

## ИССЛЕДОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ СВОЙСТВ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА В ЗОНАХ УВЛАЖНЕНИЯ

д.т.н. Гребенкин С.С., к.т.н. Артамонов В.Н. (ДонНТУ),  
Шевченко М.Т. (ПО «Дзержинскуголь»)

В современных условиях, когда горные работы ведутся на больших глубинах и связаны с существенным ростом газовыделения, пылеобразования и наличием большого числа пластов, опасных по внезапным выбросам угля и газа, возникла необходимость управления или снижения проявления этих вредностей в шахтах. Большинство из применяемых на шахтах Донбасса мероприятий весьма трудоемки, с малым сроком действия и не позволяют совмещать во времени выполнение этих мероприятий с выемкой угля.

Метод предварительной гидрообработки угольных пластов через сеть скважин широко применяется на шахтах и является эффективным способом уменьшения проявления вредностей в шахтах /1, 2/.

Теоретические и экспериментальные исследования, проведенные Донецким национальным техническим университетом (ДПИ) в течении ряда лет в лабораторных условиях и на шахтах, показали, что при определенных условиях обработки угольных пластов водой можно достичь такого увлажнения, когда вода проникает к микропорам и это приводит к максимальному эффекту гидровоздействия /2/. При этом существенно снижается проявление вредностей при разработке угольных пластов — снижается газовыделение, уменьшается пылеобразование, происходит перераспределение горного давления и изменяются выбросоопасные свойства угля /3/.

Максимальный эффект гидровоздействия достигается путем длительного низконапорного увлажнения водой с добавками поверхностно-активных веществ (ПАВ) или создания поверхностно-активных сред (ПС), через скважины, пробуренные по пласту из подготовительных выработок.

Для обеспечения эффективного гидровоздействия в конкретных условиях каждого угольного пласта должны быть определены: оптимальная добавка ПАВ к нагнетаемой воде, давление нагнетания, количество воды, которое должно подаваться в угольный пласт. Кроме этого, должны быть оценены фильтрационные свойства пласта и выбрано оборудование для осуществления нагнетания.

Длительное увлажнение через сеть скважин приводит к более равномерной обработке массива ПС. Общая продолжительность

нагнетания должна составлять 250 – 500 часов. За это время жидкость под давлением, не превышающем гостатическое, проникает в микропоры, изолирует или частично вытесняет заключенный в них газ и изменяет физико-механические свойства угля, что даст возможность избавиться от неравномерности распределения напряжений в угольном пласте, лишает возможности газ участвовать в развязывании внезапного выброса и отбрасывании разрушенного угля из забоя.

Смачивание поверхностей естественных пластовых трещин и материнской пыли приводит к значительному уменьшению пылеобразования при дальнейшей добыче угля и резкому повышению качества увлажнения /2,4/.

Изоляция газа в угле достигается тем легче, чем меньше газоносность пласта. При наличии высокой газоносности угольного пласта целесообразна частичная дегазация, предшествующая увлажнению. Интенсификация такой дегазации может быть достигнута путем одного-двух сравнительно кратковременных (1 – 2 суток) нагнетания раствора ПАВ с последующими перерывами до 10 суток. После такой предварительной частичной дегазации производится основная часть работ по увлажнению пласта.

В соответствии с «Временной инструкцией по применению микрокапиллярного увлажнения ...» и Методикой проведения работ были определены основные параметры увлажнения для 56 угольных пластов Донбасса. В этот перечень входят и угольные пласты шахт производственных объединений «Артемуголь», «Орджоникидзеуголь», «Дзержинскуголь».

В качестве объекта исследования принят угольный пласт т<sub>35</sub> «Куцкий» (шахта «Красный Профитерн» и им. «Карла Маркса»).

Разработанные проекты ведения работ по увлажнению включали следующие разделы:

- общая геологическая и горно-техническая характеристика экспериментальных участков;
- расположение нагнетательных скважин, способы их бурения и герметизации;
- определение параметров увлажнения и оборудование для его осуществления;
- технология ведения работ по увлажнению;
- контроль эффективности увлажнения (в т.ч. контроль за состоянием пласта до и после увлажнения);
- меры безопасности при ведении гидровоздействия.

Особое место в шахтных исследованиях отводилось проведению комплекса работ по замерам динамики газовыделения, влажности, динамической прочности угля до ведения работ по увлажнению и после него.

Общая схема ведения работ по увлажнению представлена на рис. 1.

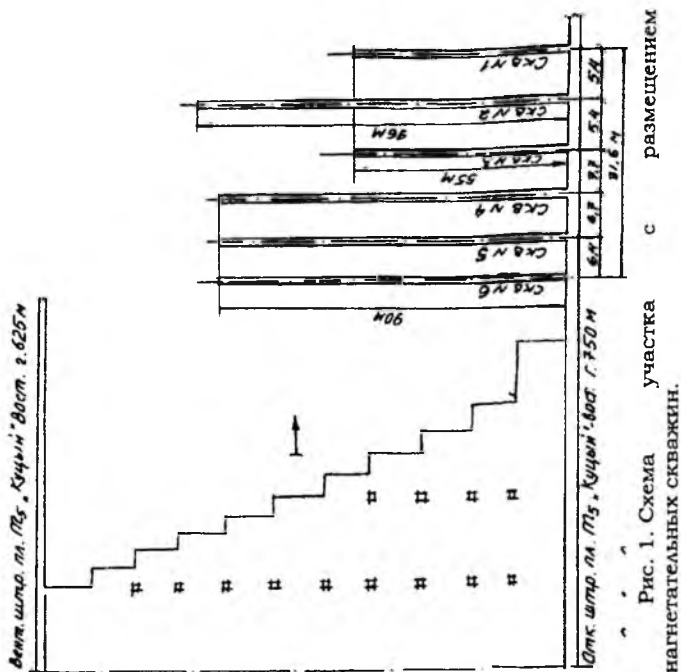


Рис. 1. Схема участка размещения нагнетательных скважин.

Региональная отработка пласта  $m_5$  - «Куцый» в режиме низконапорного увлажнения производилась через сеть скважин диаметром 120 мм, пробуренных с откаточного пгтрека по восстанию пласта. Длина скважин была принята  $l_{скв} = l_a - 50$  м на основании того, что 50-метровая зона в верхней части дегазирована и является безопасной в отношении выбросов.

Расчетная длина скважин была принята  $l_p = 80$  м. Как видно из рис. 1, скважины №4, №5, №6 были пробурены длиной 90 м, а скважина №2 - длиной 96 м. Что касается скважин №1 и №3, то их на расчетную длину пробурить не удалось по техническим причинам.

Герметизация скважин осуществлялась цементно-песчаным раствором на глубину 15 м.

Увлажнение производилось по технологической схеме, предусмотренной проектом. Добавка ПАВ к воде составила 0,01%, давление нагнетания – до 150 кг/см<sup>2</sup>; общее количество раствора, поданного в скважины, колебалось от 39 м<sup>3</sup> до 60 м<sup>3</sup>.

После обработки экспериментальных данных по скважине №5 была получена эмпирическая зависимость удельного гидравлического сопротивления пласта  $m_5$  – «Куцый» от количества закачиваемой жидкости на 1 п.м. фильтрующей части скважины:

$$r_{\text{уд}} = 77,9 \cdot 10^8 \cdot Q_i^{0,535}, \text{ кгс/м}^4.$$

Результаты измерения динамики газовыделения до и после проведения работ по увлажнению показали его существенное снижение (рис. 2). Состояние пласта при бурении контрольных скважин – спокойное, хотя в неувлажненной зоне отмечены удары и толчки в массиве при их бурении, поведение пласта в этом случае характеризовалось как непокойное. Проведение параллельно с замерами динамики газовыделения замеров выхода буровой мелочи при бурении прогнозных скважин подтвердило эти исследования. Представленное на рис. 2 изменение показателей динамики газовыделения в различных зонах иллюстрирует это. Максимальный выход штыба в необработанной зоне составил 5,8...6,4 л/м, показатель опасности зоны  $R_d = 8,1...9,3$ , а величина зоны разгрузки составила  $l_p = 1,0$  м. Результаты определения зоны разгрузки в увлажненной зоне позволили сделать вывод о том, что она равна  $l_p = 3,0$  м, как при измерении по динамике газовыделения, так и по выходу штыба из прогнозных скважин.

Качество увлажнения определялось путем измерения влажности угля и равномерности ее распределения по обработанной площади. В среднем после гидрообработки пласта  $m_5$  – «Куцый» средняя влажность угля в пределах обработанной зоны составила 4,6% (природная влажность 2,4%).

Результаты измерений динамической прочности угля в различных зонах позволяют определить обобщенный показатель прочности угля до и после увлажнения. Соответственно, она равна  $f_{\text{пр}} = 0,29$ ;  $f_{\text{пр}} = 0,16$  (рис. 3).

Подобные исследования были проведены на ряде шахт, разрабатывающих пласты крутого падения, и было установлено, что при проведении комплекса работ по увлажнению угольного массива происходит уменьшение обобщенного показателя прочности угля, и в этом случае прогнозирование ее уменьшения описывается выражением

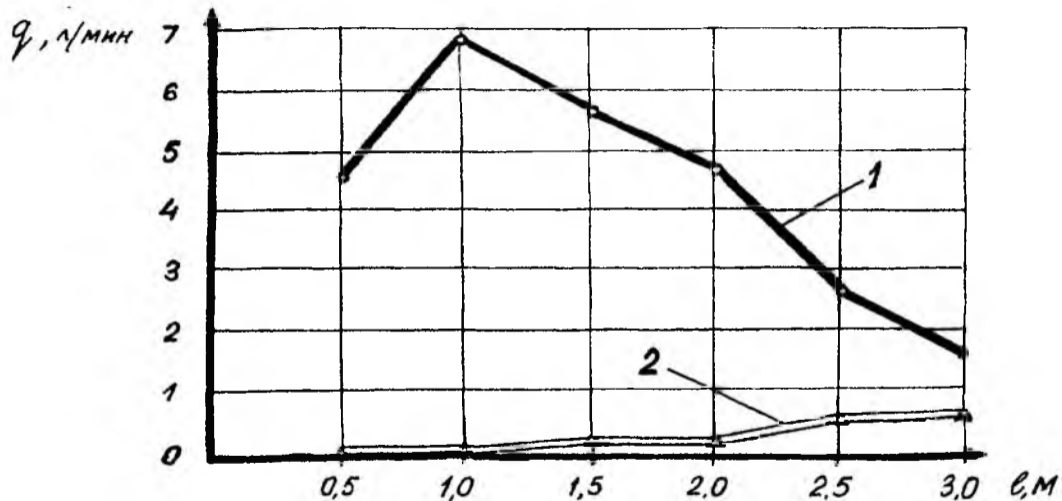


Рис. 2. Изменение динамики газовой выделенности по длине шпура (пл. тмс «Куцкий»  
1 - до увлажнения; 2 - после увлажнения.

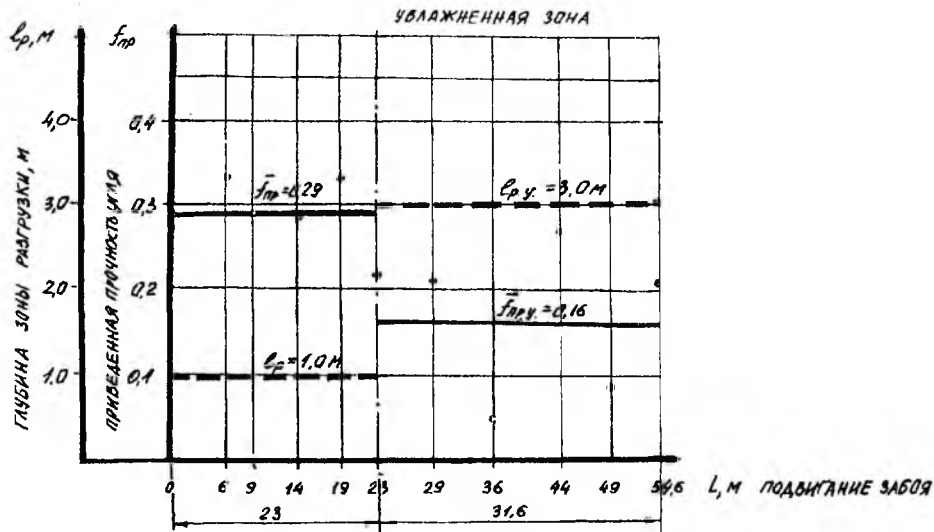


Рис. 3 Изменение приведенной прочности угля  $f_{np}$  и глубины зоны разгрузки  $l_p$  при подвигании забоя  $L, \text{ м}$  в различных зонах пл. т5 «Куций».

$$f'_{пр.у} = f_{пр.н} \cdot K_{изм.}$$

где  $f_{пр.н}$  – обобщенный показатель прочности угля в необработанной зоне;

$K_{изм.}$  – коэффициент, учитывающий изменение динамической прочности в зоне увлажнения,  $K_{изм.} = 0,55 \dots 0,85$ ,  $\bar{K}_{изм.} = 0,75$ .

Изменение физико-механических свойств угля приводит к перераспределению горного давления в зонах увлажнения, что приводит к существенному снижению показателей динамики газовыделения и глубины зоны разгрузки.

На основе проведенных исследований можно рассматривать увлажнение угольного пласта как комплексную меру по снижению проявления вредностей в шахтах. Это даст реальную возможность безаварийной и безопасной отработки угольных пластов в сложных условиях и позволит достичь высоких показателей по добыче угля.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Виноградов В.В. Геомеханика управления состоянием массива вблизи горных выработок. К.: «Наукова думка», 1989, 191 с.
2. Чернов О.Н., Муратов В.Н., Шлимовичус Я.Т. Исследование предварительного увлажнения угольных пластов как способа воздействия на механические свойства и напряженное состояние угольного массива. Сб. «Проявление горного давления на увлажненных угольных пластах». ЦНИИЭНТИ угольной промышленности. М.: Недра, 1968, с. 3-10.
3. Артамонов В.Н., Бондаренко А.Ю., Кузык И.Н., Замай Л.В. Исследование влияния увлажнения краевой части угольного пласта на механические процессы вокруг выемочной выработки. Известия Донецкого горного института, 1997, №1(5), с.46-50.
4. Промышленные испытания микрокапиллярного увлажнения на пластах крутого падения и разработка инструкции по его применению /отчет/, тема 78-5, ДПИ, Медведев Б.И., 1978.