

**МОНИТОРИНГ ПЛАСТОВЫХ ФЛЮИДОВ ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ****Лонзингер Н.М.****научный руководитель канд. геол.-мин. наук Егорычева З. В.*****Сибирский Федеральный Университет***

Начало широкого применения геофизических исследований скважин связано с работами К. Шлюмберже, который в 1926-1928 гг. предложил и внедрил в нефтеразведку метод электрического сопротивления. Промыслово-геофизические исследования, которые называют каротажем, дают возможность по всей длине скважины определить литологический состав, мощность пород, выделить интервалы залегания продуктивных горизонтов, установить коллекторские свойства горных пород. Каротаж позволяет ответить на множество вопросов, интересующих специалистов. Наверное, поэтому в настоящее время насчитывается свыше 40 различных методов каротажа - электрические, радиоактивные, акустические, термические и т.д. Но оптимальный результат дает только их оптимальное сочетание. Например, по электрокаротажу четко выявляются продуктивные горизонты, потому что насыщенные нефтью коллекторы обладают высоким электрическим сопротивлением. Эти исследования дополняются акустическими и индукционными измерениями, позволяющими оценивать нефтенасыщенность пород.

Первые наземные сейсмические исследования в нашей стране начались после Великой Отечественной войны. Вначале исследования проводились по профилям – так называемая двумерная сейсморазведка. По мере развития геофизики в конце XX века появилась площадная трехмерная сейсморазведка 3D (three-dimensional), в результате которой стало возможным получение пространственных моделей строения участков земной коры. Наглядное представление об этом дает голограмма.

При разработке нефтяных и газовых месторождений меняются очертания залежи, контуры водонефтяного и газонефтяного контактов стягиваются к верхней части коллектора, причем неравномерно, меняется давление и плотность насыщающих пласт флюидов, происходит вытеснение нефти водой и обводнение продукции, в недрах остаются целики неизвлеченной нефти. Для наблюдения за этими изменениями многие годы на месторождениях бурили специальную сеть наблюдательных скважин. Бурение одного километра скважин в нефтеразведке обходится примерно в один миллион долларов. Внедрение трехмерной сейсморазведки помогло значительно сократить затраты на обустройство месторождений: если повторно, через некоторое время эксплуатации, повторить работы 3D и сравнить результаты с предыдущими, то можно получить представление об изменившихся параметрах залежи. Такой тип исследований получил название четырехмерной сейсморазведки (4D). Однако для достоверных выводов этот метод требует высокого соотношения сигнал/помехи (приблизительно 12/1), что наблюдается довольно редко.

Основная проблема состоит в том, что источник находится в контакте с поверхностью почвы, там могут быть горы, болота, песчаные отложения, выветрелые породы, да и вообще приповерхностная часть геологического разреза обычно представлена рыхлыми слабосцементированными породами. Погодные условия также вносят дополнительные искажения в результаты исследований. Различные условия сцепления приемника с почвой приводят в результате к невысокому соотношению сигнала/шума и не могут обеспечить высококачественные 4D-различия.

Этих недостатков можно избежать, если сейсмоприемники поместить на глубину в горизонтально пробуренную скважину небольшого диаметра под толщу перекрывающих пород и зацементировать их с целью лучшего сцепления с породой (рис. 1). Положение датчиков фиксируется при установке.

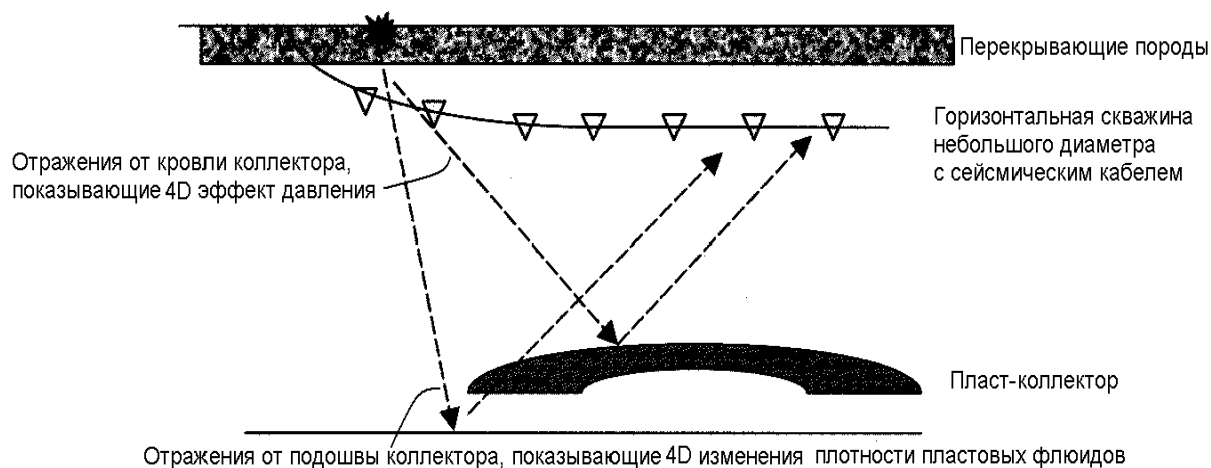


Рис. 1. Схема расположения датчиков для 4D мониторинга изменений плотности флюидов

Скважина должна иметь протяженность по крайней мере 3 км или больше, диаметр до 10 см. На сейсмический волоконно-оптический кабель диаметром около 1 см крепятся трехкомпонентные многофункциональные датчики. Для точной фиксации положения датчиков после их установки производят контрольный взрыв на поверхности земли.

С помощью установленных таким образом датчиков можно в любой момент проводить 4D исследования. Датчики улавливают сейсмические волны, а компьютеры обрабатывают записи сигналов и создают «картину» горных пород. Отражения сейсмических волн от кровли и от подошвы пласта-коллектора позволяют проводить мониторинг плотности флюидов, составлять карты изопохит, проводить точное определение количества запасов углеводородов непосредственно в пласте для любого момента времени. Благодаря таким исследованиям можно оперативно регулировать работу нагнетательных скважин, процесс заводнения, добычи нефти и газа, ограничивать извлечение продукции и одних скважинах и интенсифицировать в других.

Подобными разработками впервые начали заниматься специалисты концерна «Шелл». Пределы изменений сейсмических характеристик они определяли в лабораторных исследованиях на различных породах, насыщенных водой и углекислым газом. Установлено, что наибольшее влияние на эти значения оказывает плотность пластовых флюидов.

В нашей стране над созданием такой аппаратуры сейчас работает НПО «Геофизика», г.Пятигорск, основанное в 1999 г. Они опробовали свои приборы на многих месторождениях, в том числе и в Красноярском крае. Созданный ими трехкоординатный геофон-гидрофон ГГ-3 можно оценить как прорыв в области скважинной и наземной сейсморазведки, скважинной гравиметрии, мониторинга разработки месторождений нефти и газа. Аналогов не имеет. Датчик скомпенсирован по внешнему давлению и может применяться в скважинах без изоляции от промысловой жидкости при температуре окружающей среды до 200°C. Чувствительность датчика превосходит аналогичную современного высокочувствительного сейсмоприемника российско-американо-японского предприятия «Ойо-Гео-Импульс». Датчик имеет идеальную круговую направленность и может использоваться в качестве высокоточного датчика зенитного и апсидального углов трехкомпонентного сейсмоприемника для ВСП, скважинного гравиметра, наземного сейсмоприемника, а также и в других отраслях, например, в аэрокосмической, оборонной, для прогноза землетрясений. Размеры датчика: длина

36мм, ширина 22мм, вес 30г. Доклады и научные статьи по разработанным технологиям, выпускаемым приборам и результатам скважинных исследований регулярно публикуются в отраслевых журналах "Геофизика", "Каротажник" и материалах международных конференций и научных симпозиумов.