

УДК 622.241

**NATURAL RESEARCH OF DEBIT OF METHANE FROM MASSIF OF LONGWALL FACE 604 OF COLLIERY GROUP “PERSHOTRAVENSKЕ” MINE “YUVILEINA”****НАТУРНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ДЕБІТУ МЕТАНУ З ВУГЛЕПОРОДНОГО МАСИВУ 604 ЛАВИ ШУ ПЕРШОТРАВЕНСЬКЕ ШАХТИ «ЮВІЛЕЙНА»****Serhienko O.I. /Сергієнко О.І.***c.t.s., as.prof./к.т.н.,доц.*

ORCID: 0000-0002-3786-342X

*Donetsk National Technical University, Pokrovsk, 2,Shybankova Square 85300***Kohtieva O.P. /Когтєва О.П.***Doct. Student/ аспірант каф. РРКК ДонНТУ*

ORCID: 0000-0001-7282-8243

*Donetsk National Technical University, Pokrovsk, 2,Shybankova Square85300*

**Анотація.** Метою досліджень авторами статті було встановлення закономірності виділення газу згідно даним динаміки дебіту метану із дегазаційних свердловин, Авторами проведений аналіз даних натурних досліджень вуглепородного масиву лави шахти «Ювілейна». Отримані графічні залежності дебіту метану за даними шахтних спостережень Чисельні дані взяті в певний період часу на досліджуваній ділянці з метою підпорядкування чисельних даних математичному рівнянню. Проведений кореляційно-регресійний аналіз та була отримана емпірична залежність середнього дебіту метану по довжині виймального стовпа затухаючого гармонічного характеру.

**Ключові слова:** дебіт, метану, свердловина, метановиділення, масив, кореляція.

**Вступ.** Виділення метану з вуглепородного масиву на шахтах Донбасу є одним із головних факторів, який ускладнює видобуток вугілля, погіршує продуктивність і безпеку праці шахтарів. Значно зросло виділення метану у вироблений простір, основними джерелами якого є пісковики та пласти-супутники. Для боротьби з метановиділенням використовують різні дегазаційні заходи. Основна ціль яких – видалення метану з вуглепородного масиву особливо з тих зон, що мають найбільше насичення газом.

**Основний текст.** Мета досліджень, згідно даним динаміки дебіту метану із дегазаційних свердловин, встановити закономірність його виділення. Для досягнення цієї мети поставлені наступні задачі: проаналізувати результати попередніх дослідників; отримати графічні залежності дебіту метану за даними шахтних спостережень; виявити емпіричну залежність для даних умов.

Автори статті [1] вказують на те, що інтенсивність метановиділення безпосередньо пов'язана зі швидкістю просування підготовчого вибою та проектної довжини підготовчої виробки. В процесі проведення виробки метановиділення зростає за рахунок збільшення площі газовідаючої поверхні. Встановлені теоретичні закономірності дозволяють по-перше підвищити достовірність прогнозу абсолютної метановості підготовчих виробок при високих швидкостях просування підготовчого вибою і, по друге, оцінити прогнозоване значення ефективності системи дегазації.

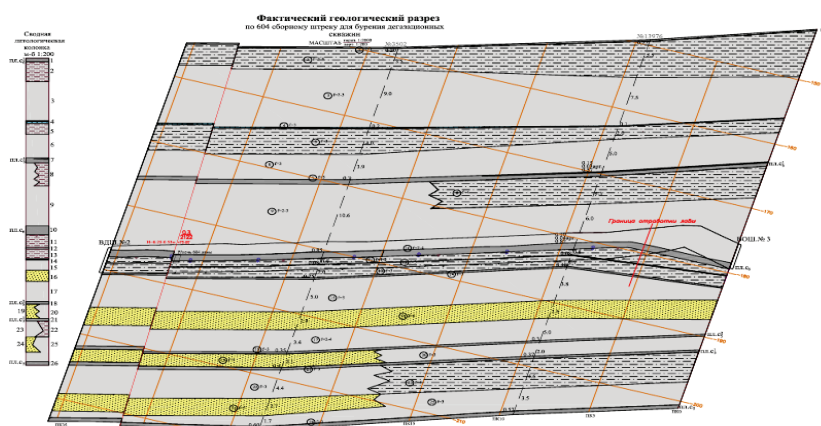
На основі проведених досліджень [2] характеру газовиділення з дегазаційних свердловин, пробурених в підроблюваний вуглепородний масив автором встановлено, що з наближенням очисного вибою до устя свердловини

дебіт метану збільшується в 2,7 рази при швидкості посування очисного вибою від 3,5 до 6,0 м/добу, а при 7,0 м/добу - 9 м/добу зменшується в 2 рази. Збільшення дебіту метану в 2 рази, відносно фонових значень, при малих швидкостях посування (до 2 м/добу) обумовлено порушеністю вуглепородного масиву, зокрема наявністю тектонічної тріщинуватості. Отримана залежність дебіту метану від відстані від устя дегазаційних свердловин до лави. В результаті проведених експериментальних досліджень встановлено, що газовиділення поза зоною малоамплітудних тектонічних порушень в діючому очисному вибої в загальному випадку характеризується нестаціонарним трендом, а його варіація узгоджується з нормальним законом розподілу, що має коефіцієнт варіації 11 – 22%, при цьому основна просторова гармоніка варіації співпадає з кроком посадки основної покрівлі; інтенсивність газовиділення в зонах малоамплітудних тектонічних порушень обумовлюється зростанням проникності масиву та процесом взаємодії тектонічної і техногенної тріщинуватості.

Автори статті [3], на основі результатів натурного експерименту і чисельного моделювання встановили форми та розміри газового колектора. Передбачувану кількість метану пропонується визначати з урахуванням пустот, що утворились по тріщинах.

Дані дебіту метану були отримані при відробці 604 лави шахти «Ювілейна» ШУ «Першотравенське».

Вугільний пласт  $s_6$  простої будови (рис.1). Потужність вугільного пласта коливається від 0.83м до 1.10м. Середня потужність вугільного пласта по виймальному блоку 0.94 м. Вугілля кларено-дюренового складу, кліваж у двох напрямках, міцність  $f$  - 2.0-4.0. Марка вугілля Г.



**Рис.1. Геологічний розріз за 604 збірним штреком і структурна колонка пласта  $s_6$**

У вугільний пласт можливі включення порід покрівлі потужністю 0.03 - 0.30м, також лінзоподібні вклинення пісковика, аргіліту і піриту.

Породи безпосередньої покрівлі представлені аргілітом, горизонтально-шаровий за рахунок рідкісних прошарків глиносидериту. Породи тріщинуваті 3-5 тр/м. Породи покрівлі нестійкі - Б<sub>2</sub>. Контакт з пластом в основному чіткий.

Породи безпосередньої підшви представлені алевролітом комковатої

структури, що нижче переходять у горизонтально-шарові, середньостійкі – П<sub>2</sub>, що здимаються.

За час експлуатації 604 збірної штреку навколо нього утворилась зона непружних деформацій, що характеризується підвищеною тріщинуватістю вміщуючих порід та схильністю до їх обвалення; на ПК31+15,2м-ПК31+19,4 м скид з амплітудою зміщення  $H=0,25-0,53\text{м} < 75-85^\circ$ , породи в зоні порушення вельми нестійкі та схильні до раптових обвалень.

При відробці даної лави були отримані дані дебіту метану зі 33 свердловин, відстань між якими до 15 м, довжина 40м, кут нахилу  $\alpha=80$ ,  $\beta=80$ , діаметр 93мм, довжина герметизації устья-10м (таб.1)

Таблиця 1

### Первинні параметри буріння дегазаційних свердловин у покрівлю позаду очисного вибою 604 лави.

№ свердловини на рис.3	Кут розвороту від вісі штреку, $\varphi$ , град.	Кут нахилу свердловини до горизонту, $\beta$ , град.	Довжина свердловини, $l_c$ , м	Діаметр буріння свердловини, $d$ , мм	Глибина герметизації, $l_g$ , м	Відстань між свердловинами, $r_c$ , м
№1	25±2	42±2	55	93	10	-
№2	45±2	42±2	55	93	10	-
№3	75-80	75-80	40	93	не менше 10	не більше 15,0

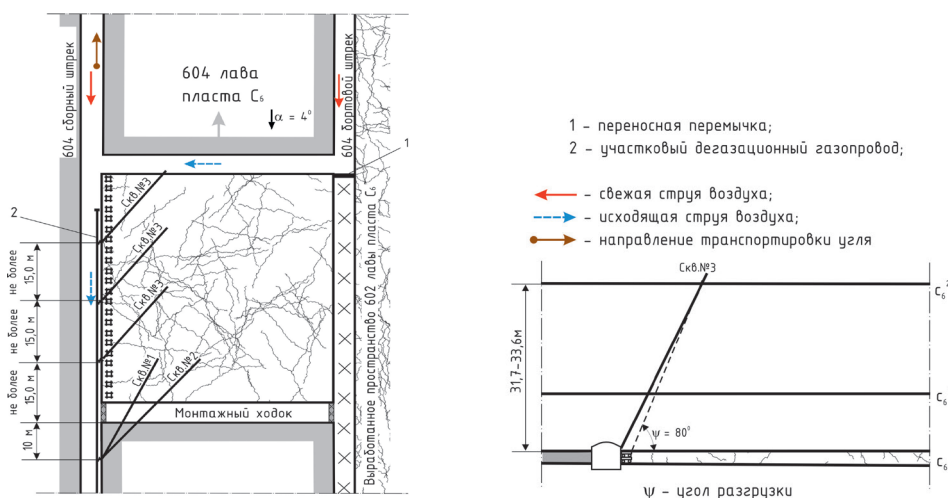


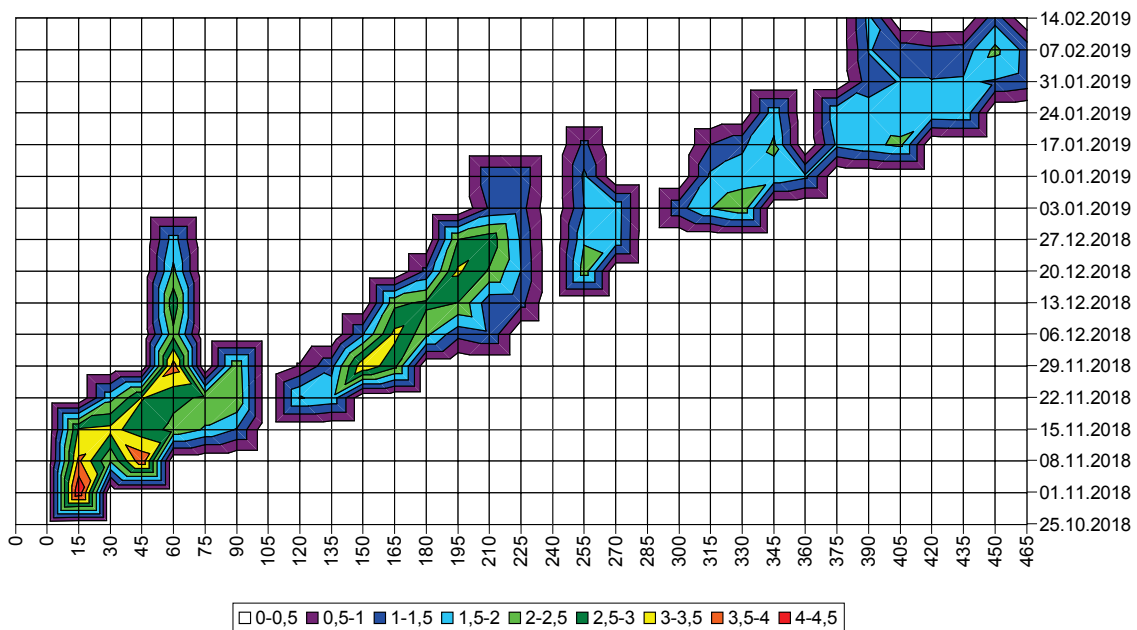
Рис.2. Схема буріння дегазаційних свердловин виймальної дільниці 604 лави пласта С<sub>6</sub>.

Розрахункова ефективність дегазації згідно плану 0.65, відстань між свердловинами не більше 15,0 м.

Свердловини споруджені в наступному порядку (рис.2). Буріння в інтервалі 0 – 10,5 м діаметром 112 мм. Обсадка трубами діаметром 108-121 мм з герметизацією затрубного простору. Буріння свердловин на проектну глибину діаметром 93 мм.

Фактичні дані з дебіту метану (м<sup>3</sup>/хв.) при відробці 604 сбірної лави відображені на рисунку 3. На діаграмі показаний дебіт метану за датами підключення свердловин та їх розташування згідно паспорту буріння

дегазаційних свердловин. Згідно діаграми, можна визначити тривалість роботи будь-якої свердловини і її дебіт метану.

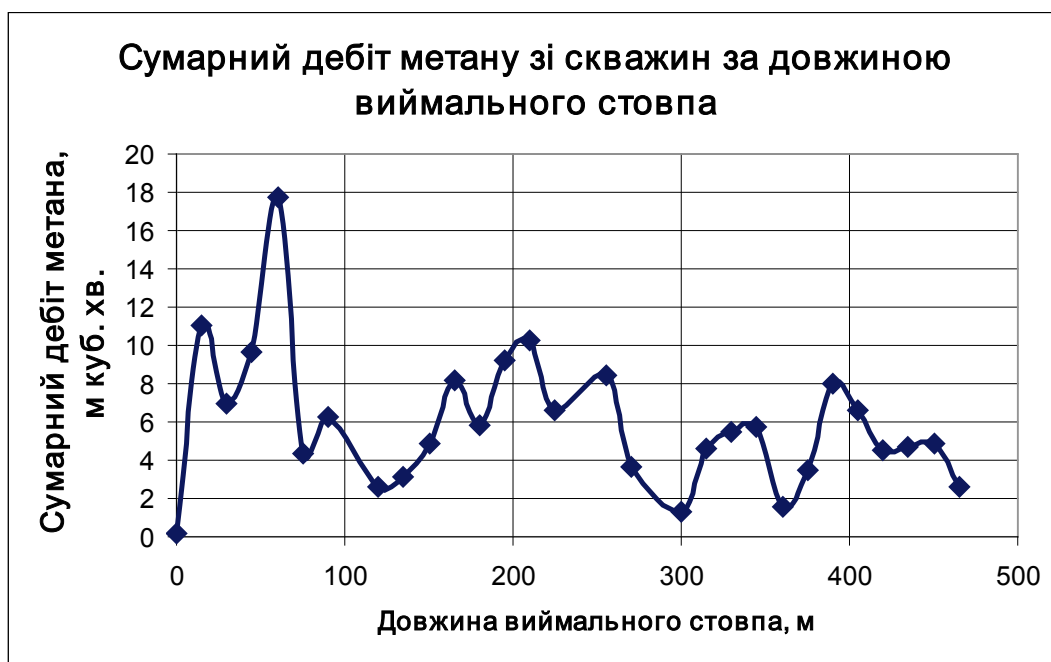


**Рис 3. Розподіл дебіту метану (м<sup>3</sup>/хв.) за довжиною виймального стовпа і за датами підключення дегазаційних свердловин**

На рисунках 4, 5 показана залежність сумарного і середнього дебіту метану по довжині виймального стовпа. За графіками можна визначити середній (рис. 4) і сумарний (рис.5) дебіт метану з свердловин, розташованих по довжині виймального стовпа. Криві зміни дебіту метану мають гармонічний затухаючий характер. Значення середнього дебіту змінювалось від 3,7 до 1,3 м<sup>3</sup>/хв., сумарного – від 18 до 2 м<sup>3</sup>/хв..



**Рис.4. Залежність середнього дебіту метану по довжині виймального стовпа 604 збірного штреку**



**Рис.5. Залежність сумарного дебіту метану по довжині виймального стовпа 604 збірного штреку**

На рисунках 5, 6 показаний середній і сумарний дебіт метану по датах підключення дегазаційних свердловин. Середній дебіт метану змінювався від 2,5 до майже 1,5 м<sup>3</sup>/хв. (рис.5), сумарний – від 16 до 3 м<sup>3</sup>/хв..



**Рис.6. Залежність середнього дебіту метану по датах роботи підключених свердловин виймального стовпа 604 збірного штреку**

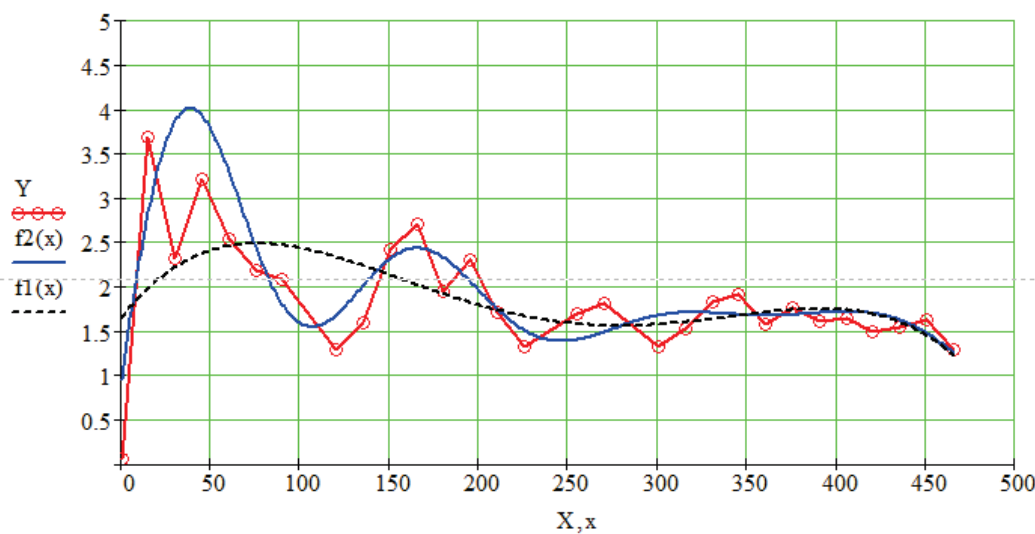
Для графіка середнього дебіту метану (рис. 3) був проведений кореляційно-регресійний аналіз і отримана емпірична залежність затухаючого гармонічного характеру (рис.8).



**Рис.7. Залежність сумарного дебіту метану по датах роботи підключених свердловин виймального стовпа 604 збірного штреку**

Вісь коливань значень середнього дебіту метану визначена як поліном четвертого порядку (1):

$$f_0(x) = a_0 + a_1 \cdot x + a_2 \cdot x^2 + a_3 \cdot x^3 + a_4 \cdot x^4 = \sum_{i=0}^4 a_i \cdot x^i \tag{1}$$



**Рис 8. Затухаючий гармонічний кореляційно-регресійний аналіз середнього дебіту метану по довжині виймального стовпа 604 збірного штреку: Y- середній дебіт метану згідно натурним даним,  $f_1(x)$ - функція поліному четвертого порядку,  $f_2(x)$  – функція затухаючого гармонічного коливання, X- довжина виймального стовпа.**

Функція, що отримана для значення середнього дебіту метану має вигляд:

$$q(x) = q_0 \cdot e^{-\beta \cdot x} \cdot \sin(k \cdot x + b) + \sum_{i=0}^4 a_i \cdot x^i \tag{2}$$

Де  $q_0$  – початкове значення дебіту метану, м³/хв.,  $q_0=2.5$

$k, b$ - параметри гармонічного аналізу,  $k=0.046, b=6$

$\beta$ - коефіцієнт затухання, величина, значення зворотно часу, за який амплітуда затухаючих коливань зменшилась у  $e$  раз,  $\beta=0.01$



$a$ - коефіцієнт поліному.

Для даних досліджених умов отримане наступні значення  $a$ :

$$a_0=1.655, a_1=0.026, a_2=-2.508 \cdot 10^{-4}, a_3=7.823 \cdot 10^{-7}, a_4=-7.887 \cdot 10^{-10}$$

Коефіцієнт кореляції отриманої залежності складає 0.78

### Висновки.

Таким чином, отримані дані дебіту метану підпорядковуються функції затухаючих гармонічних коливань, що отримана в результаті кореляційно-регресійного аналізу. Більшість дослідників вказують причиною такої зміни періодичне розвантаження і навантаження гірського масиву при веденні очисних робіт.

### Література:

1. Н.М. Качурин, Н.О. Каледина, А.Н. Качурин, ВЫДЕЛЕНИЯ МЕТАНА С ПОВЕРХНОСТИ ОБНАЖЕНИЯ УГОЛЬНОГО ПЛАСТА В ПОДГОТОВИТЕЛЬНУЮ ВЫРАБОТКУ/ Известия ТулГУ. Науки о земле., 2011№1, 80-84с
2. Сергієнко Л. В. Обґрунтування параметрів прогнозу зон скупчення метану у пластах-супутниках в умовах тектонічної порушеності //Автореферат дисертації на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. Дніпро 2016р., 22с.
3. И.А. Поздеев, И.М. Поздеева, П.В. Васильев, А.А. Бутко. Исследования характера деформирования геомассива и формирования газового коллектора в выработанном пространстве отрабатываемого угольного пласта. Горный информационно-аналитический бюллетень, 2015.- с.171-179.

### References:

1. N.M. Kachuryn, N.O. Kaledyna, A.N. Kachuryn. VYDILENIA METANA S POVERHNOSTY OBNAZHENIYA UHOLNOGO PLASTA V PODHOTOVITELNUYU VYRABOTKU/ Izvestiya TulGU. Nauki o zemle., 2011 №1, 80-84 p.
2. Sergienko L.V. Obgruntuvannia parametryv prognozu zon skupchennia metanu u plastakh-suputnykakh v umovakh tektonichnoyi porushenosti // Avtoreferat dysertatsii na zdobuttia naukovoogo stupenia kandydata tekhnichnykh nauk. Dnipro 2016 r., 22 p.
3. I.A. Pozdeyev, I.M. Pozdeyeva, P.V. Vasilyev, A.A. Butko. Issledovaniya kharaktera deformirovaniya geomasiva I formirovaniya gazovogo kolektora v vyrabotannom prostranstve otrabatyvayemogo ugolnogo plasta. Gornyy informatyionno-analiticheskiy byulletyen, 2015.- p.171-179.

**Abstract.** Authors were analyzed contributions by another researches in this question. It has very important to study process and behavior of gas emission. The purpose of the research was to determined the regularity of gas evolution according to the dynamics of methane flow from degassing boreholes. Graphical dependences were obtained of methane flow according to mine observations. Numerical data are taken over a period of time in the study area. The purpose of study is a subordinate the numerical data to the mathematical equation. The correlation-regression analysis was performed and the empirical dependence of the average methane flow on the length of the working area. It was obtained the attenuating harmonic character of process.

**Key words:** debit, methane, borehole, methane release, massif, correlation.

Статья отправлена: 28.02.2020 г.

© Когтева О.П.