактора, а именно: чем больше габариты единичного элемента из

твердого сплава, тем большие внутренние напряжения возникают в нем после спекания, что приводит к возникновению внутренних концентраторов напряжения и преждевременному выходу элемента из строя при разрушении породы.

В основу предложенного резца была положена задача такого усовершенствования его конструкции, при котором за счет выполнения износостойчивой вставки обеспечивается снижение внутренних концентраторов напряжения в отдельных режущих элементах, вследствие чего повышаются стойкость и надежность инструмента при разрушении породы, а также снижение трудоемкости его изготовления.

Поставленную задачу решали следующим образом. В резце установили износостойкую вставку, состоящую из расположенных в радиальных пазах корпуса отдельных режущих элементов. При оптимальных вариантах выполнения режущие элементы в поперечном разрезе имеют форму прямоугольника (рис. 5).

Благодаря износостойкой вставке из расположенных в радиальных пазах корпуса отдельных режущих элементов снижаются

Известен также наиболее близкий к предлагаемому резец [2], состоящий из режущей головки с режущей кромкой, образованной боковой цилиндрической и задней плоской поверхностями с износостойкой вставкой в виде сплошного кольцевого элемента и хвостовика (рис. 4).



Рис. 4. Общий вид вращающегося резца со вставкой в виде сплошного кольцевого элемента (гладкий резец) [2]

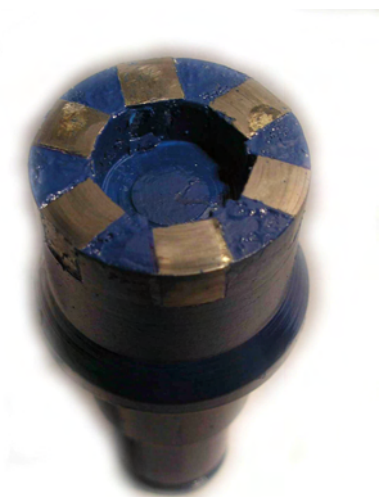


Рис. 5. Общий вид вращающегося резца, износостойкая вставка которого состоит из шести расположенных в радиальных пазах корпуса отдельных режущих элементов

концентрация напряжения в отдельных режущих элементах и трудоемкость изготовления инструмента. Однако, по мере износа реза стальной корпус реза между отдельными режущими элементами вымывается и они обнажаются. Поэтому в процессе работы резец приобретает форму так называемого контурного реза с шестью выступами.

Для определения эффективности разработанного реза при разрушении крепких горных пород и его способности к самовращению провели эксперименты на стенде ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины [3].

Для экспериментальных исследований применяли блоки прочного серого абразивного песчаника Торезского месторождения Донецкой области Украины прочностью на сжатие 116,8 МПа, а также следующие типы инструмента с диаметром режущей части 38 мм:

- резцы с гладким и сферическим торцами;
- контурные резцы, с симметричными тремя, пятью и шестью выступами;
- контурные с асимметричными семью выступами на режущей кромке.

Шаг резания составлял 19, 25, 32, 38 и 45 мм – по три реза на каждом шаге.

В процессе экспериментальных исследований определяли вертикальную, тангенциальную и боковую составляющие силы резания ( $P_x$ ,  $P_y$ ,  $P_z$ ).

При этом в качестве определяющих брали факторы  $P_y$  и  $P_z$ . С помощью установленных в корпусе резцов специальных датчиков определяли и регистрировали частоту вращения резцов.

Коэффициент качения определяли по формуле

$$K_k = \frac{n_{cp}}{n_{pac}},$$

где  $n_{cp}$  – средняя частота вращения реза в течение оборота;  $n_{pac}$  – расчетная частота вращения реза при условии его качения без проскальзывания по поверхности блока породы заданного радиуса.

При исследовании влияния пространственной ориентации реза на способность к самовращению изменяли угол разворота реза  $\alpha$  от 30 до 60° и задний угол от 7,5 до 17,5°.

Графики, иллюстрирующие результаты исследований резцов показаны на рис. 6–9.

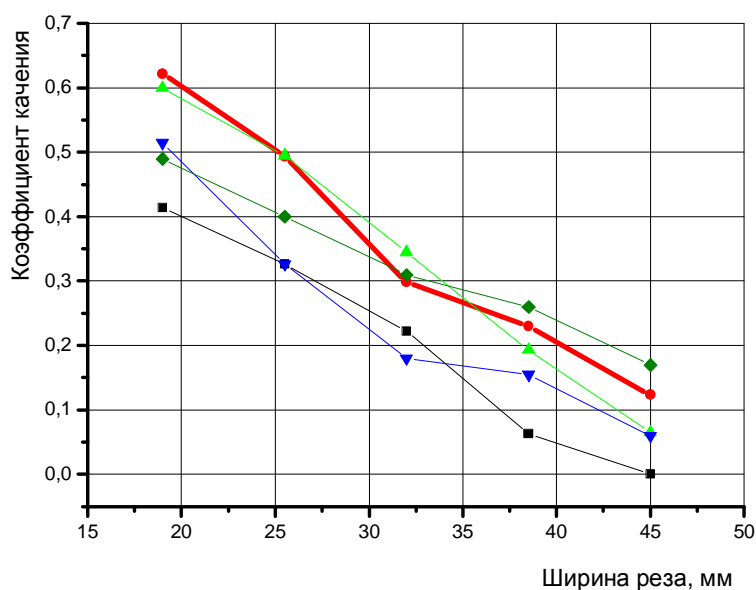


Рис. 6. Зависимости коэффициента качения от ширины реза для гладкого и контурных резцов: —■— гладкий; —●— контурный  $z=6$ ; —▲— контурный  $z=5$ ; —▼— контурный  $z=3$ ; —◆— контурный асимметричный  $z=7$

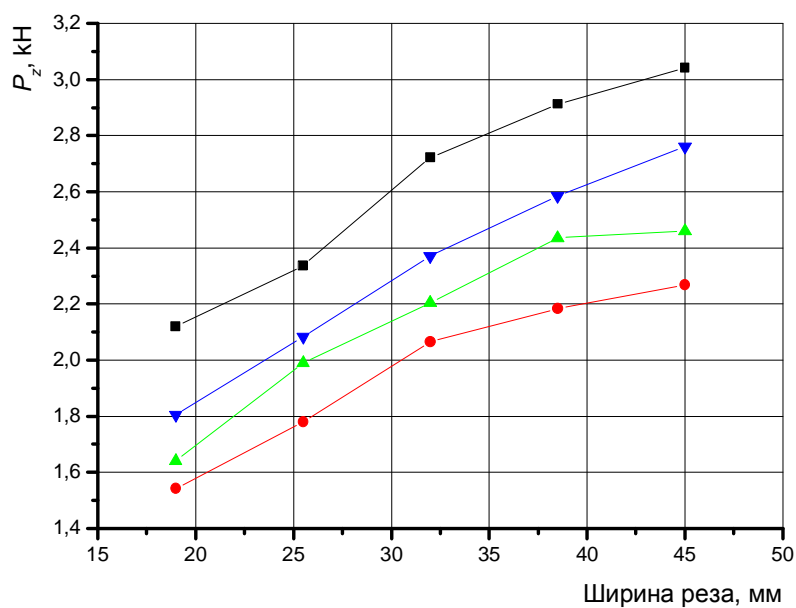


Рис. 7. Зависимости  $P_z$  от ширины реза для гладкого и контурных резцов: —■— гладкий; —●— контурный  $z=6$ ; —▲— контурный  $z=5$ ; —▼— контурный  $z=3$

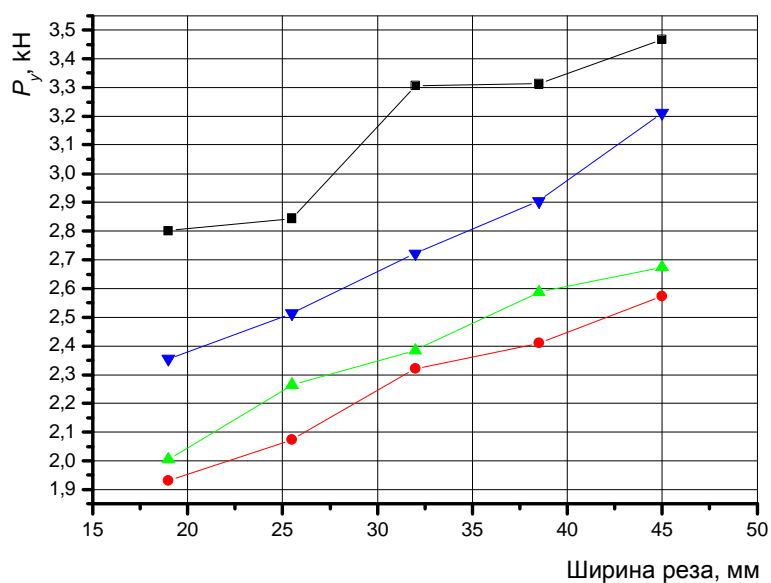


Рис. 8. Зависимости  $P_y$  от ширины реза для гладкого и контурных резцов: —■— гладкий; —●— контурный  $z=6$ ; —▲— контурный  $z=5$ ; —▼— контурный  $z=3$

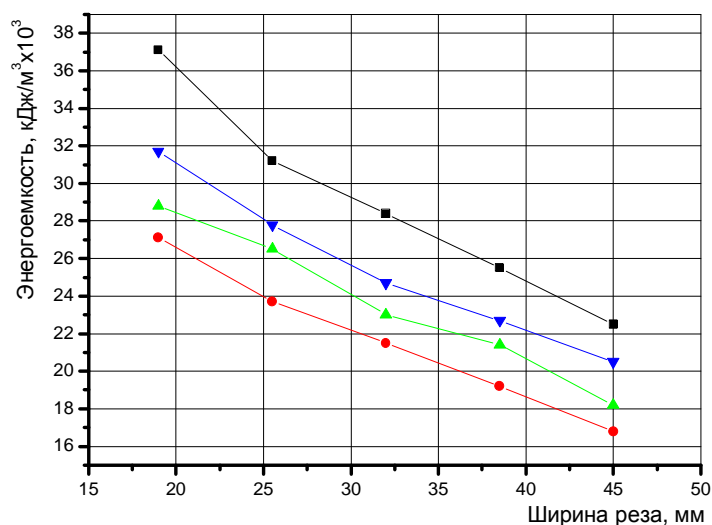


Рис. 9. Зависимости энергоемкости от ширины реза для гладкого и контурных резцов: —■— гладкий; —●— контурный  $z=6$ ; —▲— контурный  $z=5$ ; —▼— контурный  $z=3$

Значения коэффициента качения для гладкого и контурного симметричного резцов приведены соответственно в табл. 1 и 2.

Таблица 1. Значения коэффициента качения  $K_k$  для гладкого резца

Задний угол $\beta$ , град	Коэффициента качения $K_k$ при угле разворота $\alpha$ , град		
	30	45	60
7,5	0,438	0,56	0,88
12,5	0,458	0,19 (0,475)	0,932
17,5	0,462	0,676	0,778

Таблица 2. Значения коэффициента качения  $K_k$  для контурного симметричного резца с шестью выступами на режущей кромке

Задний угол $\beta$ , град	Коэффициента качения $K_k$ при угле разворота $\alpha$ , град		
	30	45	60
7,5	0,396	0,578	0,834
12,5	0,654	0,756	0,988
17,5	0,566	0,776	0,776

Трехмерные графики зависимости коэффициента качения  $K_k$  от угла разворота  $\alpha$  и заднего угла  $\beta$  для гладкого и контурного симметричного резцов показаны на рис. 10.

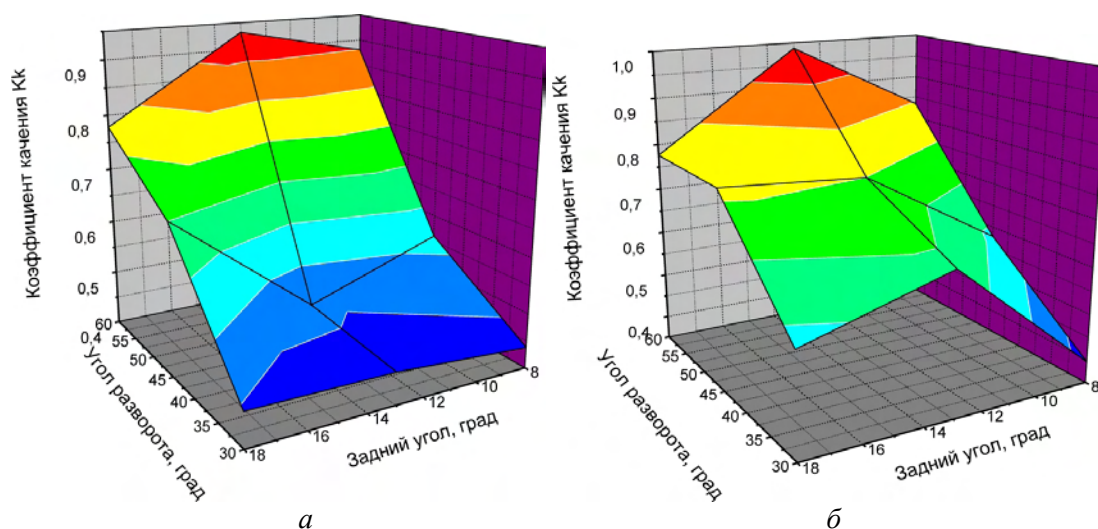


Рис. 10. Зависимости коэффициента качения  $K_k$  от угла разворота  $\alpha$  и заднего угла  $\beta$  для резцов: а – гладкого; б – контурного симметричного с шестью выступами на режущей кромке

Как видно на графиках (рис. 10), по критерию надежности вращения контурные резцы с шестью выступами превосходят все остальные. По силовым характеристикам и энергоемкости контурные резцы с шестью выступами также имеют преимущества.

Таким образом, создан резец, позволяющий при разрушении крепких горных пород:

за счет замены трения скольжения трением качения в отличие от радиальных резцов (см. рис.

1) значительно повысить износостойкость режущего инструмента;

за счет замены точечного контакта с породой контактом по дуге окружности в отличие от тангенциальных поворотных резцов (см. рис. 2, 3) снизить количество поломок благодаря повышению прочности твердосплавной вставки и надежности вращения;

за счет прерывистого контакта с породой в отличие от гладкого резца (см. рис. 4) повысить эффективность разрушения горных пород благодаря снижению как усилий, так и общей энергоемкости в 1,35–1,4 раза, а также повысить надежность вращения в 1,6–3,97 раза.

#### Выводы

1. Оптимальной конструкцией резца является контурная.

2. По критериям эффективности разрушения ( $P_y$  и  $P_z$ , необходимые для разрушения, и энергоемкость разрушения породы в 1,35–1,4 раза меньше) и стабильности вращения ( $K_k$ ) по сравнению с гладкими резцами приоритетными являются резцы с шестью выступами;

3. Установлено, что оптимальными углами установки резцов являются угол разворота резцов  $\alpha = 45^\circ$  и задний угол  $\beta = 15^\circ$ .

*Створено різці, що дають змогу при руйнуванні міцних гірських порід підвищити ефективність їх руйнування за рахунок зниження як зусиль, так і загальної енергоємності в 1,35–1,4 раза, а також підвищити надійність їх обертання в 1,6–3,97 раза.*

**Ключові слова:** обертовий різець, міцні гірські породи, енергоємність, надійність обертання.

*Bits allowing at breaking down of strong rocks are constructed to augment performance of breaking down of rocks at the expense of drop as efforts, and communal energy output in 1,35–1,4 times, and also to augment reliability of their rotating in 1,6–3,97 times.*

**Key words:** rotating cutter, strong rocks, power consumption, reliability of rotation.

#### Литература

1. Пат. США N 4603911, кл. E 21 C 35/18; Оpubл. 05.08.86
2. Пат. WO96/27072 (A1), МПК E21C35/183; E21C35/18; E21C35/00; Оpubл. 06.09.96.
3. Влияние взаимного расположения резцов на энергоемкость разрушения прочной горной породы. И.А. Свешников, А.Л. Майстренко, С.Д. Заболотный и др.// Породоразрушающий и металлообрабатывающий инструмент – техника и технология его изготовления и применения: Сб. науч. тр.– К.: ИСМ им. В.Н. Бакуля НАН Украины, 2009. –Вып.12.

Поступила 09.06.11.