

УДК 622.831.023(075.8)

Н.Н. Красюк, С.Н. Кашкарев, Я.С. Осыка

**КОМБИНИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ИЗВЛЕЧЕНИЯ
МЕТАНА ИЗ НЕРАЗГРУЖЕННЫХ ОТ ГОРНОГО
ДАВЛЕНИЯ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ**

Эффективное извлечение метана из неразгруженных угольных пластов достигается путем интенсификации газоотдачи способом гидрорасчленения через скважины с поверхности. При этом срок освоения скважин составляет свыше трех лет, а извлечение рабочей жидкости не менее 50 %. Такие параметры освоения скважин в условиях интенсивной отработки запасов угля не всегда осуществимы.

В указанных условиях извлечение метана целесообразно производить по схеме, предусматривающей комплексное извлечение газа через скважины с поверхности и пластовые скважины. Такая схема позволяет уменьшить срок дегазации участка до 1,0-1,5 лет, при этом извлечь до 7-10 м³/т метана. После отработки участка шахтного поля скважины с поверхности используются для добычи угольного метана.

Сущность комбинированной технологической схемы извлечения метана заключается в следующем:

- повышение проницаемости и газоотдачи угольных пластов гидродинамическим воздействием через скважины с поверхности;

- интенсивное освоение

скважин гидрорасчленения через подземные пластовые скважины, пробуренные в зоны гидрорасчленения;

- интенсивное извлечение угольного метана через скважины с поверхности и подземные пластовые скважины.

Особенностью технологии является необходимость взаимосвязки параметров заложения и режимов эксплуатации вертикальных скважин с поверхности и подземных пластовых скважин с программой развития горных работ на участке шахтного поля. Принципиальные положения методики определения параметров технологии заключаются в следующем, рис. 1.

Гидродинамическая обработка запасов участка с поверхности производится через скважины, располагаемые по оси, проходящей по середине выемочного участка шахтного поля. В этом случае за счет рационального выбора эффективного радиуса гидрорасчленения угольного пласта $R_{эф}$ можно обеспечить расположение эллипса обработки между выемочными штреками.

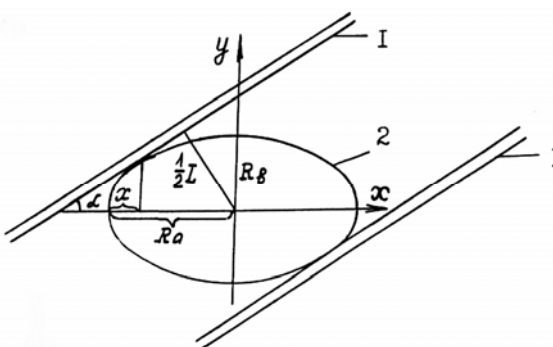


Рис. 1. Выбор параметров заложения скважин с поверхности: 1 – выемочные штреки; 2 – проектная зона обработки

Зависимость требуемого радиуса влияния скважины от длины лавы:

$$R_{эф} = \frac{L}{\sqrt{b^2 \cdot \cos^2 \alpha + a^2 \sin^2 \alpha}}$$

где L - длина лавы, м; a, b - коэффициенты формы, значения которых для зон гидрорасчленения (условия Кузбасса) принимаются соответственно 1,2 и 0,84.

Расстояние между скважинами с поверхности $L_{скв}$:

$$L_{скв} = R_{эф} \sqrt{\frac{1 + \operatorname{tg}^2 \alpha}{b^2 + a^2 \operatorname{tg}^2 \alpha}}$$

Расчет расстояния между пластовыми скважинами осуществляется на основании результатов определения проницаемости пласта (K) после его гидрорасчленения через скважины с поверхности при коэффициенте освоенности более 10%. Практика работ по гидрорасчленению показала, что вследствие неустойчивости процесса распространения трещин даже при полном соблюдении технологических параметров процесса и сходных геологических условиях достигаемая эффективность обработки может существенно различаться. Расчет расстояния между скважинами базируется на значении требуемого снижения газоносности пласта и закономерностях течения газа к пластовой скважине в зоне гидрорасчленения.

Определение проницаемости пласта в зоне гидрорасчленения осуществляется по кривой восстановления давления по известной методике (2). Для этого скважина должна быть частично освоена.

Интенсификация газовыделения в скважины, пробуренные из подготовительных выработок по угольному пласту после его гидрорасчленения, связана с двумя эффектами силового гидродинамического воздействия на пласт. Во-первых, в пласте возникает система магистральных трещин, являющаяся транспортной системой для метана. Эта система состоит из трещин, секущих пласт по нормали, в ре-

зультате чего вероятность ее вскрытия пластовыми скважинами во многих местах весьма велика. Создаваемое в скважине разрежение обеспечивает поток метана из транспортной системы магистральных трещин в скважину.

Во-вторых, в результате воздействия водой с растворенными в ней активными добавками увеличивается проницаемость угля и возрастает естественный поток газа к пластовой скважине по блокам. Таким образом, интенсификация дебита пластовых скважин в зонах гидрорасчленения обеспечивается увеличением естественного притока газа к дегазационной скважине в результате увеличения проницаемости угля и созданием дополнительного потока по системе магистральных трещин.

Зная необходимую величину снижения газоносности пласта, можно определить требуемую величину снижения равновесного давления газа в зоне обработки:

$$P(\tau) = \frac{X_{mp}}{b(X_{np} - X_{mp})} \cdot P(\infty)$$

где $X_{тр}$ - требуемая величина газоносности пласта между скважинами; x_{mp} - природная газоносность угольного пласта; $P(\infty)$ - давление газа в необработанной зоне; τ - время дегазации; b - линейное расстояние до скважины.

Расстояние между пластовыми скважинами:

$$r_r = \sqrt{\frac{Kt [P^2(\infty) - P_0^2]}{\tau \cdot m \cdot \mu}}$$

где m - мощность пласта; μ - вязкость газа; P_0 - давление на контуре скважины; K_t - функция проницаемости.

Принципиальная комбинированная технологическая схема извлечения угольного метана с интенсификацией газоотдачи угольных пластов способом гидрорасчленения представлена на рис. 2.

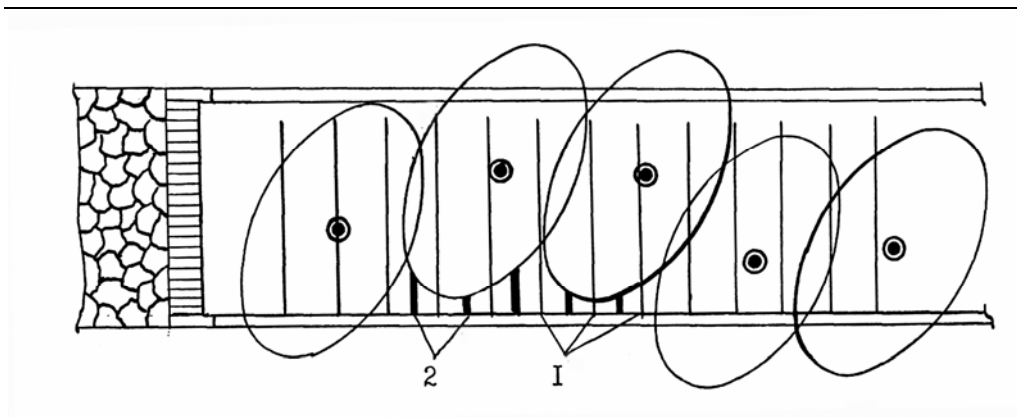


Рис. 2. Принципиальная комбинированная технологическая схема извлечения угольного метана: 1 – скважины в зонах гидрорасчленения; 2 – в необработанных зонах

Технология гидродинамического воздействия на угольные пласты через скважины с поверхности в условиях комбинированной схемы дегазации имеет свои особенности, обусловленные, в первую очередь, тем, что обработка угольных пластов производится на действующих горизонтах шахт в непосредственной близости скважин от горных выработок. Это накладывает ограничения как на параметры гидравлического воздействия, так и освоения и эксплуатации скважин.

Учитывая пионерный характер работ, параметры и основные технологические приемы комбинированного способа извлечения метана отрабатывались в ходе экспериментальных исследований и промышленных испытаний способа дегазации неразгруженных угольных пластов с одновременным получением угольного метана, пригодного для утилизации.

К параметрам комбинированной дегазации относятся: координаты заложения скважин с поверхности и из подземных горных скважин (расстояния между скважинами и их положение относительно существующих горных выработок); параметры обработки пласта (объ-

емы, темпы закачки) и коэффициент интенсификации дебитов скважин.

Параметры заложения скважин подробно рассмотрены выше.

Объем закачки рабочей жидкости, $Q_{пл}$ равен:

$$Q_{пл} = k_n \cdot \pi \cdot R_3^2 \cdot m_n \cdot n_3$$

где k_n - коэффициент, учитывающий потери жидкости из-за нарушенности обрабатываемого участка; m_n - полная мощность пласта, м; n_3 - эффективная пористость угольного пласта, доли ед.

$$n_3 = 0,35 - 3,6 \cdot 10^{-5} \cdot H;$$

$$300 \leq H \leq 700 \text{ м}$$

где H - глубина залегания пласта от дневной поверхности, м.

Рабочий темп закачки рабочей жидкости, q_p :

$$q_p = 0,05 \cdot R_3 \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot m_n \cdot n_3}{Q_{пл}}}$$

Ожидаемое давление на забое скважины, P_3 :

$$P_3 = (0,025 - 0,04) \cdot H, \text{ МПа}$$

Коэффициент интенсификации продуктивности пластовых скважин, K_u^1 :

$$K_u^1 = \frac{q_r}{q_o}$$

Рекомендуемые параметры технологии

Наименование параметра, ед. изм.	Скважины гидрорасчленения	Восстающие пластовые скважины
Диаметр скважин, мм	обсадная колонна 106-150	80-100
Глубина герметизации, м	на всю длину	5-6
Расстояние между рядами скважин, м	длина лавы	-
Расстояние между скважинами, м	по расчету,	по расчету
Длина одной скважины, м	на 30 м больше глубины залегания пласта	на 10-15 м меньше длины лавы
Продолжительность дегазации, мес.	до 30	не менее 4
Коэффициент эффективности дегазации:		
- разрабатываемого пласта	0,1-0,3	0,3-0,4
- выработанного пространства	0,4-0,5	

где q_r , q_0 , - съем метана через пластовые скважины, соответственно, при применении гидрорасчленения и без него, м³/т.

Величина q_r задается, исходя из требуемого коэффициента эффективности дегазации пласта $K_{\text{дег.пл}}$. Величина q_0 определяется по формуле:

$$q_0 = \frac{q_o' \cdot v' \cdot t_3 \cdot \sum l_c}{A_3}$$

где q_o' , v' - показатели газовыделения в пластовые скважины; t_3 - время дегазации пластовыми скважинами, сут; $\sum l_c$ - суммарная длина пластовых скважин, м; A_3 - дегазуемые запасы угля, т.

Величина коэффициента K_u^1 зависит от расстояния между пластовыми скважинами в обработанной зоне r и коэффициента освоенности скважины гидрорасчленения $K_{\text{ос}}$, показывающего степень извлечения рабочей жидкости из обработанной зоны.

Метанодобываемость скважин (G) при комбинированном способе дегазации определяется по известному выражению для

пластовых скважин с учетом коэффициента интенсификации газоотдачи K_u .

$$G = \frac{Z \cdot k_v \cdot l_c \cdot d_o' \cdot v' \cdot N}{1440} \cdot K_u, \text{ м}^3/\text{мин}$$

где Z - коэффициент, учитывающий неравномерность газовыделения из пласта в скважины ($Z \approx 0,75$); k_v - коэффициент влияния разрежения; d_o' - среднее удельное метановыделение в течение первого месяца работы скважины, м³/м·сут; v' - коэффициент, учитывающий изменение метановыделения из скважин во времени; N - количество функционирующих скважин; K_u - коэффициент интенсификации продуктивности пластовых скважин в зонах гидрорасчленения, определяется на базе выполненных экспериментов по эмпирической формуле:

$$K_u = -0,55 \cdot 10^{-3} \cdot t + 3,7$$

где t - продолжительность дегазации, сут.

Результаты выполненных экспериментальных исследований и промышленные испытания комбинированного способа дегазации с использованием гидрорасчленения и подземных

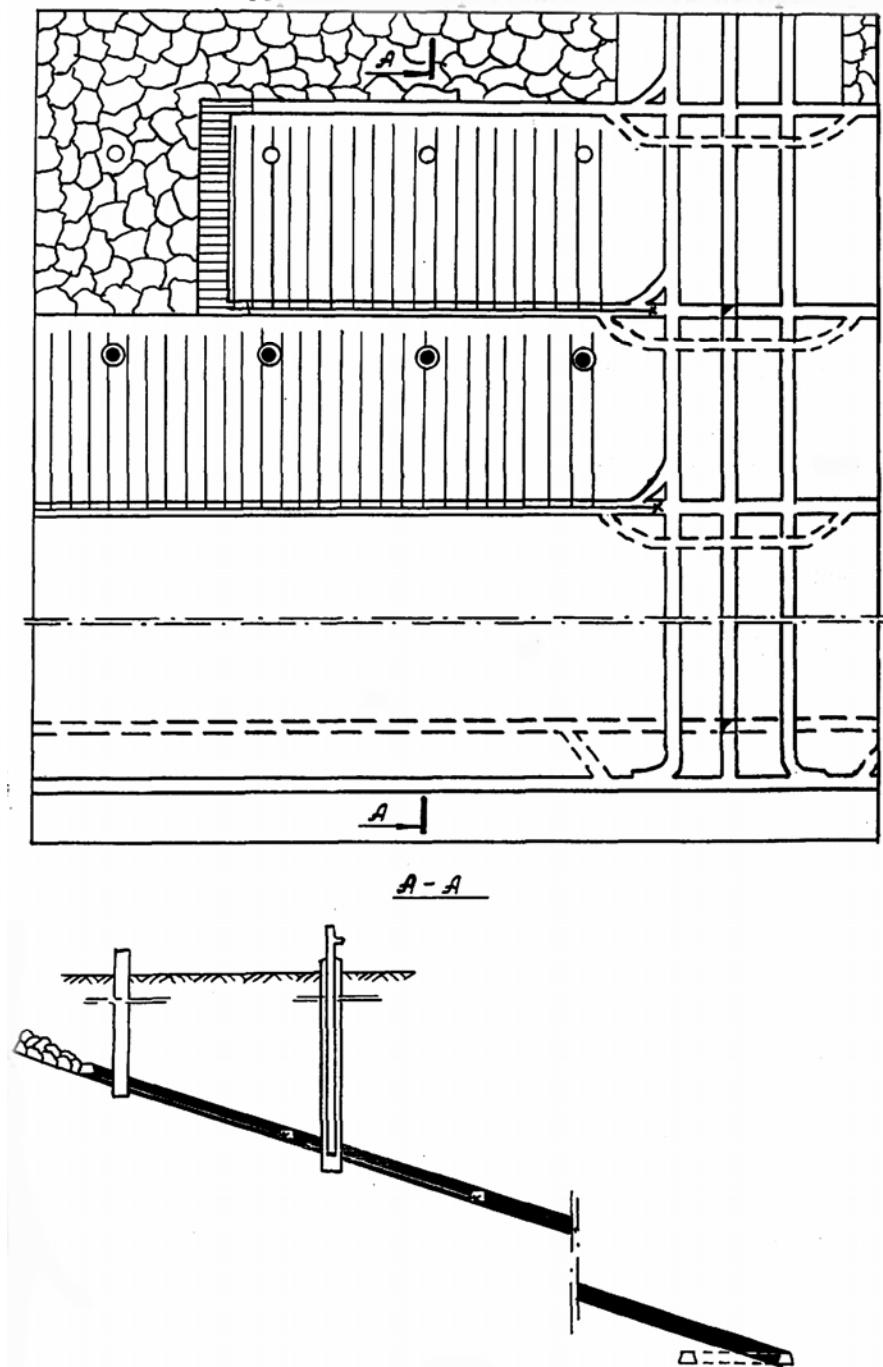


Рис. 3. Комбинированная технологическая схема извлечения метана с использованием скважин гидрорасчленения и восстающих пластовых скважин при обработке выемочных участков по простиранию пласта

пластовых скважин позволили разработать ряд технологических схем подготовки высокопроизводительных выемочных участков по "газовому фактору" и извлечения угольного метана для утилизации.

Технологические схемы предназначены для использования в условиях действующих горизонтов шахт при ограниченном (до 2-3 лет) сроке дегазационной подготовки угольных пластов. Пример реализации технологии показан на рис. 3. Оценочные параметры технологических схем представлены в таблице.

Комбинированная технология извлечения угольного метана прошли промышленные испытания на шахтах Карагандинского угольного бассейна. Для условий Кузбасса разработана проектная документация (шахта «Комсомолец», им. С.М. Кирова). Промышленными экспериментами и расчетами установле-

ны следующие показатели эффективности технологии:

- гидропроводность пластов в условиях действующих горизонтов шахт после гидрорасчленения возросла в среднем в 35-40 раз;
- съем газа через подземные пластовые скважины в зонах воздействия составил от 1,4 до 4,2 м³/т за время дегазации до 1,5 лет, при этом коэффициент интенсификации дебита пластовых скважин достигал 16,8, а его среднее значение составило 5;
- абсолютная эффективность комбинированного способа по снижению газообильности очистных забоев составила 37-70 %, ее прирост за счет чистого гидрорасчленения - 15-45 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пучков Л.А., Красюк Н.Н. Технология отработки газообильных участков шахтных полей с добычей и утилизацией метана. – М.: МГУ, 1995. – 122 с.

2. Гуревич Ю.С. Извлечение кондиционного метана при подземной разработке угольных месторождений и технологические решения по его использованию. Дис... докт.техн.наук. - М., 1990. - 498 с.

Коротко об авторах

Красюк Н.Н. – профессор, доктор технических наук,
Кашкарев С.Н., Осыка Я.С.,

кафедра «Подземная разработка пластовых месторождений», Московский государственный горный университет.



