УДК 620.179

ТЕХНОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОБСАДНЫХ КОЛОНН И НКТ НА ОСНОВЕ МАГНИТОИМПУЛЬСНОЙ ДЕФЕКТОСКОПИИ

В.В Даниленко, В.Н. Даниленко, А.П. Потапов

ОАО НПП «ВНИИГИС», ул. Горького, 1, г. Октябрьський, Башкортостан, Россия, 452620

Описані апаратура для проведення магнітоімпульсної дефектоскопії – товщинометрії МИД-К, технологія оцінки технічного стану обсадних колон і насосно-компресорних труб у свердловині за допомогою цієї апаратури. Приведений приклад і результати оцінки технічного стану експлуатаційної колони свердловини, в якій виявлені відповідні дефекти.

Описаны аппаратура для проведения магнитоимпульсной дефектоскопии – толщинометрии МИД-к, технология оценки технического состояния обсадных колонн и насосно-компрессорных труб в скважине с помощью этой аппаратуры. Приведен пример и результаты оценки технического состояния эксплуатационной колонны скважины, в которой обнаружены соответствующие дефекты.

There are described an apparatus for the leadthrough of magneto-impulse fault detection – measuring of wall thickness MID-K, technology of estimation of the technical state of casing pipes and tubing in a mining hole by this apparatus. An example and results of estimation of the technical state of operating column of mining hole in which found out the proper defects is resulted.

Методами геофизических исследований в скважинах решается широкий круг задач геологического изучения разрезов, контроля за разработкой нефтяных и газовых залежей, оценки технического состояния скважин и др.

Большинство разрабатываемых залежей углеводородов и подземных хранилищ газа находятся в разработке и эксплуатации 20-30 лет и более. За это время цемент и колонны претерпевают существенные изменения – под влиянием различных факторов происходит деформация цементного камня, коррозия труб и т.п. Это приводит к существенным технологическим и экологическим проблемам.

Поэтому очень важна периодическая диагностика состояния скважины, как инженерного сооружения, где наряду с решением задач диагностики состояния цементного камня, оценки качества сцепления колонна-цемент, цемент-порода, важнейшее значение имеет дефектоскопия труб и муфтовых соединений эксплуатационной, технической колонн и насосно-компрессорных труб (НКТ).

При строительстве скважин для предотвращения возможных ситуаций в процессе бурения необходимо проводить мониторинг техсостояния обсадных колонн. Электромагнитная дефектоскопия-толщинометрия является эффективным средством контроля техсостояния колонн. В отличие от радиоактивных, акустических и механических методов на результаты измерений не влияют немагнитные отложения на внутренней стенке скважин.

Особую актуальность приобретает разработка технологии решения задач дефектоскопии в незаглушенных скважинах без подъема НКТ в условиях многоколонных конструкций.

Поэтому разработка технологии дефектоскопии-толщинометрии обсадных колонн на основе метода магнитоимпульсной дефектоскопии-толщинометрии (МИД) имеет большое практической значение.

Аппаратура магнитоимпульсной дефектоскопии-толщинометрии МИД-К включает в себя скважинный модуль, интерфейсный блок соединений с мобильным компьютером, полевое калибровочное устройство Скважинный модуль может использоваться и без интерфейсного блока, со стандартными регистраторами «Блик», «Гектор», «Вулкан», «КарСар», «Кедр» и др.

Скважинный модуль МИД-К включает блок электроники, зондовый блок дефектоскопа, зонд радиоактивного каротажа (ГК), которые

помещены в немагнитный (титановый) охранный кожух, термометр, помещенный в охранный колпак.

Для центровки прибора используются пружины, либо резиновые центраторы. Для резиновых центраторов предусмотрены посадочные места на кожухе прибора, пружинные центраторы соединяются при помощи резьбы и фиксируются.

Формирование зондирующего магнитного поля в исследуемой колонне создается импульсным током трех взаимно перпендикулярных генераторных катушек суммарной величины 400 мА и длительностью 135 мс. При трех вариантах задания конфигурации зондирующего магнитного поля – сильное поле продольной (коаксиально оси прибора), слабые поля поперечных (перпендикулярные оси прибора) *x* и *y* катушек.

Регистрация наведенных в колонне сигналов осуществляется тремя взаимно перпендикулярными, совмещенными с генераторными, приемными катушками при времени измерения 135 мс.

Прибор работает при максимальной температуре 1500 С и давлении 120 МПа.

Особенность существующих методов электромагнитной дефектоскопии-толщинометрии, работающей в гармоническом и нестационарном режимах, заключается в том, что практически во всем диапазоне измеряемый сигнал для труб заданной геометрии является функцией искомой толщины стенки и электромагнитных характеристик металла (магнитной проницаемости - μ и электропроводности металла - σ), которые не являются объектом поиска. Провести градуировку прибора так, чтобы показания были в мм (функция толщины) невозможно, поскольку они зависят от геометрии колонны, σ и μ стали. Электромагнитные характеристики определяются маркой стали, которая используется при изготовлении труб, и меняются в процессе эксплуатации колонн (электрохимические взаимодействия, магнитная обстановка в околоскважинном пространстве, температура и т.п.). Поэтому толщину можно только вычислить, если знать μ и σ металла или определить их исходя из измерений[1].

Создание физических моделей, которые бы имитировали все реальные ситуации, потребует значительных объемов труб и токарных работ и, как следствие, значительных капиталовложений. Поэтому при создании метрологического обеспечения целесообразно использовать ограниченное число типовых моделей, недостающие результаты получить на основе математического моделирования [2].

Модели включают аттестованные трубы различной толщины и диаметра в одно-, двух- и трехколонной компоновке, позволяют оценить работоспособность приборов, настроить математическое обеспечение. Трубы имеют участки, проточенные внутри или снаружи до заданной толщины стенки.

Интерпретация результатов толщинометрии включает четыре основных этапа:

1) качественная оценка первичных записей;

2) количественное определение толщины стенок первой и второй труб;

3) комплексная интерпретация данных магнитоимпульсной толщинометрии и других каротажных методов изучения колонн;

4) описание выявленных дефектов труб, составление Заключения о техническом состоянии эксплуатационной колонны и НКТ (или эксплуатационной колонны и технической колонны при отсутствии НКТ).

Для проведения качественной предварительной интерпретации первичные записи выводятся на экран монитора посредством программного обеспечения (ПО) DEVIZ.

ПО позволяет отображать каротажные данные на экране, вычислять дефектограммы, толщину первой и второй колонн, проводить увязку кривых по реперным интервалам или по данным о конструкции скважины или по материалам ГК, форматировать бланк заключения по результатам интерпретации, формировать планшет с исходными данными и результатами интерпретации.

В программе применен подход, основанный на поэтапной обработке и интерпретации. После загрузки кривых выполняется предварительная обработка (оценка качества материала, сглаживание, учёт эксцентриситета, учёт магнитного шума, нахождение муфт). Затем вычисляются дефектограммы, с их помощью определяются характерные дефекты колонн и уточняется конструкция скважины. Затем задается конструкция скважины. После этого выполняется расчёт толщины стенок труб. Алгоритм на основе математического моделирования и решения обратных задач [1,2] позволяет автоматически учитывать влияние μ и σ, при этом естественным образом решается вопрос эквивалентности, поскольку используется вся кривая спада, привлекается априорная информация о числе колонн, номинальном диаметре труб.

Итерационный регуляризованный подход позволяет ограничить диапазон поиска с учетом реальных изменений проводимости и магнитной проницаемости металла, толщины для данного диаметра труб. Результаты интерпретации записываются в файл или выводятся на печать.

Работа по контролю технического состояния обсадных колонн с использованием технологии магнитоимпульсной дефектоскопии проводились во вновь бурящихся, эксплуатационных нефтегазовых скважинах, в скважинах подземных хранилищ газа.

Во вновь бурящихся скважинах МИД-К используется для контроля: глубины спуска кондуктора за технической колонной и технической колонны за эксплуатационной; положения муфт эксплуатационной, технической колонн и кондуктора; соответствия проекту интервалов установки колонн с разным диаметром и толщиной стенки; интервала установки хвостовиков; целостности колонны и степени износа в процессе работы инструмента; глубины установки пакеров и т.д.

В пробуренных скважинах МИД-К позволяет определить: фактические интервалы перфорации (кумулятивной, гидропескоструйной, в т.ч. щелевой); степень интервала коррозии и износа колонны; интервалы нарушений колонны, требующих ремонта; фактические интервалы установки герметизирующих пластырей.

В скважинах подземных хранилищ газа (ПХГ) решаются задачи определения срока «жизни» эксплуатационных колонн, определяются интервалы эллипсности, наличие интервалов утончения, деформации (смятия колонны), наличие коррозийных материалов, негерметичность забойного оборудования, абразивный износ обсадных труб, фильтра. Эти данные необходимы для безаварийной работы газовых скважин и проектирования, а также для решения ряда вопросов, возникающих в процессе эксплуатации газохранилища. На рис.1 приведен пример оценки техсостояния эксплуатационной колонны и НКТ. В интервале 572-574м имеется нарушение в эксплуатационной колонне.

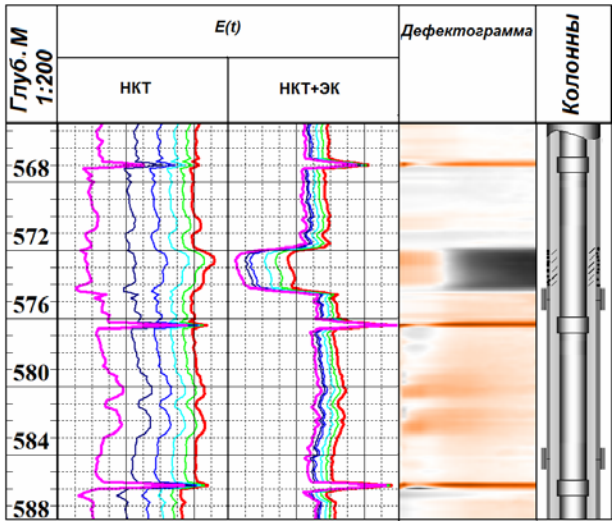


Рисунок 1 – Пример выявления нарушения в эксплуатационной колонне через НКТ

ВЫВОД

Аппаратура МИД-К для проведения магнитоимпульсной дефектоскопии-толщинометрииможе быть успешно применена для контроля технического состояния обсадных колонн непосредственно в эксплуатирующихся нефтегазовых скважинах, а полученная при этом информация будет очень важной для принятия дальнейших решений относительно режимов эксплуатации таких скважин.

Литература

1. Потапов А.П. Влияние магнитной проницаемости и электропроводности металла обсадных колонн на результаты скважинной импульсной электромагнитной дефектоскопии. //НТВ «Каротажник». –Тверь: АИС, 1998. – Вып.75. – С. 75-80.

2. Потапов А.П., Кнеллер Л.Е. Численное решение прямой и обратной задач импульсной электромагнитной толщинометрии обсадных колонн в скважинах. //Геология и геофизика. – Новосибирск: СО РАН, 2001. – №8. – Т42. – 87-91.

Рекомендована до друку Оргкомітетом 5-ої Міжнародної н/т конференції „Сучасні прилади, матеріали і технології для неруйнівного контролю і технічної діагностики машинобудівного і нафтогазопромислового обладнання", яка відбулася в ІФНТУНГ 02–05.12.2008р.