

РИСКИ ПРИ ГЕОНАВИГАЦИИ ГОРИЗОНТАЛЬНЫХ СКВАЖИН И ПУТИ ИХ СНИЖЕНИЯ

^{1,2}Рева А.В., ²Немирович-Данченко М.М.

¹ОАО «Сахалинморнефтегаз-Шельф», Южно-Сахалинск,

²Томский политехнический университет

Рассмотрены основные геологические риски, возникающие в процессе бурения скважин с горизонтальным окончанием. На примере бурения скважин в Западной Сибири и на шельфовых проектах Сахалина приведены методики, позволяющие снизить данные риски.

Введение

На сегодняшний день горизонтальные скважины широко применяются при разработке нефтяных месторождений в России. В Западной Сибири, например, на Советском и Крапивинском месторождениях бурятся новые горизонтальные скважины. Они позволяют вовлекать в добычу запасы из до недавнего времени мало перспективных приконтурных зон или маломощных пластов, которые не были затронуты на предыдущих этапах разработки из-за низкой проницаемости. На Самотлорском, Вахском и других месторождениях, где имеется большой бездействующий фонд скважин, активно применяются зарезки боковых горизонтальных стволов. Шельфовые месторождения Чайво и Аркутун-Даги разрабатываются только горизонтальными скважинами, общая длина ствола которых достигает 13 500 м [1], что позволяет сделать проект Сахалин-1 высокоэффективным.

Бурение горизонтальных скважин на разных месторождениях и в различных геологических условиях в независимости от сложности конструкции в большей или меньшей степени сопряжено с одними и теми же геологическими рисками: 1) некорректной посадки на кровлю целевого пласта; 2) выхода из коллектора в пределах горизонтального участка; 3) опеределения некорректного значения абсолютной глубины. Ниже будут рассмотрены способы снижения данных рисков.

Методики снижения рисков

Риск некорректной посадки на кровлю возникает на первом этапе бурения горизонтальной секции, когда очень важно подойти к кровле целевого интервала с зенитным углом в пределах 85–87 градусов. Из-за погрешности измерений инклинометрии и неоднородности строения геологического разреза возникают неопределенности положения кровли пласта.

Для однозначной привязки забоя скважины к геологическим границам необходимо, чтобы в непосредственной близости от целевого интервала находился геологический объект с характерными геофизическими свойствами. Таким традиционным объектом в Западной Сибири является баженовская свита, которая имеет выдержанную мощность в пределах месторождений и однозначно определяется по высоким показаниям на кривых гамма-каротажа. Этот репер используется при бурении горизонтальных скважин на юрские пласты. Привязка в процессе бурения не составляет большого труда, так как даже в самом простом телеметрическом комплексе присутствует датчик гамма-активности.

Однако, при бурении скважин на меловые пласты Советского месторождения реперов, выделяемых по гамма-каротажу и прослеживаемых даже в пределах одного куста, нет. Но есть кошайская пачка, которая фиксируется в показаниях нейтронно-

го каротажа и имеет достаточно выдержанную мощность в пределах месторождений. На рис. 1 представлена схема корреляции разведочных скважин Советского месторождения. Целевым объектом для горизонтального бурения является пласт АВ1(1), над которым и расположена Кошайская пачка. Кривая гамма-каротажа ведет себя разнородно от скважины к скважине. Но, отклик нейтронного каротажа везде одинаков, наблюдается отклонение в сторону уменьшения показаний.

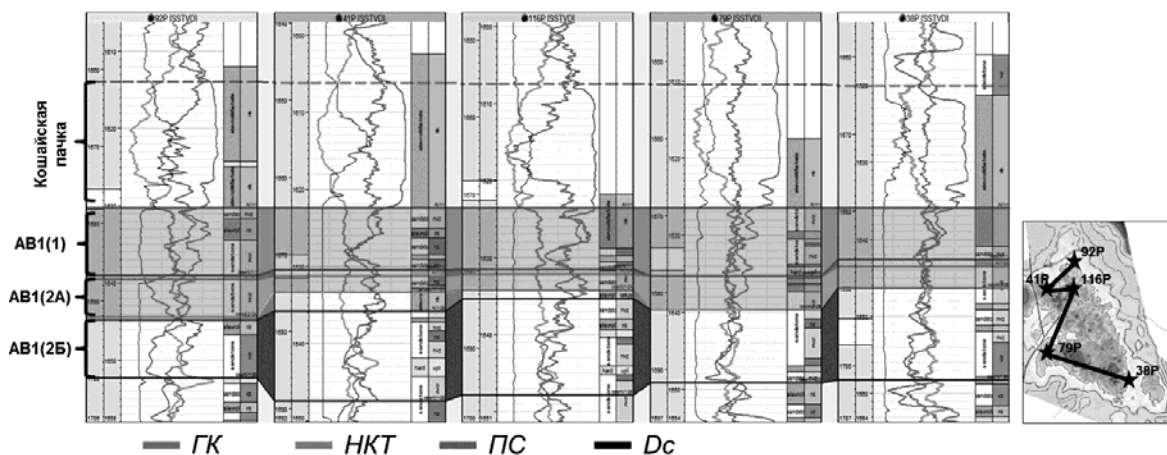


Рис. 1. Схема корреляции скважин Советского месторождения по линии некоторых разведочных скважин

Таким образом, после того как пробурена транспортная секция горизонтальной скважины, для однозначной привязки забоя скважин к геологическому разрезу на Советском месторождении в обязательном порядке прописывается промежуточный каротаж на кабеле или бурильных трубах, в комплексе которого есть нейтронный и гамма модули.

После привязки ствола скважины к геологическому разрезу и спуска обсадной колонны транспортной секции наступает стадия бурения горизонтальной секции, в ходе которой может реализоваться **риск выхода из коллектора**. Чтобы этого не допустить, необходимо иметь точный прогноз залегания кровли целевого пласта вдоль горизонтального участка. На месторождениях с 3D сейсморазведкой подобные прогнозы можно делать по временным разрезам по следующей схеме.

1. Зная горизонтальные координаты (X и Y) стратиграфической отбивки кровли целевого пласта в транспортном стволе, с временного разреза снимается значение двойного времени пробега, соответствующее отражению от горизонта Па (t , рис. 2).

2. Используя абсолютную отметку кровли пласта (H , рис. 2) и определенное на предыдущем шаге время пробега рассчитывается средняя скорость прохождения волны (V_{cp})

$$V_{cp} = \frac{2H}{t}$$

3. Допуская, что средняя скорость распространения волны в разрезе на расстоянии до 500 метров изменяется незначительно, можно оценить глубину (H_x) залегания кровли целевого интервала в любой точке горизонтального участка скважины. Для этого нужно снять значение двойного времени пробега (t_x) в интересующей точке и сделать обратный пересчет из времени в глубину

$$H_x = \frac{V_{cp} \cdot t_x}{2}$$

4. Зная абсолютную глубину в точке Т1 и Т3 горизонтального ствола можно оценить угол залегания пласта в месте бурения горизонтальной скважины.

Таким образом, по данным 3D сейсморазведки риск выхода из целевого интервала может быть снижен.

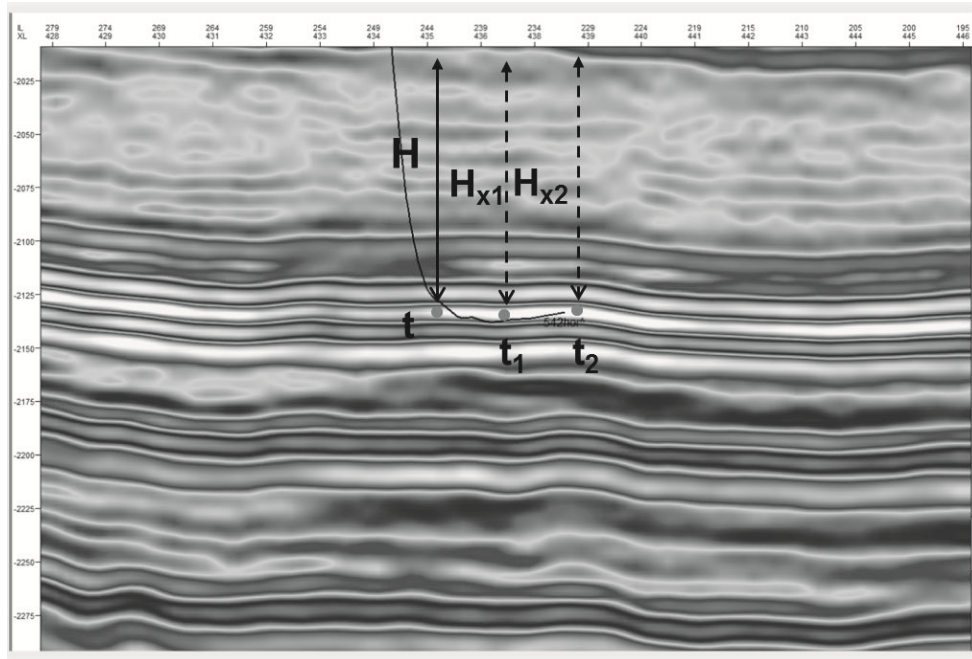


Рис. 2. Временной разрез вдоль горизонтальной скважины Крапивинского месторождения

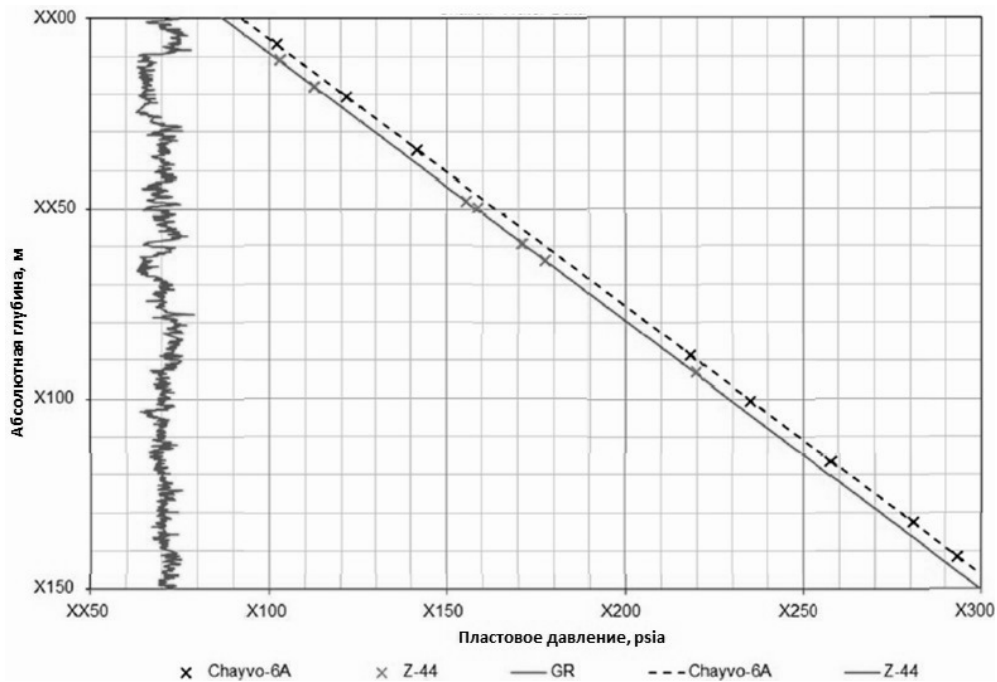


Рис. 3. Пример сопоставления градиентов давления разведочной (Chayvo-6A) и бурящейся эксплуатационной горизонтальной скважины (Z-44) [1]

Риск некорректного определения значения абсолютной глубины имеет большое значение на проекте Сахалин-1 при бурении горизонтальных скважин с большим отходом от вертикали. Для увеличения времени работы скважины без ранних прорывов газа или воды, горизонтальный ствол должен проходить в середине целевого интервала, мощность которого в некоторых пластах не превышает 20 м, а погрешность определения глубины по данным инклинометрии при отходе 3000 м может составлять $\pm 6,6$ м [1].

Для уточнения значения абсолютной глубины скважины используются техника сравнения градиентов пластового давления опорных не затронутых разработкой водоносных горизонтов. А именно, сопоставляются градиент давления, полученный в вертикальных разведочных скважинах и замеренный при бурении наклонной части бурящейся скважины (пример – рис. 3). В случае несовпадения градиентов в траекторию вводятся корректировки в пределах погрешности инклинометрии, тем самым повышается точность проводки скважины на оптимальной абсолютной глубине [1].

Заключение

Как видно из приведенных выше примеров бурение горизонтальных скважин сопряжено с широким кругом геологических задач, решать которые возможно комплексированием методов петрофизики, сейсморазведки и гидродинамических исследований скважин.

Литература

1. Extended Reach Drilling (ERD) Technology Enables Economical Development of Remote Offshore Field in Russia // J.R. Dermott, R.A. Viktorin et al., SPE/IADC Drilling Conference, 23-25 February, Amsterdam, Netherlands, 2005, (SPE-92783-MS)