

**ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ЗА РАЗРАБОТКОЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ.
МЕТОД СПЕКТРАЛЬНОЙ ШУМОМЕТРИИ. ПРИБОР SNL-HD**

Д.А. Шишканов

Научный руководитель старший преподаватель О.П. Кочеткова

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В настоящее время большинство нефтяных и газовых месторождений разрабатываются с применением технологий, созданных много лет назад, которые уже не отвечают требованиям энергоэффективности современного этапа развития мировой нефтегазовой промышленности. На сегодняшний день, доля легко извлекаемых запасов нефти и газа сокращается, что приводит к росту затрат на разработку месторождений. Поэтому, в нефтяной и газовой промышленности появилась необходимость внедрения новых наукоёмких технологий промыслово-геофизических исследований, которые повысят коэффициент извлечения нефти, при этом сократив затраты на разработку и эксплуатацию нефтяных и газовых месторождений. В решении этих задач помогает технология скважинной шумометрии, обеспечивая комплексный подход к решению таких вопросов как определение интервалов активной работы пласта, сквозных нарушений в конструкции скважин, определение интервалов заколонных циркуляций и оптимального давления нагнетания.

Спектральная (акустическая) скважинная шумометрия относится к методам геофизических исследований эксплуатационных нефтяных и газовых скважин, применяемым для анализа технического состояния скважины, выявления отдающих и принимающих интервалов пласта, определения гидродинамических параметров пластов.

Основой технологии пассивной шумометрии является регистрация во временной области акустических сигналов, создаваемых:

- фильтрацией флюида по пласту,
- течением жидкости и газа по трещинам в цементном камне за обсадной колонной,
- утечками жидкости сквозь дефекты в конструкции скважины,
- потоками жидкости и газа внутри скважины.

Последующий анализ данных спектральной шумометрии во временной и частотной областях обеспечивает комплексный подход в определении интервалов негерметичности обсадной колонны и насосно-компрессорной трубы, выявление интервалов фильтрации флюида [1].

Прибор SNL-HD

Использование широкополосного спектрального скважинного шумомера SNL-HD позволяет определять оптимальное давление нагнетания и активные интервалы пласта (где происходит фильтрация флюидов) по данным акустических шумов, вызванных фильтрацией флюида в пласте.

Суть прибора в том, что движение жидкости и газа по пласту, а также элементов конструкции скважины генерирует шум. Интенсивность шума растет с увеличением линейной скорости потока жидкости/газа. Однако спектральный состав шума зависит не от типа или скорости потока, а только от типа среды, в которой движется жидкость или газ.

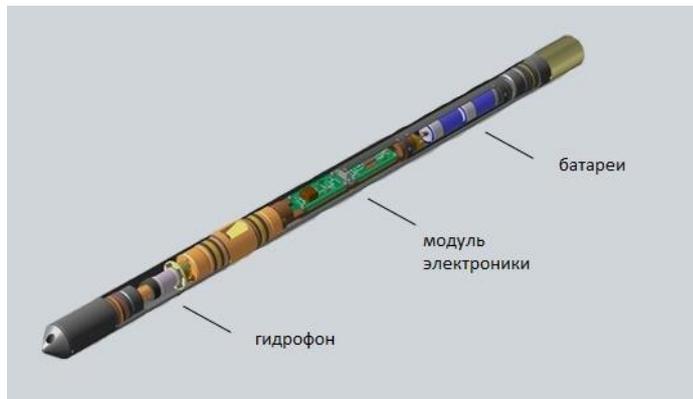


Рис.1 Схема прибора SNL-HD

Акустический шум регистрируется высокочувствительным гидрофоном, установленным в заполненной маслом камере. Затем данные гидрофона проходят через высококачественный сверхбесшумный усилитель и преобразуются в цифровой поток двоичных разрядов для последующей цифровой обработки. Высокочастотные аналого-цифровые преобразователи, использованные в составе прибора, обеспечивают регистрацию акустических сигналов в диапазоне частот от 8 Гц до 60 кГц [3]. При этом во внутреннюю память данные записываются в исходной временной форме. После считывания данных с прибора (на поверхности) производится их анализ в частотной и временной области. Цифровая обработка данных шумометрии включает в себя быстрое преобразование Фурье

для оценки спектрального состава сигналов (рисунок 1).

Питание всех электронных компонентов прибора осуществляется специальным блоком батарей, расположенным в корпусе прибора. Питание от блока батарей рассчитано на 72 ч непрерывной работы прибора.

Анализ акустического шума, зарегистрированного в широком диапазоне частот, позволяет определить, например, зоны активной работы коллектора, места негерметичности обсадной колонны и НКТ, работающие зоны перфорации, заколонные перетоки по цементному камню, а также потоки в породе и по трещинам.

Прибор спектральной шумомера обладает расширенным динамическим диапазоном в 90 дБ, что позволяет регистрировать очень тихие шумы. При этом прибор SNL-HD не теряет возможность регистрировать данные даже при наличии чрезвычайно интенсивных шумов, связанных, например, с движением турбулентного потока жидкости по стволу скважины. Этого удалось добиться за счет использования современных высококачественных электронных компонентов и специализированных фильтров [2].

Нижеприведенный пример показывает, каким образом исследование спектральной шумометрии выделяет активные участки движения жидкости в заколонном пространстве эксплуатационной колонны. Высокоинтенсивный шум показан красным цветом, а слабоинтенсивный шум – синим (рисунок 2).

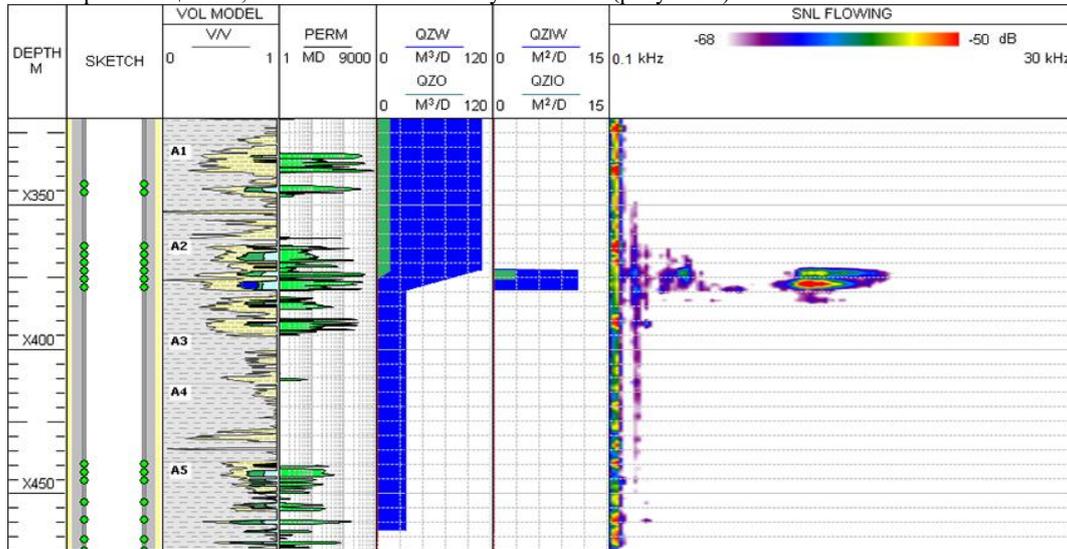


Рис.2 Пример исследования SNL-HD

В левой части панели можно увидеть отчётливый шум движения жидкости в стволе скважины, начинающийся ниже забоя и продолжающийся до поверхности. Вертикальной полосой, проходящей через все интервалы перфорации, показан заколонный переток. Расходомеру не удалось зафиксировать небольшой приток из верхних перфораций, который наблюдается в виде верхней части заколонного перетока на панели спектральной шумометрии.

Движение жидкости в пласте через верхние перфорации образует три полосы шума, согласующиеся с полосами проницаемости по данным открытого ствола. Эти полосы имеют две отличительные составляющие: Низкочастотную – справа от заколонного шума и высокочастотную – в середине панели. Низкочастотная составляющая была вызвана потоком жидкости по трещине, а высокочастотная – движением по матрице.

В этом конкретном случае данные исследования спектральной шумометрии хорошо коррелируют с профилем расходомерии и дополняют его анализом заколонного движения жидкости. Во многих других практических случаях исследование спектральной шумометрии выявляет шум по неперфорированным зонам пласта, который распространяется вверх/вниз к перфорациям, что является очень важной информацией для инженеров-разработчиков и петрофизиков.

Таким образом, современные методы контроля за разработкой месторождений вместе с большим развитием технологий нефтегазовой промышленности показывают высокую эффективность для получения и правильную интерпретацию информации, характеризующей реально протекающие процессы разработки залежи с конкретизацией во времени и пространстве данных, включающих в себя особенности фильтрации различных флюидов и сопровождающих их физико-химических процессов в пласте и скважинах.

Литература

1. Асланян А.М., Волков М.В., Сорока С.В., Арбузов А.А., Нургалиев Д.К., Гришин Д.В., Никитин Р.С., Малев А.Н., Минахметова Р.Н. Выявление негерметичности муфтовых соединений насоснокомпрессорных труб, обсадных и технических колонн для скважин ПХГ в соляных кавернах методом спектральной шумометрии. Георесурсы. 2016. Т. 18. № 3. Ч. 1. С. 186-190. DOI: 10.18599/grs.18.3.7
2. Асланян А.М., Асланян И.Ю., Кантюков Р.Р., Минахметова Р.Н., Никитин Р.С., Нургалиев Д.К., Сорока С.В. Скважинная шумометрия как энергосберегающая инновационная технология. Нефтегазовое дело. 2016. Т. 14. №2. С. 8-12.
3. Maslennikova, Y. S., Bochkarev, V. V., Savinkov, A. V., & Davydov, D. A. (2012, January 1). Spectral Noise Logging Data Processing Technology (Russian). Society of Petroleum Engineers. Vol. 4, P. 2305-2325. Doi:10.2118/162081-RU.