

Reference

1. Dareing D. W. Drillstring vibrations create crooked holes // Oil & Gas. – 1984. – 82. – № 1. – P. 83–86.
2. Tang Fenglin, Yang Xuehan. The core drilling. Wuhan. China Univers. of Geosc. Press, 1997. – 1ed.
3. Computin Dynamica Response of Complex Structure with ANYSY Ma Jianmin, Lv Jinglin, Huang Xieqing, Chen Tianni. // Mechanic. Sci. Tech. – 1998. – 17, № 6. – P. 959–961.

Receipt 25.05.10

УДК 622.236.2

А. Л. Майстренко д-р техн. наук, **С. Д. Заболотный**, **Е. П. Виноградова**

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

К ВОПРОСУ О ВЛИЯНИИ ВЗАИМОРАСПОЛОЖЕНИЯ РЕЗЦОВ НА ЭНЕРГОЕМКОСТЬ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНОЙ ПОРОДЫ

Results of studies of dependence between arguments of interposition of chisels on a cutting head of a heading machine and specific energy of breaking down of rock of type of Terebovljansky sandstone are resulted. Optimum arguments of rock breaking proceeding from the minimum energy output are determined at the max output of its breaking down by chisels of type RP-221.

В настоящей работе описаны результаты анализа взаимосвязи удельной энергии разрушения горной породы и параметров, обусловленных топографией расположения резцов типа РП-221, в частности, расстоянием между резцами (шагом резания H) (рис. 1а) и глубиной резания $h_{рез}$, зависящей от типа резца и мощности привода многорезцового исполнительного органа, в данном случае горного комбайна. Шаг резания H выбирали так, чтобы его отношение к радиусу твердосплавной вставки 3 (рис. 1 б), запаянной в корпус резца 2 H/R изменялось от 1 до 5 (при $R = 11,5$ мм), а следовательно, взаимовлияние резцов по мере увеличения этого соотношения сводилось бы к нулю, т. е. напряженное состояние в окрестности резца, установленного на радиусе R_2 (рис. 1 а), формировалось бы вследствие влияния формы и глубины лунки, образованной в породе соседним резцом, установленным на радиусе R_1).

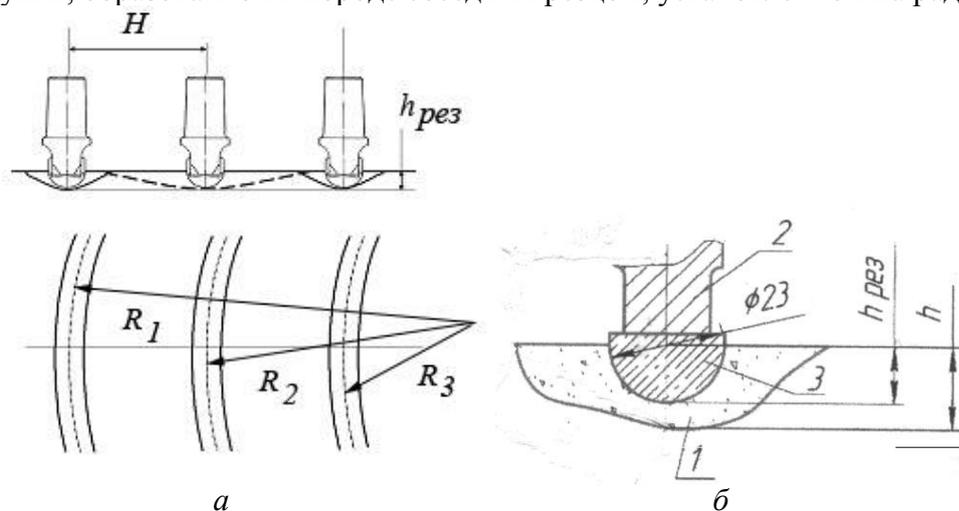
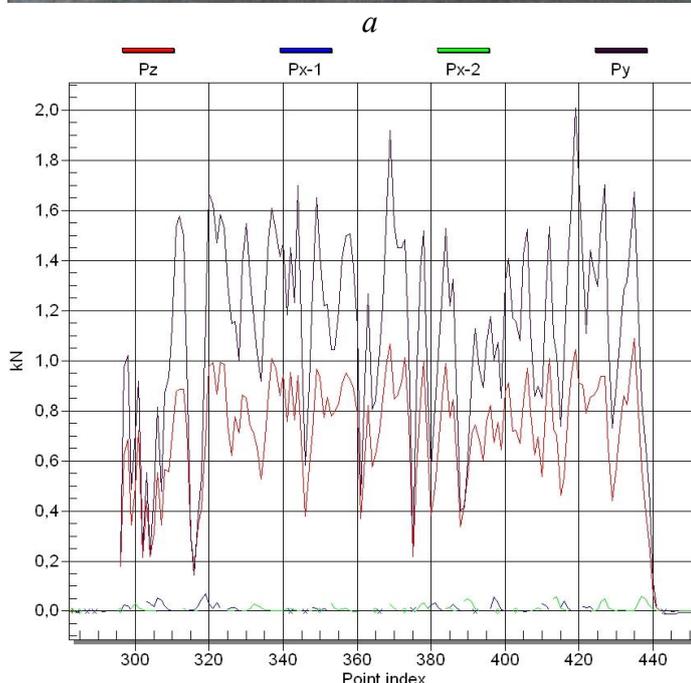


Рис. 1. Схемы расположения резцов на плоскости блока горной породы (а) (H - шаг резания; R_1 , R_2 , R_3 - радиусы окружностей, на которых устанавливаются твердосплавные резцы) и взаимодействия твердосплавного резца и массива горной породы (б) (1 - фрагмент шлама песчаника Теребовлянского месторождения; 2 - корпус резца; 3 - твердосплавная вставка; h - толщина фрагмента шлама; $h_{рез}$ - глубина резания твердосплавным резцом)

Таким образом, в ходе экспериментов глубину резания $h_{рез}$ задавали равной - 2, 4, 6, 8 мм, шаг резания H - 12, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 80 мм. Для каждой комбинации параметров резания ($h_{рез}$ и H) определяли соответствующие максимальные, минимальные и средние значения составляющих результирующей силы резания P (P_x, P_y и P_z). Пример записи последних показан на рис. 2 б. Также, после каждого цикла резания отбирали фрагменты разрушенной породы 1 (рис. 1 б), которые фотографировали и обрабатывали с помощью специальной компьютерной программы анализатора изображений. В результате определяли распределение периметров, площади и габаритные размеры фрагментов шлама (рис. 2, 3).



ультирующая сила	Значение составляющей силы резания, кН		
	P_z	P_x	P_y
Средняя	0,741	0,006	1,159
min	0,174	0,003	0,144
max	1,068	0,056	2,010

б

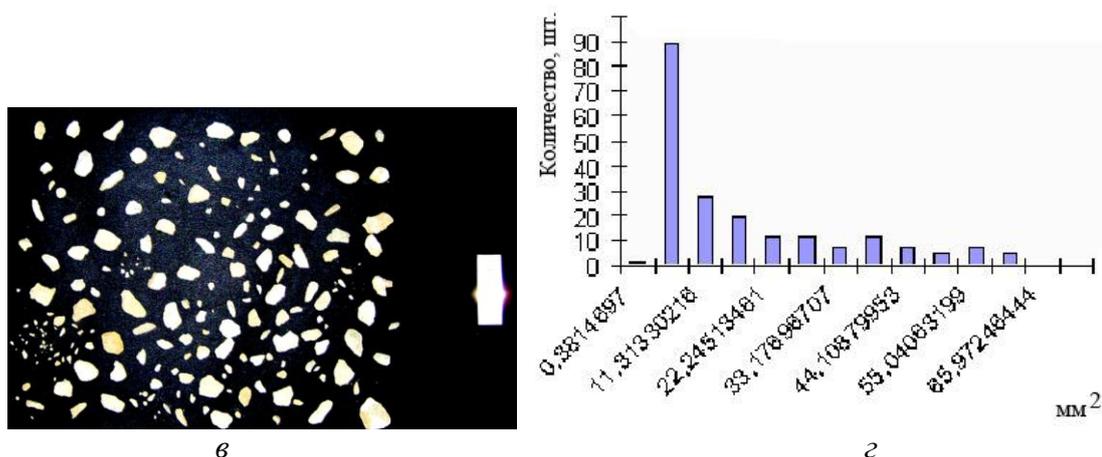


Рис. 2. Общий вид резов (а) по Тербовлянскому песчанику резцом РП-221, запись диаграмм составляющих силы резания - (б), фотография фрагментов шлама-(в) и гистограмма распределения их площадей –(г) при глубине резания $h = 2$ мм ; шаге резания $H = 12$ мм

Обобщив результаты измерения большого количества фрагментов шлама породы, пришли к выводу, что форма фрагментов шлама, полученных при разной глубине резания $h_{рез}$, существенно различается . Так , при $2\text{мм} < h_{рез} < 4$ мм наблюдается фрагментация (переизмельчение) шлама – (рис.2), т.е. его максимальная площадь составляет, в среднем, $S_{max} = 5,847$ мм². В то же время при $h_{рез} = 6 – 8$ мм преобладают фрагменты большей площадью $S_{max} = 453,31$ мм², т. е. фактически увеличивается площадь фрагментов в 77 раз (рис. 3).

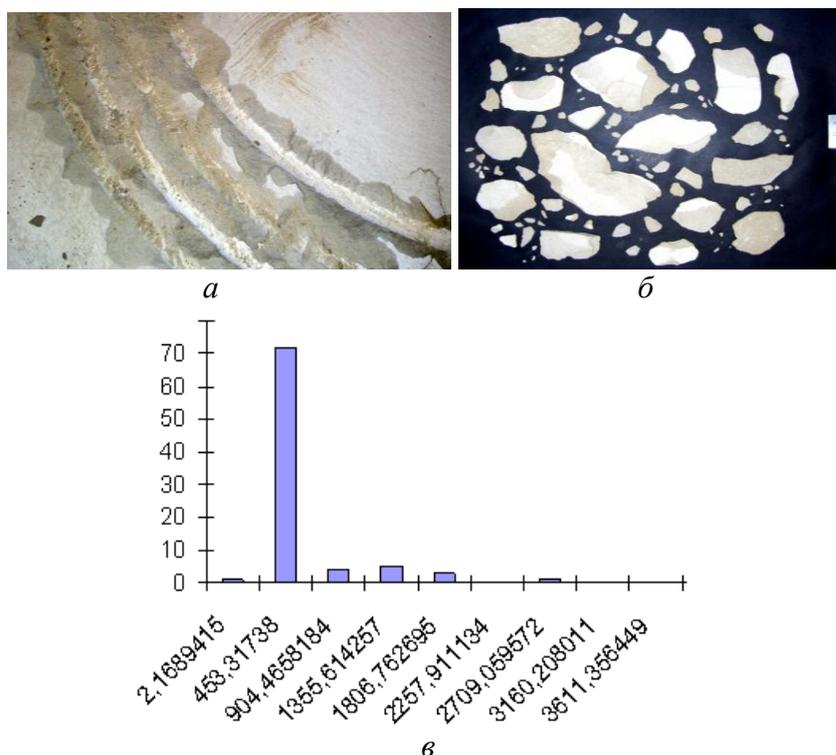


Рис.3. Общий вид резов по Тербовлянскому песчанику резцом РП-221 - (а), фотография фрагментов шлама – (б) и гистограмма распределения их площадей- (в) при глубине резания $h = 8$ мм и шаге резания $H = 60$ мм

При этом их форма становится совершеннее и симметричнее (рис. 4).



Рис. 4. Общий вид фрагментов шлама, полученных при резании песчаника Тербовлянского месторождения на глубину $h_{рез} = 6$ мм и шаге резания $H = 60$ мм (приведенный размер 20мм соответствует области контакта твердосплавной вставки с блоком горной породы)

Целью исследования фрагментов шлама состояла в определении параметров процесса резания, при которых удельная энергия разрушения породы минимальна при максимальной площади фрагментов разрушенной породы. Общий вид фрагментов шлама, полученных при глубине резания 2 мм показан на рис. 2 в, при глубине резания 8 мм – на рис.3 б. Результирующая сила минимальна при шаге резания 12 мм. С увеличением глубины резания усилие резания P возрастает с 2,276 до 9,687 кН, что очевидно. Также, были получены зависимость отношения толщины фрагмента шлама h к глубине резания $h_{рез}$ ($h/h_{рез}$) для всех рассмотренных режимов резания (рис. 5).

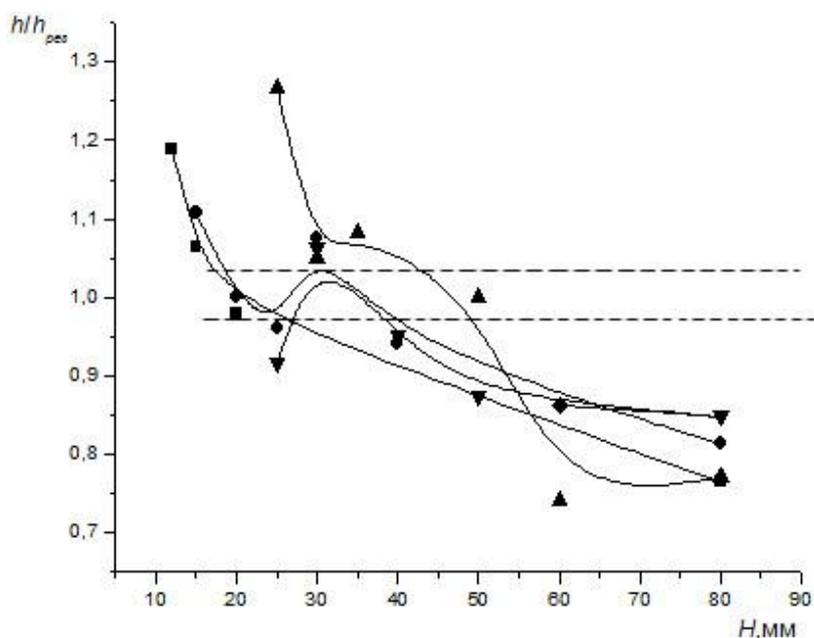


Рис.5. Зависимость отношения толщины фрагмента шлама к заданной глубине резания $h/h_{рез}$ от глубины резания $h_{рез}$ и шага между линиями резания H : \blacksquare - при глубине резания $h = 2$ мм; \bullet - при глубине резания $h = 4$ мм; \blacktriangle - при глубине резания $h = 6$ мм; \blacktriangledown - при глубине резания $h = 8$ мм

При увеличении шага резания уменьшается отношение $h/h_{рез}$. Незначительное увеличение $h/h_{рез}$ наблюдается при шаге резания $H = 25-5$ мм и глубине резания $h_{рез} = 4$ мм и $h_{рез} = 6$ мм, а также при шаге резания $H = 30-35$ мм и глубине резания $h_{рез} = 8$ мм. В результате резания породы резцом образуются изолированные фрагменты шлама (рис.4), последовательно выкалывающиеся (рис. 7) вследствие формирования магистральной трещины смешанного типа $f(KI, KII)$, наклоненной к плоскости резания под углом $39...44$ °. Затем трещина достигает заданной установкой системы глубины резания $h_{рез}$, и распространяется вглубь блока

породы, постепенно разворачивается и распространяется в направлении поверхности блока под углом 12...140. При этом глубина разрушения, определяемая по толщине сколов, вышает заданную глубину резания $h_{рез}$ в 1,1–1,3 раза.

Частотные характеристики системы записи изменения силовых параметров процесса разрушения породы и введение их *in situ* в память компьютера позволили проанализировать с разрешением до 1 мс временные параметры отдельных сколов породы. Так, если предельно возможная скорость формирования трещины (по Финкелю) в исследуемом типе горной породы составляет $V_{тр.} = 0,36\sqrt{E/\rho} = \sqrt{(45 \text{ ГПа}/2,65 \text{ г/см}^3)} = 1480 \text{ м/с}$, (где E – модуль упругости, ρ – плотность горной породы), то при сокращении продолжительности нагрузки на резце до 0,056 с (см. рис. 6) скорость формирования трещины достигает 82,9 м/с, т. е. в 159 раз превышает окружную скорость движения резца (0,52 м/с). Таким образом, следует полагать, что трещина формируется скачкообразно за счет накопленной упругой энергии в системе нагружения резца в течение 0,031 с.

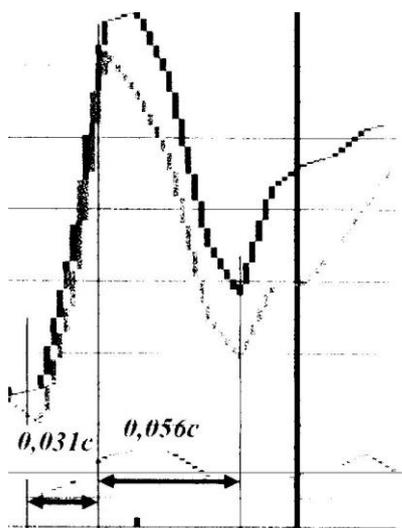


Рис. 6. Фрагмент диаграммы изменения составляющих усилия резания, соответствующего, времени формирования трещины и скола

В то же время, при сокращении продолжительности нагрузки до 0,056 с, резец, который движется со скоростью 0,52 м/с, пройдет расстояние, равное 29,1 мм, местоположение фронта трещины за это время должно значительно опережать местоположение резца (2,32 м), однако трещина выходит на поверхность на расстоянии 36–40 мм от места зарождения.

Следует отметить, что сколы максимально увеличиваются при глубине резания 6–8 мм и шаге резания 60–80 мм, т. е., когда образуются только большие сколы и их ширина W достигает 40–75 мм, при этом размеры сколов (половина их ширины) не превышают расстояния между линиями резания $W/2 < H$. Вследствие этого можно предположить, что форма и размеры сколов определяются не шагом резания H и формой канавки, образуемой параллельно движущимся резцом, а напряженным состоянием режущего резца, запасом упругой энергии в системе и трещиностойкостью разрушаемой горной породы.

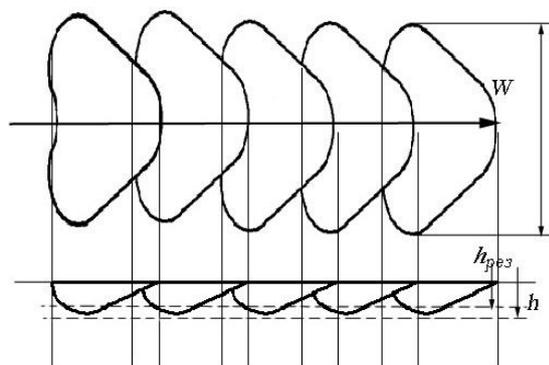


Рис. 7. Схема формирования последовательности сколов фрагментов горной породы

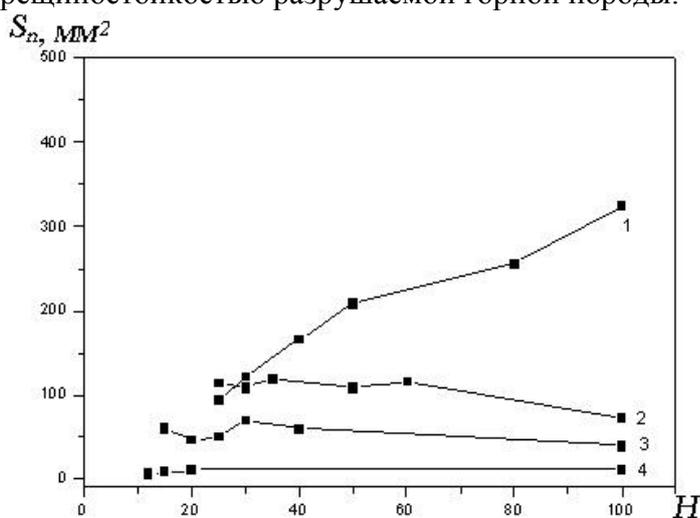


Рис. 8. Зависимости матожиданий распределений площадей сколов фрагментов шлама S_n , от глубины резания h_p и шага резания H : 1 – при глубине резания $h = 8 \text{ мм}$; 2 – при глубине резания $h = 6 \text{ мм}$; 3 – при глубине резания $h = 4 \text{ мм}$; 4 – при глубине резания $h = 2 \text{ мм}$

Проанализировав полученные результаты экспериментального исследования механизма разрушения горной породы, установлена зависимость площади сечения фрагментов шлама от шага резания на плоскости контактного взаимодействия с породой (рис. 7, 8), определены условия, при которых удельная энергия разрушения породы системой резцов становится в 3 раза меньше удельной энергии разрушения этой же породы резцом при заблокированном резании.

Проанализировав конфигурацию и размеры фрагментов шлама установили, что начиная с величины шага резания 20 мм ширина фрагментов более чем в половину превышает расстояние между резцами ($H/2$), т. е. наблюдается разрушение целика. Отношение площади сечения фрагмента скола к площади сечения погруженной части резца S/S_p (для каждой заданной глубины резания $h_{рез} = 2-8$ мм) в зависимости от шага резания отражает эффективность разрушения породы при всех заданных комбинациях параметров резания H и $h_{рез}$ (рис. 9).

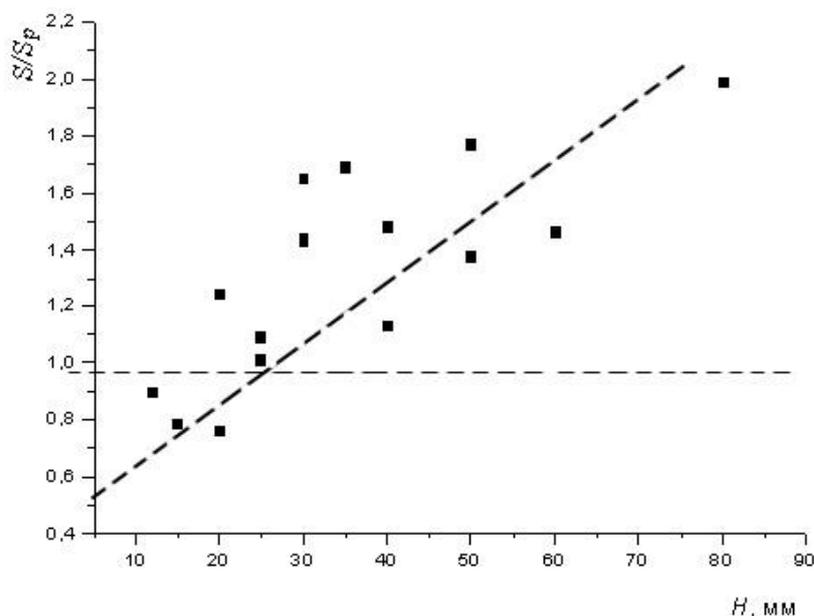


Рис. 9. Зависимость отношения площади сечения фрагмента шлама S к площади сечения погруженной части резца S_p от шага резания H

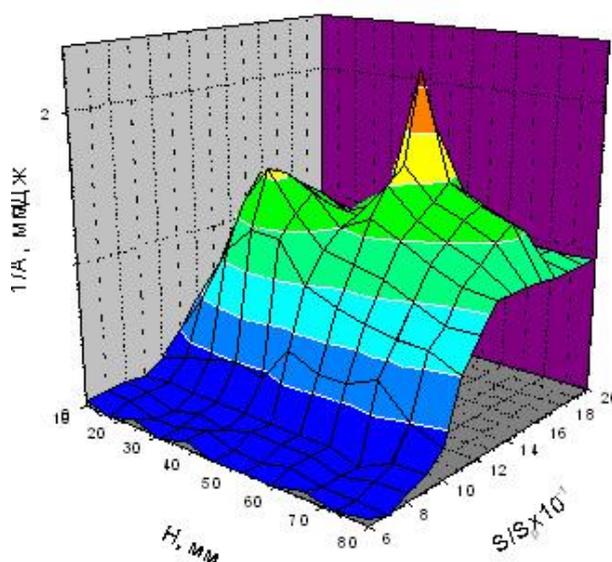


Рис. 10. Зависимость обратной удельной энергии разрушения породы ($1/A$) от производительности разрушения породы S/S_p и шага резания H

Исследование фрагментов шлама позволило определить параметры процесса резания, при котором результирующая сила резания минимальна и, как следствие, работа разрушения единицы объема и размер целика породы между двумя параллельными резами совпадают с максимальными шириной, толщиной и площадью фрагментов шлама, которые характеризуют эффективность процесса. Перечисленные параметры и характеристики процесса разрушения породы системой резцов были обобщены в трехмерной зависимости (рис. 10). Из построенной зависимости вытекает, что наиболее эффективный режим разрушения этого типа горной породы имеет место при минимальной удельной энергии разрушения, т. е. при $H = 55$ и отношении площади сечения скола фрагмента шлама к площади погруженной части резца $S/S_p = 1,6$ (рис. 10), что соответствует глубине резания $h_{рез} = 8$ мм.

Выводы

В результате исследования удалось установить корреляцию параметров взаиморасположения резцов и удельной энергии разрушения горной породы типа Тербовлянского песчаника. Из полученной зависимости следует, что минимальная энергоёмкость разрушения горной породы при максимальной производительности ее разрушения резцами типа РП-221 наблюдается при глубине резания 8 мм и расстоянии между резцами (шаг резания) 55 мм.

Поступила 06.05.10

УДК 622. 233:551.49

А.О.Кожевников¹, д-р техн. наук; **А.К.Судаков¹**, канд. техн. наук; **О.Ф.Камишацкий¹**,
О.А.Лексиков¹, **О.А.Гриняк²**, инженеры; **М.О. Колесников¹**, студ.

¹Національний гірничий університет, м. Дніпропетровськ, Україна
²КП “Кіровгеологія”, Провобережна ГРЕ, м. Фурси, Україна

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ РЕОЛОГІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ КРІОГЕННО-ГРАВІЙНОГО ЕЛЕМЕНТУ ФІЛЬТРУ

The results of reological researches properties of gravelers parts of drillhole filter are resulted in the article.

Актуальність та стан проблеми

Блоковими гравійними фільтрами обладуються глибокі свердловини з невеликим кінцевим діаметром, при розкритті напірних водоносних горизонтів.

Основна ідея створення фільтрів цієї конструкції полягає в тому, щоб не проводити операцій по підборі фільтрів і обсіпання, а встановлювати їх в готовому вигляді. Виготовлені пористі блоки надягають або наклеюють на опорні каркаси труб і опускають в свердловину в готовому вигляді.

Гравійні фільтри блокового типу можуть бути двох видів: монолітні і порожні. Монолітні фільтри мають суцільне гравійне заповнення: фільтрація води скрізь нього відбувається по периметру, а виходить вода через верхній торцевий кінець. У порожнистих фільтрах блокового типу фільтрація води відбувається по периметру скрізь гравійне кільце, а виходить вода через стовбур, що утворений порожнистими блоками по всій довжині фільтру, або через трубчастий каркас, на який надіті блоки.

Для зв'язку гравійних частинок в блоки застосовувалися різні в'язучі речовини: клей гумовий, силікатний, БФ-2, БФ-4, бакелітовий лак марки А, бітум, цемент, епоксидна смола і інші речовини.

У нашій країні впродовж ряду останніх років обладують гідрогеологічні свердловини блоковими фільтрами зарубіжного виробництва – фірми «ПРОЙССАГ».

На сьогоднішній день існують причини незадовільної роботи фільтрів блокового типу, а саме:

1. Введення в'язучих речовин в масу гравію приводить до утворення тупикових пір, у зв'язку з чим в блоках затримуються дрібні частинки водоносних порід, що різко підвищує вхідні опори у фільтрах і знижує продуктивність свердловин. Це особливо різко виявляється у фільтрах, виготовлених з дрібного гравію і піску;

2. Свердловини, обладнані фільтрами блокового типу, в порівнянні зі свердловинами, обладнаними фільтрами з рихлим гравійним обсіпанням, менш продуктивні і менш стійкі до процесів хімічного заростання і кольматажа. Утворення механічного і хімічного кольматажа на