

ВЛИЯНИЕ ЛИТОЛОГИЧЕСКОГО ФАКТОРА НА ГАЗОНАСЫЩЕННОСТЬ ПЕСЧАНИКОВ УГЛЕНОСНОЙ ТОЛЩИ

ВПЛИВ ЛІТОЛОГІЧНОГО ЧИННИКА НА ГАЗОНАСИЧЕНІСТЬ ПІСКОВИКІВ ВУГЛЕНОСНОЇ ТОВЩІ

З метою вивчення впливу умов осадонакопичення на фільтраційно-ємнісні властивості проведено дослідження відносної газонасиченості пісковиків Донбасу різних літогенетичних типів, що вміщують вугілля марочного складу від Д до П. Більш газонасиченими з числа досліджених, а отже і потенційно газоносними, є руслові пісковики (відносна газонасиченість 85–90%), що вміщують вугілля низьких стадій метаморфізму (до стадії Ж включно). Проте пісковики підводних виносів річок (відносна газонасиченість 65–72%) є найбільш перспективними для пошуку скупчень метану як з огляду на колекторські властивості, так і з урахуванням їх обсягів у вугленосній товщі.

INFLUENCE OF LITHOLOGIC FACTOR ON GAS SATURATION OF COAL-BEARING STRATA SANDSTONES

In order to study the influence of sedimentation conditions on filtering-capacity properties researches of relative gas saturation of Donbas sandstones of different lithogenetic types are conducted, they contain coals of grade composition from long-flame to the lean. River-bed sandstones (relative gas saturation 85–90%) are the most gas-saturated from a number of investigated materials, and consequently potentially gas-bearing containing coals of the metamorphism low stages (up to and including fat coal step). However, sandstones of the under water rivers carry-over (relative gas saturation 65–72%) are the most perspective for the search of methane accumulations, both from reservoir properties point of view as well as taking into account their volumes in the coal-bearing strata.

Ключові слова: вугленосна товща, пісковики, літогенетичний тип, газонасиченість.

Ключевые слова: угленосная толща, песчаники, литогенетический тип, газонасыщенность.

Keywords: coal-bearing strata, sandstones, lithogenetic type, gas saturation.

Все геологические предпосылки относительно выявления газа на угольных месторождениях и имеющийся мировой опыт добычи угольного метана указывают на возможность организации промышленной добычи метана как альтернативного источника энергии. Общие ресурсы метана в отложениях угленосных формаций значительно превышают запасы природного газа. В частности, угленосная толща Донецкого бассейна содержит ресурсы метана, которые, по оценкам различных исследований, колеблются в пределах от 12 до 25 трлн м³ [5]. В последнее время метан углегазовых месторождений рассматривается уже не в качестве сопутствующего сырья, а как самостоятельное полезное ископаемое [4].

В Украине работы по созданию новой отрасли по добыче и утилизации метана угольных месторождений сдерживаются из-за отсутствия научного обоснования условий формирования скоплений метана в угленосной толще, которая имеет ряд отличий в сравнении с классическими газовыми месторождениями. Специфика угольных месторождений состоит в том, что основные газосодержащие породы – угли и песчаники – содержат метан преимущественно в

рассеянном, зачастую слабоподвижном или неподвижном состоянии [3]. Поэтому исследования геологических факторов, которые определяют распределение метана в угленосной толще, являются актуальными для научного обоснования закономерностей и условий формирования естественных и техногенных скоплений свободного метана.

Одним из важнейших геологических факторов, определяющих свойства горных пород угленосной толщи, являются условия осадконакопления. С целью изучения влияния условий осадконакопления на фильтрационно-емкостные свойства проведены исследования относительной газонасыщенности песчаников Донбасса различных литогенетических типов, вмещающих угли марочного состава от Д до Т. Исследовались песчаники Павлоградско-Петропавловского, Красноармейского, Южно-Донбасского, Донецко-Макеевского, Центрального, Алмазно-Марьевского и Краснодонского геолого-промышленных районов.

В Донбассе по структурно-текстурным особенностям выделяют 5 основных литогенетических типов песчаников: русловые (Р), подводных виносов рек с признаками русловых (ПВР-Р), подводных

выносов рек (ПВР), подводных выносов рек с признаками прибрежно-морских (ПВР-ПМ) и прибрежно-морские (ПМ) [2]. Следует отметить, что термин «прибрежно-морские песчаники» представляется недостаточно удачным, так как в широком смысле этого понятия все перечисленные песчаники являются прибрежно-морскими. Под прибрежно-морскими песчаниками в данном случае следует понимать осадки волно-прибойной зоны мелководной части морского бассейна.

Установлено, что в приведенном ряду от русловых песчаников к прибрежно-морским закономерно изменяются их состав и основные свойства, а именно: уменьшается размер породообразующих зерен, улучшается степень отсортированности материала, возрастает содержание слюдисто-глинистых минералов, увеличивается плотность и уменьшается абсолютная и открытая пористость [1, 2].

Исследования выполнялись на основе изучения естественной влажности песчаников. Лабораторными методами определена: массовая влажность песчаников, коэффициент открытой пористости, объемная плотность – с последующим расчетом по этим характеристикам показателя степени заполнения пор влагой. Относительная газонасыщенность определялась также расчетным путем как величина, дополняющая степень заполнения пор влагой (относительную водонасыщенность) до 100%.

Данные о естественной влажности песчаников Красноармейского района, залегающих в зоне развития углей марки Г, свидетельствуют о том,

что их относительная влажность возрастает в ряду от русловых песчаников к прибрежно-морским от 12,0% до 42,6% (табл. 1, рис. 1). Соответственно, относительная газонасыщенность убывает в этом же ряду от 88,0% до 57,4%. По средним значениям как относительной водонасыщенности, так и относительной газонасыщенности песчаники различных литогенетических типов отличаются друг от друга. Однако следует отметить, что если по средним значениям это различие ощутимо, то диапазоны колебания этих показателей имеют перекрытия, и по отдельным образцам столь значительное различие не обнаруживается.

Аналогичная картина характерна для песчаников Алмазно-Марьевского района, вмещающих угли марок ГЖ и Ж (табл. 2, рис. 1). Минимальное содержание влаги отмечается у русловых песчаников (14,8%), максимальное – у прибрежно-морских (47,1%). Соответственно, средние значения относительной газонасыщенности уменьшаются в ряду от русловых песчаников к прибрежно-морским – от 85,2% до 52,9%.

Установленная тенденция влияния литологического состава на водо- и газонасыщенность сохраняется и для песчаников, подвергшихся более глубоким постдиагенетическим преобразованиям. Так, песчаники Центрального района, вмещающие коксовые и отоценно-спекающиеся угли, характеризуются следующей относительной водонасыщенностью: русловые – 59,1%, подводных выносов рек с признаками русловых – 64,4%, подводных выносов

Таблица 1. Относительная влажность и газонасыщенность песчаников Красноармейского района (зона развития углей марки Г) различных литогенетических типов

Литогенетический тип песчаника	Количество определений	Значение степени заполнения пор влагой, %			Средняя относительная газонасыщенность, %
		минимальное	максимальное	среднее	
Русловые (Р)	80	4,2	30,7	12,0	88,0
Подводных выносов рек с признаками русловых (ПВР-Р)	132	3,5	38,3	17,6	82,4
Подводных выносов рек (ПВР)	548	3,8	64,9	27,9	72,1
Подводных выносов рек с признаками прибрежно-морских (ПВР-ПМ)	32	27,2	69,7	47,4	52,6
Прибрежно-морские (ПМ)	52	14,1	62,1	42,6	57,4

Таблица 2. Относительная влажность и газонасыщенность песчаников Алмазно-Марьевского района (зона развития углей марок ГЖ, Ж) различных литогенетических типов

Литогенетический тип песчаника	Количество определений	Значение степени заполнения пор влагой, %			Средняя относительная газонасыщенность, %
		минимальное	максимальное	среднее	
Русловые (Р)	16	6,7	23,5	14,8	85,2
Подводных выносов рек (ПВР)	28	21,6	48,4	34,3	65,7
Подводных выносов рек с признаками прибрежно-морских (ПВР-ПМ)	16	36,1	53,0	45,4	54,6
Прибрежно-морские (ПМ)	44	32,6	75,7	47,1	52,9

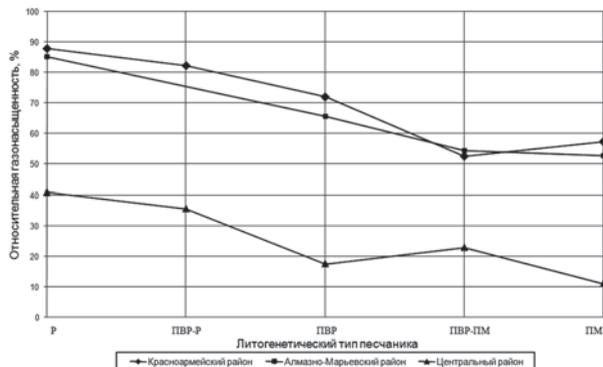


Рис. 1. Средняя относительная газонасыщенность песчаников различных литогенетических типов Красноармейского (зона развития углей марки Г), Алмазно-Марьевского (зона развития углей марок ГЖ, Ж) и Центрального (зона развития углей марок К, ОС) районов

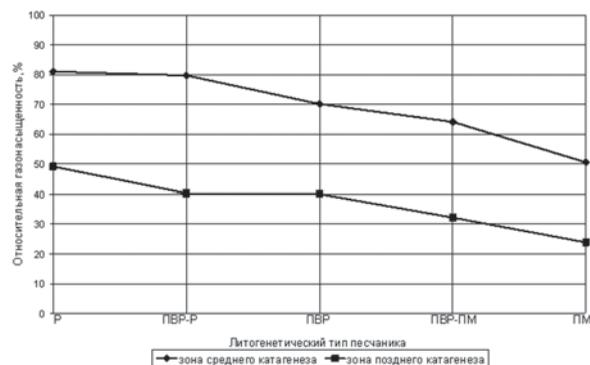


Рис. 2. Средняя относительная газонасыщенность песчаников зон среднего и позднего катагенеза

рек – 82,4%, подводных выносов рек с признаками прибрежно-морских 77,1% и прибрежно-морские – 88,9% (табл. 3, рис. 1). Это определяет их среднюю относительную газонасыщенность, которая убывает от русловых песчаников к прибрежно-морским – от 40,9% до 11,1%.

Если рассматривать относительную газонасыщенность, составляющую не менее 50%, в качестве необходимого условия формирования и сохранения газовых скоплений в угленосной толще, можно сделать вывод о том, что на более ранних стадиях постдиагенетических преобразований (до группы метаморфизма Ж включительно) потенциально газонасыщенными могут быть песчаники всех основных литогенетических типов. Наибольшей потенциальной газонасыщенностью, с учетом относительной газонасыщенности в среднем до 88%, обладают русловые песчаники. Достаточно высокую потенциальную газонасыщенность имеют также песчаники подводных выносов рек с признаками русловых и подводных выносов рек (в среднем не менее 65%).

На более высоких стадиях постдиагенетических преобразований (группа метаморфизма К и выше), хотя литологический фактор и продолжает играть существенную роль в формировании фильтрацион-

но-емкостных свойств песчаников (относительная газонасыщенность определяется литогенетическим типом песчаника), более значимым фактором, определяющим пониженную газонасыщенность и потенциальную газонасыщенность является степень катагенетических изменений. Этот вывод также подтверждается анализом относительной газонасыщенности песчаников, выполненным отдельно для зон среднего и позднего катагенеза. Для обеих зон тенденция закономерного увеличения степени заполнения пор влагой сохраняется в ряду от русловых песчаников к прибрежно-морским (табл. 4–5, рис. 2) примерно от 20% до 50% – в зоне среднего катагенеза и от 50% до 76% – в зоне позднего. Соответственно, относительная газонасыщенность изменяется в обратном порядке: снижается от 81,1% (русловые) до 50,6% (прибрежно-морские) в зоне среднего катагенеза. В зоне позднего катагенеза – убывает в среднем от 49,2% до 23,9%.

Полученные результаты позволяют сделать следующие выводы. Относительная газонасыщенность песчаников связана с первичными условиями их осадконакопления и закономерно уменьшается в ряду от русловых песчаников к прибрежно-морским, что является одним из факторов, опре-

Таблица 3. Относительная влажность и газонасыщенность песчаников Центрального района (зона развития углей марок К, ОС) различных литогенетических типов

Литогенетический тип песчаника	Количество определений	Значение степени заполнения пор влагой, %			Средняя относительная газонасыщенность, %
		минимальное	максимальное	среднее	
Русловые (Р)	40	15,8	100,0	59,1	40,9
Подводных выносов рек с признаками русловых (ПВР-Р)	20	49,3	85,6	64,4	35,6
Подводных выносов рек (ПВР)	68	57,6	100,0	82,4	17,6
Подводных выносов рек с признаками прибрежно-морских (ПВР-ПМ)	24	39,0	100,0	77,1	22,9
Прибрежно-морские (ПМ)	20	44,6	100,0	88,9	11,1

Таблица 4. Относительная влажность и газонасыщенность песчаников зоны среднего катагенеза различных литогенетических типов

Литогенетический тип песчаника	Количество определений	Значение степени заполнения пор влагой, %			Средняя относительная газонасыщенность, %
		минимальное	максимальное	среднее	
Русловые (Р)	104	4,2	65,0	18,9	81,1
Подводных выносов рек с признаками русловых (ПВР-Р)	164	3,5	64,0	20,2	79,8
Подводных выносов рек (ПВР)	596	3,8	87,3	29,8	70,2
Подводных выносов рек с признаками прибрежно-морских (ПВР-ПМ)	56	10,7	61,1	35,8	64,2
Прибрежно-морские (ПМ)	88	14,1	100,0	49,4	50,6

Таблица 5. Относительная влажность и газонасыщенность песчаников зоны позднего катагенеза различных литогенетических типов

Литогенетический тип песчаника	Количество определений	Значение степени заполнения пор влагой, %			Средняя относительная газонасыщенность, %
		минимальное	максимальное	среднее	
Русловые (Р)	48	6,7	100,0	50,8	49,2
Подводных выносов рек с признаками русловых (ПВР-Р)	24	36,3	85,6	59,7	40,3
Подводных выносов рек (ПВР)	184	6,3	100,0	59,9	40,1
Подводных выносов рек с признаками прибрежно-морских (ПВР-ПМ)	48	39,0	100,0	67,8	32,2
Прибрежно-морские (ПМ)	64	42,6	100,0	76,1	23,9

деляющих снижение потенциальной газонасыщенности в этом же ряду. Эта закономерность сохраняется в региональном плане для всего Донецкого бассейна. Наиболее газонасыщенными из числа исследованных, а следовательно и потенциально газонасыщенными, являются русловые песчаники (относительная газонасыщенность 85–90%), вмещающие угли низких стадий метаморфизма (до стадии Ж включительно). Однако песчаники подводных выносов рек (относительная газонасыщенность 65–72%) являются наиболее перспективными для поиска скоплений метана как с точки зрения коллекторских свойств, так и с учетом их объемов в угленосной толще. Как известно, доля песчаников подводных выносов рек составляет до 30% мощности свит карбона [2].

В целом влияние литологического фактора на относительную газонасыщенность и потенциальную газонасыщенность песчаников снижается по мере увеличения степени их постдиагенетических преобразований. Влияние первичных условий осадконакопления отложений, вмещающих высокометаморфизованные

угли, также сказывается на газонасыщенности, но выражено в меньшей степени. На стадии катагенетических изменений, соответствующих стадии метаморфизма углей марки К и выше, определяющую роль играет степень постдиагенетических изменений, что обуславливает низкую относительную газонасыщенность песчаников, в среднем не превышающую 40%.

1. Геологические факторы выбросоопасности пород Донбасса / Забигайло В. Е., Широков А. З., Белый И. С. и др. – К.: Наукова думка, 1974. – 272 с.

2. Забигайло В. Е., Лукинов В. В., Широков А. З. Выбросоопасность горных пород Донбасса. – К.: Наукова думка, 1983. – 288 с.

3. Лукинов В. В., Пимоненко Л. И. Тектоника метаноугольных месторождений Донбасса. – К.: Наукова думка, 2008. – 352 с.

4. Рудько Г. І., Калашник П. М., Ловинюков В. І. Наукові і методичні основи вивчення метанонасності вугільних родовищ для підрахування загальних і видобувних запасів метану // Геолог України. – 2009. – № 3. – С. 69–70.

5. Углеродный массив Донбасса как гетерогенная среда / Булат А. Ф., Звягильский Е. Л., Лукинов В. В. и др. – К.: Наукова думка, 2008. – 412 с.