

РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ПНЕВМООБРАБОТКИ НЕУВЛАЖНЕННОГО УГОЛЬНОГО ПЛАСТА

Рассматривается система аналитических зависимостей для расчета технологических параметров и оценки эффективности процесса пневматического воздействия на неувлажненный угольный пласт для снижения его газонасыщенности.

Розглядається система аналітичних залежностей для розрахунку технологічних параметрів і оцінки ефективності процесу пневматичного впливу на незволожений вугільний шар для зниження його газонасиченості.

Актуальность задачи. Пневмообработка неувлажненного угольного пласта позволяет значительно снизить газонасыщенность вынимаемого угля и снизить газовыделение в очистной забой. Ввиду сложности процесса его теоретические исследования возможны лишь с помощью ЭВМ. Вместе с тем, для ориентировочных расчетов полезно иметь аппроксимированные аналитические зависимости оценки параметров технологии. В этой связи поставленная задача является актуальной.

Цель работы – определение аппроксимированных аналитических зависимостей для предварительного расчета технологических параметров и оценки эффективности процесса пневмообработки.

Исследование основных закономерностей физико-химических процессов, происходящих при нагнетании воздуха в угольный пласт, предполагает как моделирование поведения воздуха в типичных условиях, так и изучение влияния свойств угля и метано-воздушной смеси на результат обработки. Для первого процесса – фильтрации метано-воздушной смеси в угле – характеристиками, определяющими результат воздействия, являются распределение во времени и пространстве концентраций метано-воздушной смеси, метана и кислорода. Соответствующие графики для типичного набора параметров приведены на рис. 1. Сопоставление графиков, изображенных на рис. 1а, б, показывает, что первоначально происходит поршневое вытеснение метана воздухом, затем десорбция метана и вынос его в составе газовой смеси в отточную скважину.

Другой особенностью фильтрационного потока является то, что распределение концентрации метано-воздушной смеси от нагнетательной скважины к отточной устанавливается сравнительно быстро – практически за 1 сутки при общем времени нагнетания порядка 100 суток. Это позволяет значительно упростить как процесс решения исходной системы уравнений [1, 2], так и расчёт параметров пневмообработки.

Снижение газоносности угольного пласта определяется в основном уменьшением концентрации сорбированного метана. Последнее зависит от двух факторов: концентрации свободного газа и коэффициента скорости сорбции метана в угле. Исследование изменения во времени концентрации

свободного метана в пласте при дегазации и пневмообработке показало, что при нагнетании воздуха вынос газа происходит значительно быстрее, причём тем быстрее, чем выше давление нагнетания. Таким образом, чтобы практически осуществить основную идею пневмообработки, необходимо реализовать такой режим нагнетания, который бы обеспечивал большее по сравнению с дегазацией снижение концентрации свободного метана при поддержании в среднем невысокого давления метано-воздушной смеси в фильтрационном объёме угля.

С этой целью был исследован циклический режим пневмообработки, представляющий собой чередование периодов нагнетания и самопроизвольного истечения газовой смеси из отточных и нагнетательных скважин при сбросе давления из последних.

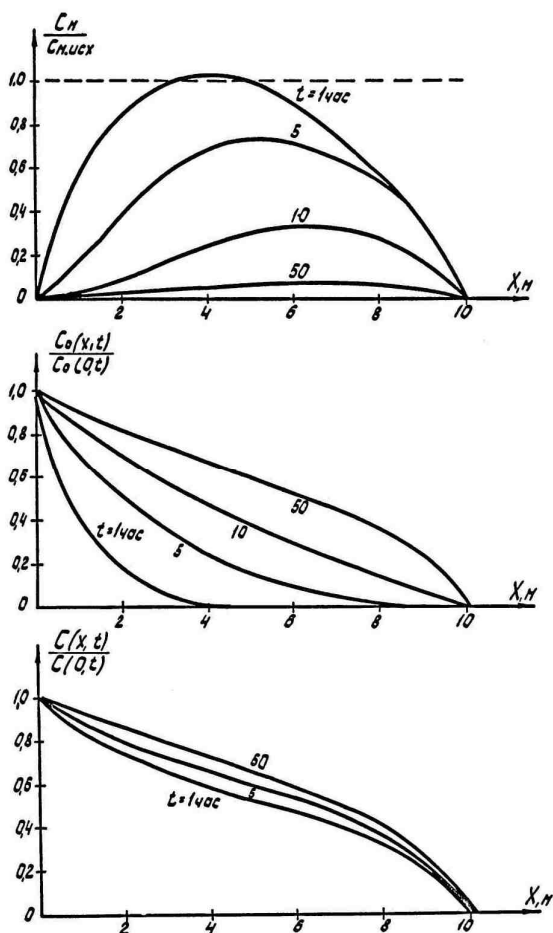


Рис. 1. Распределение в пространстве и времени относительных концентраций метана, кислорода и метано-воздушной смеси

Теоретически цикл нагнетания следует прекращать, когда концентрация свободного метана в пласте уменьшится до 10-15 % от предыдущего значения, поскольку именно в этот период происходит интенсивный вынос свободного газа. Это соответствует уменьшению объёмной концентрации метана в газовой смеси, исходящей из отточной скважины, до 50-60 % от предыдущего значения, что является технологическим условием окончания цикла нагнетания. Продолжительность цикла самоистечения должна быть достаточной для практически полного выноса воздуха из массива, то есть увеличения концентрации свободного метана в исходящей из отточной скважины газовой смеси до максимального значения.

Темп нагнетания воздуха определяется в соответствии с законом Дарси с учётом сжимаемости газа:

$$q = ml_{\phi} \frac{K}{\mu_b} \frac{P_H^2}{L_{M.C}}, \quad (1)$$

где m – мощность пласта, м;

l_{ϕ} – длина фильтрующей части скважины, м;

P_H – давление нагнетания, МПа;

μ_b – вязкость, спз;

$L_{M.C.}$ – расстояние между скважинами, м;

K – комплексный коэффициент.

Первоначальная продолжительность цикла нагнетания определяется из условия практически полного выноса свободного метана из фильтрационного объёма угля. При этом принимается, что средняя концентрация метана в газовой смеси на отточной скважине в начальный период равна 80%:

$$t_H = \frac{l_{\phi} m L_{M.C} n_{\varepsilon} P_G}{0,8q}, \quad (2)$$

где n_{ε} – эффективная пористость;

P_G – давление на отточной скважине, Мпа.

Как показывают результаты моделирования, наибольшая эффективность по снижению газонасыщенности достигается при циклической пневмообработке с минимально возможным давлением нагнетания. При циклической пневмообработке и давлении нагнетания $P_H=2,0$ МПа объём вынесенного метана на 35-40 % выше, чем при дегазации. В данном случае продолжительность циклов нагнетания составляла 1-2 суток, самопроизвольного истечения – 3-4 суток.

Очевидно, что правильным выбором давления нагнетания и продолжительности циклов можно добиться снижения газонасыщенности пласта.

С течением времени продолжительность циклов нагнетания уменьшается, поскольку уменьшается концентрация свободного метана в пласте. Пневмообработку следует заканчивать, когда при нагнетании воздуха вынос метана практически не увеличивается. Как показывают результаты моделирования, этот момент соответствует уменьшению равновесной концентрации, в среднем, на порядок. Зная это, можно определить относительное уменьшение

концентрации сорбированного метана или, что практически то же самое, степень снижения газонасыщенности пласта при его пневмообработке. Заменяя в уравнении Лэнгмюра равновесную концентрацию её значением, уменьшенным в 10 раз, получим формулу для определения относительного уменьшения газонасыщенности угольного пласта при пневмообработке:

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

где соответствующие индексы относятся к начальному состоянию и к состоянию исходящей смеси.

Результаты исследования изменения химической активности угля подтверждают возможность уменьшения её практически до безопасных пределов. В типичных условиях цикличная пневмообработка позволила за 150 суток уменьшить средний по обрабатываемой зоне показатель химической активности с 0,06 мл/г.час (максимальное значение для каменных углей) до 0,012 мл/г.час или на 80 %, что обеспечивает перевод пласта в категорию малоопасных по самовозгоранию [2]. При этом повышение температуры составило: максимальное по обрабатываемой зоне – 8°, среднее – 3°. Температура пласта на отточной скважине, замеряемая в натуральных экспериментах, практически не повышалась.

Выводы. Предложенные аналитические зависимости позволяют провести предварительный расчет параметров технологии и дать оценку эффективности пневмообработки.

В типичных условиях цикличная пневмообработка угольного пласта в течение 150 суток приводит к снижению его газонасыщенности на 60%.

Список литературы

1. **Москаленко Э.М.** Научные основы биохимического и физико-химического способов борьбы с метаном в угольных шахтах: Дисс. ... д-ра техн. наук. –М., 1971. –508 с.
2. **Павлыш В.Н., Штерн Ю.М.** Основы теории и параметры технологии процессов гидропневматического воздействия на угольные пласты / Монография. –Донецк: «ВИК», 2007. –400 с.

УДК 504(075.8)

M.V. SKRYPNIK, Student, KTU, transport faculty; Instructor S.V.PHILATOV

MODERN ECOLOGICAL PROBLEMS

У даній статті представлені основні екологічні проблеми сучасності, які в нашому світі притягують все більше і більше уваги. Так само наведено ряд факторів, дослідженням яких займається величезна кількість вчених по всьому світу.

В данній статті представлені основні екологічні проблеми сучасності, які в нашому світі притягують все більше і більше уваги. Так же приведено ряд факторів, дослідженням яких займається величезна кількість вчених по всьому світу.