

## **АНОМАЛЬНО ВЫСОКИЕ ПЛАСТОВЫЕ И ПОРОВЫЕ ДАВЛЕНИЯ КАК ОДНА ИЗ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ АВАРИЙ ПРИ БУРЕНИИ И МЕТОДЫ ИХ ОБНАРУЖЕНИЯ**

**Д. Е. КОЖИМОВ**

*Пермский государственный технический университет*

Для качественной, безаварийной проводки скважин на нефть и газ в сложных горно-геологических условиях крайне важна оперативная геологическая и технологическая информация, получаемая непосредственно в процессе бурения, особенно при бурении горизонтальных скважин и боковых стволов.

В основе этого процесса лежит концепция, что предаварийные ситуации могут быть идентифицированы заранее, так что операторы станций ГТИ сами дают возможность развития опасных ситуаций. С помощью программного обеспечения и геологических данных прогнозируются нестандартные ситуации, выделяются аномальные интервалы, благодаря чему заранее диагностируются и предупреждаются аварии и осложнения в процессе бурения, исключаются возможные проблемы при строительстве скважины.

Специалисты партий ГТИ контролируют широкий диапазон буровых параметров, включая поверхностные измерения (механическая скорость бурения, нагрузка на долото, условия потока промывочной жидкости) и скважинные измерения давления, удельного веса промывочной жидкости и другие измерения. Благодаря этому заранее идентифицируются и сообщаются потенциальные проблемы необходимым специалистам.

Прогнозирование и количественное определение зон аномально высокого пластового и порового давлений (АВПД и АВПoД) в процессе бурения необходимо для безаварийной проводки скважин в мощных глинистых толщах. Решение этой задачи входит в обязательный комплекс геолого-технологических исследований. Для выделения таких зон используются технологические параметры, инструменты программного обеспечения, а также данные геолого-геофизических исследований разрезов скважин.

Следует особо отметить, что проводимые исследования требуют знания геологом ГТИ не только практической стороны дела (проведение анализов, построений, расчетов и т. д.), но и физической сущности геологических процессов, приводящих к возникновению аномальных давлений, умения ориентироваться в конкретной геологической ситуации, привлекать при необходимости данные других методов.

Согласно современным представлениям природа возникновения АВПД в недрах различна. Оно может быть обусловлено тектоническими факторами: диагенетическими превращениями минералов с высвобождением воды; недоуплотнением глинистых толщ, когда темп осадконакопления был выше темпа отжатия поровых растворов под действием геостатического (горного) давления и т. д. Прогнозирование и определение зон АВПД по данным исследования пористости и плотности возможно лишь при давлениях, возникающих под влиянием третьего фактора, сущность которого заключается в следующем.

В процессе постепенного прогибания дна бассейна осадконакопления часто формируются мощные глинистые толщи, которые в начальной стадии образования имеют высокую пористость (около 60 %). Попадая на большие глубины, эти глинистые породы испытывают геостатическое давление вышележащих слоев, равномерно распределяющееся на флюид и скелет породы. Это приводит к уплотнению глинистых пород, уменьшению их пористости и, соответственно, проницаемости, в результате чего поровый флюид не успевает вытесниться под действием геостатического давления и, оставаясь в порах, принимает на себя часть геостатической нагрузки. Таким образом, возникает превышение порового давления над нормальным гидростатическим, сопровождающееся сохранением высоких значений пористости глин. При величине превышения более 30 % говорят об аномальном характере этого давления.

При бурении в малоизученном разрезе начало зоны АВПД определяется сразу 2-мя методиками (по параметрам бурения):

**D - экспоненты** – определение в мягких пластичных породах (глинах). Метод основан на зависимости нормализованной скорости проходки от дифференциального давления между скважиной и пластом. На величину D-экспоненты значительное влияние оказывает износ долот. Для теоретически неизнашиваемого долота фактические значения D-экспоненты будут ложиться на линию нормального уплотнения. Но, как показывает практика, механическая скорость проходки в конце каждого рейса значительно ниже начальной скорости вследствие износа долот.

**SigmaLog** – определение в твердых породах. Метод SigmaLog аналогичен методу D-экспоненты, отличается моделью нормализации, заложенной в него, а также способом определения пластового давления. В основу метода положено механическое сопротивление пород.

Сущность методов заключается в определении отношения  $D_{cor}/D_{trend}$  и  $Scor/Strend$ , где:

**D<sub>cor</sub>** – D-экспонента с учетом плотности бурового раствора (D-экспонента исправленная);

**D<sub>trend</sub>** – D-экспонента износа долота (D-экспонента нормализованная);

**Scor** – прочность горной породы (SigmaLog исправленный);

**Strend** – эталонная прочность горной породы (SigmaLog нормализованный).

Предполагаемая зона АВПД считается обнаруженной в глинистых отложениях при  $(D_{cor}/D_{trend}) < 1$  и в карбонатных отложениях при  $(S_{cor}/Strend) < 1$ .

Для расчетов в программу «Реально-временная обработка данных» вводится прогнозный износ вооружения долота, показатель долота (в зависимости от типа долота), прогнозные градиенты пластовых и горных давлений. Результаты расчетов выводятся на экран «Определение зон АВПД» (рис. 1). Как следует из рисунка, 1 момент вскрытия зоны АВПД наблюдается при положительном приращении D-экспоненты нормальной к D-экспоненте исправленной, то же наблюдается и в случае с SigmaLog (предполагаемая зона АВПД заштрихована).

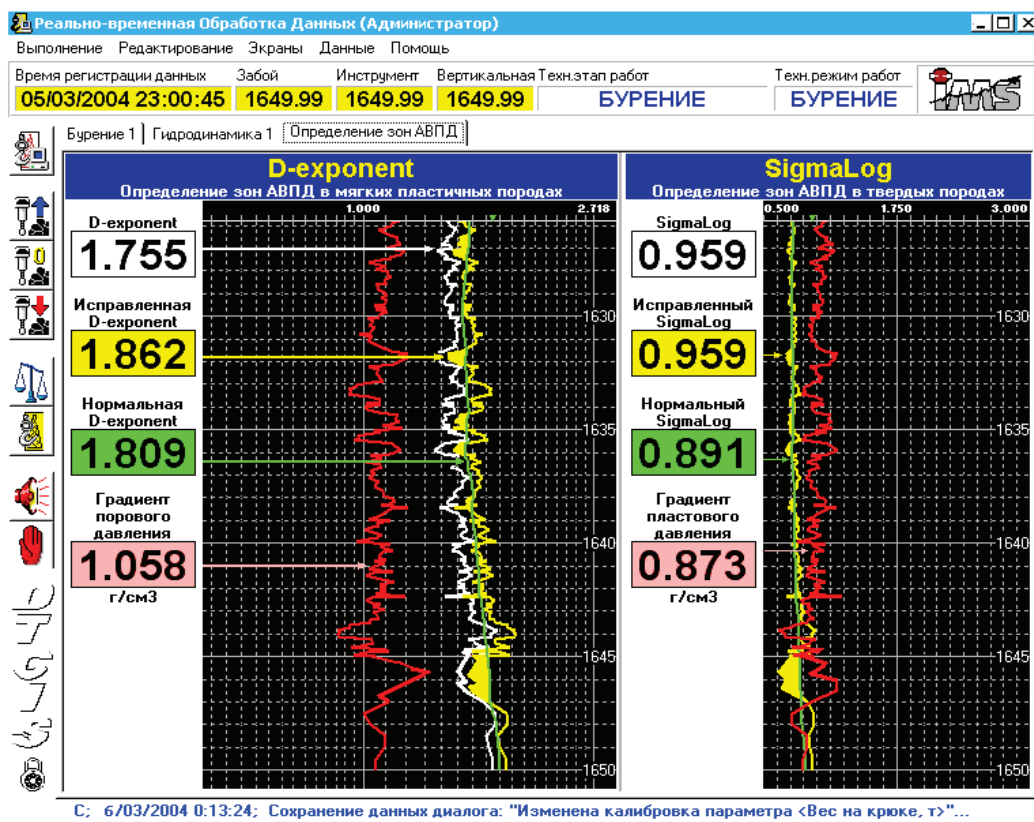


Рис. 1. Определение зон АВПД

На рисунке 2 изображен участок разреза скважины № 204 Тобойского месторождения. Нижний отдел триасовой системы представлен глиной красновато-коричневой, аргиллито-подобной, с прослоями песчаников и алевролитов полимиктовых, средний отдел каменноугольной системы – известняками органогенно-обломочными, трещиноватыми. По выше описанным методикам хорошо видно, что вскрытию коллекторов с АВПД предшествует вскрытие толщи глин с аномально высоким поровым давлением.

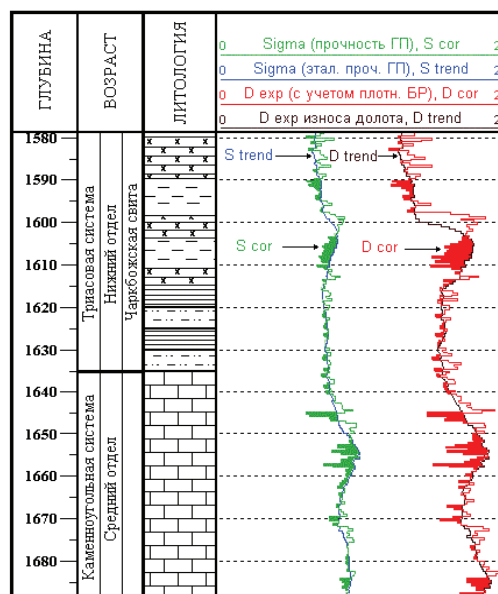


Рис. 2.

Обнаружить заранее зону АВПД можно также по ряду геологических признаков:

- уменьшение геотермического градиента выходящего раствора, начинающегося примерно за 100 м до кровли покрывки зоны АВПД;
- увеличение механической скорости бурения в однородной породе;
- уменьшение плотности глин;
- обилие обвального шлама на фоне общего увеличения количества и размера шлама (заваливает желоба);
- увеличение газонасыщенности шлама и раствора;
- увеличение битуминозности шлама в несколько раз;
- появление газированных пачек раствора, не дающих увеличение объёма;
- затяжки и посадки при спуско-подъемных операциях;
- заваливание забоя шлагом.

Важность такой информации заключается в том, что геолого-геохимическая и технологическая информация, полученная в процессе бурения, позволяет заранее прогнозировать возможные осложнения в процессе бурения, осуществлять безаварийную проводку скважины при минимальных затратах. Успешное решение этих задач возможно только при наличии наиболее полной и достоверной информации о геологическом разрезе и режимных параметрах бурения.

## Литература

1. Руководство пользователя «Реально-временной сбор и обработка данных ГТИ».
2. Oilfield Review, Summer 2001, «Avoiding Drilling Problems».