

9. *Епов М. И., Suhorukova K. V., Glinskikh V. N. and Nikitenko M. N.* High-Frequency EM Log Data Interpretation in Realistic Reservoir Models: 6th Saint-Petersburg EAGE International Conference & Exhibition “Geosciences – Investing in the Future”. Extended abstract, 2014 // <http://earthdoc.eage.org/publication/publicationdetails/?publication=74188>.

Рецензент доктор техн. наук, проф. Л. Е. Кнеллер

УДК 531.746; 550.832

И. В. Гринеv, А. Б. Королев, В. Н. Ситников
ООО “Нефтегазгеофизика”

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИНКЛИНОМЕТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ В СУБВЕРТИКАЛЬНЫХ СКВАЖИНАХ

Предложен метод дополнительной калибровки, позволяющий значительно повысить точность расчетных значений визирного угла и азимута в субвертикальных скважинах. Показано, что в случае малых зенитных углов возрастают требования к усреднению и фильтрации первичных данных. Рассмотрены границы применимости предложенного метода в зависимости от величины шумов первичных преобразователей и выбранного метода усреднения первичных данных.

Ключевые слова: инклинометр, вертикальные скважины, шумы первичных преобразователей угла наклона, повышение точности расчета азимута.

Введение

В настоящее время наблюдается тенденция к уменьшению размеров “мишеней” при бурении. В связи с этим совершенствуются как элементная база (акселерометрические, магнитометрические и гироскопические датчики), так и методы базовой калибровки. Однако все известные базовые калибровки не лишены проблемы возрастания погрешности определения азимута в области малых зенитных углов. В то же время буровая колонна, в случае вертикальных скважин, находится в данном секторе зенитных углов на значительном протяжении проходки скважины.

Расчетные значения азимута чувствительны к ошибкам расчета визирного и зенитного углов прибора. Вместе с этим в случае субвертикальных скважин два акселерометрических датчика находятся в зоне малых проекций. В этой зоне соотношение “сигнал/шум” уменьшается по мере приближения к вертикальному положению, поэтому, начиная с некоторого значения зенитного угла, погрешность вычисления визирного угла существенно возрастает. В то же время погрешность расчета зенитного угла практически не меняется. Ошибка в расчете визирного угла, в свою очередь, оказывает наибольшее влияние на увеличение ошибки расчета азимута.

Таким образом, повышение точности вычисления азимута в субвертикальных скважинах в первую очередь связано с повышением точности расчета визирного угла. Этого можно добиться как с аппаратной стороны (путем уменьшения шумов, повышения разрядности акселерометрических датчиков и увеличением соотношения “сигнал/шум”), так и путем специальной калибровки, речь о которой пойдет ниже. Кроме того, область низких значений “сигнал/шум” предъявляет более высокие требования к усреднению сигналов. Этому вопросу также посвящена часть настоящей работы.

Как следствие, повышение точности инклинометрических измерений путем несложной дополнительной калибровки в области малых зенитных углов становится актуальной задачей. Кроме того, как показывают наши расчеты, такая калибровка позволяет существенно сократить “мертвую зону”, в которой определение положения корпуса прибора относительно направления магнитного севера не представляется возможным.

Постановка задачи

По мере приближения инклинометра к вертикальному положению, начиная с некоторого значения зенитного угла (обычно около 6–7 град) существенно возрастает погрешность определения положения относительно магнитного севера. В первую очередь это связано с тем, что две проекции акселерометров начинают приближаться к нулю. В этом случае начинает возрастать влияние остаточной погрешности базовой калибровки акселерометров на расчетные значения визирного угла. Вместе с тем уменьшается соотношение “сигнал/шум” и, как следствие, также возрастает влияние шума первичных

