

УДК 622.533.17

Г.Я. Полевщикова, Е.С. Непеина, Е.М. Цуран, В.П. Титов

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ГАЗОНОСНЫХ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ КУЗБАССА

Развитие методов и средств изучения сорбционных свойств материалов к настоящему времени обеспечило оперативное получение более широкой информации по сравнению с классическими основами [1-4], в том числе термодинамической. Это открывает возможность изучения энергетических показателей с целью количественной оценки потенциальной газодинамической активности газоносных пластов как многокомпонентных геоматериалов, изменяющих свои метастабильные состояния в области влияния горных работ [5-10]¹.

Проведены исследования физико-химических свойств некоторых угольных пластов Кузбасса. Исследования включали определение остаточной газоносности проб углей и их технического состава по общепринятой методике, а удельной поверхности, адсорбции CO₂ и ее теплоты с помощью современных приборов «СОРБИ- N.4.1» и «ТЕРМОСОРБ TPD400». Исследовано 98 проб каменных углей с выходом летучих веществ 15-38%, отобранных на глубинах залегания угольных пластов 300-600 м при их природной газоносности 16-25 м³/т, зольности 1-1,5 %, зольности 2-14 %, остаточной газоносности 1,8-10,5 м³/т. Техниче-

температурный прогрев проб, резко раскрывающие сорбционную поверхность и каналы движения газа. Полученные после повышения точности измерений малых величин результаты представлены ниже.

По данным измерений (прибор «СОРБИ-N.4.1») удельной поверхности установлено, что интервалы значений (0,28-11,5 м²/г) частично перекрываются, средние значения не зависят от средневзвешенного диаметра частиц угля в пределах от 0,2 до 1,75 мм. Большой газоносности пласта в месте отбора пробы соответствует увеличение ее остаточной величины в пробе, отобранный из пласта в герметичный стакан, а так же измеряемой величины удельной поверхности. С ростом величины ранее обоснованного показателя энергии полураспада углеметана [8,10] в месте отбора пробы выше 100 Дж/г ее удельная поверхность возрастает в 3-5 раз.

Вторым видом лабораторных исследований являлось измерения величины и теплоты адсорбции CO₂ углем при различном давлении и температуре (таблица 1) с помощью прибора «ТЕРМОСОРБ TPD400».

Таблица 1. Результаты анализа проб углей

Шахта	Газоносность пласта в месте отбора пробы, X, м ³ /т	Остаточная газоносность пробы, X _{ост} , см ³ /г	Технический анализ			Средне взвешенный диаметр, d _{ср.вз.} , см	Удельная поверхность, S _{удп} , м ² /г	Показатели адсорбции при температуре 150°C и давлении 500 торр	
			Выход летучих, V ^{daf} , %	Зольность, A ^d , %	Влажность, W ^a , %			A _{15,500} , мл/г	Q _{15,500} , кДж/моль
«Алардинская», пласт 6	25,7	5,43	18,4	15,4	0,82	0,08	1,92	3,03-4,14	45
«Чергинская», пласт 5	29,0	5,01	36,59	12,16	0,85	0,34	2,48	1,63-1,64	11,8
«Первомайская», пласт XXVII	23,0	4,89	21	4,2	0,9	0,063	2,75	2,45-5,57	42

ские и программные характеристики приборов, методика подготовки проб и измерений совместно со специалистами «ИФП СО РАН» и «ИК СО РАН» приведены к обязательному условию - исключить предварительную экстракцию и высокотемпературный прогрев проб, резко раскрывающие сорбционную поверхность и каналы движения газа. Полученные после повышения точности измерений малых величин результаты представлены ниже.

Установлено, что в диапазоне температур угольных пластов наибольшие отличия величин адсорбции и ее теплоты характерны при давлении около 500 торр: для углей с выходом летучих веществ 37% имеем 0,6-1,4 мл/г и 11,8 - 12,0 кДж/моль; для 21% имеем 2,0-5,6 мл/г и 30,7 - 60,1 кДж/моль; для 18% имеем 2,0 - 4,1 мл/г и 24,3 - 56,8 кДж/моль. Отметим, что на пласте с выходом летучих веществ 21% пробы отобраны в особо

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке междисциплинарного интеграционного проекта СО РАН № 99, гранта РФФИ № 10-05-98009-р_сибирь_a

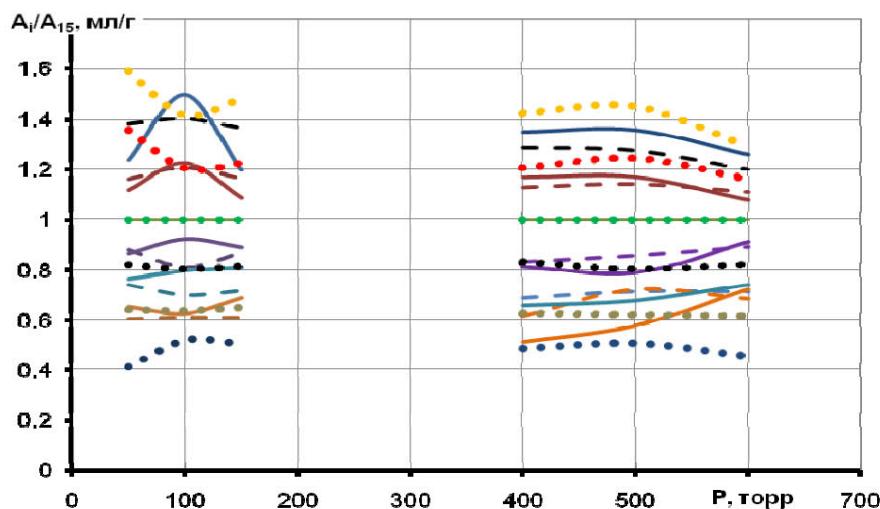


Рис. 1. Отклонения замеренных величин адсорбции при различной температуре от ее значений при давлении 500 торр и температуре 15°C

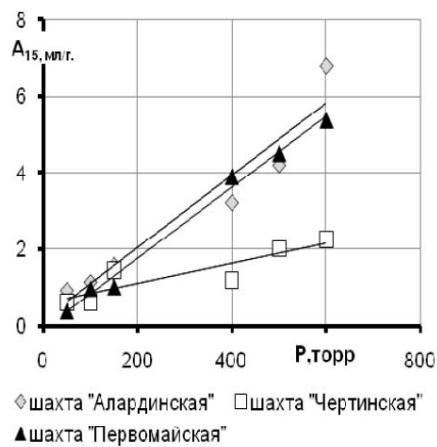


Рис.2 .Изменение величины адсорбции CO_2 углем при температуре 15°C с ростом давления насыщения

выбросоопасной зоне.

Для удобства анализа нелинейных зависимостей в качестве базового показателя принятые значения ($A_{15,500}$), полученные при давлении адсорбции 500 торр и температуре 15°C. На рис. 1 показаны отклонения замеренных величин адсорбции от базового показателя.

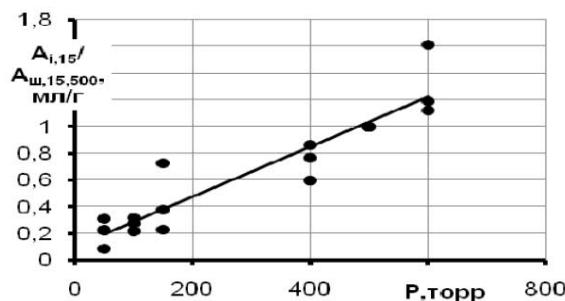


Рис.4 .Изменение отношения замеренных величин адсорбции CO_2 углем при температуре 15°C с ростом давления насыщения

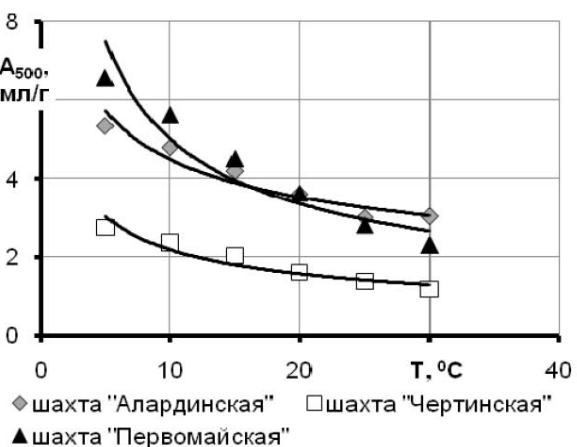


Рис.3.Изменение величины адсорбции CO_2 углем при давлении 500 торр с ростом температуры

При количественном анализе системности отклонений предварительно оценим устойчивость влияния давления и температуры на базовый показатель $A_{15,500}$ (рис. 2 и 3).

Показатели сходимости ($R^2=0,76-0,98$) аппроксимирующих функций указывают на достаточную адекватность тенденций изменений базо-

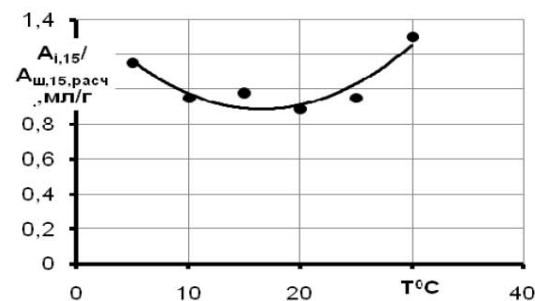


Рис.5. Изменение величины адсорбции CO_2 углем при давлении 500 торр с ростом температуры

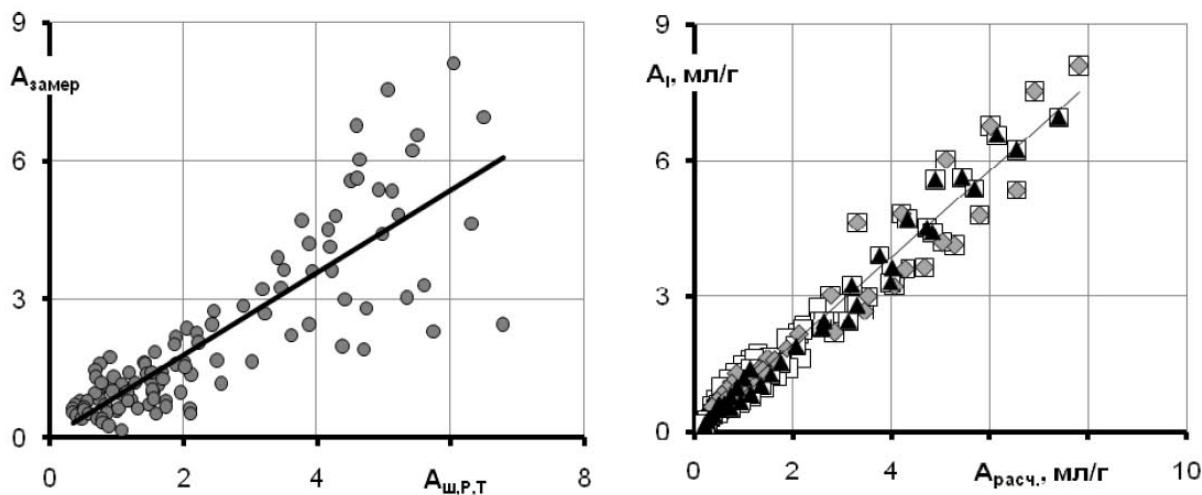


Рис. 6. Сходимость замеренных и расчетных данных величины адсорбции CO_2 углем при давлениях 50-600 торр и температуре от $+5^{\circ}\text{C}$ до $+30^{\circ}\text{C}$: а) по общей для всех проб эмпирической зависимости, б) по эмпирическим зависимостям для каждой пробы

вого показателя общепринятым представлениям о термодинамике процесса. Следовательно, с его применением можно проанализировать всю сово-

ддовлетворительно отвечающую надежности аппроксимации (рис. 6).

$$A_{ш,Р,Т} = A_{ш,15,500} (0,0019 P + 0,103) (0,002T^2 - 0,068T + 1,45), \text{мл/г},$$

где $A_{ш,Р,Т}$ – адсорбция CO_2 при различных давлениях и температуре, мл/г; $A_{ш,15,500}$ – адсорбция CO_2 при давлении 500 торр и температуре 15°C , мл/г; P – давление газа, торр; T – температура в опыте, С.

Отметим, что при предварительной оценке параметров адсорбции через удельную поверхность сходимость ухудшилась;

Перспективность развития полученных результатов исследования следует из сопоставления графиков на рис. 7 и 8 с известными положениямиrudничной газодинамики.

Наиболее выбросоопасные угольные пласти, средняя стадия метаморфизма с выходом летучих веществ 25%, имеют наибольшие величины сорбционного потенциала и теплоты адсорбции.

Этот качественный вывод известен, но выполненные работы показали, что с помощью современных технических и методических средств он может быть количественно установлен даже в такой сложной части измерений, как термодинамика процесса взаимодействия угля и газа.

В комплексе с шахтными измерениями термодинамики газоистощения угольных пластов они позволят уточнить свойства и состояния углеметановых геоматериалов для повышения газовой безопасности шахт и развития технологий извлечения газа [10,11].

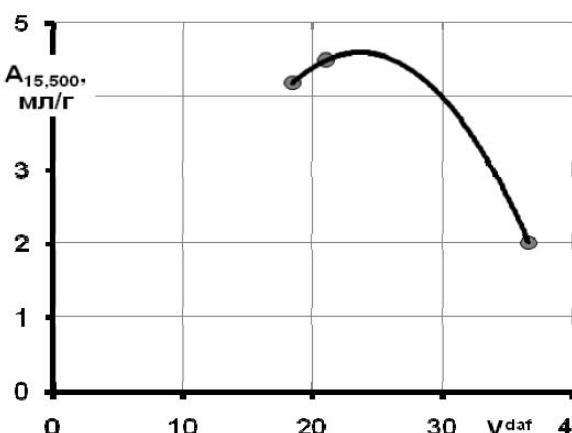


Рис. 7. Изменение замеренных величин адсорбции CO_2 углем при температуре 15°C и давлении 500 торр ростом выхода летучих веществ

купность данных. Поскольку установленные функции не линейны, то в начале результаты измерений для каждой пробы шахтопласта при $T=15^{\circ}\text{C}$ нормировались по величинам $A_{15,500}$ (рис. 4). Затем (рис. 5) рассчитывались отношения замеренных величин к расчетным, согласно установленной зависимости.

В результате обработки всей совокупности данных получена двухфакторная зависимость,

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Ермеков, М.А. О применимости теории Лэнгмюра к изучению метаноемкости ископаемых углей [Текст] / М.А. Ермеков, О.Ш. Ортенберг // Изв. вузов. Горный журнал. 1976. № 1.
- 2 Дубинин, М.М. Успехи химии [Текст], 1982, т.51, вып.7, С. 1065-1074.
- 3 Дубинин, М.М., Астахов В.А. // Изв. АН СССР[Текст], серия химическая, 1971, № 5.
- 4 Малышев Ю.Н. Фундаментально-прикладные методы решения проблемы угольных пластов [Текст]

/ Ю.Н. Малышев, К.Н. Трубецкой, А.Т. Айруни. – М.: ИАГН, 2000–519 с.

5 Киряева Т.А. Влияние энергии распада углеметана на деструкцию частиц угля и развитие внезапных выбросов угля и газа / Т.А. Киряева, А.А. Рябцев, М.С. Плаксин, Р.И. Родин // Горный информационно-аналитический бюллетень. № ОВ17. 2009. – С.148-153.

6 Плаксин М.С. Оценка газодинамической активности углеметановых пластов при ведении горных работ и планирование объемов извлечения попутного метана / М.С. Плаксин, А.А. Рябцев, В.А. Сухоруков // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. – Кемерово, 2010. – С. 43-50.

7 Эмиссия метана при добыче угля в России. / О.В. Тайлаков, А.Н. Кормин, М.Л. Гитарский В.О. Тайлаков // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – Том XXII. – Москва: ИГКЭ, 2009. С. 216-227.

8 Полевщикова, Г.Я Оценка следствий газодинамической деструкции углеметановых геоматериалов / Г.Я. Полевщикова, Т.А. Киряева, Е.С. Селюкина (Непеина), В.Б. Фенелонов, М.С. Мельгунов // Фундаментальные проблемы формирования техногенной геосреды: материалы конференции (с участием иностранных учёных). – Новосибирск, 2008. –Т.1. –С.435-440.

9 Рябцев, А.А. Подготовка данных о газоносности пластов для электронного картирования / А.А. Рябцев // Вестник Научного центра по безопасности работ в угольной промышленности. –Кемерово, 2011. –№2. –С.120-124.

10 Совершенствование метода определения газоносности угля для повышения эффективности дегазации угольных пластов. / О.В. Тайлаков, А.Н. Кормин, А.И. Смыслов, В.О. Тайлаков // Журнал «Газовая промышленность». Ежемесячный научно-технический и производственный журнал № 11/682/2012. Издво «Газоил пресс» - С. 46-47.

11 Особенности применения методики определения газоносности угольных пластов в процессе ведения горных работ / Макеев М.П., Кормин, А.Н. // Энергетическая безопасность России. Новые подходы к развитию угольной промышленности: Тр. XII Междунар. науч.-практич. конф.- Кемерово: ИУУ СО РАН, КузГТУ, ННЦ ГП – ИГД им. А.А. Скочинского, ЗАО КВК «Экспо-Сибирь», 2010.- С. 164-165.

Авторы статьи:

Полевщикова Геннадий Яковлевич, докт. техн. наук, зав. лаб. Института угля СО РАН E-mail: gas_coal@icc.kemsc.ru	Непеина Елена Сергеевна, ведущий инженер Инсти- тута угля СО РАН E-mail: gas_coal@icc.kemsc.ru	Цуран Елена Михайловна, ведущий инженер Инсти- тута угля СО РАН E-mail: gas_coal@icc.kemsc.ru	Титов Виктор Петрович, начальник инженерно- технического отдела элек- тронной системотехники Института физики полу- проводников СО РАН E-mail: tv@ngs.ru
---	--	---	--