

УДК 622.273 3 41

к.т.н. Павлов В. И.
(ДонГТУ, г. Алчевск, ЛНР, pavlow2005@rambler.ru)

ОСОБЕННОСТИ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ШАХТНОГО МЕТАНА В ЗОНАХ МЕЛКОАМПЛИТУДНОЙ СКЛАДЧАТОСТИ

По шахтным данным построены цифровые совмещённые модели рельефа угольного пласта и метанообильности. Установлено, что в выпуклых частях мелкоамплитудной складчатости метанообильность выемочных участков возрастает, а в вогнутых — уменьшается. Предложено в зонах мелкоамплитудной складчатости пласта корректировать шаг заложения дегазационных скважин для снижения неравномерности дебита метана в дегазационных сетях и повышения объёмов его утилизации.

Ключевые слова: шахтный метан, мелкоамплитудные нарушения, геоинформационная система, цифровая модель, поверхность, угольный пласт, метанообильность, дегазация, скважины, заложение, шаг.

Проблема и её связь с научными и практическими задачами.

Парниковый эффект от метана более чем в 20 раз выше парникового эффекта от углекислого газа. Установлено, что метан является одним из разрушителей озонового слоя планеты. Согласно статистике, с начала прошлого века концентрация метана в атмосфере возросла в два раза и продолжает увеличиваться. В связи с этим совершенствование технологии извлечения метана угольных месторождений не только повышает эффективность подземной добычи угля, но и способствует улучшению глобальной экологической ситуации на планете.

Во время подземной отработки угольных пластов метан, выделяющийся из обнажённых поверхностей в вентиляционную струю, из-за отсутствия технологий утилизации выбрасывается в атмосферу. Метан, извлекаемый с помощью подземной и поверхностной дегазационных технологий, можно утилизировать, если его концентрация превышает взрывоопасную и составляет не менее 30 %. На большинстве шахт добываемый метан не соответствует этим требованиям и поэтому не утилизируется. Проблема заключается в том, что метан в углепородном массиве рассредоточен крайне неравномерно. Поэтому для повышения эффективности дегазации требуется

более детальный подход к обоснованию мест заложения как поверхностных, так и подземных дегазационных скважин.

Анализ исследований и публикаций. Многие виды нарушений являются природными ловушками для метана. Например, антиклинальные ловушки обусловлены наличием трещинно-поровых породных коллекторов тектонического происхождения и породных слоёв-покрышек [1]. Пластичные аргиллиты и известняки препятствуют миграции метана к земной поверхности и способствуют его накоплению в нижележащих породах-коллекторах. Обратная форма у синклиналей вызывает миграцию метана по породам-коллекторам и снижает природную метаноносность массива. Крупные трудно переходимые выемочной техникой геологические нарушения не включаются в площадь выемки. Известно, что мелкоамплитудные пликативные нарушения встречаются практически повсеместно. Оценка их влияния на метанообильность необходима для обоснования выбора мест заложения дегазационных скважин. В проектах дегазации скважины располагаются равномерно по длине выемочного участка с шагом согласно [2].

Целью данной работы является оценка связи пликативных нарушений угольного пласта с метанообильностью выемочного

участка для обоснования рациональных мест заложения дегазационных скважин.

Изложение материала и его результаты.

Решить поставленную задачу позволяет современное компьютерное программное обеспечение — геоинформационные системы (ГИС) типа SURFER [3]. Порядок исследований таков:

1. Строится трёхмерная модель поверхности (по кровле и или по почве) угольного пласта с координатами: X , Y — относительные координаты по плану горных работ, Z — высотные отметки почвы пласта.

2. Строится трёхмерная модель поверхности метанообильности отработанных выемочных участков, совмещённая с координатами поверхности угольного пласта: X , Y — относительные координаты по

плану горных работ, Z — значение метанообильности.

3. Полученные две поверхности совмещаются по координатам X и Y , и делается их общий разрез вдоль координаты Z и заданной линии А-А на плоскости X , Y .

4. По полученному разрезу составляется исследовательская база данных — координаты Z почвы пласта и соответствующие этим координатам значения Z метанообильности.

Исследования проводились по данным отработки пласта l_2^B шахты им. газеты «Известия» ГП «Донбассантрацит» (рис. 1).

Выемка пласта антрацита мощностью 0,9 м производилась механизированными комплексами МК-97. Угол падения пласта составлял 3–6°. Метановыделение из выработанного пространства составляло 75–90 %.

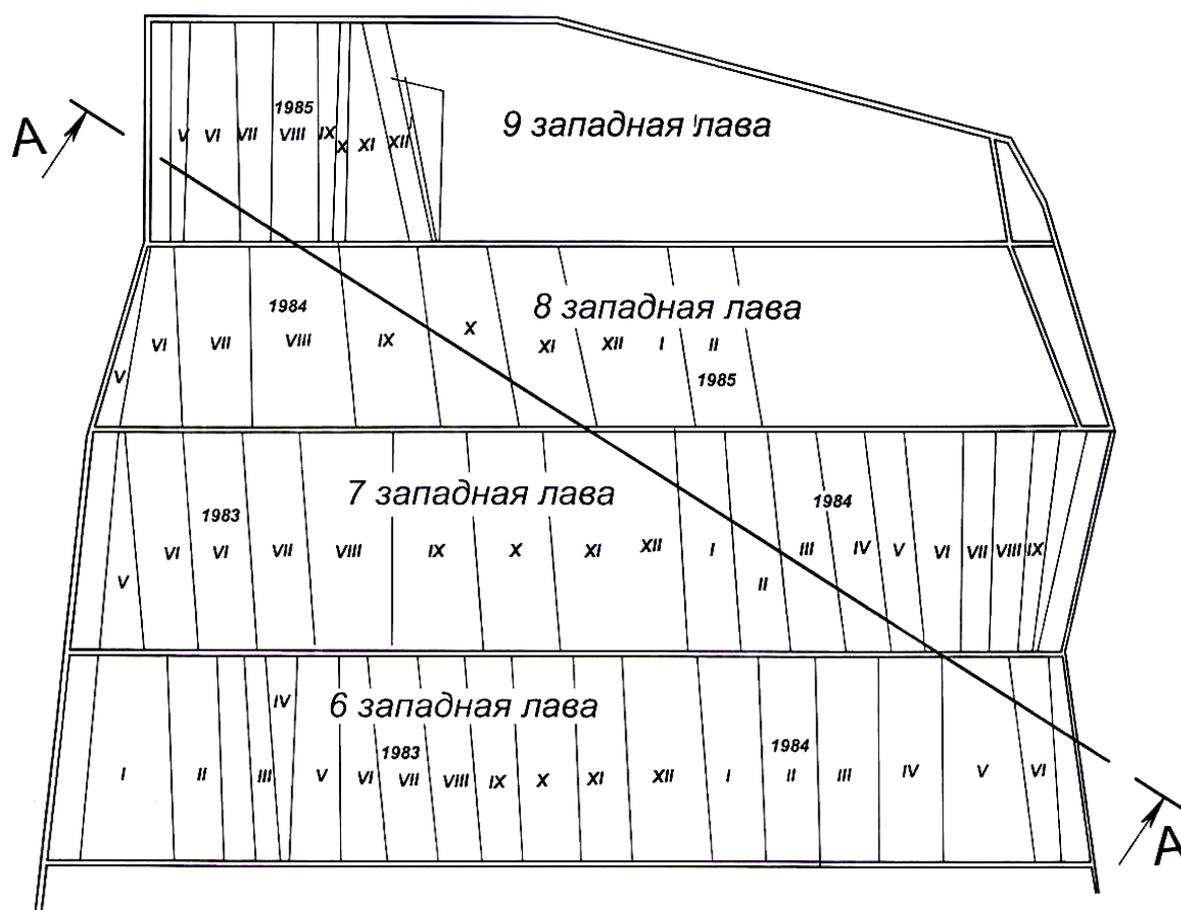


Рисунок 1 Фрагмент плана горных работ по пласту l_2^B с положением линии разреза А-А

Трёхмерная поверхность метанообильности построена по среднемесячным значениям. В качестве координат X, Y принимался центр площади выемки каждого месяца. Для составления пространственной модели поверхности почвы пласта использовались высотные отметки пройденных выработок, всех геологоразведочных скважин. Большой объём исходных данных позволил получить более детальный план изогипс, чем на шахтных планах.

Благодаря дополнительным данным шаг изогипс по вертикали, применяемый на шахтных гипсометрических планах, был уменьшен с 50 м до 10 м. Горизонтальная уточнённая проекция поверхности почвы пласта, представленная изогипсами, приведена на рисунке 2.

Горизонтальная проекция поверхности метанообильности, представленная изолиниями с шагом $1 \text{ м}^3/\text{мин}$, показана на рисунке 3. Изолиния представляет точки с одинаковым значением координаты Z .

Так как обе поверхности построены в одной системе координат, их можно программно совместить, наложить одну на другую. На рисунке 2 пунктирными линиями нанесено положение поверхности метанообильности при совмещении с поверхностью почвы угольного пласта. Штрихпунктирной линией А-А отмечено положение линии разреза обеих поверхностей. ГИС SURFER имеет функцию получения по каждой точке на линии разреза координаты Z высотной отметки пласта и координаты Z метанообильности. Длина отрезка А-А на плане составила 1175 м. Шаг снятия координаты Z был принят равным 25 м. Получено 48 значений высотных отметок и, соответственно, столько же значений метанообильности.

Деформации горного массива, обнаруживаемые по изогипсам, являются следствием сложных тектонических процессов. Вначале возникает изменение первичного залегания, угла падения угольного пласта, а затем, в результате продолжения тектонических деформаций, развивается мелко-

амплитудная вторичная складчатость. Поэтому для определения амплитуды вторичной складчатости было установлено положение линии падения пласта:

$$H_{\text{л}} = -88,8 + 0,11 \cdot L, \quad (1)$$

где $H_{\text{л}}$ — высотная отметка линии падения пласта, м;

L — длины по линии А-А, м.

Надёжность уравнения регрессии подтверждается критерием Фишера. При длине $L = 1175 \text{ м}$ расчётная по (1) отметка линии пласта равна $H_{\text{л}} = +41,0 \text{ м}$. Отсюда угол падения составил $\alpha = 6^\circ$.

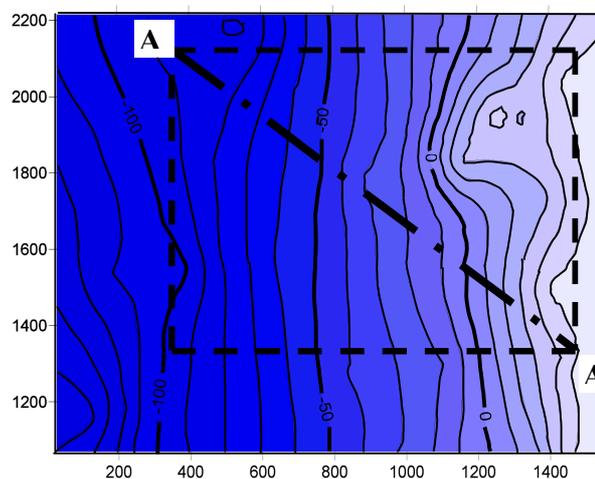


Рисунок 2 Горизонтальная проекция поверхности почвы пласта l_2^B с положением линии разреза А-А

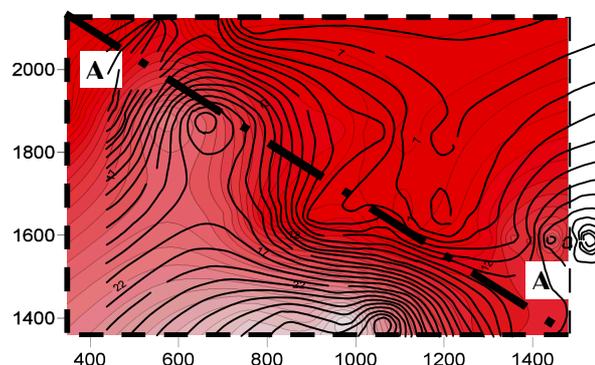


Рисунок 3 План поверхности метанообильности, представленный с помощью изолиний, с положением линии разреза А-А

Отклонение от линии падения пласта, характеризующее амплитуду складки, вычислялось как разница фактической отметки H_{ϕ} и рассчитанной по (1):

$$\Delta H = H_{\phi} - H_{л}. \quad (2)$$

На графике метанообильности по длине разреза (рис. 4) выделяется участок роста до $18,0 \text{ м}^3/\text{мин}$ и падения до $2,0 \text{ м}^3/\text{мин}$. Из графика рельефа пласта видно, что выпуклая часть складки совпадает с максимальными значениями метанообильности, а вогнутая — с минимальными.

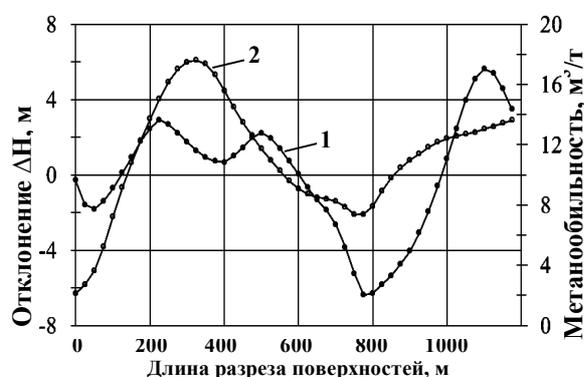


Рисунок 4 Изменение рельефа пласта (линия 1) и метанообильности (линия 2)

Отсюда следует, что распределение метана в мелкоамплитудных складках, имеет такие же закономерности, как и в антиклинально-синклинальной нарушенности горного массива. На природную метанонос-

ность пласта и пород влияет большое количество других факторов, которые изменяются по мере отработки угольного пласта. Поэтому оценку влияния мелкоамплитудной складчатости на метанообильность, следует постоянно уточнять по соседним ранее отработанным выемочным участкам.

Таким образом, из проведённых исследований можно сделать следующие **выводы**:

1. Мелкоамплитудные складки антиклинального типа являются зонами повышенной природной метаноносности, складки синклинального типа, наоборот, — зонами пониженной природной метаноносности горного массива.

2. При проектировании подземной и поверхностной дегазации необходимо учитывать влияния мелкоамплитудной складчатости на природную метаноносность углеспородного массива. В зонах выпуклой складки угольного пласта возможно уменьшение шага заложения дегазационных скважин, а в зонах вогнутой складки — увеличение.

3. Перераспределение мест заложения скважин на основе учёта природной метаноносности горного массива в зонах мелкоамплитудной складчатости позволит снизить неравномерность дебита метана в дегазационной сети, повысить его концентрацию и, соответственно, объёмы его утилизации.

Библиографический список

1. Газоносность угольных месторождений Донбасса [Текст] / [М. Г. Туркель, М. Т. Хохлов, В. А. Привалов]; под общ. ред. Н. Я. Азарова. — К. : Наукова Думка, 2004. — 232 с.
2. Дегазация угольных шахт. Требования к способам и схемы дегазации. СОУ 10.1.00174088.001-2004. — К. : Минтопэнерго Украины, 2004. — 161 с.
3. Силкин, К. Е. Геоинформационная система Golden Software Surfer 8 [Текст] / К. Е. Силкин. — Воронеж : Воронежский государственный университет, 2008. — 65 с.

© Павлов В. И.

Рекомендована к печати к.т.н., доц. каф. РМПИ ДонГТУ Леоновым А. А., д.т.н., вед. научн. сотруд. отдела охраны труда на шахтах МакНИИ Кудиновым Ю. В.

Статья поступила в редакцию 19.03.18.

к.т.н. Павлов В. І. (ДонГТУ, м. Алчевськ, ЛНР)

ОСОБЛИВОСТІ ВИТЯГАННЯ ШАХТНОГО МЕТАНУ В ЗОНАХ ДРІБНОАМПЛІТУДНОЇ СКЛАДЧАСТОСТІ

За шахтними даними побудовано цифрові суміщені моделі рельєфу вугільного пласта і багатометановості. Встановлено, що в опуклих частинах дрібноамплітудної складчастості багатометановість виїмкових ділянок зростає, а в увігнутих — зменшується. Запропоновано в зонах дрібноамплітудної складчастості пласта коригувати крок закладення дегазаційних свердловин для зниження нерівномірності дебіту метану в дегазаційних мережах і підвищення обсягів його утилізації.

Ключові слова: шахтний метан, дрібноамплітудні порушення, геоінформаційна система, цифрова модель, поверхня, вугільний пласт, багатометановість, дегазація, свердловини, закладення, крок.

PhD Pavlov V. I. (DonSTU, Alchevsk, LPR)

PECULIARITIES OF COALMINE METHANE EXTRACTION IN THE AREAS WITH SMALL-AMPLITUDE FOLDING

Due to mining data there have been constructed the digital combined terrain models for coal seam and methane-bearing capacity. It is proved that in arching areas of small-amplitude folding the methane-bearing capacity of working areas increases, and in concave — reduces. It has been proposed in areas with small-amplitude seam folding to adjust contour interval of degassing wells for reducing the variation of methane discharge in degassing nets and increase the volume of its utilization.

Key words: coalmine methane, small-amplitude breach, geoinformation system, digital model, surface, seam, methane-bearing capacity, degasification, wells, contour interval, step.