

*Канд.техн.наук, доцент Денисенко В.П.
канд.техн.наук, доцент Окаелов В.Н.
аспирант Абакумова Е.В.
(ДонГТУ, г. Алчевск, Украина)*

**О СВЯЗИ ПАРАМЕТРОВ МЕТАНОВЫДЕЛЕНИЯ
С ПЕРИОДИЧНЫМИ ОСАДКАМИ ГАЗОНОСНОГО
ПОДРАБАТЫВАЕМОГО МАССИВА (НА ПРИМЕРЕ ШАХТ
КРАСНОДОНСКОГО РАЙОНА ДОНБАССА)**

Приведено аналіз фактичної динаміки метановиділення у виробках видобувних діляниць вугільних шахт, встановлено характер коливань метановиділення з виробленого простору з урахуванням періодичних осідань масиву покрівлі, що підробляється.

Успешное решение проблем борьбы с метаном и создания газобезопасных условий труда в угольных шахтах в первую очередь зависит от решения проблемы прогноза метанообильности горных выработок.

Сложность создания точного и надежного метода прогноза заключается в учете влияния на уровень метанообильности большого числа природных и технологических факторов разработки, которые действуют совместно, причем разработка метаноносных пластов в окружении газоносных массивов ведется в постоянно изменяющихся условиях.

В настоящее время метанообильность производительных добычных участков достигла высокого уровня, для снижения которого требуется применение эффективной искусственной дегазации.

Массовое сдвижение пород, наблюдающееся при трудно- и даже среднеобрушаемых породах кровли, является причиной повышенного выделения метана из выработанного пространства, которое превышает в несколько раз обычное метановыделение, и часто приводит к аварийным газовым ситуациям и длительным простоям очистного оборудования. В 2003 году Государственный Комитет Украины по надзору за охраной труда разработал «Комплекс мероприятий по предотвращению взрывов и газодинамических явлений в угольных шахтах Украины», в который органически вошло задание «Разработать метод прогноза загазирования горных выработок при обрушении пород основной кровли и

разработать мероприятия, которые создают безопасные условия труда при повышенном выделении метана из выработанного пространства».

Действующие методы прогноза, которые представлены в нормативных документах [1], базируются на статических моделях формирования метанообильности, позволяют рассчитывать только среднюю метанообильность на весь период отработки выемочного поля, которая используется в дальнейшем в вентиляционных расчетах. Неравномерность газовыделения при этом, которая характеризуется коэффициентом неравномерности, определяет принятие величины запаса воздуха для проветривания выработок.

Опыт работы шахт показал, что расход воздуха на участках с производительными лавами часто нельзя увеличить в виду того, что фактические и планируемые нагрузки равны максимальнодопустимым по газовому фактору [2].

Необходим такой метод прогноза метановыделения, который учитывал бы структуру массива, физико-механические свойства пород, слагающих массив, и позволял прогнозировать образование источников метановыделения, их интенсивность, геометрические и временные параметры.

Анализ исследований показал, что большое внимание уделяется вопросам совершенствования существующих и разработке новых методов прогноза метановыделения в зависимости от геологических и технологических факторов разработки, проводятся теоретические и экспериментальные исследования влияния особенностей протекания геомеханических процессов вокруг очистной выработки на интенсивность выделения метана из подрабатываемых газонасыщенных массивов. В работах [3, 4] с использованием имитационных компьютерных моделей исследовались поведение горного массива при его подработке и движение метана в нем. При этом подрабатываемый массив рассматривался как слоистая система, состоящая из прослоев угля и разнотипных пород с различной метаноносностью. Задача решалась для установления пространственного расположения зон возможного скопления метана с целью рационального расположения дегазационных скважин.

Принцип расчета газовыделения из пластов-спутников при их подработке, предложенный в работе [5], основывался на том, что процесс выделения метана в выработку предшествует процессу накопления десорбированного метана в спутниках при расположении их в зоне разгрузки. Интенсивное выделение метана происходит в период вскрытия спутников зоной полных сдвижений. Зная особенности и параметры процессов сдвижения, как считают авторы, можно прогнозировать момент наступления газового выброса в выработанное пространство. В работе [6] предложена методика расчета метановыделения из источников,

расположенных в подрабатываемом углепородном массиве, которая учитывает геомеханическую природу их образования. Функция, описывающая метановыделение из угольных пластов и газоносных слоев пород, которые попали в зону сдвижений, имеет циклический вид. Пиковые газовыделения меньшей интенсивности приурочены к моментам посадки непосредственной кровли, а большей – к периодическим осадкам основной кровли.

В рассмотренных работах были приняты модели расчета интенсивности и приуроченности метановыделения подрабатываемых массивов довольно однородной структуры (выдержанные по мощности слои пород и углей, одинаковое удаление их от рабочего пласта, неизменные прочностные параметры пород, отсутствие тектонической нарушенности).

Общеизвестно, что на характер протекания геомеханических процессов и динамику выделения метана в значительной степени влияет неоднородность массива и неравномерность его насыщения метаном. Поэтому рассчитанные значения параметров метановыделения могут значительно отличаться от фактически наблюдаемых в шахтных условиях.

В задачу наших исследований входило установить характер метановыделения из выработанного пространства, приуроченность и интенсивность выделения метана с целью определения значений параметров метановыделения при периодических осадках массива кровли в различных условиях разработки на основе фактических данных по метановыделению на добычных участках метанообильных шахт.

Для достижения поставленной цели проанализировали газовый баланс добычных участков и изучили динамику выделения метана в очистном забое, из выработанного пространства и на общеисходящих струях добычных участков за длительный период работы лав. Для расчета дебита метана использованы среднесуточные замеры количества воздуха, концентрации метана (по данным аппаратуры автоматического газового контроля шахтной атмосферы), данные о количестве добытого угля, скорости подвигания лавы, параметрах вентиляционных и дегазационных систем, геологических условиях залегания пластов.

Расчет дебита метана в исходящих струях выработок добычных участков и извлекаемого дегазационными системами производился по специально разработанной программе на ПК, что позволило автоматизировать обработку данных и построение зависимостей.

Динамика метановыделения выработок добычных участков изучалась по 5-ти отработанным в предыдущие годы и одному действующему участкам шахт «Суходольская-Восточная» и «Самсоновская-Западная» Краснодонского района Донбасса. На первой шахте обраба-

тывается пласт i_3^1 марки угля Ж-К мощностью от 0,9 м (западный блок) до 2,3 м (центральный блок) с природной метаноносностью 20-25 м³/т б.м. На шахте «Самсоновская-Западная» отрабатывается пласт k_2'' мощностью 1,3-1,4 м марки угля Г-Ж с природной метаноносностью 18-20 м³/т б.м. Пласты отрабатываются на глубине 860-1100 м. Основным источником метана в выработанное пространство лав служат газоносные песчаники, которые проявляют выбросоопасные свойства. Угольные пропластки в кровле и почве пластов маломощные 0,4-0,14 м, расположены на большом расстоянии от пластов и в метановыделении играют подчиненную роль.

Отработка указанных пластов ведется с применением столбовых систем разработки, схемы проветривания в виду высокой метанообильности участков и выбросоопасности угольных пластов применяются прямоточные с подсвежением исходящих струй. Для снижения уровня метанообильности применяется искусственная дегазация массивов кровли подземными и вертикальными поверхностными скважинами.

Результаты изучения метанообильности 6-ти добычных участков показали, что удельный вес метановыделения из выработанного пространства в газовом балансе добычных участков составляет 70-80 % (табл. 1). При подаче на добычные участки максимально возможных объемов воздуха (1500-2400 м³/мин) и применении искусственной дегазации концентрация метана сохраняется на высоком уровне (0,9- 1,0 %).

Таблица 1 – Газовый баланс выработок добычных участков

Наименование шахты, лавы	Нагрузка на лаву, т/сут.	Средняя метанообильность, м ³ /мин			Дебит метана в дегазационных системах, м ³ /мин	Средняя концентрация метана на исходящих струях, %
		выработка участка	лавы	выработанного пространства		
1	2	3	4	5	6	7
шахта «Суходольская-Восточная»						
38 западная	586	15,2	5,11	10,10	18,2	0,9-0,95
35 западная	188	5,9	1,02	3,88	0,8	0,7-0,8
22 восточная уклонная	1018	21,8	6,80	15,00	10,5	0,85-0,9
35 западная	188	5,9	1,02	3,88	0,8	0,7-0,8
23 западная уклонная	1000- 1100	21,0	4,80	16,20	30,0	0,9-1,0
шахта «Самсоновская-Западная»						
3 восточная	1200	11,02	2,88	8,14	–	0,8-0,9
3 западная	1390	8,77	3,71	5,06	2,5	0,95

Статистический анализ динамики метановыделения показал высокую неравномерность метановыделения в выработки добычных участков (табл. 2). Коэффициент неравномерности метановыделения из выработанного пространства для обследованных лав на 25-35 % выше коэффициента неравномерности метановыделения на исходящих струях добычных участков.

Таблица 2 – Показатели неравномерности метановыделения в выработки добычных участков

Наименование шахты, лавы	Максимальное значение газовой выделения из, м ³ /мин		Среднее значение газовой выделения из, м ³ /мин		Коэффициент неравномерности газовой выделения $K_n = 1 + 3 \frac{\sigma}{I}$	
	добычного участка	выработанного пространства	добычного участка	выработанного пространства	добычного участка	выработанного пространства
1	2	3	4	5	6	7
шахта «Суходольская-Восточная» ОАО Краснодонуголь						
22 восточная уклонная лава	23,85	17,56	13,71	7,42	1,73	2,37
23 западная	33,88	29,49	21,01	16,15	1,61	1,83
35 западная	11,52	9,79	5,52	3,88	2,08	2,52
38 западная	17,23	12,58	7,59	3,21	2,27	3,92
1	2	3	4	5	6	7
шахта «Самсоновская-Западная» ОАО Краснодонуголь						
3 западная	16,78	13,16	11,02	8,14	1,52	1,62
3 восточная	17,02	14,79	8,77	5,06	1,94	2,92

Схожесть характера колебаний метановыделения из выработанного пространства и в выработки добычного участка указывает на то, что выработанное пространство вносит основной вклад в неравномерность метановыделения на добычном участке (рис. 1-4).

Тщательный анализ колебаний метановыделения из выработанного пространства (см. рис. 2, 4) показал, что в отличие от пульсирующего вида колебаний, получаемого при моделировании газовой выделения с учетом процесса осадок кровли [5, 6], характер колебаний в нашем случае носит циклический вид. Временной интервал между всплесками метановыделения с максимальной интенсивностью изменяется от 18 до 27 суток, что соответствует подвиганию линии очистного забоя на 36-54 м.

Такие подъемы метановыделения приводят к загазованности выработок. При данной структуре пород массива кровли средний размер шага посадки основной кровли составляет 30 м. Фактически, в пределах выемочных полей рассматриваемых лав мощный слой песчаника (20 - 22 м) на большей части площади отделен от пласта глинистыми породами мощностью 1-2 м или является непосредственной кровлей. На этих интервалах отработки пласта наблюдаются частые интенсивные колебания метановыделения с периодом в 12-15 суток.

В местах частичного замещения песчаника аргиллитом или алевролитом наблюдается как снижение среднего уровня метановыделения, так и снижение колебания интенсивности до минимальных значений.

Приведенные данные свидетельствуют о том, что в конкретных условиях разработки параметры периодических осадок массива кровли изменяются в широких пределах соответственно специфике сдвижения толщи пород.

Следует отметить, что возрастание интенсивности при пиковых газовыделениях происходит, в основном, 3-5 суток, столько же длится и спад газовыделения. В отдельных случаях повышенное газовыделение наблюдается в пределах 1-2 суток.

Определенный вклад в общее газовыделение выработанного пространства вносит выделение метана из надрабатываемого массива пород. В конкретных условиях в почве пластов нет сколь значительных коллекторов метана и, поэтому, метановыделение из массива пород почвы, практически, не оказывало влияния на общую картину динамики метановыделения.

Наблюдаемый характер колебаний метановыделения во времени и пространстве показывает, что механизм выделения метана из подрабатываемых толщ, которые отличаются изменчивостью структуры, достаточно сложный и не может быть описан экспоненциальной функцией изменения метановыделения во времени после очередного обрушения кровли.

Выводы:

– метановыделение в реальных условиях разработки отличается крайней неравномерностью во времени и пространстве.

– сложный характер динамики газовыделения обусловлен неоднородностью подрабатываемого массива и неравномерностью его сдвижения.

– для решения задачи прогноза метановыделения на добычных участках предпочтительно применение статистических методов анализа, учитывая циклический характер колебаний метановыделения во времени.

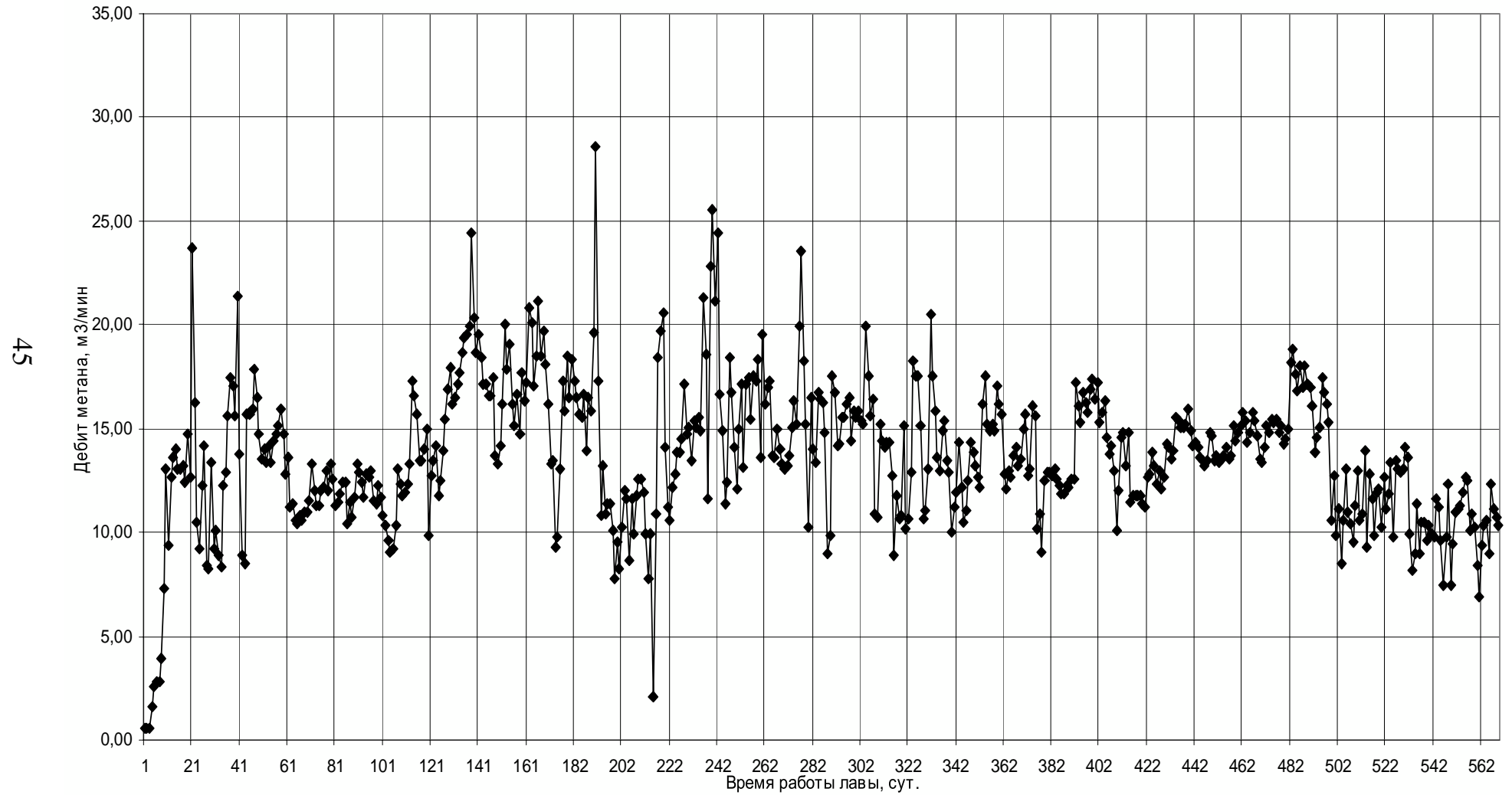


Рисунок 1 - Динамика выделения метана на исходящей участка 22 восточной лавы
пласта i_3^1 ш. «Суходольская-Восточная»

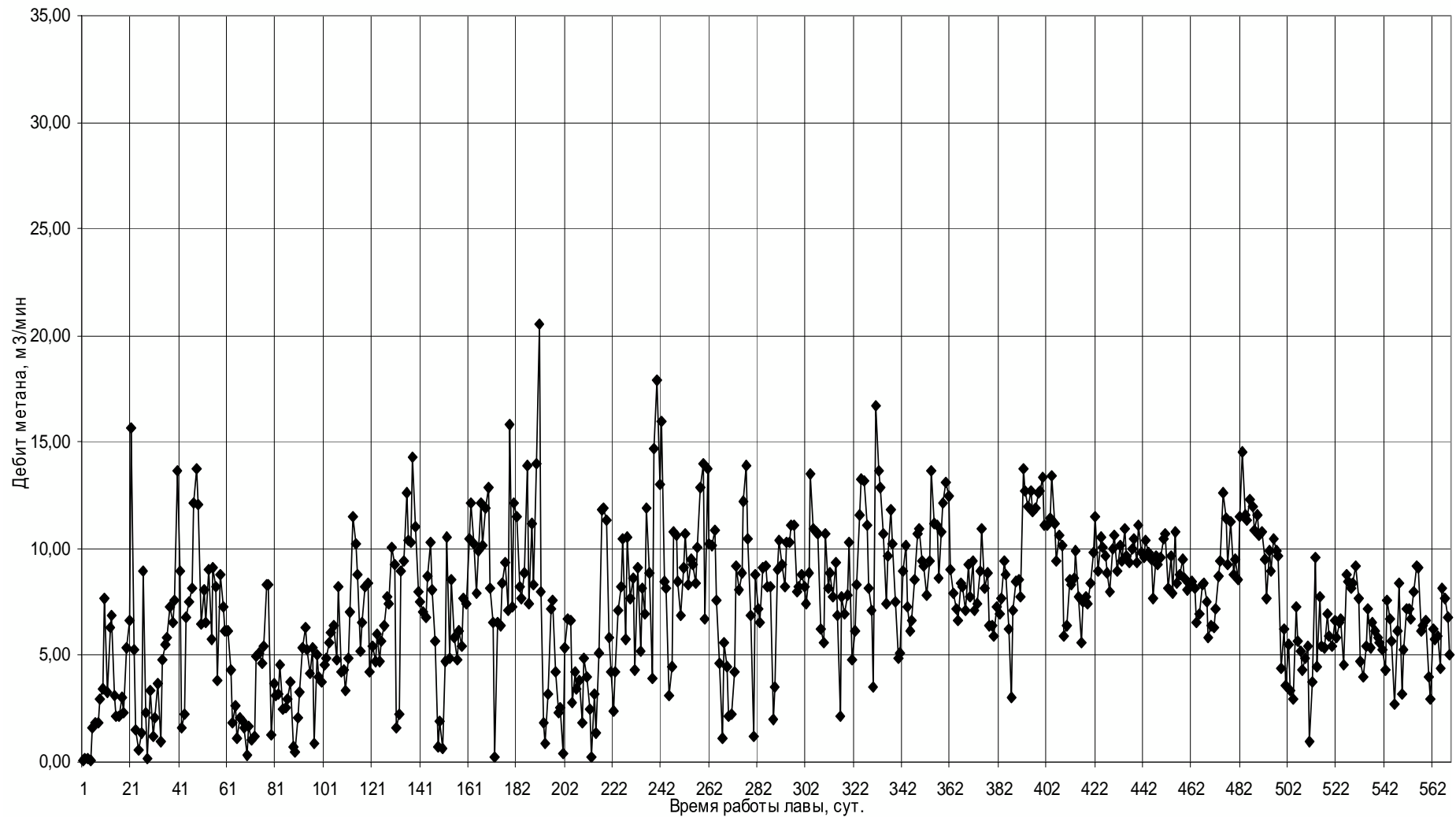


Рисунок 2 - Динамика выделения метана из выработанного пространства 22 восточной лавы пласта i_3^1 ш. «Суходольская-Восточная»

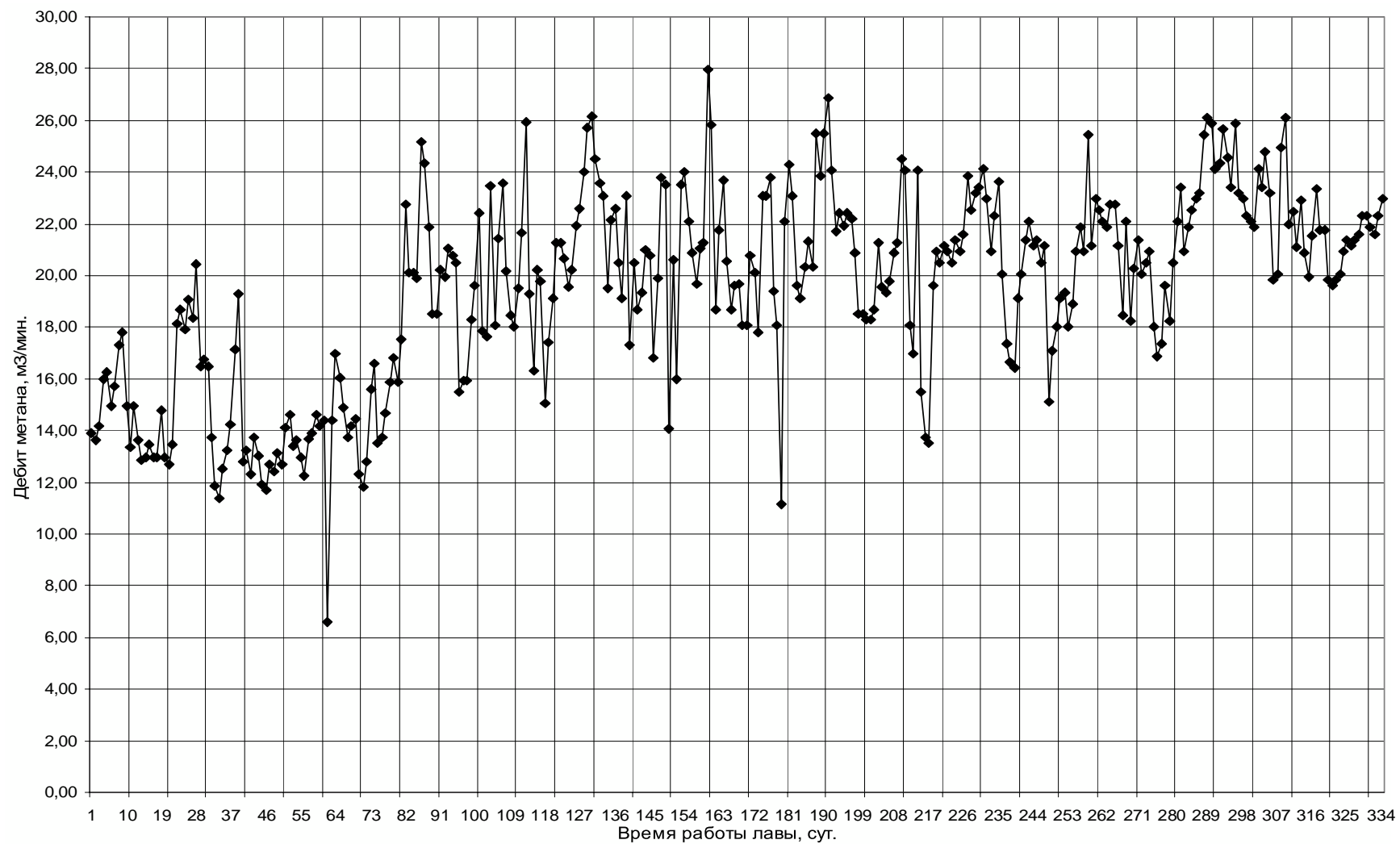


Рисунок 3 - Динамика выделения метана на участке 23 западной лавы
пласта i_3^1 ш. «Суходольская-Восточная»

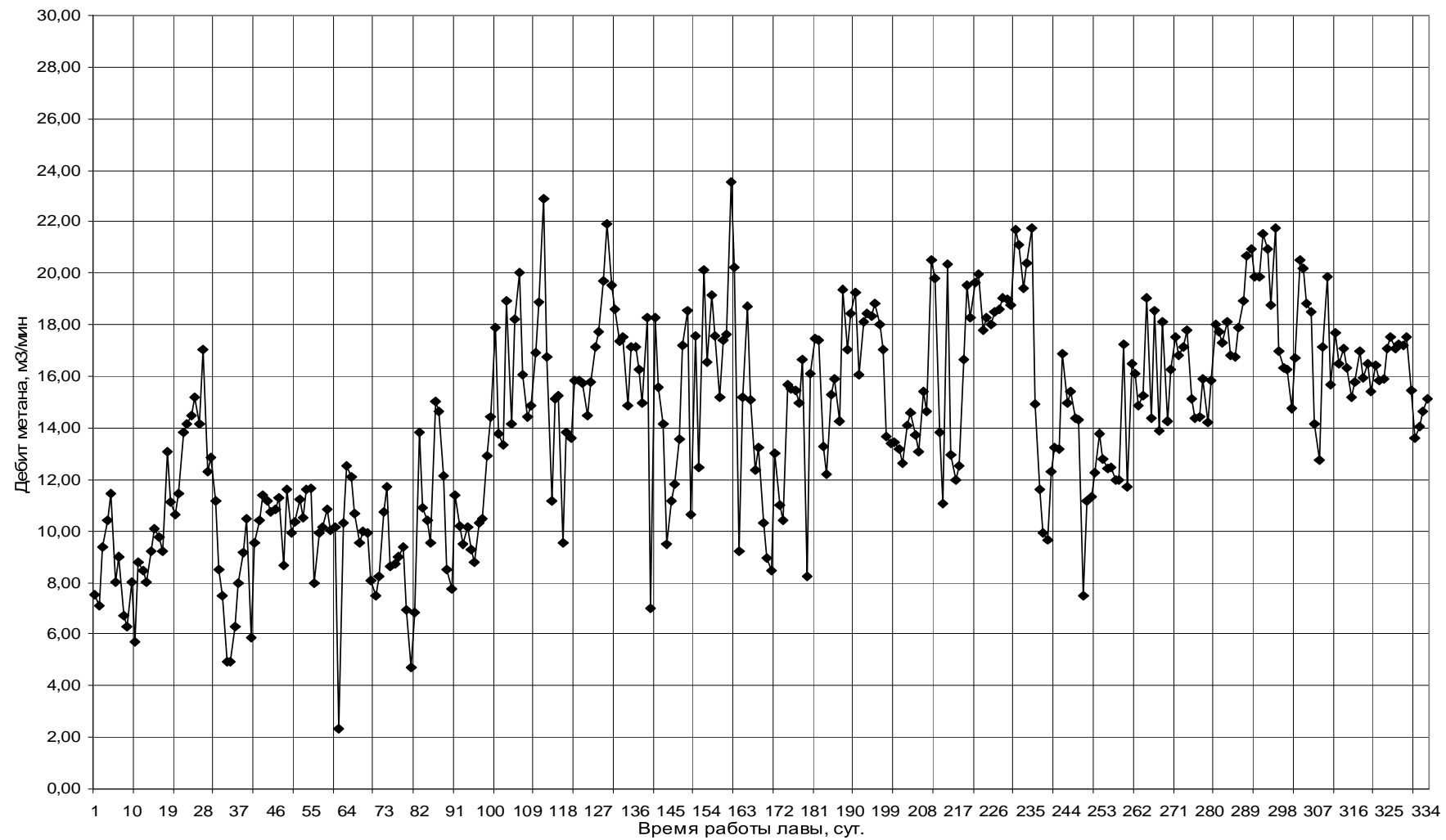


Рисунок 4 - Динамика выделения метана из выработанного пространства 23 западной лавы пл. i_3^1

Приведен анализ фактической динамики метановыделения в выработках добычных участков угольных шахт, установлен характер колебаний метановыделения из выработанного пространства с учетом периодических осадок подрабатываемого массива кровли.

The analysis of actual dynamics selection of methane in making of booty areas of coal mines is resulted, character of vibrations selection of methane from the produced space taking into account the periodic sinking of the earned additionally array of roof is set.

Библиографический список

1. *Руководство по проектированию вентиляции угольных шахт.* – К.: Основа, 1994. – С. 33-53.

2. *Касимов О.И. Проектирование вентиляции и дегазации выемочных участков с высоконагруженными лавами/ О.И. Касимов, Б.В. Бокий, А.В. Агафонов // Уголь Украины. – 2004. – №12 – С. 44-46.*

3. *Булат А.Ф. Фильтрация метана в слоистом массиве подработанных пород кровли / А.Ф. Булат [и др.] // Межвузовский сборник / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2005. – Вып. 58 : Геотехническая механика. – С. 83-93.*

4. *Круковская В.В. Разработка метода расчета параметров процесса фильтрации метана с учетом напряженно-деформированного состояния надрабатываемого углепородного массива: автореф. дис. ...канд техн.наук: 05.15.11 : защищена 03.11.06 / Круковская Виктория Викторовна; ИГТМ им. М.С. Полякова НАН Украины. – Днепропетровск, 2006. – 19 с*

5. *Тарасов Б.Г. Газовый барьер угольных шахт / Б.Г. Тарасов, В.А. Колмаков. – М.: Недра, 1978. – С. 136-140.*

6. *Кияшко Ю.И. К расчету метановыделения из углепородного массива при работе высоконагруженных лав / Ю.И. Кияшко, В.В. Круковская // Межвузовский сборник / ИГТМ НАН Украины. – Днепропетровск, 2003. – Вып. 47: Геотехническая механика. – С. 122-129.*