

УДК 622.83

Елкин Иван Сергеевич, доцент, к.т.н.  
(КузГТУ, г. Кемерово)

Ivan S. Elkin, candidate of technical Sciences, associate Professor  
(KuzSTU, Kemerovo)

**К ВОПРОСУ О КОМПЛЕКСНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ НА КРАЕВУЮ  
ЧАСТЬ УГОЛЬНОГО МАССИВА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ  
ЭФФЕКТИВНОСТИ МАССОПЕРЕНОСА**

**TO THE QUESTION ABOUT COMPLEX INFLUENCE ON THE  
COAL SEAM TO IMPROVE THE EFFICIENCY OF MASS TRANSFER**

**Аннотация.** Рассматриваются принципы по выбору способов воздействия для повышения эффективности массопереноса в угольном массиве в целях управления напряженным состоянием. А также особенности комплекса мер и способов по повышению массопереноса в угольном массиве. Предлагается способ оценки эффективности комплексного воздействия на угольный массив. Предлагается способ многостадийного воздействия на угольный пласт.

**Annotation.** The principles of the choice of methods of influence to improve the efficiency of mass transfer in the coal mass in order to control the stress state are considered. As well as the features of a set of measures and methods to increase the mass transfer in the coal massif. The method of estimation of efficiency of complex influence on coal massif is offered. A method of multistage impact on the coal seam is proposed.

**Ключевые слова:** уголь, угольный массив, гидрообработка, увлажнение, поверхностно-активные вещества, тепловое воздействие.

**Keywords:** coal, coal range, hydrobromide, moisturizing, surface active agents, thermal impact.

В целях повышения эффективности воздействия на угольный пласт для управления массопереносом в угольном массиве и управления напряженным состоянием применяется одновременно несколько способов или комплекс мер [1, 2, 3]. Существует множество работ посвященных применению комплексного воздействия на краевую часть угольного массива при управлении состоянием массива. Одним из недостатков этих

работ отсутствие общих технологических принципов по вопросу выбора и создания комплексного метода.

Каждый из известных способов воздействия на пласт в целях повышения эффективности массопереноса не позволяет окончательно устраниТЬ ограничение производительности очистных забоев по газовому фактору. Эффективность каждого отдельно взятого способа составляет максимально 40 – 65%. Поэтому задача снижения метановыделения и проявления других опасностей, возможно, разрешена при применении рассмотренных способов в несколько стадий воздействия или комбинации способов воздействия.

Последовательность операций может иметь следующую согласно [2]. С дневной поверхности бурят скважины, обсаживают трубами, дегазируют, затем, нагнетают жидкости различной вязкости и кислотности в режиме гидрорасщепления и фильтрации с последующим удалением продуктов реакции распада и газа. Далее, закачивают суспензию микроорганизмов окисляющих метан, воздух и питательную среду для их жизнедеятельности. Потом обрабатывают пласт раствором полимеров, а затем проводят дальнейшие работы по извлечению угля.

В условиях подземных подготовительных работ комплексное воздействие предполагает: дегазация, нагнетания раствора ПАВ при повышенной температуре при одновременном динамическом воздействии на угольный массив во время дегазации и нагнетания. При такой последовательности эффективность возрастает на 30 % по сравнению с применением одиночных методов.

Действие каждого способа по управлению массопереноса направлено на конкретную фазу в межфазном взаимодействии, активируя ее путем изменения ее свойств и состояния. В совокупности каждый способ воздействия дает свой эффект на межфазное взаимодействие и, соответственно, на массоперенос. В этом случае общая эффективность комплексного воздействия приближенно можно оценить по формуле

$$\mathcal{E} = \sqrt{\sum_{i=1}^N \mathcal{E}_i^2},$$

где  $\mathcal{E}_i$  – эффективность каждого способа в отдельности.

Эффективность от отдельного вида воздействия напрямую связана с интенсивностью воздействия. Общая эффективность будет определяться общей энергией вкладываемой для прироста влажности массива.

Кроме того отметим, что каждая фаза воздействия имеет динамическую эффективность – период времени в пределах которого эффективность воздействия сохраняется.

Так как эффективность отдельного воздействия для большинства видов имеет максимум около 40 – 65 %, то общая эффективность от применения 3 видов способов воздействия в результате дадут  $\sqrt{3}$  %, эффективности от максимальной возможной.

Анализ способов и методов воздействия на угольный массив с целью предотвращения проявления основных опасностей показывает, что основным способом борьбы является предварительное увлажнение угольного массива в режиме фильтрации в силу экономичности, экологической безопасности, низкой трудоемкости, универсальности по отношению ко всем видам опасностей. Основным направлением развития и создания новых способов является комбинированные методы, организация комплекса мер по предотвращению опасных явлений и вредностей.

Недостатки комбинированного или многостадийного воздействия:

1. Наличие большого количества оборудования, в том числе и опасного, в ограниченном пространстве подготовительной выработки;
2. Увеличение опасности и зоны опасного воздействия при одновременной работе различного оборудования;
3. Увеличение времени и ресурсов на проведение комплексных мероприятий;
4. Снижения эффекта от действия предыдущей стадии, вследствие протекания большого промежутка времени или действия последующей стадии комплексного воздействия как противодействующей предыдущей стадии, протекание релаксационного периода, вследствие которого система стремится вернуться в исходное состояние.

Данные обстоятельства снижают общую эффективность комплексного воздействия. В этом случае многостадийная система воздействий уступает по своей эффективности комплексному воздействию с одновременным действием нескольких способов.

В некоторых ситуациях способы физического воздействия несовместимы друг с другом для одновременного применения, действие одного способа противодействует другому по направленности. Тогда возможно последовательное стадийное их применение.

Основные способы, повышающие эффективность массопереноса:

- 1) предварительная дегазация угольного пласта;
- 2) нагнетания жидкости в режиме низконапорного увлажнения;
- 3) применение ПАВ;
- 4) применение теплового воздействия;
- 5) применение ультразвукового воздействия
- 6) применение низкочастотного динамического воздействия;
- 7) применение электрических полей и др.

Основные факторы, определяющие выбор способа повышения эффективности массопереноса, являются:

- коэффициент проницаемости однородной части угольного пласта;
- коэффициент корреляции коэффициента проницаемости для массива в целом;
- горно-геологические нарушения, разломы, трещины и их взаимное расположение;
- давление газа и др.

Основные технологические параметры при увлажнении угольного пласта:

- 1) давление нагнетания жидкости;
- 2) расход жидкости;
- 3) расстояние между скважинами;
- 4) размеры зоны герметизации устья скважины;
- 5) рабочая концентрация ПАВ;
- 6) мощность, интенсивность и время физических воздействий на угольный массив;
- 7) герметизация трещин, кольматаж.

Трещиноватость – удельное содержание макротрещин в угольном массиве. Под трещинами здесь подразумеваем, открытые полости в угольном массиве, при увлажнении которых на движение жидкости оказывают влияние в большой степени силы тяжести, чем капиллярные, лапласовские силы.

На рис. 1 представлена схема выбора способа повышения эффективности массопереноса при увлажнении угольного пласта исходя из его структуры и горно-геологических условий.

Высокая неоднородность структуры угольного массива, вызванная наличием трещин и разломов, предполагает проведение предварительных мероприятий по снижению высокой проницаемости и неоднородности путем нагнетания в скважину цементно-песчаных растворов для кольматирования трещин и разломов и, затем, проведение увлажнения по обычной технологической схеме.

В массиве с низкой проницаемостью на движение жидкости, действующие кнудсеновские силы, и движение жидкости подчиняется законам Фика, диффузии.

Таким образом, структура угольного массива и условия его залегания предопределяют выбор и условия комплексных мероприятий по увлажнению и повышению эффективности массопереноса в угольном массиве. Причем применение комплексных мероприятий не всегда дает эквивалентный прирост эффективности, что необходимо учитывать в проектных разработках.



*Рис. 1. Схема выбора способа повышения эффективности массопереноса при увлажнении угольного пласта*

#### Список литературы

1. Чернов О. И. Подготовка шахтных полей с газовыбросоопасными пластами / О. И. Чернов, Е. С. Розанцев. – М. : Недра, 1975. – 287 с.
2. Ржевский В. В. Основы физики горных пород / В. В. Ржевский, Г. Я. Новик. – М.: Недра, 1984. – 359 с.
3. Елкин И. С. Повышение эффективности низконапорного увлажнения угольных пластов / И. С. Елкин, В. В. Дырдин, В. Н. Михайлов. – Кемерово: Кузбассиздат, 2001. – 100 с.