

РОЗРОБКА РОДОВИЩ КОРИСНИХ КОПАЛИН

УДК 622.278.273.2

П.Б. Саїк

Державний вищий навчальний заклад „Національний гірничий університет“, м.Дніпропетровськ, Україна,
e-mail: pavlosaik@i.ua

ДО ПИТАННЯ ОДНОЧАСНОЇ ГАЗИФІКАЦІЇ ЗБЛИЖЕНИХ ТОНКИХ ВУГІЛЬНИХ ПЛАСТІВ

P.B. Saik

State Higher Educational Institution “National Mining University”, Dnipropetrovsk, Ukraine, e-mail: pavlosaik@i.ua

ON THE ISSUE OF SIMULTANEOUS GASIFICATION OF CONTIGUOUS LOW-COAL SEAMS

Мета. Обґрунтування геометричних параметрів просторового розташування вогневих вибоїв на зближених тонких вугільних пластах, виходячи зі встановлених залежностей опускання міжпластових порід при застосуванні технології свердловинної підземної газифікації вугілля в гірничо-геологічних умовах Червоноградського гірничопромислового району.

Методика. Стеновими експериментальними дослідженнями встановлені залежності опускання міжпластових порід при підземній газифікації вугілля та місця закладання експлуатаційних свердловин.

Результати. Встановлені геометричні параметри просторового розташування вогневих вибоїв при газифікації двох n_8 та n_8^g зближених пластів Червоноградського гірничопромислового району, виходячи з характеру опускань міжпластових порід. Отримані залежності дають можливість забезпечити стійкий процес підземної газифікації, дозволяють ефективно управляти гірським тиском та технологічністю самого процесу газифікації.

Наукова новизна. Геометричні параметри просторового розташування вогневих вибоїв при одночасній газифікації зближених вугільних пластів залежать від потужності міжпластових порід, що коливається в межах 3,6–6,6м.

Практична значимість. Отримані результати стенових експериментальних досліджень з достатньою для практичного застосування точністю можуть використовуватися для визначення місць закладання експлуатаційних свердловин для одночасної газифікації зближених тонких вугільних пластів у гірничо-геологічних умовах Червоноградського гірничопромислового району, дають можливість підвищити рівень герметизації підземних газогенераторів та в перспективі збільшити продуктивність станцій з отримання енергетичного газу з вугільної сировини.

Ключові слова: *стендові дослідження, зближені пласти, підземна газифікація*

Постановка проблеми. На даний час на території Західної України, у Львівсько-Волинському басейні (ЛВБ), спостерігається тенденція спаду видобування кам'яного вугілля. Це пов'язано з погіршенням гірничо-геологічних та гірничотехнічних умов: підвищення глибини розробки, інтенсивності проявів гірського тиску, зменшення потужності вугільних пластів, збільшення обводненості товщі, наявність слабких порід у покрівлі та підшві, необхідність розробки зближених вугільних пластів та інших негативних факторів.

За територіальною приналежністю, особливостями геологічної структури, вугленості, ступенем розвіданості та промисловим освоєнням, загальна площа ЛВБ розділена на три гірничопромислові райони: Ново-волинський, Червоноградський та Південно-Східний. Основні дослідження проводилися для території Червоноградського гірничопромислового району (ЧГПР).

ЧГПР займає центральну частину ЛВБ, де розташовано 8 діючих шахт („Великомостівська“, „Червоноградська“, „Межирічанська“, „Відродження“, „Лісова“, „Зарічна“, „Надія“, „Степова“) та одна шахта, що знаходиться на стадії закриття („Візейська“). В адміністративному підпорядкуванні сім шахт знаходяться під юрисдикцією ДП „Львіввугілля“, а шахта „Надія“ є окремим Державним ВАТ.

На території ЧГПР знаходиться 4 шахти, що передані до промислового освоєння: резервний блок шахти № 7 „Великомостівська“, № 3 „Червоноградська“, № 4 „Червоноградська“ та № 1 „Тяглівська“. Цей район є основним у басейні, у межах якого зосереджено 70–90% балансових запасів вугілля (Забузьке, Сокальське, Межирічанське та Тяглівське родовища) та більше половини діючих шахт, а також підготовлені для подальшого промислового освоєння шахтні ділянки. Основне промислове значення мають вугільні пласти n_7^H , n_7 , n_7^g , n_8 , n_8^g , n_9 . Максимальна вугленість приурочена

© Саїк П.Б., 2014

до південної частини району. У північному напрямку вугленосність знижується внаслідок зменшення кількості робочих вугільних пластів та їх потужності. Частково, промислового значення набуває пласт v_6 , що залягає нижче пласта n_7^u на 250м.

На території району прийнятий панельний спосіб підготовки шахтних полів. Запаси відробляються довгими стовпами зворотнім ходом. Для механізації очисних робіт застосовуються механізовані комплекси КД-80, КМ-87, ДМ, МДМ з комбайнами РКУ-10, ГШ-68, УКД-200, УКД-200/250. При застосуванні вищезгаданого гірничодобувного обладнання, як одного з негативних факторів, що впливають на якісний склад кам'яного вугілля, є збільшення зольності. Це призводить до підвищення витрат на збагачення сировини та транспортування додаткових об'ємів пустих порід. Робота гірничих підприємств при відпрацюванні таких запасів разом зі зниженням економічних показників призводить до втрат балансових запасів та погіршення екологічної ситуації гірничодобувного регіону (збільшення породних відвалів, забруднення атмосфери та гідросфери відходами збагачувальних підприємств). Сьогодні на підприємства вугільної промисловості даного регіону припадає до 70% усіх викидів до атмосферного повітря. ЧГПР посідає перше місце у Львівській області за рівнем забруднення (на 1км² припадає 143,6т. забруднюючих речовин: чадний газ, оксиди нітрогену, оксиди карбону та тверді речовини). Основними з джерел забруднення є неорганізовані джерела, такі як породні терикони та хвостосховища, площа яких у регіоні становить 210 та 89га, в яких міститься близько 6,8млн м³ відходів [1,2].

Розробка та пошук конкретних технологічних рішень щодо більш раціонального способу відпрацювання вугільних запасів та зменшення екологічного навантаження на навколишнє середовище ЧГПР є актуальною проблемою та вимагає нагального вирішення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На думку багатьох світових учених та спеціалістів у галузі паливно-енергетичного комплексу, однією з досить перспективних інноваційних технологій у гірничо-енергетичній сфері є впровадження якісно нової технології – свердловинної підземної газифікації вугілля (СПГВ). Над проблемою розвитку й впровадження екологізованих технологій підземної газифікації вугільних пластів на теренах нашої держави працювали й працюють учені ДонВУГІ, УкрНДМІ НАН України, ІГТМ НАН України ім. М.С. Полякова, Інституту фізики гірничих процесів НАН України, Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України та навчальних закладів: Державного ВНЗ „Національний гірничий університет“, ДонНТУ, НУ „Львівська політехніка“, а також закордонні колеги з Гірничо-металургійної академії ім. Станіслава Сташиця, Головного інституту гірництва (Польща), ІГС ім. О.О. Скочинського, ФДУП „Інститут горючих копалин“ (Росія), Фрайбурзької гірничої академії (Німеччина) та ін.

Особливо вагомий вклад зі впровадження та дослідження технології СПГВ на теренах України

зробили такі вітчизняні науковці, як: Бондаренко В.І., Гайко Г.І., Дичковський Р.О., Ільшов М.О., Колоколов О.В., Садовенко І.О., Стефанік Ю.В., Табаченко М.М., Фальштинський В.С., Храмов В.М. та інші. Ними досліджені термодинамічні та теплофізичні явища при підземній газифікації вугілля [3,4], визначені критерії придатності некондиційних вугільних пластів ЛВБ до процесу газифікації [5] та встановлено, що процес стабільного та технологічного розвитку процесу СПГВ усе більше залежить від повноти знань про геомеханічні процеси, що відбуваються в гірському масиві [6].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Велика кількість кам'яновугільних запасів України знаходиться у зближених пластах. При розробці таких запасів технологією СПГВ виникає необхідність розвивати просторові уявлення про стан гірського масиву у процесі роботи підземних газогенераторів, що дозволить раціонально планувати ведення гірничих робіт. Тому питання, що пов'язані з газифікацією зближених пластів, є актуальними.

Метою даної роботи є встановлення геометричних параметрів просторового розташування вогневих вибоїв на основі результатів стендових експериментальних досліджень при газифікації зближених вугільних пластів.

Виклад основного матеріалу. Стендові експериментальні дослідження проводились на спеціальній установці, що була спроектована та запатентована в Державному ВНЗ „НГУ“ на кафедрі підземної розробки родовищ, сконструйована НВО „Нафтомаш“ за фінансової підтримки Міністерства освіти і науки України.

Спостереження за переміщенням пластів та процесом їх обвалення здійснювалося за 24 замірними станціями, що розміщувались у три ряди площею підземного газогенератора за падінням вугільного пласта. У процесі моделювання були опрацьовані три моделі при зміні глибини закладання реперних датчиків, що розміщувались у підшві верхнього вугільного пласта при потужності міжпластових порід від 3,6 до 6,6м. Дані величини відповідали потужності міжпластових порід, одночасно відпрацьованих пластів Червоноградського гірничо-промислового району n_8 та n_8^e . Характер поведінки порід покрівлі у вертикальному напрямку фіксувався вимірювальною лінійкою та системою оптичних датчиків (рис. 1).

Для забезпечення достовірності результатів експериментальних досліджень була збережена тотожність системи „модельований об'єкт – об'єкт природи“:

- природні матеріали за своїми фізичними властивостями відповідають натурним умовам ЧГПР;
- геометричні параметри ділянки газифікації відтворюються в моделі із забезпеченням принципів статичної подібності;
- літологічна будова породувугільної товщі враховує її зміну за площею ЧГПР;
- ієрархічна підпорядкованість факторів, що формують НДС масиву;

- технологічність СПГВ забезпечується збалансуванням протікання хімічних реакцій та фізичних швидкостей процесу газифікації.

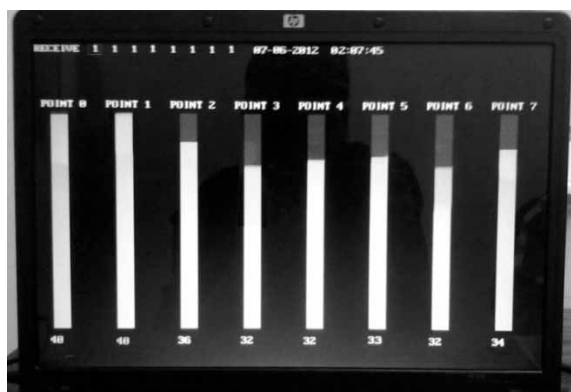


Рис. 1. Візуалізація характеру переміщення міжпластових порід при їх потужності 3,6м

Усереднені дані з опускання міжпластових порід з урахуванням масштабних коефіцієнтів [7] наведені в таблиці, а мережа їх опускань – на рис. 2.

Переміщення міжпластових порід при їх потужності 3,6м (рис. 2, а) спостерігалися на кінець другої доби газифікації та склали до 0,25м. Початковий їх рух за довжиною стовпа газифікації відбувся на відстані 3,2м від вогневого вибою на реперному датчику R1. При цьому довжина вигазовуваного простору за виймальним стовпом складала 6,1м. Максимальні опускання порід стовпа газифікації спостерігалися на початку 9 доби (8,1доба) газифікації та склали 0,45–0,46м за величини вигазовуваного простору біля 16м. Швидкість процесу газифікації становила 2,1–2,2м/доб.

При потужності міжпластових порід 5,4м (рис. 2, б) початковий режим опускань настав на кінець чет-

вертої доби (3,9доба) на реперному датчику R2, що знаходиться на відстані 4,1м від вогневого вибою. Максимальні опускання склали 0,26–0,27м за величини вигазовуваного простору 16,9м.

При збільшенні потужності міжпластових порід до 6,6м (рис. 2, в) величини опускань почали зменшуватись і склали 0,13–0,14м. Початковий параметр розповсюдження опускань відбувся на реперному датчику R2, відстань при цьому до вогневого вибою складала 7,4м.

У результаті графічного опрацювання отриманих експериментальних даних нами були отримані усереднені залежності, що відображають початок руху зони активних деформацій залежно від потужності надвугільної товщі при газифікації зближених вугільних пластів за умови, що потужність нижнього вугільного пласта складає 1,2м. Це дає можливість прогнозувати зону впливу діючого вогневого вибою на надвугільну товщу для ефективного управління станом гірського масиву.

Висновки. Для умов газифікації двох зближених пластів n_8 та n_8^6 Червоноградського гірничопромислового району, встановлені геометричні параметри просторового розташування вогневих вибоїв, що коливаються в межах 2,8–5,3м за потужності міжпластових порід від 3,6 до 6,6м. Впровадження технології СПГВ дозволить значно покращити екологічну ситуацію шляхом комплексної переробки вугільних пластів на місці їх залягання, суттєво продовжити термін експлуатації вугільних шахт та вирішити соціальну проблему працевлаштування гірників.

Подальшими дослідженнями планується провести оцінку можливості застосування технології СПГВ на аналогічних гірничопромислових площах України для тонких вугільних пластів. Окрема увага надаватиметься впровадженню технологічних схем для розробки збалансованих та покинутих вугільних пластів, що знаходяться в умовах підробки та надробки.

Таблиця

Величина опускання міжпластових порід за замірними точками

Відстань перпендикулярно вогневому вибою, $L_{в.ст.}$, м		R ₀	R ₁	R ₂	R ₃	R ₄	R ₅	R ₆	R ₇
		1,6	3,2	4,8	6,4	8,0	9,6	11,2	12,8
Потужність міжпласта, h , м	Тривалість газифікації, T , днів	Величина опускання, u , мм							
3,6	2,8	0	250	0	0	0	0	0	0
	3,5	240	292	280	0	0	0	0	0
	4,4	280	330	395	300	0	0	0	0
	5,1	340	360	440	405	290	0	0	0
	5,9	360	460	468	455	310	285	0	0
	6,7	387	460	468	455	460	315	275	0
	7,3	387	460	468	455	460	458	400	280
5,4	3,9	0	0	160	0	0	0	0	0
	5,0	0	134	250	152	0	0	0	0
	5,9	0	134	270	254	156	0	0	0
	6,4	0	142	272	254	244	160	0	0
	7,1	0	190	272	268	272	252	149	0
	7,9	0	190	272	268	272	269	255	145
	8,5	0	190	272	268	272	269	271	268
6,6	4,8	0	0	120	118	0	0	0	0
	6,05	0	0	131	125	119	0	0	0
	6,7	0	0	134	133	130	117	0	0
	7,5	0	0	134	135	133	129	118	0
	8,2	0	0	134	135	133	134	131	119
	8,9			134	135	133	134	136	135

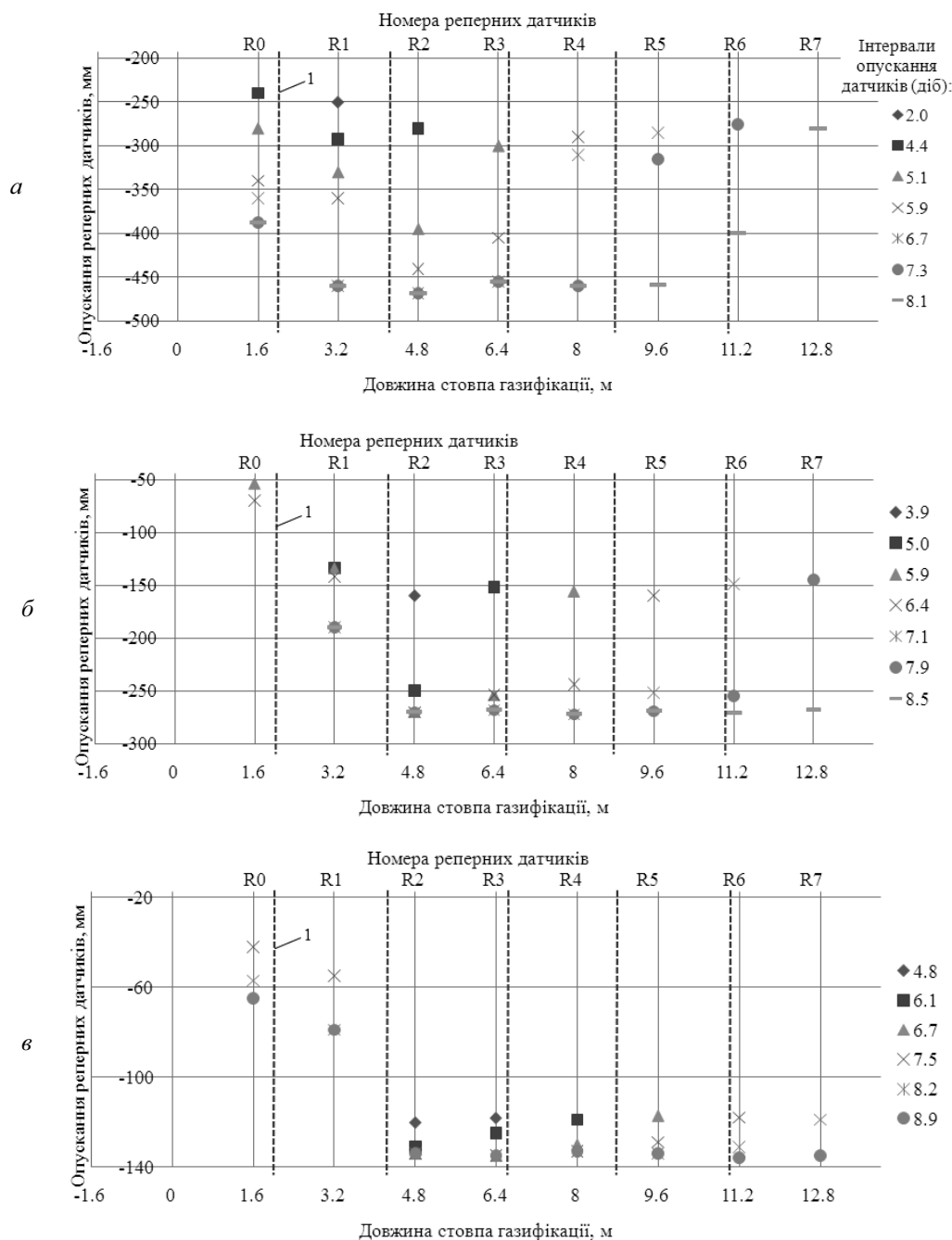


Рис. 2. Мережа усереднених значень опускань порід підшови верхнього вугільного пласта при потужності міжпластових порід 3,6 (а), 5,4 (б) та 6,6м (в) за замірними точками: 1 – розташування вогневого вибою (посування 2,2м/добу)

Список літератури / References

1. Горова А.І. Оцінка стану довкілля Червоноградського гірничопромислового регіону за санітарно-гігієнічними показниками: матеріали Міжнародної конференції „Форум гірників – 2011“ / А.І. Горова, А.В. Павличенко, С.Л. Кулина – Дніпропетровськ: НГУ, 2011. – С. 101–111.

Horova, A.I., Pavlychenko, A.V. and Kulyna, S.L. (2011), “Environmental assessment of Chervonograd mining region for sanitary measurements”, Proc. of Int. Conf. “Forum of mining Engineers – 2011”, NMU, Dnipropetrovsk, Ukraine, pp. 101–111.

2. Кулина С.Л. Санітарно-гігієнічні показники Червоноградського гірничопромислового регіону як складова інтегральної оцінки якості стану довкілля / С.Л. Кулина, А.І. Горова // Вісник Львівського університету, сер. біол. – 2009. – Вип. 50. – С. 52–58.

Kulyna, S.L. and Horova, A.I. (2009), “Sanitary measurements of Chervonograd mining region as part of an integrated assessment of the quality of the environment”, *Bulletin of Lviv University*, Issue. 50, pp. 52–58.

3. Гайко Г.И. Утилизация тепловой энергии при подземной термохимической переработке угольных пла-

стов / Гайко Г.И., Заев В.В., Шульгин П.Н. – Алчевск: ДонГТУ, 2012. – 141 с.

Gayko, G.I., Zayev, V.V. and Shulhin, P.N. (2012), "The economic and environmental aspects of integrated generation and utilization of energy in urban and industrial areas", DonSTU, Alchevsk, Ukraine.

4. Тишков В.В. Особенности формирования техногенной проницаемости в кровле угольного пласта при подземной газификации угля / В.В. Тишков // Науковий вісник НГУ. – 2012. – № 1. – С. 23–27.

Tishkov, V.V. (2012), "Features of formation of technogenic permeability in roof of coal layer during underground gasification of coal", *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*, no. 1, pp. 23–27.

5. Храмов В.М. Геологічні критерії придатності некондиційних вугільних пластів для підземної газифікації (на прикладі Львівсько-Волинського басейну): автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. геол. наук: спец. 04.00.16 „Геологія твердих горючих копалин“ / Храмов В.М. – Дніпропетровськ, 2008. – 20 с.

Khramov, V.M. (2008), "Geological test of goodness of fit of out-of-specification coal beds for underground gasification (on the example of the Lviv-Volyn coal basin)", Abstract of Cand. Sci. (Geol.), speciality 04.00.16 Geology of Solid Combustible Minerals, Dnipropetrovsk, Ukraine.

6. Дичковський Р.О. Наукові засади синтезу технологій видобування вугілля у слабометаморфізованих породах / Дичковський Р.О. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2013. – 262 с.

Dychkovskiy, R.O. (2013), *Naukovi zasady syntezy tekhnologiy vydobuvannya vuhillia u slabometamorfizovanykh porodakh* [Scientific Principles of Synthesis Technology of Coal Mining in Low Rank Rocks], National Mining University, Dnipropetrovsk, Ukraine.

7. Економічні й екологічні аспекти комплексної генерації та утилізації енергії в умовах урбанізованих та промислових територій / [Півняк Г.Г., Бешта О.С., Пілов П.І та ін.] – Дніпропетровськ : Національний гірничий університет, 2013. – 176 с.

Pivniak, H.H., Beshta, O.S. and Pilov, P.I. (2013), *Ekonomichni i ekolohichni aspekty kompleksnoi heneratsii ta utylizatsii enerhii v umovakh urbanizovanykh ta promyslovykh terrytorii* [The Economic and Environmental Aspects of Integrated Generation and Utilization of Energy in Urban and Industrial Areas], National Mining University, Dnepropetrovsk, Ukraine.

Цель. Обоснование геометрических параметров пространственного расположения огневых забоев на сближенных тонких угольных пластах, исходя из установленных зависимостей опускания межпластовых пород при применении технологии скважинной подземной газификации угля в горно-геологических условиях Червоноградского горнопромышленного района.

Методика. Стендовыми экспериментальными исследованиями установлены зависимости опускания межпластовых пород при подземной газификации угля и места закладки эксплуатационных скважин.

Результаты. Установлены геометрические параметры пространственного расположения огневых забоев при газификации двух n_8 и n_8^6 сближенных пластов Червоноградского горнопромышленного района исходя из характера опусканий межпластовых пород. Полученные зависимости дают возможность обеспечить стойкий процесс подземной газификации, позволяют эффективно управлять горным давлением и технологичностью самого процесса газификации.

Научная новизна. Геометрические параметры пространственного расположения огневых забоев при одновременной газификации сближенных угольных пластов зависят от мощности межпластовых пород, которая колеблется в пределах 3,6–6,6м.

Практическая значимость. Полученные результаты стендовых экспериментальных исследований, с достаточной для практического применения точностью, могут использоваться для определения мест закладки эксплуатационных скважин для одновременной газификации сближенных тонких угольных пластов в горно-геологических условиях Червоноградского горнопромышленного района, дают возможность повысить уровень герметизации подземных газогенераторов и, в перспективе, увеличить производительность станций по получению энергетического газа из угольного сырья.

Ключевые слова: *стендовые исследования, сближенные пласты, подземная газификация*

Purpose. Substantiation of the rational geometrical parameters of spatial location of combustion faces in contiguous low-coal seams based on the established laws of middlemen subsidence during borehole underground coal gasification in Chervonograd mining region.

Methodology. The bench test allowed us to determine the common factors of middlemen subsidence during coal gasification on the location of wells.

Findings. We have determined the geometrical parameters of spatial location of combustion faces during coal gasification in seams n_8 and n_8^6 for Chervonograd mining region according to rock subsidence features. These dependencies allow assuring of stable underground gasification process, providing control over mining pressure and technological parameters of gasification processes.

Originality. Geometrical parameters of spatial location of gasification faces at simultaneous gasification depend on middleman thickness which ranges from 3.6 to 6.6 m.

Practical value. The obtained results of experimental investigations have sufficient accuracy for practical application and can be used to determine the places of wells locations during contiguous low-coal seams gasification in Chervonograd mining region. It will improve sealing of underground gas generators and increase productivity of power gas production from coal feedstock.

Keywords: *bench tests, contiguous seams, underground gasification*

Рекомендовано до публікації докт. техн. наук І.А. Ковалевською. Дата надходження рукопису 25.10.13.