

Следовательно, результаты натурных измерений напряженного состояния массива методом локального гидравлического разрыва в сочетании с данными восстановления альпийских полей напряжений методами кинематического анализа (КА) и структурно-парагенетического анализа (СПА), сведениями о параметрах и расположении малоамплитудных разрывов на отработанных участках исследуемых шахт могут служить основой для прогнозирования параметров и расположения зон малоамплитудных разрывов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Забигаило В.Е. Тектоника и горно-геологические условия разработки угольных месторождений Донбасса / В.Е. Забигаило, В.В. Лукинов, Л.И. Пимоненко, Н.В. Сахневич. – К.: Наукова думка, 1994. – 152 с.
2. Гзовский М.В. Основы тектонофизики. – М.: Недра, 1975. – 536 с.
3. Ярошевский В. Тектоника разрывов и складок. – М.: Недра, 1981. – 245 с.
4. Вереда В.С., Юрченко В.К. О соотношении газодинамических зон трещиноватости углей и температурного режима Донбасса с современными тектоническими движениями // Современные движения земной коры – М.: Недра, 1968. – С. 80-90.
5. Куц О.А. Разрывная тектоника и прогноз нарушенности шахтных полей юго-западного Донбасса: Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук: 04.00.16 / ДПИ. – Днепропетровск, 1987. – 16 с.
6. Павлов И.О. Сдвиги и сдвиговые зоны в геологической структуре Донецко-Макеевского района Донбасса: Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук: 04.00.16 / НГУ. – Днепропетровск, 2004. – 16 с.
7. Семинский К.Ж., Адамович А.Н. Значение переиндексации осей главных нормальных напряжений при структурообразовании в различных зонах земной коры // Геодинамика и напряженное состояние недр Земли. Новосибирск: РААН ИГД. – 2004. – С. 250 – 255.
8. Кулинич В.С., Шевелев Г.А., Егоров С.И. Методы и средства определения параметров геомеханического состояния массива. – Донецк: ЦЕНТИ, 1992. – 202 с.
9. Лукинов В.В. Роль напряженного состояния угленосного массива в формировании разрывной нарушенности на шахте им. А.Ф. Засядько / В.В. Лукинов, Л.И. Пимоненко, В.Г. Перепелица, Л.Д. Шматовский, Д.П. Гуля // Геотехн. мех. – 2005. – Вып. 51. – С. 124 – 131.

УДК 662.74:662.333

Директор С.С. Сокоренко (Львовская ГРЭ ДП
«Запукргеология» НАК «Недра Украины»)

ГАЗОГЕНЕРАЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫШЛЕННОЙ ГАЗОНОСНОСТИ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ И ВМЕЩАЮЩИХ ПОРОД ТЯГЛОВСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ КАМЕННЫХ УГЛЕЙ ЛЬВОВСКО-ВОЛЫНСКОГО БАСЕЙНА

У статті приведені результати досліджень газогенераційного потенціалу і перспективи промислової газонасності вугільних пластів і вміщуючих порід Тяглівського родовища. Установлено, що газогенераційний потенціал вугільних пластів і порід складає 1395151,5 млн. м³ і який можна ще наростити шляхом проведення детальної розвідки і спеціалізованих робіт.

GAS-GERENERATION POTENTIAL AND ASPECTS OF COMMERCIAL GAS CONTENT OF COAL SEAMS AND SURROUNDING ROCKS OF TYAGLOVSKY COAL BEDDING IN LVIV-VOLYNSKY BASSIN

The article presents researching results of gas-generation potential and aspects of commercial gas content of coal seams and surrounding rocks in Tyaglovsky coal bedding. It is determined that gas-generation potential of the coal seams and rocks is 1395151.5 mln. m³, and it is possible to increase it thanks to more detailed exploration and specialization of jobs.

Тягловское месторождение каменных углей расположено в северо-восточной части Юго-Западного угленосного района Львовско-Волинского каменноугольного бассейна и приурочено к одноименной синклинали. Границами месторождения являются: на севере – государственная граница с Польшей, на западе – Бутынь – Хлевчанская зона надвигов, на востоке – Белз – Милятинская зона надвигов, на юге – рабочий контур угольного пласта p_7 (p_7^H). Площадь месторождения составляет 160 км^2 при максимальной протяженности с северо-запада на юго-восток 20 км при ширине 8 км .

Технико-экономическим обоснованием целесообразности детальной разведки месторождения (УкрНИИпроект, 1981 г.) Тягловское месторождение раскрыто на три шахтных поля: Тягловские № 1, 2 и 3. В пределах поля шахты Тягловская № 1 проведена детальная разведка, запасы углей утверждение ГКЗ СССР в 1986 г. (протокол № 1082 от 28.11.1986 г.) и объект передан для промышленного освоения ГП “Львовуголь” Минуглепрома Украины. На полях шахт Тягловские № 2 и 3 завершена предварительная разведка и тем же институтом разработано ТЭО целесообразности детальной разведки. Минимальная глубина залегания продуктивных каменноугольных отложений на месторождении – 528 м , максимальная – 1050 м .

В стратиграфическом разрезе месторождения выделяются верхнедевонские, существенно карбонатные и угленосные каменноугольные отложения вскрытой части палеозойского фундамента, которые перекрываются терригенными юрскими, карбонатными верхнемеловыми, а также четвертичными образованиями. Общая мощность толщи перекрывающих отложений – $540 - 550 \text{ м}$.

Девонские образования представлены кавернозными известняками и красно-бурыми песчаниками франского и фаменского ярусов. Продуктивные отложения каменноугольной системы относятся к визейскому, серпуховскому и башкирскому ярусам.

Породы визейского яруса представлены терригенно-карбонатной толщей, в составе которой выделяются (снизу вверх) куличковская, олесковская, винниковская, нестеровская, владимирская и устилугская свиты. Маркирующими известняками в разрезе яруса являются $V_0 - V_3$, $V_1 - V_2$. К отложениям визейского яруса приурочено около 30 угольных пластов и прослоев, непостоянных по мощности и площади распространения. Наиболее перспективными являются угольные пласты v_0^3 , v_0^4 , v_1^3 , v_1^5 , v_2 , которые местами достигают кондиционной мощности. Мощность отложений визейского яруса, вскрытых на месторождении – 275 м .

В составе серпуховского яруса выделяются свиты: порицкая, иваничская, лишнянская и бужанская. Нижняя часть разреза в объеме порицкой и иваничской свит преимущественно терригенно-карбонатная и содержит угольные пласты v_4 , v_5^4 , v_5^6 , v_6 , p_0^6 , обнаруживающие местами кондиционную мощность. Верхняя часть серпуховского яруса (лишнянская и бужанская свиты) существенно терригенная с маломощными маркирующими горизонтами известняков $N_1 - N_7$ и характеризуется наиболее высокой промышленной угленосностью. Отложения бужанской свиты вмещают более 20 угольных

пластов и прослоев. Рабочую мощность на достаточно больших площадях имеют угольные пласты Π_7 (Π_7^a), Π_7^b (Π_7), Π_7^c , Π_8 , Π_8^a и Π_9 , большинство из которых являются основными промышленными пластами не только в Юго-Западном угленосном районе, но и во всем бассейне. Общая мощность отложений серпуховского яруса на месторождении – 628 м.

В башкирском ярусе среднего отдела карбона выделяются: морозовичская, паромовская и кречевская свиты, которые сложены почти полностью терригенными образованиями – песчаниками, алевролитами, в меньшей мере аргиллитами с прослоями известняков, стойкими в разрезе и маркирующими из которых являются B_1 (N_{10}), B_2 (N_{11}), B_3 (N_{12}), B_4 (B_1) и B_5 (B_3). Башкирскому ярусу подчинено до 20 угольных пластов и прослоев. Наиболее выдержанными являются пласты v_1 , v_3 и v_4 . Первый залегает непосредственно под известняком B_2 (N_{11}), последний – в подошве известняка B_5 (B_3) и являются рабочими пластами на площади месторождения. Мощность отложений башкирского яруса – 194 м.

Разрез продуктивной угленосной толщи карбона выдержанный для всего Юго-Западного угленосного района. Четко выделяются и прослеживаются маркирующие известняки и угольные пласты, которые имеют в каждой свите определенное положение в разрезе.

Месторождение приурочено к Тягловской синклинали, которая отделяется от Межреченской синклинали Червоноградского углепромышленного района Белз – Милятинской антиклинальной зоной. Ось Тягловской синклинали смещена в сторону западного крыла и имеет северо-западное простирание с пологим погружением ($1 - 2^\circ$). Ядро складки выполнено угленосными башкирскими и серпуховскими отложениями, крылья – отложениями нижней части серпуховского яруса. Крылья складки асимметричны, ширина северо-восточного крыла – 4,5 – 5 км; юго-западного – 3,5 – 5 км. Падение пород на крыльях складки – $4 - 9^\circ$ с максимальными значениями на выходах пластов в западной части до 4° , в восточной – до 9° . В пределах синклинали отмечаются пикативные структуры более высоких порядков, которые осложняют нормальное залегание пород и угольных пластов, а также широко проявлены дизъюнктивные нарушения, наиболее крупным из которых является Тягловский сброс и его западный спутник – сброс № 1, сбросы № 2 и 4, надвиги № 9, 10, 11, 12 и 13. Разрывные нарушения сопровождаются зонами дробления, смятия и интенсивной трещиноватости пород.

Как показывают результаты обобщения и анализ фактического материала, преобладающее большинство угольных пластов месторождения залегает в метановой газовой зоне, за исключением пластов v_4 и v_1 , которые находятся как в азотно-метановой газовой зоне, так и метановой. Характерной особенностью Тягловского месторождения является отсутствие метано-азотной зоны. Распределение газов в угольных пластах и вмещающих породах месторождения обусловлено многими природными геологическими факторами, о которых будет сказано ниже.

Верхняя граница метановой зоны на месторождении установлена на глубинах 580 – 630 м на западном крыле Тягловской синклинали и 540 – 550 м

на восточном. Положение верхней граница метановой зоны определяется распространением и мощностью отложений мела, представленных мощной толщей известняково-мергелевых пород (510 – 667 м), которые являются газупором (экраном).

Состав газа и природная газоносность угольных пластов Тягловского месторождения приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристика газовых зон угленосных отложений Тягловского месторождения

Газовая зона	Синонимика угольного пласта	Компонентный состав газа, %			Природная газоносность, м ³ /т с.б.м от - до
		CO ₂	CH ₄	N ₂	
Азотно-метановая	В ₄	0,60 – 0,70	0,19 – 48,7	44,25 – 96,5	0,17 – 8,2
Метановая		0,12 – 0,60	46,5 – 99,6	0,21 – 43,9	2,1 – 14,2
Азотно-метановая	В ₁	0,72 – 0,94	0,06 – 44,2	50,4 – 97,8	0,21 – 6,2
Метановая		0,02 – 0,58	50,2 – 97,4	2,16 – 46,5	5,0 – 14,55
Метановая	П ₉	0,10 – 5,40	64,5 – 98,7	4,2 – 33,7	3,5 – 22,1
	П ₈ ^В	0,03 – 3,20	61,2 – 97,3	3,8 – 35,9	5,0 – 28,0
	П ₈	0,05 – 2,70	73,7 – 99,3	5,6 – 23,4	5,5 – 24,2
	П ₇ ^В	0,32 – 2,60	69,8 – 98,9	1,5 – 35,6	4,9 – 30,0
	П ₇ ¹	0,34 – 2,90	64,0 – 98,0	1,8 – 35,8	5,8 – 30,3
	П ₇	0,30 – 2,70	66,0 – 95,3	3,1 – 16,5	10,4 – 31,8
	В ₆ , В ₅ ⁴	0,50 – 0,80	90,0 – 98,7	1,2 – 10,0	25,0 – 30,0

Природная газоносность угольных пластов Тягловского месторождения возрастает по их стратиграфическому положению в разрезе угленосной толщи сверху вниз. Очень показательны в подтверждение этого изменения крайних и преобладающих значений газоносности угольных пластов с глубиной на западном и восточном крыльях Тягловской синклинали в пределах поля шахты Тягловская № 1 (таблица 2), по данным Е.И. Гирного и др., 1986 г.

Как видно из приведенных в таблице данных, особенно наглядно увеличение газоносности со стратиграфической глубиной по их минимальным и преобладающим величинам.

К продуктивной части отложений серпуховского и башкирского ярусов, кроме высокогазоносных угольных пластов, приурочено ряд газоносных и газоводоносных горизонтов вмещающих пород, среди которых главная роль принадлежит песчаникам. Результаты определения газоносности вмещающих пород с помощью газового каротажа в различных интервалах пород в пределах поля шахты Тягловская № 1 наблюдаются следующие значения газоносности:

интервал угольных пластов В ₇ – В ₄	– 3,0 – 11,3 м ³ /м ³ ;
В ₁ – П ₉	– 5,0 – 11,0 м ³ /м ³ ;
П ₉ – П ₇ ^В	– 9,0 – 12,0 м ³ /м ³ ;
П ₇ ¹ – П ₇	– 3,0 – 5,0 м ³ /м ³ ;
П ₇ – П ₆ ⁰	– 5,0 – 8,0 м ³ /м ³ .

Приведение данные указывают на локальные места накопления газа.

Таблица 2 – Изменения крайних и преобладающих значений природной газоносности угольных пластов с глубиной на крыльях Тягловской синклинали в пределах поля шахты Тягловская № 1

Синонимика угольного пласта	Западное крыло синклинали	Восточное крыло синклинали
	Газоносность, м ³ /т с.б.м от – до преобладающее	Газоносность, м ³ /т с.б.м от – до преобладающее
В ₁ + В ₄	<u>3,7 – 7,0</u> 5,0	<u>3,9 – 8,4</u> 6,0
П ₉	<u>3,7 – 18,0</u> 10,0	<u>3,8 – 16,1</u> 12,0
П ₈ ^в	<u>5,2 – 28,0</u> 13,0	<u>5,5 – 18,2</u> 12,0
П ₈	<u>7,9 – 23,0</u> 17,0	<u>7,9 – 31,8</u> 18,0
П ₇ ^в	<u>4,8 – 30,3</u> 18,0	<u>7,6 – 31,8</u> 18,0
П ₇ ¹ + П ₇	<u>6,9 – 31,0</u> 18,0	<u>7,9 – 25,2</u> 19,0

Наиболее перспективной по геофизическим данным является толща песчаников ниже глубины 760,9 м, коэффициент пористости которых варьирует в пределах 11 – 14 %, а коэффициент газонасыщенности – 50 – 54 %. В песчаниках наблюдается прямая зависимость между составом и минерализацией пластовых вод с содержанием метана и величиной газового фактора.

На основе изучения газогенерационных свойств ископаемого растительного вещества на различных стадиях углеобразования нами проведена оценка ресурсов газа – метана, результаты которой приведены в таблице 3. Необходимо отметить, что газогенерационный потенциал в угленосной толще месторождения установлен по: 26 синонимизированным угольным пластам мощностью 0,50 м и более (в₇ – в₅⁴); 14 рабочим угольным пластам без синонимии; 39 нерабочим угольным пластам мощностью 0,30 – 0,49 м с синонимикой; 26 нерабочим угольным пластам без синонимии; 63 угольным прослоям (0,05 – 0,30 м) с синонимикой и 31 угольному прослою без синонимии.

Прогнозные ресурсы углеводородных газов на основе показателей современной природной газоносности по 10^{ти} угольным пластам и трем горизонтам песчаников месторождения приведены в таблице 4.

Таким образом, прогнозные ресурсы углеводородных газов в угольных пластах и вмещающих Тягловского месторождения составляют 7,05 млрд. м³ при автономной добыче с коэффициентом 1, принятым для беспаштного метода в Донецком бассейне (А.В. Анциферов, М.Г. Тиркель и др., 2004 г.). При получении дополнительных данных по газоносности угольных пластов и вмещающих пород в процессе проведения детальной разведки полей шахт

Тягловские № № 2 и 3 и специализированных работ, а также с учетом газоносности всех синонимизированных рабочих угольных пластов и без синонимии, нерабочих угольных пластов, угольных прослоев и рассеянной органики запасы углеводородных газов на месторождении могут быть увеличены, по меньшей мере, в 5 – 6 раз.

Таблица 3 – Ресурсы метана в угольных пластах и прослоях Тягловского месторождения на основе определения газогенерационного потенциала

Стадия углеобразования	Тип угольного пласта и прослоя	Ресурсы метана, млн. м ³
Торфяная	1. Рабочие пласты мощностью 0,50 м и более с синонимикой	7129,6
	2. Рабочие пласты без синонимии	209,2
	3. Нерабочие пласты мощностью 0,30 – 0,49 м	5546,5
	4. Нерабочие пласты без синонимии	1389,6
	5. Угольные прослои (0,05 – 0,29 м) с синонимикой	6385,7
	6. Угольные прослои без синонимии	12112,4
	Итого:	32781,9
Буроугольная + каменноугольная	1. Рабочие пласты с синонимикой (марки углей Б, Д, Г)	296195,8
	2. Рабочие пласты без синонимии	8691,7
	3. Нерабочие пласты с синонимикой	230537,9
	4. Нерабочие пласты без синонимии	58048,3
	5. Угольные прослои с синонимикой	265165,2
	6. Угольные прослои без синонимии	530730,8
	Итого:	1362369,6
	Всего по месторождению:	1395151,5

Примечание: выход метана с 1 тонны углей для расчета газогенерационного потенциала принят по В.А. Успенскому, В.П. Козлову и В.Л. Токареву (5).

Выводы

1. В пределах Львовско-Волынского каменноугольного бассейна наиболее газоносным является Тягловское месторождение каменных углей, которое обладает благоприятными условиями для образования и накопления углеводородных газов.

2. Отличительной особенностью Тягловского месторождения является отсутствие метано-азотной газовой зоны. Все угольные пласты в пределах месторождения залегают в метановой газовой зоне и только два верхних (v_4 и v_1) одновременно находятся в азотно-метановой газовой зоне, которая является маломощной.

3. Особенности газоносности угольных пластов и вмещающих пород на месторождении обусловлены целым рядом природных геологических факторов, основными из которых являются:

- наличие регионального экрана в виде мощной плотной известняково-мергелевой толщи верхнего мела, которая в ненарушенном состоянии является газонепроницаемой;

- высокая степень угленосности, генетический тип углей и степень метаморфизма;
- тектоническое строение месторождения;
- сорбционная метаноёмкость углей.

Таблица 4 – Прогнозные ресурсы углеводородных газов в угольных пластах и вмещающих породах Тягловского месторождения

Месторождение каменных углей	Поле шахты	Газоносный горизонт	Ресурсы газа, тыс. м ³
Тягловское	Тягловская № 1	Угольный пласт в ₄	84927
	Тягловские № № 2 и 3		14708
	Итого:		99635
	Тягловские № № 2 и 3	Угольный пласт в ₁	96495
	Тягловская № 1	Угольный пласт п ₉	292620
	Тягловские № № 2 и 3		231667
	Итого:		524287
	Тягловская № 1	Угольный пласт п ^в ₈	244104
	Тягловские № № 2 и 3		184969
	Итого:		429073
	Тягловская № 1	Угольный пласт п ₈	333478
	Тягловские № № 2 и 3		222391
	Итого:		555869
	Тягловская № 1	Угольный пласт п ^в ₇	80456
	Тягловские № № 2 и 3		374625
	Итого:		455081
	Тягловская № 1	Угольный пласт п ¹ ₇	294672
	Тягловские № № 2 и 3		56827
	Итого:		351499
	Тягловская № 1	Угольный пласт п ₇	480437
	Тягловские № № 2 и 3		312121
	Итого:		792558
	Тягловская № 3	Угольный пласт в ₆	355412
	Тягловские № № 2 и 3	Угольный пласт в ⁴ ₅	219884
	Тягловская № 1	Песчаник в ₄ / п ₉	1283400
	Тягловская № 1	Песчаник п ₉ / п ₈	1114400
	Тягловская № 1	Песчаник п ₇ / п ⁶ ₆	769600
	Всего по месторождению		7047193

Примечание: Ресурсы углеводородных газов на месторождении приводятся по данным Л.И. Грепак и др., 1991 г. и Е.И. Гирного и др., 1994 г., за исключением угольного пласта в₆, оценка ресурсов газа по которому выполнена автором.

4. Основные промышленные угольные пласты характеризуются высокой газоносностью, которая достигает 31,8 м³/т с.б.м. Кроме высокогазоносных угольных пластов, на месторождении развито три газоносных и газоводосносных горизонта песчаников, газоносность которых варьирует от 3 –

5 до 9 – 12 м³/м³. Наиболее перспективной по геофизическим данным является толща угольных пластов и песчаников ниже глубины 760,9 м, где коэффициенты пористости варьируют в пределах 11 – 14 %, а коэффициенты газоносности – 50 – 54 %. По химическому составу газа содержание метана в перспективных зонах геологического разреза изменяется от 90,5 до 99,6 %.

5. Установлена четкая взаимосвязь природной газоносности угольных пластов месторождения со стратиграфической глубиной их залегания, которая увеличивается с запада на восток и сверху вниз по разрезу угленосной толщи карбона.

6. Установлена связь газоносности угольных пластов месторождения с разрывными тектоническими нарушениями, причем их влияние на распределение газа в угольных пластах и вмещающих породах неодинаково и зависит от типа и морфологии нарушения, а также от характера залегания пород.

7. Газогенерационный потенциал угольных пластов и прослоев месторождения по торфяной, буроугольной, каменноугольной (марки углей Д и Г), стадиям углеобразования составляет 1395151,5 млн. м³.

8. Прогнозные ресурсы углеводородных газов в 10^м угольных пластах и трех горизонтах песчаников составляют 7,05 млрд. м³ при автономной добыче с коэффициентом 1, принятым для бесшахтного метода в Донецком бассейне.

9. При получении дополнительных по газоносности угольных пластов и вмещающих пород в процессе проведения детальной разведки полей шахт Тягловские № 2 и 3 и специализированных работ, а также с учетом газоносности всех синонимизированных рабочих угольных пластов и без синонимии, нерабочих угольных пластов, угольных прослоев и рассеянной органики запасы углеводородных газов на месторождении могут быть увеличены, по меньшей мере, в 5 – 6 раз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРИ

1. Анциферов А.В., Тиркель М.Г., Хохлов М.Т. и др. Газоносность угольных месторождений Донбасса. – К: Наукова Думка, 2004. – 230 с.
2. Гирный Е.И., Лельк Б.И. и др. Геологический отчет о детальной разведке каменных углей на поле шахты Тягловская № 1 Львовско-Волинского бассейна (1981 – 86 гг.). Львов. 1986. т.1. – 332 с. т. 7 – 297 с.
3. Гірний Є.Й. та інші. Геологічний звіт по попередній розвідці кам'яного вугілля на ділянці Тяглівська-Південна Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну в 1986 – 1994 рр. в 5^{ти} книгах. Інв. № 4236/1. Львів. 1994. т. 1 – 305 с.
4. Грещак Л.И. и др. Газоносность и выбросоопасность углей и вмещающих пород Юго-Западного углепромышленного района Львовско-Волинского бассейна. Инв. № 4150/1. Львов. 1991. т. 1 – 89 с., т. 2 – 35 граф. прил., т. 3 – 209 с.
5. Грещак Л.І. та інші. Встановлення закономірностей зміни гірничо-геологічних умов (вихидонебезпечності, газоносності, ударонебезпечності) вугілля і порід Львівсько-Волинського басейну. Інв. № 4150/1. Львів. 1993. т.1 – 87 с. т. 2 – 44 граф. додаток, т. 3. – 229 с.
6. Ермаков В.И. Образование углеводородных газов в угленосных и субугленосных формациях. – М.: Недра, 1984. – 205 с.
7. Инструкция по определению и прогнозу газоносности угольных пластов и вмещающих пород при геологоразведочных работах. – М.: «Недра». 1977.
8. Струев М.И., Исаков В.И., Шпакова В.Б. и др. Львовско-Волинский каменноугольный бассейн. Геолого-промышленный очерк. К: Наукова думка. 1984. – 272 с.