

*Р. Н. БЕГЕЙ, Е. В. СПИЧАК\***Карагандинский государственный индустриальный университет, Темиртау,  
\*nolaseren@mail.ru*

## УСТРОЙСТВО ДЛЯ РАЗРУШЕНИЯ МЕЖЩЕЛЕВОГО ЦЕЛИКА ДИСКОВЫМ РЕЖУЩИМ ОРГАНОМ МАШИНЫ

В статье рассматривается вопрос целесообразности применения алмазного инструмента для разрушения горных пород, которые составляют сырьевую базу черной металлургии. Использование алмазного инструмента, обладающего такими важными свойствами как прочность и абразивная стойкость, позволяет применять его как режущий инструмент для разработки бурых железняков в Казахстане. В статье рассмотрена конструкция алмазного инструмента, состоящая из двух дисков, оснащенных импрегнированными алмазными сегментами. Между ними помещен скалыватель, выполненный в виде свободно вращающегося кольца. Торцовые поверхности кольца и соответствующие торцовые поверхности кольцевых проточек дисков выполнены со скошенными выступами, а сопряжение между кольцами и диском имеет форму цилиндрической поверхности. Режущие диски крепятся на рабочем валу исполнительного органа горной машины узлом крепления. Устройство для разрушения межщелевого целика дисковым режущим органом горной машины позволит повысить эффективность скалывания межщелевого целика. Дальнейшая разработка конструкции алмазного инструмента ставит целью его применение в промышленных условиях для любого объекта (машины или инструмента), что обеспечит устойчивую и безаварийную работу в течение длительного времени при минимальном расходе энергии.

**Ключевые слова:** алмазный инструмент, скалыватель, межщелевой целик, осевое усилие, износостойкость.

**Введение.** Запасы Лисаковского, Аятского и Приаральской группы месторождений составляют более 50 % от учтенных запасов железных руд Казахстана. Поэтому проблема разработки месторождений бурых железняков является государственной, ее решение позволит вовлечь в экономику Казахстана огромные ресурсы и стать крупным экспортером. Однако механические способы добычи не обеспечивают получения качественной, отвечающей современным требованиям железорудной продукции.

В последние годы проведен ряд экспериментальных работ по внедрению алмазного инструмента в камнеобрабатывающей и угольной промышленности, которые свидетельствуют о целесообразности применения его для разрушения крепких горных пород [1, 2]. При создании эффективного алмазного инструмента большое значение имели совместные научные исследования Карагандинского государственного технического университета и Мо-

сковского института ВНИИ АЛМАЗ, которые были положены в основу создания алмазного инструмента. Проведенные исследования по разрушению горных пород были использованы при создании экспериментальных образцов машин. Использование алмазного инструмента, который обладает такими важнейшими свойствами, как прочность и абразивная стойкость [3], позволяет применять его как режущий инструмент для разработки бурых железняков, составляющих сырьевую базу черной металлургии Казахстана. При решении эффективности использования лисаковских руд необходимо создание новой технологии и оборудования [4, 5]. Возрастающие темпы увеличения производительности требуют увеличения режимов работы алмазного инструмента при наибольшей величине заглубления инструмента [6, 7]. Рост мощности, расходуемой на разрушение руд алмазным диском, с увеличением глубины резания и скорости подачи объясняется тем, что происходит интенсивное образова-

ние продуктов разрушения за счет увеличения толщины стружки [8]. С возрастанием объема продуктов разрушения происходит их уплотнение, что приводит к увеличению давления на инструмент со стороны зоны разрушения, а, следовательно, возрастает суммарная мощность, расходуемая на резание [9]. При этом на режущую способность алмазного инструмента оказывают влияние не только режимы резания, но и физико-механические свойства руд [10]. В этой связи для разрушения горных пород, которые относятся к относительно сплошным и однородным средам разработано устройство для разрушения межщелевых целиков горных машин.

**Обсуждение конструкции разработанного устройства.** Устройство для разрушения межщелевого целика (рисунок 1) состоит из двух дисков 1, оснащенных импрегнированными алмазными сегментами 2. Между ними помещен скалыватель 3, выполненный в виде свободно вращающегося кольца.

Торцовые поверхности кольца и соответствующие торцовые поверхности кольцевых проточек дисков выполнены со скошенными выступами 4, а сопряжение между кольцом и диском имеет форму цилиндрической поверхности. Режущие диски крепятся на рабочем валу исполнительного органа горной машины узлом крепления 5.

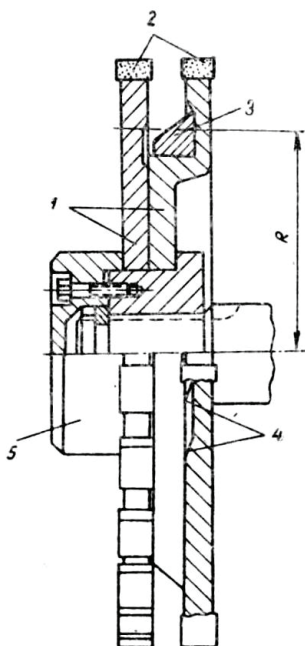


Рисунок 1 - Устройство для разрушения межщелевого целика

В процессе работы устройства (рисунок 2) между режущими дисками образуется межщелевой целик 6. Этот целик, достигнув определенной высоты, входит в контакт с кольцом и тормозит его. Затем кольцо перемещается по скошенным выступам и упирается в полотно режущего диска. Последующее увеличение высоты целика обуславливает появление осевого усилия и после достижения определенной величины последнего происходит скол целика. Для наиболее эффективного скалывания межщелевого целика разработано устройство, имеющее контактирующие поверхности кольцевого скалывателя, а диски снабжены противоположно направленными скошенными выступами.

На рисунке 3 а показан дисковый режущий орган в момент образования межщелевого целика; на рисунке 3 б – дисковый режущий орган в момент скалывания межщелевого целика.

Устройство состоит из двух дисков 1 и 2, оснащенных импрегнированными алмазными сегментами 3, между которыми помещен скалыватель 4 в виде свободно вращающегося кольца. Торцовая поверхность кольца 4 и соответствующая внутренняя торцовая поверхность диска 2 снабжены противоположно направленными скошенными выступами 5 и 6.

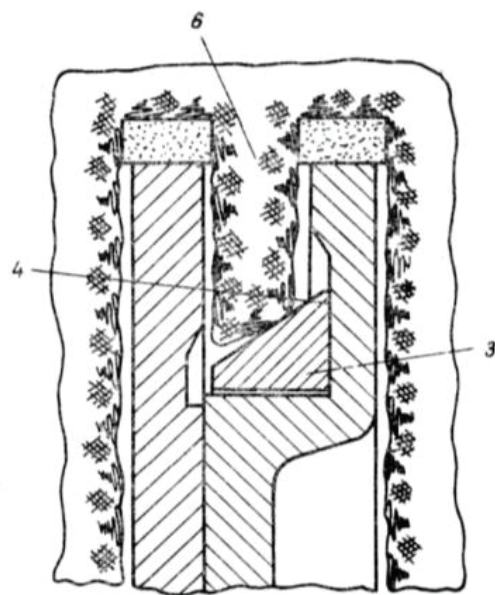
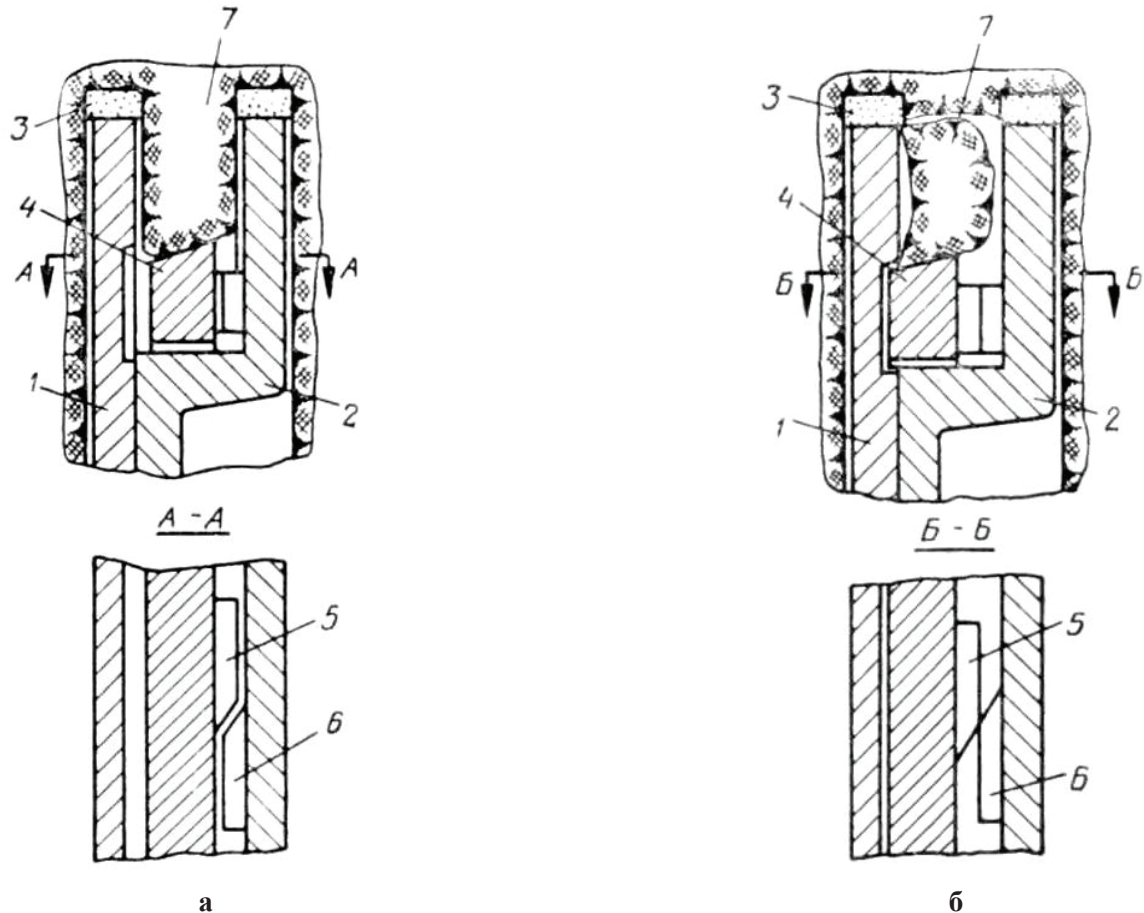


Рисунок 2 – Образование межщелевого целика между режущими дисками



а - в момент образования межщелевого целика; б - в момент скалывания межщелевого целика

Рисунок 3 - Дисковый режущий орган

В процессе работы дискового режущего органа между дисками образуется межщелевой целик 7 (рисунок 3 а). Этот целик, достигнув определенной высоты, входит в контакт с кольцом и тормозит его. Диск 2, вращаясь с прежней скоростью, набегают своими выступами на соответствующие выступы кольцевого скалывателя и сдвигает его в сторону кольцевой проточки диска 1. Увеличение высоты целика обуславливает появление осевого усилия, скалывающего породный целик благодаря наличию конусности периферийной поверхности кольцевого скалывателя. При взаимодействии скошенных выступов создается дополнительное осевое усилие, которое, складываясь с основным, облегчает скалывание породного целика и уменьшает износ инструмента.

Критерием, позволяющем оценить как энергетические затраты, так и производительность разрушения является удельная энергоёмкость. При разрушении алмазным инстру-

ментом удельную энергоёмкость можно определить по формуле:

$$H_w = \frac{N_p}{H \cdot V_n \cdot B_p}, \frac{\text{кВт} \cdot \text{ч}}{\text{м}^3},$$

где  $H_w$  – удельная энергоёмкость процесса разрушения;  $H$  – глубина резания, м;  $V_n$  – скорость подачи, м/ч;  $B_p$  – ширина прорезаемой щели, м;  $N_p$  – мощность резания, соответствующая данным режимам, кВт.

Применение скалывателя в предлагаемой конструкции позволит значительно уменьшить динамические нагрузки на инструмент. По приведенной формуле определить энергоёмкость разрушения разработанным устройством и сравнить с существующими пока не представляется возможным, так как предлагаемое устройство обладает конструктивными особенностями и новизной.

Испытания предлагаемой конструкции

требуют также дополнительного изучения в промышленных условиях и будут являться объектом последующих исследований.

**Выводы.** Таким образом, устройство для разрушения межщелевого целика дисковым режущим органом горной машины позволяет повысить эффективность скалывания межщелевого целика и уменьшить энергоемкость разрушения.

Производительность разрушения горных пород определяется удельной энергоемкостью, что позволяет оценить энергетические затраты. Приведенная формула удельной энергоемкости процесса разрушения дает наглядное этому представление.

Разработка методики испытаний дискового режущего органа машины, а также получение результатов испытаний и сравнение их с существующими аналогичными устройствами запланированы и будут проведены в ближайшем будущем.

#### ЛИТЕРАТУРА

- 1 Косолапов А.В. Основы алмазной техники и технологии в строительстве. – М.:АВС, 2005. – С. 176.
- 2 Чихоткин В.Ф. Создание эффективного бурового алмазного инструмента на основе изучения процесса взаимодействия его с горной породой: Автореф.... канд. технич. наук: 05.15.14. – Днепропетровск, 1996. – 14 с.
- 3 Чихоткин В.Ф. Разработка основных положений процесса алмазного бурения с целью создания высокоэффективного алмазного породоразрушающего инструмента: Автореф. ... докт. техн. наук: 05.15.14. – М.: МГГА., 1998.
- 4 Чихоткин В.Ф., Соловьев Н.В, Ганджумян Р.А. Конструирование алмазного инструмента. Менеджмент алмазного производства: Учебно-методич. пособие. – М.: МГГА, 1999. – 133 с.
- 5 Чихоткин В.Ф., Власюк В.И. Технологический менеджмент производства алмазного породоразрушающего инструмента: Учебно-методич. пособие. – М.: МГГА, 2000. – 87 с.
- 6 Бугаков В.И. Процессы и технологии получения высокоэффективного алмазного инструмента при высоких давлениях и температурах с применением новых алмазных материалов и порошковых композиций: Автор.... докт. технич. наук: 05.16.06. – М.: МГГА, 2005.
- 7 Новиков Н.В. Инструменты из сверхтвердых материалов. – М.:Машиностроение, 2005. – 555 с.
- 8 Косолапов А.В. Основы алмазной техники и технологии в строительстве. – М.: Ассоциация строительных вузов, 2005. – 176 с.
- 9 Бегай Р.Н. Алмазный сегментный инструмент для резания железобетона // Технология производства металлов и вторичных материалов. 2005. - № 2. - С. 171-174.
- 10 Бегай Р.Н. Методика расчета показателей износа алмазного инструмента // Технология производства металлов и вторичных материалов. 2005. - №1. - С. 184-187.

#### REFERENCES

- 1 Kosolapov A.V. *Osnovy almaznoj tehniki i tekhnologii v stroitel'stve*. Moscow: ABC, **2005**. - 176.
- 2 Chikhotkin V.F. *Sozdanie ehffektivnogo burovogo almaznogo instrumenta na osnove izucheniya protsessy vzaimodejstviya ego s gornoj porodoj: Avtoref.... kand. tekhnich. Nauk. 05.15.14. Dnepropetrovsk, 1996*, 143.
- 3 Chikhotkin V.F. *Razrabotka osnovnykh polozhenij processa almaznogo bureniya s cel'yu sozdaniya vysokoeffektivnogo almaznogo porodorazrushayushchego instrumenta: Avtoref.... doct. tekhn. nauk 05.15.14. Moscow. MGGA., 1998*, 135.
- 4 Chikhotkin V.F., Solovyov N.V., Gandzhumyan R.A. *Konstruirovaniye almaznogo instrumenta. Menedzhment almaznogo proizvodstva: Uchebno-metodicheskoe posobie (Construction of the diamond tool. Management of the diamond production: Textbook)*. - Moscow: MGGA, **1999**. - P. 133.
- 5 Chikhotkin V.F., Vlasjuk V.I. *Tekhnologicheskij menedzhment proizvodstva almaznogo porodorazrushayushchego instrumenta: Uchebno-metodicheskoe posobie. M. MGGA, 2000*, 87.
- 6 Bugakov V.I. *Processy i tekhnologii polucheniya vysokoeffektivnogo almaznogo instrumenta pri vysokikh davleniyakh i temperaturakh s primeneniem novykh almaznykh materialov i poroshkovykh kompozitsij: Avtoref. ...doct. tekhnich. Nauk. 05.16.06. Moscow: MGGA, 2005*, 340.
- 7 Novikov N.V. *Instrumenty iz sverkhтвердых материалов*. M: Mashinostroenie, **2005**, 555.
- 8 Kosolapov A.V. *Osnovy almaznoj tekhniki i tekhnologii v stroitel'stve. M: Assotsiatsiya stroitel'nykh vuzov, 2005*, 176.
- 9 Begey R.N. *Tekhnologiya proizvodstva metallov i vtorichnykh materialov, 2005*, 2, 171 -174.
- 10 Begey R.N. *Tekhnologiya proizvodstva metallov i vtorichnykh materialov, 2005*, 1, 184 - 187.



## Түйіндеме

Мақалада кара металлургияның шикізаттық базасын құрайтын берік тау жыныстарын бұзуға арналған алмасты инструментті пайдалану тиімділігі жайлы мәселелер қарастырылған. Қазақстандағы қоңыртеміртас шикізатын өңдеу үшін алмастан жасалған берік (нық) кесетін құрал пайдаланады. Мақалада екі табақшадан тұратын алмас сіңдірілген сегментімен жабдықталған аспаптың құрылымы қарастырылған. Екі табақшаның арасында еркін айналатын шығыршық түрінде жасалған омырылтқыш (опырғыш) орналастырылған. Шығыршықтың шет жақ беттері және оған сәйкес шығыршық бунақтары қиғаш томпақ пішінінде орындалған, ал шығыршық пен табақшаның қабысуы цилиндр формалы болып келеді. Кескіш табақшалар тау машинасының атқарушы органына бекіту түйінімен бекітілген. Тау машинасының кесу органы саңылау целигін тиімді омыртуға мүмкіндік береді. Алмасты аспаптың құрылымын (конструкциясын) әрі қарай жетілдіру барысындағы мақсат: оның кез келген машина немесе аспаптар үшін өндірістік жағдайда қолдануы және қуатты (энергияны) үнемдей отырып, ұзақ уақыт ішінде тұрақты да апатсыз жұмыс істеуіне мүмкіндік туғызу.

**Түйінді сөздер:** алмас аспабы, омырылтқыш (опырғыш), саңылау целигі, белағашқа күш салу, тозу.

## Summary

The article examines the feasibility of diamond tool application for the destruction of rock that is the steel industry raw material base. The use of diamond instrument possessing such important properties as durability and abrasive firmness allows to apply it as a toolpiece for development of limonites in Kazakhstan. The article examines the construction of diamond instrument, consisting of two disks, equipped by impregnated diamond segments. Between them splitter executed as a freely running around ring is placed. The butt end surfaces of ring and corresponding butt end surfaces of circular channel of disks are executed with the bevel ledges and an conjugation between rings and disk has a form of cylindrical surface. Cutting disks are fastened on the working axle of executive organ of mining machine by a fastener assembly. Device for destruction of inter-crack pillar by disk cutting organ of mining machine will allow increasing efficiency of inter-crack pillar splitting off. Further development of the diamond tool's design was aimed to its application in the industry for any object (machine or tool) that would provide a stable and trouble-free operation for a long time with minimal energy consumption.

**Key words:** diamond instrument, splitter, inter-crack pillar, axial effort, wear.

*Поступила 18.04.2014.*

УДК 622.775

**Комплексное использование  
минерального сырья. № 2. 2014.**

*Л.Б. САБИРОВА*

*Казахский Национальный технический университет имени К.И. Сатпаева, Алматы  
sabirova\_leyla\_b@mail.ru*

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ДИФфуЗИОННОГО РАСТВОРЕНИЯ МЕТАЛЛОВ ДЛЯ УСЛОЖНЕННЫХ УСЛОВИЙ ЗАЛЕГАНИЯ ПЛАСТОВ

В статье рассмотрены физические модели диффузионного растворения и фильтрационного переноса металлов для сложных условий, оцениваемых критериями надежности. Такие модели отсутствуют, и их следует скорректировать. Полученные путем теоретического анализа фундаментальные формулы для вычисления времени диффузионного растворения или выщелачивания металлов рекомендуются для практических расчетов при проектировании и управлении технологических систем подземного скважинного выщелачивания. Так, были рассчитаны основные параметры: время диффузионного растворения куска руды диаметром  $d$ , см;  $\varepsilon_n$  – проектное значение коэффициента извлечения металла для некоторых месторождений (Тохтазан, Пустынное и для месторождений сульфидных руд). Выведены новые формулы