

УДК 622.807

РАЗВИТИЕ МАТЕМАТИЧЕСКИХ ОСНОВ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОЦЕССОВ КОМПЛЕКСНОГО ГИДРОПНЕВМАТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА УГОЛЬНЫЕ ПЛАСТЫ

Гребенкин С.С., Павлыш В.Н., Гребенкина А.С. (ДонНТУ, г. Донецк)
Тел. +38(062)3052301; E-mail: pavlyshvn@mail.ru

Аннотация: Рассматриваются физические принципы и математические основы процесса комплексного гидропневматического воздействия на угольные пласты с целью снижения интенсивности проявления основных опасностей при подземной угледобыче.

Ключевые слова: процесс, гидравлическое воздействие, пневматическая обработка, скважина, технология.

РОЗВИТОК МАТЕМАТИЧНИХ ОСНОВ ТА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРОЦЕСІВ КОМПЛЕКСНОЇ ГИДРОПНЕВМАТИЧНОЇ ДІЇ НА ВУГІЛЬНІ ПЛАСТИ

Гребьонкін С.С., Павлиш В.М., Гребьонкіна О.С.

Анотація: Розглянуто фізичні принципи та математичні основи процесу комплексної гідропневматичної дії на вугільні пласти з метою зниження інтенсивності проявів основних небезпек при підземному вуглевидобутку.

Ключові слова: процес, гідравлічна дія, пневматична дія, свердловина, технологія.

THE DEVELOPMENT OF MATHEMATICAL BASE AND TECHNOLOGY OF THE PROCESS OF COMPLEX HYDRO- PNEUMATIC ACTION ON COAL STRATUMS

S.S. Grebyonkin, V.N. Pavlysh, A.S. GREBYONKINA

Abstract: The physical principles and mathematical basis of the process of complex hydro-pneumatic action on coal stratum for reducing of intensiveness of main dangers during underground coal taking are considered.

Key words: process, hydraulic action, pneumatic deal, chink, technology.

Актуальность работы. Применение способов и схем предварительного воздействия на угольные пласты для борьбы с проявлениями основных опасностей является обязательным на шахтах и

регламентировано нормативными документами [1]. Для повышения эффективности воздействия рационально применять способы воздействия в комплексе, используя все преимущества каждого из методов. Применение математического моделирования позволяет усовершенствовать порядок проектирования и расчета параметров технологических схем. В этой связи тема работы является актуальной.

Цель работы – обоснование принципа и совершенствование технологии предварительной обработки пластов с применением комплексного подхода.

Основное содержание работы. В работах [2, 3, 4] рассмотрены три вида воздействия на угольные пласты: гидравлическое воздействие, пневматическая обработка и дегазация призабойной зоны пласта.

Из них к настоящему времени наиболее широко внедрено гидравлическое воздействие, которое применяется как средство борьбы с основными опасностями при подземной угледобыче. Трудями многих исследователей созданы основы теории и технологии гидровоздействия. В работе [4] получили дальнейшее развитие теоретические основы процесса, что позволило обосновать модификацию технологии – каскадный способ гидрообработки. Тем не менее, в этой области еще остаются проблемы как в теоретическом аспекте, так и в области технологии. В частности, стоит задача разработки методик инженерного расчета параметров, чтобы практики могли без применения вычислительных средств проводить предварительные ориентировочные расчеты параметров технологических схем. В области совершенствования технологии стоит проблема внедрения каскадной технологии для различных условий (например, пологие и крутые, мощные и тонкие пласты, факторы нарушенности строения пластов, особенности залегания и т.п.).

Что касается двух других видов воздействия, то их развитие пока находится в начальной стадии. Однако уже на данном этапе благодаря полученным в [3] результатам есть основания ставить задачу развития теоретических основ и технологии комплексного гидропневматического воздействия на угольные пласты, включающего три последовательные стадии.

1. Пневматическая обработка неувлажненного пласта.

На этой стадии обеспечивается вынос свободного и десорбирующегося метана. Кроме того, этот способ имеет перспективу в аспекте изменения физико-химического состояния пласта и, возможно, позволит снизить способность пласта к самовозгоранию.

2. Гидравлическое воздействие.

Этот вид воздействия за счет применения разработанных технологий позволяет произвести насыщение угольного пласта жидкостью, что обеспечивает снижение пылеобразования, способствует уменьшению газовыделения и тем самым оказывает положительное влияние на условия труда при подземной угледобыче.

3. Дегазация призабойной зоны пласта.

Этот вид воздействия позволяет снизить газовыделение в лаву.

Рассмотрим основные звенья технологической цепочки при реализации комплексного воздействия.

1. Пневматическая обработка.

Рекомендуется применять на тонких и средней мощности пластах, разрабатываемых по столбовой системе. Основной вариант технологической схемы приведен на рис. 1, где указывается рекомендуемое оборудование и геометрические параметры.

Диаметр скважины обычно принимается 76 мм. Давление нагнетания P_H должно превышать давление газа в пласте, но при этом выбирается минимально возможным (обычно до 20 кгс/см^2).

Наиболее эффективным и экономичным является циклический режим пневмообработки угольного пласта через длинные скважины, параллельные линии очистного забоя. Четные скважины являются нагнетательными, нечетные – отточными.

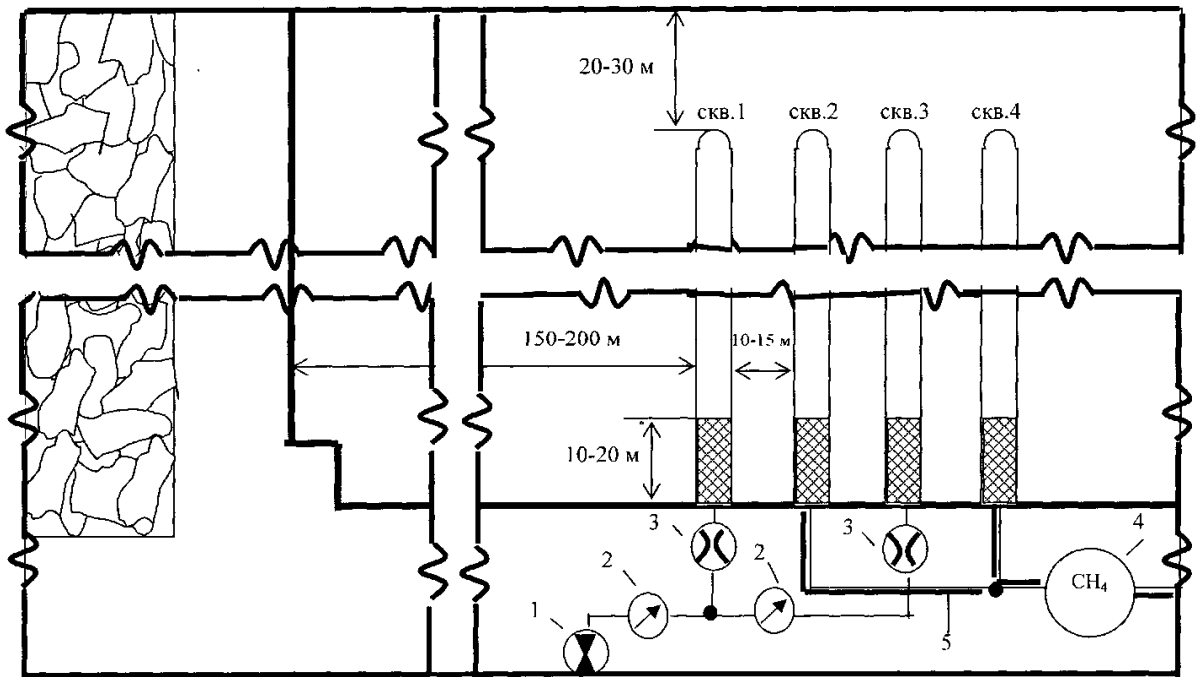


Рис. 1. Основной вариант технологической схемы пневмообработки пласта:

- 1 – компрессор; 2 – манометр; 3 – счетчик расхода воздуха;
- 4 – измеритель концентрации метана (газоанализатор);
- 5 – шахтный газопровод.

Темп нагнетания:

$$q = 0,33 \cdot 10^{14} \text{ ml}_\phi \text{ K} \frac{P_H^2}{L_{\text{м.с.}}}, \text{ м}^3/\text{мин} \quad (1)$$

Продолжительность циклов нагнетания определяется снижением концентрации метана в отточной скважине до 50–60%, первоначальная продолжительность определяется по формуле:

$$t_H = 0,2 \cdot 10^{-15} \frac{L_{M.C.}^2 \cdot n_{\text{Э}} P_{\Gamma}}{K P_H^2}, \text{сут.} \quad (2)$$

Общая продолжительность воздействия определяется интенсивностью выноса метана при нагнетании воздуха и в типичных условиях составляет 150 суток. Съём газа при пневмообработке за этот период на 35–40% выше, чем при дегазации. По такой технологии проводится пневмообработка неувлажнённого пласта.

Наряду с этим пневмообработка угольного пласта позволяет снизить его химическую активность практически до безопасных пределов. Для пластов, имеющих показатель химической активности угля 0,06 мл/г.час (максимальное значение для каменных углей), время пневмообработки, требуемое для снижения этого показателя до 0,015 мл/г.час (значение, соответствующее категории пластов, малоопасных по возгоранию) составляет 130 суток. При этом в большинстве случаев пневмообработка не приводит к существенному нагреву угольного пласта: в любых условиях повышение температуры не является опасным с точки зрения самовозгорания.

Промежуток времени между циклами нагнетания соответствует восстановлению концентрации метана в отточной скважине до максимального значения.

Общее время пневмообработки по фактору снижения газоносности определяется моментом, когда нагнетание воздуха перестаёт существенно влиять на вынос метана (когда продолжительность циклов нагнетания по вышеприведенному условию становится практически равной нулю). Снижение газоносности массива за все время воздействия составляет:

$$\delta X = \frac{a_{M_0} - a_{M.IСX}}{1,1a_{M_0} - a_{M.IСX}} \cdot 100, \% \quad (3)$$

Время, требуемое для уменьшения показателя химической активности угля от исходного до значения a'_0 :

$$T_H = 2,5 \frac{a_{0.IСX} - a'_0}{a_{0.IСX} a'_0}, \text{сут.} \quad (4)$$

2. Гидравлическая обработка.

Рекомендуется как второй этап комплексного воздействия, следующий за пневмообработкой неувлажненного пласта.

Начало воздействия непосредственно следует за окончанием пневмовоздействия, при этом важным является тот факт, что скважины, через которые производилась пневмообработка, могут быть использованы как элементы технологии гидравлического воздействия.

Методика, технология, математические модели и расчет параметров этого этапа представлены в [4].

3. Дезаэрация призабойной зоны.

Этот этап был предложен МакНИИ как завершающая стадия работ по снижению пыле- и газовыделения в горные выработки. Метод применяется непосредственно как средство снижения газовой выделение в лаву при разработке пласта.

Рекомендации по применению технологии приведены в [4].

Теоретические и экспериментальные исследования предложенного комплексного воздействия могут составить предмет дальнейших научных разработок.

Выводы. Таким образом, можно считать установленным, что комплексное гидропневматическое воздействие обеспечивает целенаправленное изменение состояния угольного пласта, необходимое для повышения нагрузки на очистной забой, темпов проведения горных выработок и охраны труда.

Разработана новая вычислительная модель для исследования и расчета параметров процесса пневмообработки угольного пласта, рекомендуемого к применению в комплексе с гидравлическим воздействием.

При пневматическом воздействии снижение газонасыщенности пласта происходит в соответствии с экспоненциальной убывающей зависимостью и позволяет получить коэффициент дезаэрации порядка 0,3.

Разработаны теоретические основы комплексного гидропневматического воздействия на угольные пласты, включающего три этапа: пневмообработка неувлажненного пласта, каскадная гидрообработка и дезаэрация призабойной зоны.

Список литературы. 1. ДНАОП 1.1.30-1.XX-04. Безопасное ведение горных работ на пластах, склонных к газодинамическим явлениям (1-я редакция). – К.: Минтопэнерго Украины, 2004. – 268с. 2. Москаленко Э.М. Научные основы биохимического и физико-химического способов борьбы с метаном в угольных шахтах: Дис. ... д-ра техн. наук. - М., 1971. - 508с. 3. Штерн Ю.М. Совершенствование технологии нагнетания текучих в угольный пласт с целью повышения эффективности его обработки для борьбы с метаном и пылью в шахтах: Дис. ... канд. техн. наук: 05.05.04. - М., 1981. – 211с. 4. Павлыш В.Н., Штерн Ю.М. Основы теории и параметры технологии процессов гидропневматического воздействия на угольные пласты. /Монография. - Донецк: «ВИК», 2007.- 409с.