

**ВОЗМОЖНОСТИ ИЗУЧЕНИЯ ФИЛЬТРАЦИОННЫХ СВОЙСТВ
КОЛЛЕКТОРОВ УГОЛЬНЫХ ПЛАСТОВ НА ОСНОВЕ
МНОГОВОЛНОВЫХ СКВАЖИННЫХ
СЕЙСМИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ**

Д. П. Земцова, А. Г. Погосян
(ОАО «ГАЗПРОМ ПРОМГАЗ»)

**POSSIBILITIES OF STUDYING OF FILTRATIONAL PROPERTIES
COLLECTORS OF COAL LAYERS ON THE BASIS OF
MULTICOMPONENTIAL WELL SEISMIC SUPERVISION**

D. P. Zemtsova, A. G. Pogosyan
(JSC «GAZPROM PROMGAZ»)

Аннотация.

Обоснована эффективность количественной оценки упругодеформационных свойств среды при изучении фильтрационных свойств углей на основе данных многоволновой скважинной сейсморазведки. Опробована технология, позволившая выявить эмиссионную активность среды, обусловленную изменением макроструктуры внутренней микротрещиноватости.

Abstract.

Efficiency of a quantitative estimation of elastic-deformation properties of environment is proved at studying of Filtrational properties of coals on the basis of the data multi wave well seismic prospecting. The technology, allowed to reveal issue activity of environment caused by change of a macrostructure internal micro fracture is tested.

Введение

Среди угольных бассейнов России особое место принадлежит Кузбассу, как крупнейшему метанугольному бассейну мира, обладающему возможностями широкомасштабной добычи метана из угольных пластов. Прогнозные извлекаемые ресурсы метана в бассейне оцениваются в 13 трлн.м³. Данная оценка ресурсов метана соответствует глубине 1800-2000м. Большие глубины угольного бассейна сохраняют на отдаленную перспективу огромное количество метана, которое оценивается в 20 трлн. м³. [1]

Для начала добычи метана непосредственно из угольных пластов необходимо пробурить скважину. Однако если газ, содержащийся в песчанике, свободно выходит на поверхность за счет пластового давления, то в залежах угля необходимо создать каналы для его движения, Такой подход обусловлен тем, что газопромисловые свойства угольного пласта значительно отличаются от аналогичных свойств традиционных (песчаных, карбонатных) газовых коллекторов. Эти различия вызваны генетической и пространственной связью газа (метана) со своим коллектором - угольным веществом и его образование в процессе метаморфизма угля.

Между тем, кроме искусственно созданных каналов, на величину газоотдачи влияют также и фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) самой угольной породы, обусловленные внутренней микро-трещиноватостью.

В связи с этим рассмотрены возможности применения скважинных исследований для оценки ФЕС угольных пластов как нетрадиционных газовых коллекторов.

Определение физико-механических свойств угольных пластов.

Важным фактором на прямую влияющим на фильтрационные свойства угольных коллекторов является геомеханическое состояние геосреды, которое находит свое отражение в упруго-деформационных параметрах слагающих разрез горных пород.

Геомеханическое состояние углепородных толщ является фактором, способствующим оценке развития естественной трещиноватости и проницаемости пластов способствующих применению техногенных способов повышения проницаемости пластов и интенсификации (активизации) их газоотдачи.

В литературе физико-механические свойства углей Кузбасса и вмещающих угли горных пород изучены недостаточно, и нет количественно установленных значений упруго-деформационных модулей углепородного массива в условиях их естественного залегания, полученных на основе сейсмических данных.

Информационную базу для изучения физико-механических свойств метаноугольной среды, в сложных сейсмогеологических условиях Кузбасса, составили данные опытно-методических исследований, проведенных по технологии многоволновых скважинных сейсмических наблюдений на экспериментальных полигонах в Кузбассе [2].

Применение трехкомпонентного скважинного приемного устройства позволило зарегистрировать не только продольные (PP), но и обменные (PS) и поперечные (S) падающие и отраженные волны. На основе сведений о скорости распространения продольных и поперечных волн осуществляется расчет упругих параметров среды по известным формулам из теории упругости, отражающих физико-механические свойства среды.

При этом проведенный предварительный анализ имеющихся зависимостей по двум скважинам упругих модулей от петрофизического состава слагающих метаноугольный разрез горных пород показали высокую информативность физико-механических свойств, при выделении угольных пластов на фоне вмещающих пород. Выявлен наиболее чувствительный параметр-модуль сжатия, по отношению к составу угольного вещества и в частности зависимость сжимаемости углей от их зольности, использование которого открывает возможности для оценки качества углей с прогнозом их коллекторских свойств (см. рис. 1). Параметр сжимаемости углей оказался наиболее чувствительным параметром среды, отражающим физические свойства углей, принимая в целом высокие значения, на фоне плотных песчаников и алевролитов характеризуется низкими значениями $3-10 \cdot 10^2 \text{ кПа}^{-1}$.

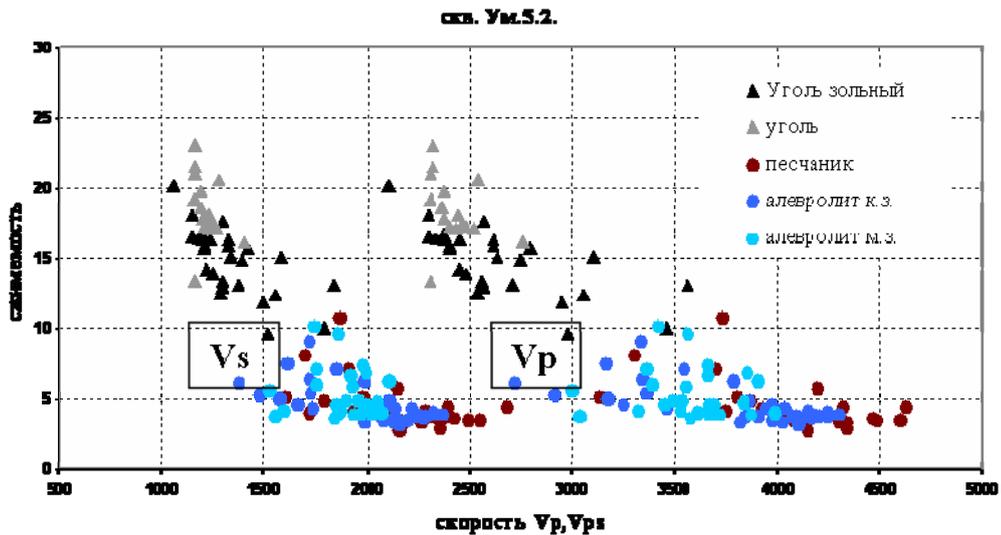


Рисунок 1 Зависимость сжимаемости от скоростей V_p , V_s для горных пород слагающих метаноугольный разрез.

Значения упругих характеристик разреза, полученные в околоскважинном пространстве по данным ВСП хорошо коррелируются с данными, полученными на основе скважинных (широкополосного акустического каротажа) и лабораторных исследований, по данным ВСП установлены наименьшие интервальные скорости по ассоциациям пачек угольных пластов №60-59 сосредоточенных в западном секторе околоскважинного пространства. Одновременно, к этому участку выявлена приуроченность минимальных значений модуля всестороннего сжатия K (характеризующая повышенную сжимаемость среды) (см. рис.2).

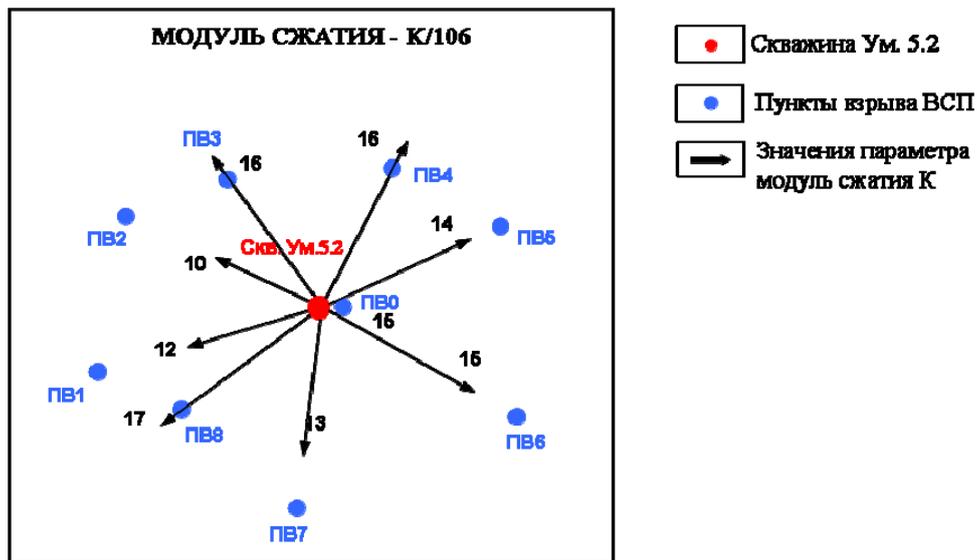


Рисунок 2 Распределение параметра сжимаемости угольного пласта в околоскважинном пространстве по данным ВСП

Возможность изучения волнового поля во внутренних точках среды, позволило не только исключить влияния поверхностных волн помех, и тем самым повысить качество данных, но и расширить энергетический спектр

волновых полей, дополнив традиционный состав полезных волн, волнами разной природы и сейсмическими процессами, отражающими нелинейные свойства среды, и, прежде всего, его эмиссионную активность обусловленную внутренней микроструктурной неоднородностью.

Изучение внутренней микротрещиноватости угольных пластов.

В угольных коллекторах поровая межгранулярная проницаемость (на уровне матрицы) как таковая отсутствует, фильтрационные свойства угольных коллекторов обусловлены неоднородностями на мезо- и микроуровнях (трещинами), эти особенности угольных коллекторов диктуют необходимость создания специфического подхода в оценке фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) исходя из природы их проницаемости.

Известно, что наличие микроструктурных (значительно превышающие атомарный размер, но малые в масштабе длины упругой волны) неоднородностей, таких как микротрещины (контрастные по своим упругим параметрам по сравнению с однородной средой-матрицей), может приводить к аномальным проявлениям нелинейных свойств среды, значительно повышать интенсивность нелинейных акустических параметров и существенно менять сам качественный характер нелинейности (появление ярко выраженной частотной или амплитудной зависимости). При этом, линейные акустические характеристики среды могут оставаться почти неизменными, тем самым «структурная чувствительность» (на микроуровне) нелинейных свойств среды является значительно выше чем у линейных упругих параметров [3].

Таким образом, ярко выраженная структурная зависимость нелинейных проявлений и прежде всего эмиссионной активности микронеоднородных сред, может стать диагностически значимым критерием при определении внутренней микроструктурной неоднородности метаногольной среды.

Изучение эмиссионной активности среды проводилось на основе спектрально-временного анализа волнового поля ВСП отработанного до и после гидродинамического воздействия на угольные пласты (обеспечивающего интенсификацию адсорбированного метана из угольных пластов и повышению газоотдачи) с целью оценки влияния на динамику ВП происходящих нелинейных сейсмических процессов после техногенного воздействия на структуру внутренней трещиноватости.

Результаты исследований сводятся к следующему: выявлено наличие зоны низкочастотной резонансной эмиссии по угольному пласту после проведенных работ гидроразрыва. Зона гидродинамического воздействия характеризуется понижением частоты и повышением энергии геодинамического шума, что очевидно обусловлено активизацией процессов дегазации пластов и с изменениями напряженно-деформированного состояния НДС макроструктуры микротрещин после гидроразрыва, сопровождающиеся сейсмическими эмиссиями (см. рис.3).

До гидроразрыва пластов

После гидроразрыва пластов

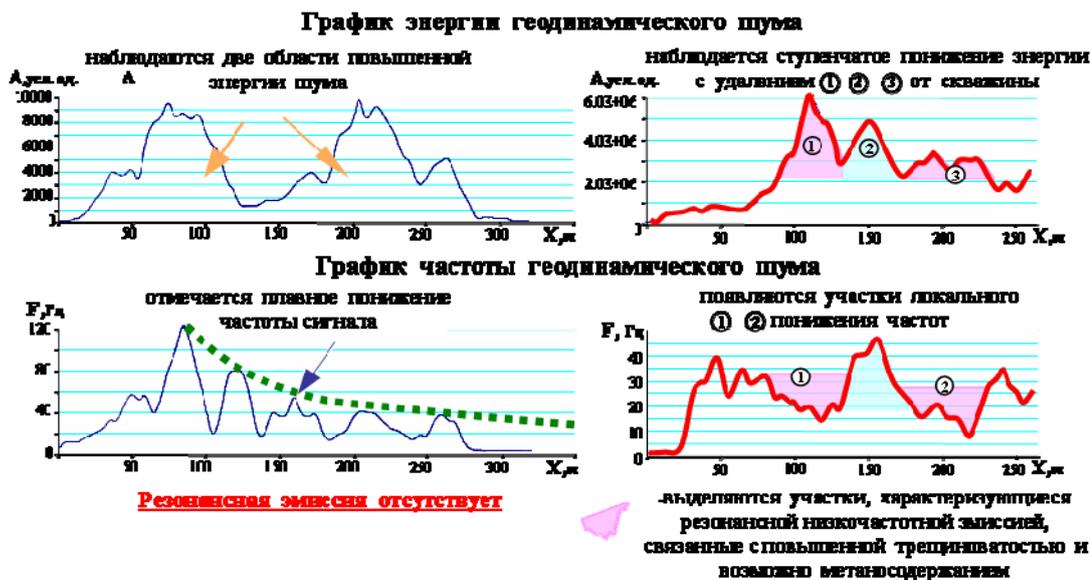


Рисунок 3. Низкочастотная резонансная эмиссия в волновом поле геодинамического шума ВСП, обусловленная изменениями внутренней трещиноватости после применения гидроразрыва

Выводы

Существенные различия физико-механических свойств коллекторов угольных пластов и вмещающих их песчано-алевролитовых пород в Кузбассе позволяют рекомендовать с целью определения ФМС угленосных толщ многоволновые сейсмические исследования, обеспечивающие возможность построения упруго-деформационной модели среды.

Необходимо комплексировать возможность количественной оценки ФМС среды, на основе скважинных многоволновых наблюдений, с технологиями позволяющими характеризовать структурно-обусловленную неоднородность среды, на основе нелинейных представлений геофизической модели среды.

Ярко выраженная структурная зависимость нелинейных проявлений микронеоднородных сред может стать диагностически значимым критерием при определении внутренней микроструктурной неоднородности геологических сред, обусловленной их внутренней трещиноватостью.

Литература

1. Карасевич А.М., Земцова Д.П., Никитин А.А. Сейсморазведка при изучении метаноугольного разреза. -М.: ООО «ЦИТвП», 2008.-164с.
2. Земцова Д.П., Погосян А.Г. Возможности многоволновых скважинных исследований ПМ ВСП в условиях метаноугольного разреза Кузбасса. Геофизика №6, 2008 г., с. –
3. В.Ю.Зайцев, Н.В..Прончатов-Рубцов, «Неклассическая» структурно-обусловленная акустическая нелинейность: эксперименты и модели.
