СКВАЖИННАЯ ГРАВИМЕТРИЯ В ПРОМЫСЛОВОЙ ГЕОФИЗИКЕ

Ефремов А.В., Бобров Д.С.
(ЗАО «Гравиразведка»)

Гравиметрический каротаж на сегодняшний день один из наиболее интересных и динамично развивающихся методов промысловой и разведочной геофизики. Работы проводимые сегодня показывают высокую эффективность ГрК (Гравиметрического каротажа) при поиске и изучении нефтегазоносных залежей, в т.ч. при отбивке газоводяных контактов, а также при оценке эффективных мощностей продуктивных коллекторов. В связи с этим, в последнее время, возникла необходимость оценить современное состояние ГрК, показать возможности метода при решении поисковых и оценочных задач, а также указать области наиболее эффективного применения данного метода.

Рис.1 Расчет плотности бесконечной горизонтальной плиты

Основы метода. Для измерений используется скважинный гравиметр LaCoste&Romberg, разработанный в 2004 году, позволяющий решать задачи, поставленные перед современной скважинной гравиметрией с необходимой точностью.

В основе исследований лежит измерение гравитационных эффектов, создаваемых различными породами в зависимости от их литологического состава и типа флюида, содержащегося в поровом пространстве. Суть метода заключается в измерении силы тяжести в пунктах профиля. Вдоль ствола скважины для расчета плотности между пунктами профиля в основу берется приращение силы тяжести, g , создаваемое бесконечной горизонтальной плитой, состоящей из горной породы равномерной плотности (рис.1).

По приращениям силы тяжести между пунктами с известными превышениями можно определить среднюю плотность горных пород в окрестностях профиля, что требуется при создании геологических карт, разведке полезных ископаемых и интерпретации наземных гравиметрических съемок.

Методика измерений и результаты. Измерения силы тяжести производятся в стационарном режиме, с интервалами глубины, которые разграничивают (сверху и снизу) слои горных пород, где необходимо определить величину плотности. После этого в два полученных значения силы тяжести и два значения глубины вносятся поправки. Откорректированные значения используются для расчета величины $\Delta g / \Delta z$, которая вставляется в уравнение для расчета плотности по величине силы тяжести.

Первоначально в скважине проводится разбивка каркасной и опорной сети. Далее выполняется рядовая съемка с шагом 1-3м, небольшими интервалами не более 50-70м, для уменьшения погрешностей связанных с колебаниями температуры в скважине.

Так как скважинная гравиметрия является методом промысловой геофизики, интерпретация результатов проводится в комплексе с данными ГИС (рис.2). В частности используется разность плотностей, которая определяется как разность гравиметрической плотности и плотности гамма-гамма каротажа, проинтегрированная на одном интервале глубины. Эта величина часто является индикатором присутствия подвижных углеводородов.

Имея данные о водонасыщенности и плотность, полученную по результатам гравиметрических измерений можно рассчитать пористость.

Рис.2 Пример комплексной интерпретации гравиметрического каротажа и ГИС.

В качестве примера на рисунке 2, в участке 2552-2556м выделен интервал, неявно заметный по данным ГИС, в отличие от интервала 2526-2530м, так как гравиметрический каротаж реагирует на удаленные структуры, недоступные другим методам, вследствие ограниченности их радиуса исследований.

Необходимо отметить некоторые несомненные преимущества гравиметрического каротажа по сравнению с другими методами ГИС: проведение замеров в обсаженной скважине, отсутствие влияния зоны проникновения, прямое влияние плотности, определение положения газо-водо-нефтяных контактов на значительном удалении от скважины, отсутствие влияния магнитных и электрических полей.

Применение метода гравиметрического каротажа очень эффективно при поиске нефтегазовых залежей в новых геологических районах, так и при исследовании уже известных месторождений для определения продуктивности и прогнозной оценки нефтегазоотдачи залежей. В новых районах метод полезно использовать потому, что информация получаемая по результатам измерений имеет более широкий радиус исследований, чем стандартные методы ГИС.