

УДК 622.272

**В.В. Мельник, П.А. Ерополов**

## **ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ СКВАЖИННО-МЕХАНОГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПОДЗЕМНОЙ ДОБЫЧИ УГЛЯ**

*Представлено обоснование параметров скважинно-механогидравлической технологии подземной угледобычи на базе надежных и производительных вариантов камерно-столбовых систем разработки наклонных и крутых угольных пластов для повышения технологичности и полноты извлечения запасов угля.*

*Ключевые слова: подземная угледобыча, концепция, скважинная гидродобыча, экономическая эффективность.*

**Семинар № 16**

**V.V. Melnik, P.A. Eropolov**  
**THE JUSTIFICATION OF THE  
PARAMETRES OF THE WELL  
MECHANICAL AND HYDRAULIC  
TECHNOLOGY OF THE  
UNDERGROUND COAL MINING**

*The parameter justification of the well mechanical and hydraulic technology of the underground coal mining on the base of the reliable and productive variants of the chamber-and-pillar systems of mining inclined and steep banks for increasing the produceability and completeness of the coal extraction.*

*Key words: underground coal extraction, conception, well hydraulic mining, economical effectiveness.*

**И**сследованиям, направленным на повышение технологичности разработки наклонных и крутых угольных пластов, на современном этапе развития угледобычи, посвящены работы ННЦ ГП - ИГД им. А.А. Скочинского, ИПКОН, ВНИМИ, ИГД СО РАН, ПНИУИ, ВНИИгидроугля, УкрНИИгидроугля, ДонНИИ, ДонГТУ, МГГУ, ТулГУ, КузГТУ, СибГГМА и многих других организаций.

В исследованиях перечисленных организаций отмечается перспективность направления развития технологий разработки угольных пластов на основе применения высокопроизводительных длинных и коротких комплексно-механизированных лав, агрегатно-гидравлической технологии, камерных и камерно-столбовых технологий очистной выемки угля, однако специальных широкомасштабных исследований по синтезированию эффективных технологий разработки наклонных и крутых пластов до настоящего времени, к сожалению, не проводилось.

Из анализа современного состояния и приоритетных направлений развития подземной угледобычи на шахтах РФ, следует, что область применения сегодняшней подземной угледобычи – это наиболее благоприятные природные и горнотехнические условия. При этом следует отметить, что объем промышленных запасов только в тонких пластах ОАО «ОУК Южкузбассуголь» составляет порядка 244 млн т, а в целиках различного назначения НПО УК «Прокопьевск-уголь» - 950 млн т, шахтах Ленинского

и Беловского районов Кузбасса - порядка 360 млн т., для которых отсутствуют высокопроизводительная технология и техника.

На основании системного подхода к рассматриваемой задаче разработана концепция, рационального сочетания технологических процессов скважинной гидродобычи и механогидравлической выемки наклонных и крутых угольных пластов, заключающиеся в синтезировании надежных и производительных вариантов камерно-столбовых систем разработки наклонных и крутых пластов для повышения технологичности и полноты извлечения запасов угля.

**Концепция** рационального сочетания технологий разработки угольных пластов заключается в научно обоснованной пространственной и временной связи в развитии горных работ в забоях скважинной гидродобычи и механогидравлической выемки для повышения технологичности отработки и полноты извлечения запасов шахтных полей.

В соответствии с предложенной концепцией, разработан вариант технологической схемы, на базе рационального сочетания технологических процессов скважинной и механогидравлической выемкой крутых и наклонных угольных пластов (рис. 1).

Авторами выполнены аналитические исследования структуры пооперационных затрат времени при гидравлической, механогидравлической и скважинно-механогидравлической технологии отработки угольных пластов (рис. 2).

На основе выполненных исследований, возможно, констатировать следующее. Высоконапорная гидравлическая выемка угля при неоспоримых достоинствах обладает следующими недостатками:

- разрушение нависающего угольного массива в заходке носит неуправляемый характер вследствие самопроизвольного обрушения кусков, размеры которых лежат в диапазоне от сантиметров до метров;

- дробление негабаритных кусков высоконапорной гидромониторной струей малоэффективно вследствие их подвижности под воздействием струи;

- обнажение кровли и почвы в заходке сопряжено с возможностью их обрушения и перемещения в зону пульпоприготовления, что создает препятствие для эффективного дробления негабаритов.

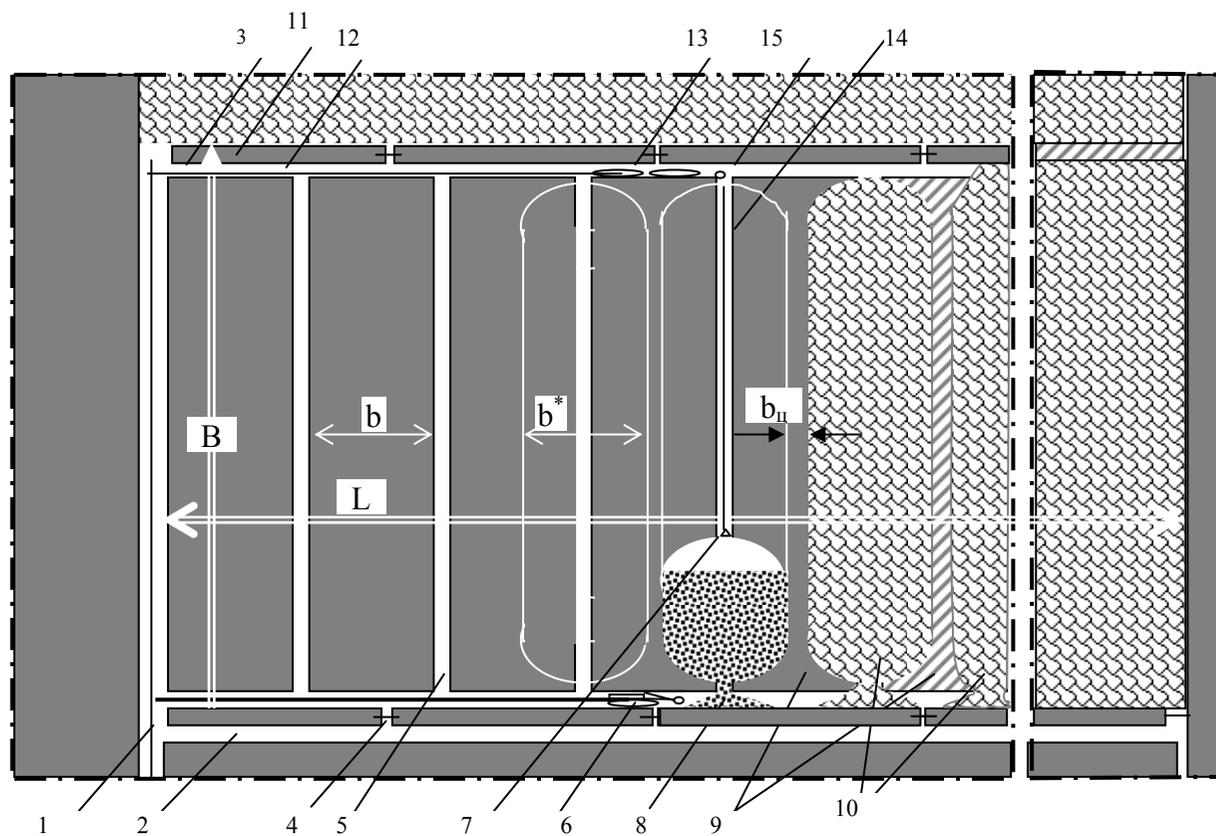
Механогидравлическая технология обеспечивает управление процессом дробления и пульпоприготовления, однако не имеет возможности дистанционного разрушения нависающего угольного массива в заходке более высоты подъема стрелы рабочего органа.

Скважинная гидравлическая технология реализует возможность минимизировать затраты времени на разрушение угольного массива при минимальных площадях обнажения кровли и почвы, однако этой технологии присущи следующие недостатки:

- в случае отработки заходов-камер в нисходящем направлении происходит забучивание скважин негабаритными кусками угля, поскольку разрушение и дробление негабаритов является неуправляемыми процессами;

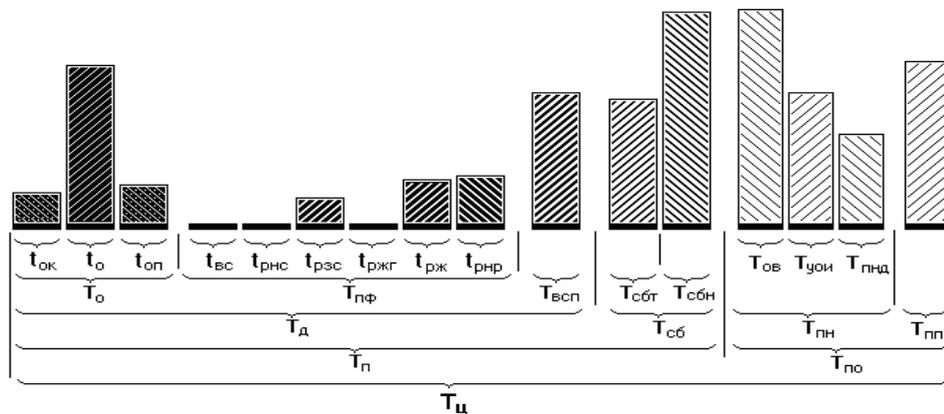
- в случае отработка заходов-камер в нисходящем порядке возникает необходимость установки гидромонитора или механогидравлического комбайна на выходе из камеры для осуществления дробления негабаритов и пульпоформирования. Однако и в этом случае так же, как и при высоконапорной гидравлической выемке

существует возможность обрушения пород и как следствие прекращение эффективной выемки.



**Рис. 1. Технологическая схема скважинно-механогидравлической добычи угля:** 1 - разрезная печь; 2 - аккумулирующий подэтажный штрек; 3 - выемочный подэтажный штрек; 3 - вентиляционный подэтажный штрек; 4 - сбойки; 5- скважины; 6- механогидравлический комбайн; 7 - скважинный гидромониторный агрегат; 8 - конус выпуска горной массы из камеры; 9 - междукamerные целики; 10 - пространство камер, заполненное обрушенными породами; 11 - целик; 12 - высоконапорный став; 13 - устройство подачи гибкого или складывающегося высоконапорного става 14 в скважину; 15 - устройство спуска и подъема агрегата в скважину; B - высота подэтажа, L - ширина подэтажа, b - ширина камеры, bц - ширина междукamerного целика





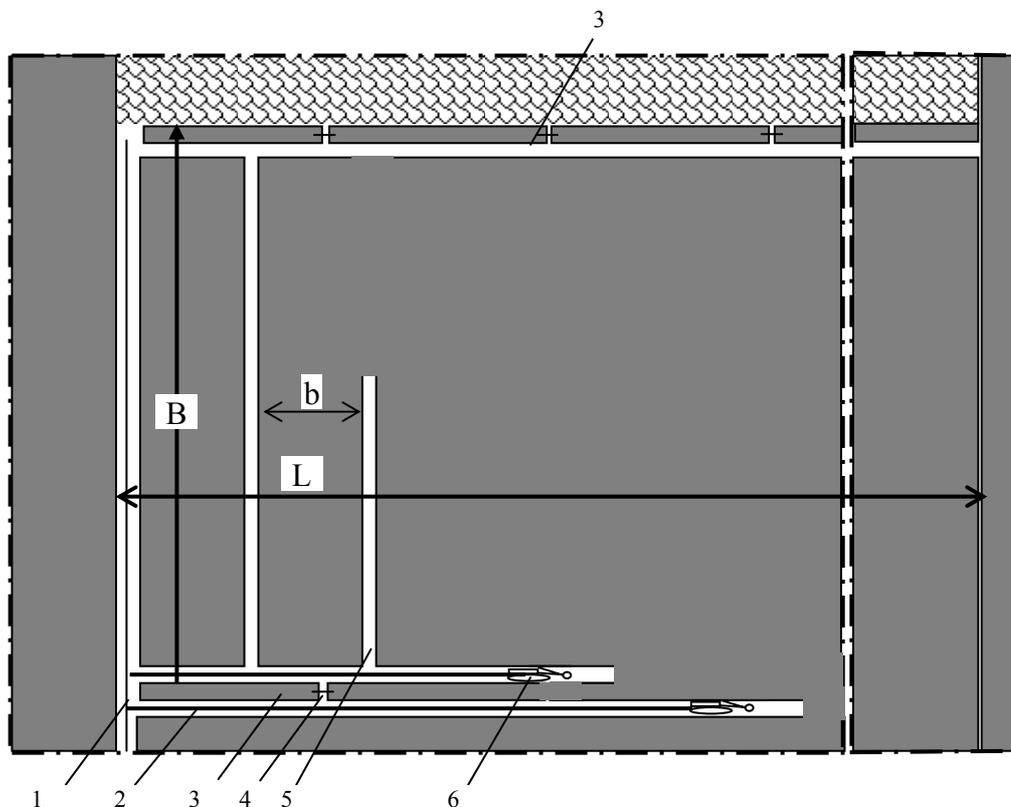
**Рис .2. Структура пооперационных затрат времени при сочетании скважинной и механогидравлической технологии:**  $T_{ц}$  - полное время, затрачиваемое на весь комплекс зобойных операций,  $T_{п}$  - время подачи воды в забой,  $T_{по}$  - продолжительность всех перерывов в работе и отказов технологических звеньев,  $T_{д}$  - продолжительность операций по добыче угля,  $T_{пн}$  - время вынужденных перерывов в работе выемочного участка,  $T_{о}$  - время затрачиваемое на отбойку угля,  $T_{пф}$  - затраты времени на операции забойного пульпоформирования,  $T_{всп}$  - время затрачиваемое на вспомогательные операции,  $T_{сб}$  - продолжительность сбросов воды,  $T_{сбн}$  - продолжительность нетехнологических сбросов,  $T_{сбт}$  - продолжительность технологических сбросов,  $T_{ов}$ ,  $T_{уои}$ ,  $T_{пнд}$  - затраты времени в забое на перестановку оборудования,  $t_{всп}$  - затраты времени на вспомогательные операции,  $T_{пп}$  - продолжительность перерывов в работе и отказов технологических звеньев за пределами выемочного участка

На основании этого разработаны варианты рационального сочетания скважинной гидравлической и механогидравлической технологии, реализующие преимущества и устраняющие недостатки каждого из способов в отдельности.

Наряду с исследованиями структур пооперационных затрат времени указанных технологий, выполнен анализ общепризнанных и нашедших промышленное применение схем вскрытия, подготовки и отработки пластов крутого падения гидравлическим способом. На базе результатов аналитических исследований разработаны варианты технологических схем скважинно-механогидравлической технологии отработки крутых и наклонных угольных пластов. Подготовку запасов угля предлагается производить аналогично схеме, представленной на рис. 3.

$T_{о}$  есть используется система разработки длинными столбами по простиранию с подэтажной выемкой угля. Отличие состоит в том, что высота подэтажа увеличивается в 2-5 раз. Подэтажные штреки проводят спаренными забоями механогидравлическими комбайнами. Аккумулирующий подэтажный штрек после полной отработки подэтажа используется в качестве вентиляционного для нижележащего подэтажа. Выемочный подэтажный штрек погашается в процессе отработки.

Между выемочным и аккумулярующим подэтажными штреками в процессе проведения бурят вентиляционно-транспортные скважины, по которым пульпа из очистного забоя поступает в гидротранспортную систему, размещенную в аккумулярующем штреке.



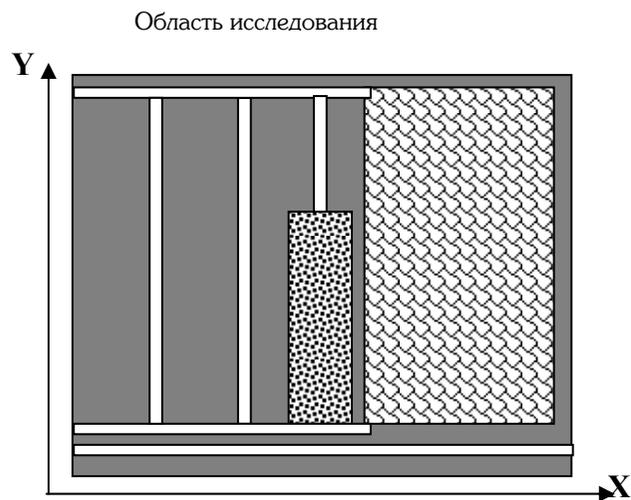
**Рис. 3. Схема подготовки при скважинно-механогидравлической добычи угля:** 1 - разрезная печь; 2 - аккумуляторный подэтажный штрек; 3 - выемочный подэтажный штрек; 3 - вентиляционный подэтажный штрек; 4 - сбойки; 5 - скважины; 6 - механогидравлический комбайн, B - высота подэтажа, L - ширина подэтажа, b - ширина камеры

Кроме того, между выемочным подэтажным штреком и аккумуляторным штреком верхнего подэтажа бурят скважины, которые обеспечивают возможность эффективного проветривания подготовительных и очистных забоев.

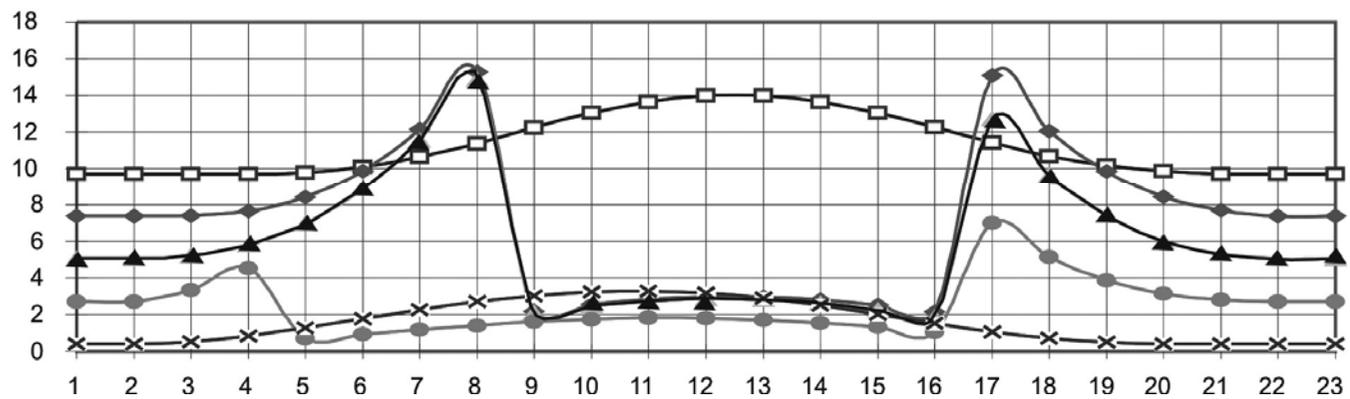
Скважинная гидравлическая технология реализуется в варианте восходящей отработки камер. Существенная особенность предлагаемого способа заключается в магазинировании отбитой горной масса в камере для предотвращения обрушения пород. Выпуск разрушенного угля из камеры, его дополнительное

дробление и пульпоприготовление предлагается производить механогидравлическим комбайном. Для обеспечения подвижности разрушенного угля и пульпоприготовления вода подается в камеру из системы водоснабжения скважинных гидромониторных агрегатов.

Таким образом, реализация идеи сочетания скважинной гидравлической (СГ) и механогидравлической (МГ) технологий позволит сократить объем подготовительных выработок, обеспечить управление процессами разрушения, дробления и пульпоформирования в очистном забое.



по простиранию выемочного блока



по восстановлению выемочного блока

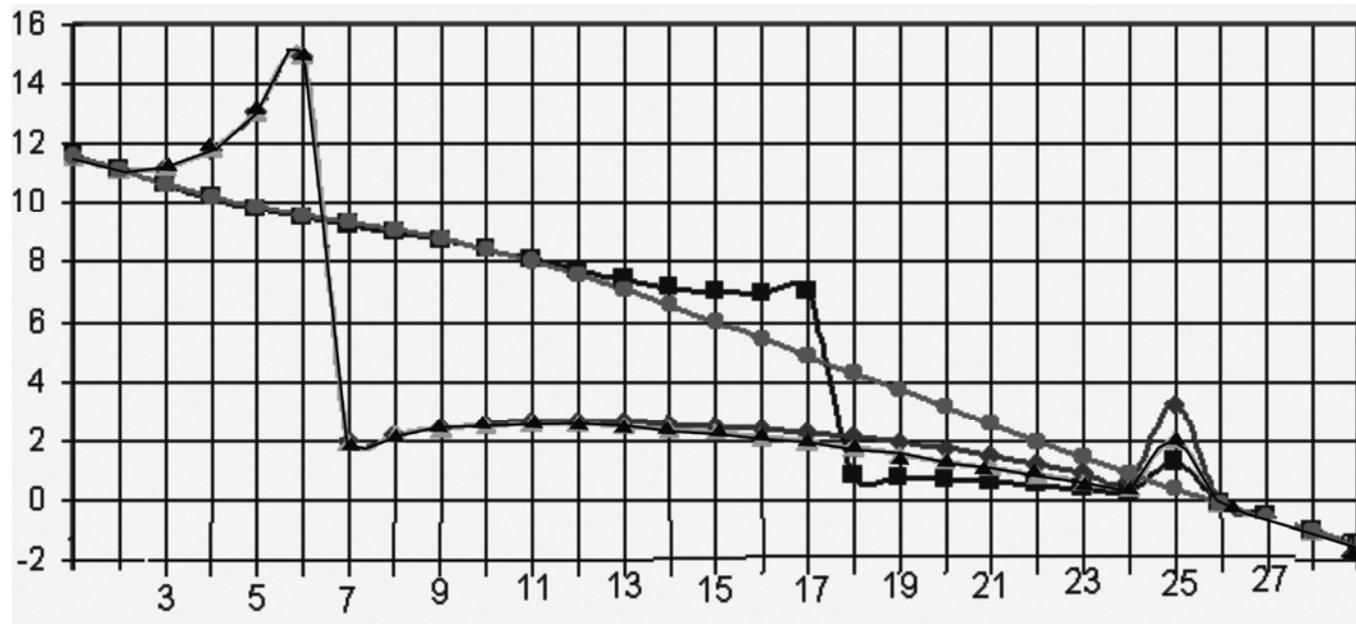


Рис. 4. Распределение нормальных напряжений в пласте при скважинно-механогидравлической обработки угольных пластов

На следующем этапе осуществлено геомеханическое обоснование параметров разработанной технологической схемы скважинно-механогидравлической технологии отработки крутых и наклонных угольных пластов (рис. 4).

Для геомеханического обоснования технологической схемы скважинно-механогидравлической технологии использовалось решение методом конечных разностей задачи механики горных пород, с использованием теории плит деформирующихся под воздействием горного давления. В соответствии с поставленными задачами разработаны требования к параметрам синтезируемых технологий отработки угольных пластов скважинной гидравлической, скважинной механогидравлической, механогидравлической. Основными параметрами технологической схемы скважинно-гидравлической технологии являются: длина столба; высота подэтажа; ширина камеры, обрабатываемой скважинными гидромониторными агре-

гатами; ширина выемочных блоков в подэтаже; ширина барьерного межблокового целика.

На основании выполненных исследований авторами скорректированы методики определения производительности агрегата скважинного гидравлического, агрегата скважинно-механогидравлического комбайна, гидромониторного забоя и вариантов их рационального сочетания.

Выполнена оценка экономической эффективности разработанных технологических решений, которая составляет 10,5 млн.р. в год.

#### *Выводы*

В статье представлено обоснование параметров скважинно-механогидравлической технологии подземной угледобычи на базе надежных и производительных вариантов камерно-столбовых систем разработки наклонных и крутых угольных пластов для повышения технологичности и полноты извлечения запасов угля.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Пучков Л.А., Михеев О.В., Козовой Г.И., Мельник В.В. Прогрессивные технологические решения скважинной гидравлической добычи угля. - М.: 2005. - 395 с.
2. Пучков Л.А., Михеев О.В., Атрушкевич В.А., Атрушкевич О.А. Создание высокопроизводительных угледобывающих предприятий на основе механогидравлической технологии. - М.: Горная пром., 2000, № 6. - С.2-5.
3. Пучков Л.А., Михеев О.В., Атрушкевич В.А., Атрушкевич О.А. Интегрированные технологии добычи угля на основе гидромеханизации. - М.: МГУ, 2000. - 296 с.
4. Атрушкевич В.А. Научные основы, конструирование и прогноз геомеханических параметров интенсивной технологии

подземной гидромеханизированной разработки угольных пластов с открытых горных выработок. - М.: МГУ, 1997. - 153 с.

5. Михеев О.В., Мельник В.В. Разработка комплексов скважинной гидравлической отработки угольных пластов. - М.: Уголь, 1999, №3. - С. 54-56.

6. Мельник В.В. Современная концепция и модели повышения эффективности разрушения угольного массива струями при скважинной добыче. - М.: МГУ, ГИАБ, 2001, №12. - С. 101-106.

7. Мельник В.В., Медведков В.И. Скважинная механогидравлическая отработка угольных пластов. ГИАБ, 2002. №4. - С. 170-172. **ГИАБ**

### **Коротко об авторах**

Мельник В.В. – профессор, доктор технических наук, зав. кафедрой ПРГПМ,  
Ерополов П.А. – аспирант кафедры ПРГПМ,  
Московский государственный горный университет, ud@msmu.ru