

ФОРМИРОВАНИЕ ЗОН РАЗУПЛОТНЕННЫХ ПОРОД В ОБРАЗОВАНИЯХ ФУНДАМЕНТА И НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ ИХ КАРТИРОВАНИЯ

The formation of zones of uncompacted rocks in the formations of the basement
and new seismic technology to map

УДК553.98.01

В.Л.ШУСТЕР	Главный научный сотрудник Института Проблем нефти и газа РАН Доктор г-м наук, проф., академик РАЕН	Москва tshuster@mail.ru
V.L.SHUSTER	Chief research worker (Institute of oil and gas problems of Russian Academy of Sciences), professor. Ph.D.Sci (geology)	Moscow
Ключевые слова:	фундамент, нефть, трещиноватость, разуплотненные породы, сейсморазведка, рассеянные волны	
Keywords:	Basement, oil, fracture, uncompacted rocks, seismic, scattered waves	

Рассмотрены основные первичные и вторичные геологические факторы, влияющие на формирование пустотности в массивных породах фундамента. Предложены новые технологии сейсморазведки, разработанные российскими учеными, позволяющие прогнозировать такие зоны.

Describes the main primary and secondary geological factors influencing the formation of voidness in the massive basement rocks. Proposed new seismic technology developed by Russian scientists, allowing to predict areas

Большинство открытых залежей нефти (газа) в породах фундамента приурочено преимущественно к трещиноватым коллекторам. Именно зоны развития разуплотненных трещинных, трещинно-каверновых и трещинно-каверново-поровых пород- коллекторов и являются очагами аккумуляции углеводородов из окружающих осадочных нефтегазопроизводящих толщ. Согласно нашим представлениям, формирование зон разуплотненных трещиноватых пород фундамента происходит под воздействием статических и динамических внутренних и внешних напряжений при относительно быстром снижении давления и температуры, сопровождаемом импульсом выделяемой энергии, который и является первопричиной разрушения, т.е. разуплотнения пород.

Распространение импульса энергии в виде волны приводит к переносу энергии из области разрыва в окружающую среду, к перераспределению напряжений и уплотнению окружающих пород соответственно объему возникшего разуплотненного пространства.

Какие же геологические факторы влияют на формирование пустотного пространства в кристаллических породах фундамента?

Анализ геологических материалов по зарубежным месторождениям нефти(газа) в образованиях фундамента (В.Л. Шустер, 2003) [2] и месторождениям в Западной Сибири (А.Н.Дмитриевский и др., 2012) [1] показал, что в кристаллических породах распространена преимущественно трещинная, трещинно-каверновая пустотность, которая распространена крайне неравномерно как по площади, так и по разрезу (рис.1). Максимальная часть полученного притока нефти из многосотметрового опробованного разреза фундамента на месторождении Белый Тигр (Вьетнам) зачастую приурочена к небольшим интервалам в 20-40м (до 60-80% притока). А на северном своде того же месторождения первые породы-коллекторы в разрезе встречены на глубине -500-700м от поверхности фундамента, верхняя же часть –плохопроницаемые породы (рис.2).

Нами [2] модель строения залежи нефти в фундаменте названа неравномерно-ячеистой, тем самым подчеркивается сложный характер строения подобных ловушек: неравномерное распространение коллекторов в разрезе, в виде незначительных по размерам тел (ячеек).

Одним из сдерживающих факторов поисково-разведочные работы на нефть и газ в фундаменте было существовавшее долгие годы представление об ограниченном (корой выветривания) распространении трещиноватых пород в разрезе фундамента; т.е. их низкой пустотности. Однако в последние годы полученные новые данные по Татарстану Р.Х.Муслимовым и др.,1996 [3], Б.Н. Хахаевым и др., 2008 [4] по сверхглубоким скважинам СГ-6 и СГ-7 в Западной Сибири и по зарубежным месторождениям [2] позволили установить с полной определенностью факт распространения трещинно-кавернозных пород в массивных, в том числе, кристаллических толщах на значительную глубину от их поверхности (этаж нефтеносности в гранитоидах месторождения Белый Тигр достигает 2000м).

На формирование пустотности в кристаллических породах фундамента влияет ряд факторов.

Формирование пустотности в гранитоидных массивах начинается со стадии остывания магмы. Начальная температура магматического расплава составляет порядка 900°C. Остывание происходит неравномерно, наиболее быстро на контакте с вмещающими «холодными» породами, температура которых значительно ниже, чем у магмы. Поэтому по периферии интрузивного тела в результате такого относительно быстрого остывания происходит образование жесткого каркаса быстро затвердевшей лавы (зоны «закалки»). По причине такого скоротечного остывания (на сотни градусов Цельсия) и значительного перепада давления происходит существенное уменьшение объема тела. Какая-то часть этой усадки

приходится и на создание контракционной пустотности (зон разуплотнения), которую М.А.Осипов, 1982 [5] оценивает по результатам изучения Казахстанских гранитоидных массивов в 2-3% от общего объема остывшего тела. Пустотность выражена в трещинах, кавернах, раковинах, полостях, камерах, размеры которых могут достигать десятков метров. На нефтяном месторождении в фундаменте Оймаша В.П.Попков и др.1986[6] оценивают контракционную пустотность в 8% от объема остывшего кристаллического массива.

Уже на стадии остывания магмы на формирование пустотности начинают оказывать влияние тектонические процессы, которые действуют в продолжение всей геологической истории. Многочисленные примеры связи трещиноватости (хороших ФЕС пород и нефтеносности) с зонами крупных разломов по мировым месторождениям нефти в фундаменте показаны в работе В.Л.Шустера и др.,1997[7]. В Западной Сибири такая связь установлена в зоне (и вблизи зоны) Уренгой-Колтогорского разлома, где открыт ряд скоплений нефти в коре выветривания фундамента, а также в зоне крупного Шаимского разлома, где так же открыты нефтяные месторождения в фундаменте (В.С.Бочкарев и др., 2007; Н.К.Курышева,2005) [8,9].

Помимо первичных процессов на формирование пустотности, оказывает влияние так же и последующее вторичное геохимическое преобразование пород. Интенсивность и результат этих преобразований в значительной степени зависят от состава пород и характера изменения основных породообразующих минералов. Так, под воздействием высокотемпературных глубинных гидротермальных растворов на месторождении Белый Тигр отмечена приуроченность высоких фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) пород и повышенной продуктивности к наиболее кислым магматическим породам, в первую очередь, к гранитоидам. На месторождении Оймаша (Казахстан) максимальными дебитами (до 350т/сут) и наилучшими ФЕС пород ($K_p=3,4-7\%$, иногда до 12,4%) характеризуются трещиноватые граниты. На месторождении Ла-Пас, Венесуэла максимальные дебиты также получены из гранитов, на месторождении Бомбей-Хай, Индия – из гранито-гнейсов.

В Западной Сибири на ряде крупных структур (Красноленинский свод, Шаимский вал) закартированы участки, где фундамент представлен кислыми породами и где на образование трещинной пустотности одновременно положительно влияют значительное тектоническое напряжение, связанное с зонами разломов, и состав пород фундамента, в которых под воздействием гидротермальных процессов пустотность увеличивается. Здесь, повидимому, можно прогнозировать развитие зон множественной трещиноватости (дилатансии) и рекомендовать поисково-разведочные работы на нефть в фундаменте.

На формирование вторичной пустотности оказывают влияние также и гипергенные процессы, с которыми связано образование кор выветривания. Именно с корами выветривания фундамента до настоящего времени и связаны, в основном, полученные промышленные притоки нефти.

В последние годы в отечественной сейсморазведке были разработаны новые технологии с использованием рассеянных волн [10-12], позволяющие выделять трещинно-кавернозные зоны в массивных плотных магматических (а так же в метаморфических и карбонатных) породах. Эти волны представляют собой отклик от скоплений множества неоднородностей, какими являются трещины и каверны, заполненные газом или флюидом (нефтью, водой) на падающий фронт упругой волны.

Результирующим параметром в этих методиках является энергия рассеянных волн. Этому параметру эквивалентна по смыслу интенсивность трещиноватости.

Новые технологии позволяют на предварительной, перед бурением, стадии выделять зоны или участки разреза разуплотнённых пород-коллекторов с высокими ФЕС и целенаправленно выбирать местоположение и глубину проектных скважин (рис.3).

Таким образом, выявлены основные геологические факторы, влияющие на формирование зон разуплотнённых трещиноватых пород-коллекторов в кристаллических породах фундамента.

Первичная пустотность образуется в результате остывания магмы и тектонических процессов. Вторичная, наложенная пустотность формируется под воздействием гидротермальных и гипергенных процессов.

Предложены методы сейсморазведки с использованием рассеянных волн, позволяющие картировать эти зоны в образованиях фундамента.

Литература

- 1.Димитриевский А.Н.,Шустер В.Л., Пунанова С.А. Доюрский комплекс Западной Сибири-новый этаж нефтегазоносности (Проблемы поисков, разведки и освоения месторождений углеводородов).Изд. LAP LAMBERT Academi Publishing (Германия),2012,135с.
2. Шустер В.Л. Проблемы нефтегазоносности кристаллических пород фундамента.- М.: Обзор ООО. «Геоинформмарк». 2003. 48 с.
- 3.Муслимов Р.Х., Лапинская Т.А. Кристаллический фундамент Татарстана и проблемы его нефтегазоносности. Казань. Изд. «Дента».1996.487с.
4. Хахаев Б.Н., Горбачев В.И., Бочкарев В.С. и др. Основные результаты сверхглубокого бурения в Западно -Сибирской нефтегазоносной провинции. Сб. докладов «Фундамент, структуры обрамления Западно - Сибирского мезозойско-кайнозойского осадочного бассейна, их

геодинамическая эволюция и проблемы нефтегазоносности». Новосибирск. 2008. С. 224-227.

5.Осипов М.А. Формирование расслоенных плутонов с позиции термоусадки. -М.:Наука.1882. 233с.

6. Попков В.Н., Рабинович А.А., Туров Н.И. Модель резервуара газовой залежи в гранитном массиве // Геология нефти и газа. 1989. № 8. С. 27-30.

7. Шустер В.Л., Такаев Ю.Г. Мировой опыт изучения нефтегазоносности кристаллического фундамента. Разведочная геофизика.-М.: Обзор. ЗАО «Геоинформмарк». 1997. 71 с.

8. Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Нестеров Н.И.(мл.), Нечипорук Л.А. Закономерности размещения залежей нефти и газа в Западно-Сибирском мегабассейне // Горные ведомости. 2007. № 10. С. 6-23.

9. Курышева Н.К. Прогнозирование, картирование залежей нефти и газа в верхней части доюрского комплекса по сейсмологическим данным в Шаимском нефтегазоносном районе и на прилегающих участках. Автореферат кандидатской диссертации. Тюмень. 2005. 22 с.

10.Курьянов Ю.А., Кузнецов В.И. и др. Опыт использования поля рассеянных сейсмических волн для прогноза трещиноватых зон// Технология сейсморазведки.2008.№1.

11.Кремлев А.Н., Ерохин Г.Н. и др. Прогноз коллекторов трещинно-кавернового типа по рассеянным сейсмическим волнам// Технологии сейсморазведки.2008.№3.

12.Левянт В.Б., Шустер В.Л. Выделение в фундаменте зон трещиноватых пород методами сейсморазведки 3Д//Геология нефти и газа.2002.№2,с.21-26.