

## Обеспечение мониторинга технического состояния обсадных колонн методом магнитоимпульсной дефектоскопии

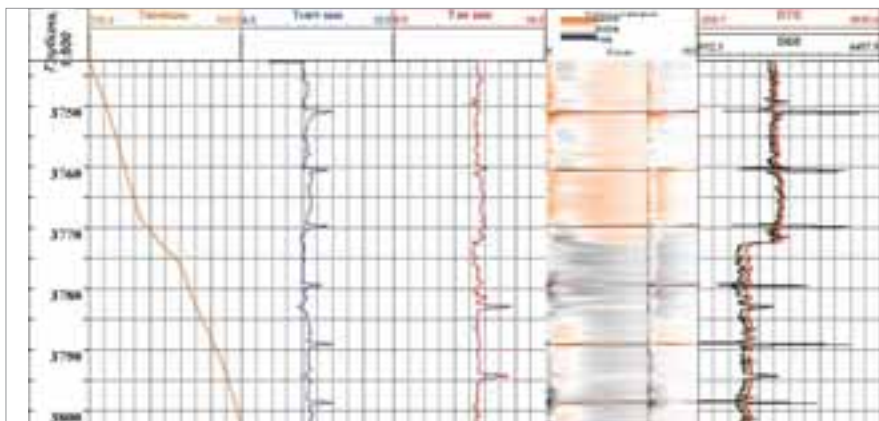
**Д.Ю. Пятницкий,  
В.Г. Божедомов**  
/ООО "Специальные геофизические системы",  
г. Саратов/

Одной из актуальнейших задач, решаемых при эксплуатации нефтяных и газовых месторождений, является техническая диагностика обсадных и насосно-компрессорных труб скважин. К наиболее эффективным методам технической диагностики колонн относится магнитоимпульсная дефектоскопия. Метод основан на эффекте возбуждения в колонне тока индукции путем воздействия на нее импульсным магнитным полем с последующей регистрацией спада электродвижущей силы, наведенной в трубах. По характеру этого изменения определяется толщина колонны и оценивается наличие и характер дефектов. Преимущество данного метода состоит главным образом в возможности проведения исследований в многоколонных конструкциях. Широкий спектр аппаратуры для решения этих задач и методическое обеспечение созданы во ВНИИ-ГИС.

В 1996-97 гг. под руководством доктора технических наук В.А. Сидорова специалистами ООО "Специ-

альные геофизические системы" для исследования технического состояния незаглушенных скважин с использованием металлической проволоки был разработан автономный вариант магнитоимпульсного дефектоскопа-толщиномера МИД-А. Аппаратура создавалась в первую очередь для исследования скважин с аномально высоким устьевым давлением, где использование традиционных подъемников на геофизическом кабеле либо технически невозможно, либо нецелесообразно с экономической точки зрения. Испытание аппаратуры и ее внедрение проходило на скважинах Астраханского газоконденсатного месторождения с участием специалистов ПФ "Астраханьгазгеофизика".

В процессе внедрения аппаратуры на базе дефектоскопа был создан целый программно-аппаратный комплекс, позволяющий проводить регулярный мониторинг технического состояния НКТ и элементов



**Рис. 1.** Пример расчета толщины НКТ и эксплуатационной колонны. На глубине 3770 м - башмак технической колонны. Суммарная толщина труб в зоне "уверенного" вычисления толщины второй колонны - 20 мм, выше башмака технической колонны - 32 мм



**Рис. 2.** Запись на моделях. Локализация поперечного разрыва 73-миллиметровой колонны

конструкции скважины без вывода ее из эксплуатации.

В состав комплекса вошли:

- импульсный электромагнитный дефектоскоп-толщиномер - МИД-А;
- автономный прибор гамма-каротажа - ГКА;
- автономный шумомер;
- автономный комплекс контроля глубины;
- технологическое программное обеспечение, позволяющее объединить данные со скважинных приборов и "привязать" их к глубине;
- методическое программное обеспечение для обработки данных дефектоскопии и вычисления толщины.

В настоящее время при строительстве скважин на месторождениях и спуске НКТ стали применяться трубы из нержавеющей сплавов с магнитной проницаемостью, равной единице. Для исследования технического состояния колонн таких "гибридных" конструкций в ООО "Специальные геофизические системы" разработана и внедрена аппаратура МИД-МН различных модификаций: МИД-МН-А-42, МИД-МН-А-32 (малогабаритный) - для

**ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

Наименование	МИД-МН-А32	МИД-МН-А42	МИД-МН-К42
Максимальное рабочее давление, МПа, не более		80	
Диапазон рабочих температур, °С		от 0 до 125 (до135)	
Количество исследуемых труб	1		1, 2
Минимальный внутренний диаметр исследуемых труб, мм	42		52
Максимальный наружный диаметр исследуемых труб, мм	147		324
Максимальная толщина одиночной исследуемой трубы, мм		16	
Максимальная суммарная толщина двух исследуемых труб, мм	-		25
Погрешность измерения толщины стенки одиночной трубы, мм		±0,25	
Погрешность измерения толщины стенки обсадной трубы сквозь НКТ, мм	-		±0,75
Минимальная протяженность дефекта типа "трещина" вдоль оси трубы, необходимая для обнаружения, должна составлять:			
- при исследовании одиночной трубы 2,5", мм	50		50
- при исследовании одиночной трубы 5", мм	-		70
- при исследовании обсадной трубы 5" сквозь НКТ, мм	-		150
Минимальная протяженность обнаруживаемого дефекта типа "поперечная трещина":			
- при исследовании одиночной трубы 2,5", мм		50	
- при исследовании одиночной трубы 5", мм		100	
Диапазон измерения давления, МПа	-	0 - 80 (100)	
Разрешающая способность по давлению, МПа	-	0,0004	
Диапазон измерения температуры, °С	-	от 0 до 125	
Разрешающая способность внешнего термометра, °С	-	0,01	
Постоянная времени внешнего термометра, с, не более	-	3	
Максимальное время непрерывной записи, ч	14	12	-
Напряжение питания прибора, В	-	-	95±5
Габаритные размеры:			
- длина (с центраторами), мм, не более	1950	2650	2500
- диаметр, мм, не более	32	42	42
Масса прибора с центраторами, кг, не более	11	15	15

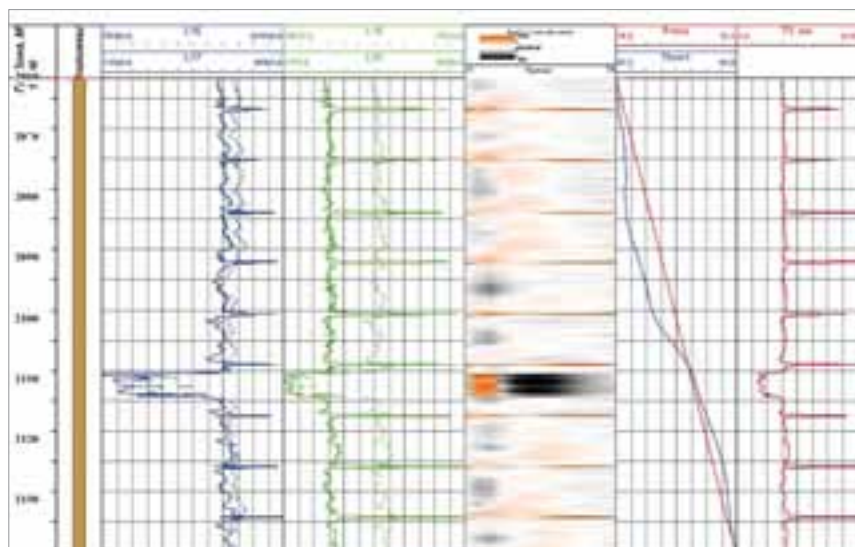


Рис. 3. Пример коррозированной НКТ в интервале 2208-2112



Рис. 4. Пример коррозированной НКТ в интервале 2208-2112

работы на проволоке и МИД-НМ-К-42 - для работы на каротажном кабеле.

Дефектоскопы-толщиномеры МИД-А и МИД-НМ предназначены для исследования технического состояния эксплуатационной обсадной колонны скважины или двух колонн одновременно (эксплуатационной обсадной и колонны насосно-компрессорных труб НКТ), определения величины отклонения толщины стенок этих труб от паспортного значения, обнаружения в них поперечных и продольных дефектов, обнаружения элементов конструкции скважины (пакеров, центраторов, клапа-

нов, переводников и т.д.), контроля процесса строительства скважины и спуска НКТ.

Дефектоскопы подтверждены сертификатом соответствия №ССГП 01.1.1-147, выданным Центральным сертификационным органом Системы сертификации геофизической продукции Европейско-Азиатского геофизического общества (ЕАГО) и поставляются в различных модификациях: МИД-А - для исследования колонн с внутренним диаметром от 55 мм до 350 мм, МИД-НМ-А-42 и МИД-НМ-К-42 - для исследования колонн с внутренним диаметром от 55 мм до 220 мм и МИД-НМ-А-32 -

для исследования колонн с внутренним диаметром от 40 мм до 100 мм. Все модификации дефектоскопов поставляются в корпусе из коррозионно-стойкого материала для работы в среде с содержанием сероводорода до 30%. Модификации с индексом "А" - автономный вариант исполнения для проведения исследований на проволоке, модификации с индексом "К" - для проведения исследований на каротажном кабеле.

Дефектоскоп имеет в своем составе 5 физических датчиков: два осевых зонда - длинный и короткий, датчик давления, датчик термометра внешний, датчик термометра внутренний. Длинный зонд предназначен для исследования интегральных характеристик НКТ и эксплуатационной колонны, для исследования труб большого диаметра, определения местоположения элементов конструкции скважин и подтверждения конструкции многоколонных скважин. На рис. 1 показан пример расчета толщины НКТ и эксплуатационной колонны с локализацией башмака технической колонны.

Короткий зонд предназначен для проведения детальных исследований (локализации дефектов, определения зон перфорации, вычисления толщины) в НКТ или при ее отсутствии - ближней к скважинному прибору колонны с внутренним диаметром до 120 мм. На рис. 2 показана локализация дефекта "разрыв колонны" на модельной 73-миллиметровой трубе.

Наличие в составе аппаратуры высокочувствительных датчиков температуры и давления дает возможность провести замеры этих параметров по стволу скважины с высокой точностью и получить дополнительную информацию о техническом состоянии скважины. Разрешающая способность датчика давления позволяет при необходимости определить местоположение границ интервала притока нефти или газа в скважине. Для корректировки датчика давления, а также для введения по-

## ▶▶ датчики и средства измерения

правок в программу расчета толщины используется внутренний термометр. С учетом ограничения метода электромагнитной дефектоскопии при определении незначительных дефектов и их идентификации использование внешнего термометра позволяет регистрировать температурные аномалии, что дает дополнительную информацию при определении зон перфорации, интерпретации данных дефектоскопии и определении негерметичности подземного оборудования.

Цикл измерения показаний всех датчиков занимает 500 мс. Пакет данных, получаемый в каждом цикле измерения от дефектоскопов в кабельном варианте исполнения, передается в реальном времени в наземный регистрирующий комплекс, который может быть создан на базе любого регистратора: "Блик-3", "Вулкан", "Гектор", "Кедр". Пакет данных дефектоскопов с автономным пита-

нием записывается во внутреннюю энергонезависимую память (Flash) и сохраняется в ней независимо от состояния элементов питания.

Поскольку применение кабельного варианта дефектоскопа требует использования дополнительного дорогостоящего геофизического оборудования (регистрирующий комплекс, подъемник, оснащенный каротажным кабелем) и, как следствие, привлечения дополнительных специалистов, использование автономной аппаратуры становится актуальным не только при исследовании технического состояния скважин с аномально высоким устьевым давлением, но и при проведении исследований на месторождениях, когда применение каротажного подъемника и каротажного регистратора затруднительно и не оправдано с экономической точки зрения.

Минимальные технические средства, необходимые для периодическо-

го мониторинга технического состояния НКТ и эксплуатационной колонны непосредственно на месторождении: подъемник на проволоке, автономный дефектоскоп МИД-А или МИД-НМ-А, модуль контроля глубины МКГ с датчиком импульсов глубины ДИГ для "привязки" данных дефектоскопии к глубине и компьютер с USB-интерфейсом. Компьютер может быть любым, в том числе и офисным, поскольку в дефектоскопе предусмотрена программно-управляемая задержка старта. Обслуживать прибор может любой специалист, знакомый с системой WINDOWS. Пример обнаружения дефектоскопом МИД-НМ-А42 подвергшегося коррозии участка НКТ представлен на **рис. 3, 4**.

Постоянный мониторинг скважин на месторождении позволит осуществлять контроль их технического состояния до наступления повреждений и предусмотреть возникновение осложнений и аварийных ситуаций.

