

В этой статье нам хотелось бы обменяться небольшим опытом по использованию неразрушающих методов контроля при техническом диагностировании труб и переводников, используемых при бурении и исследовании скважины.

ВЫБОР МЕТОДОВ И СРЕДСТВ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ПРИ ДЕФЕКТОСКОПИИ БУРИЛЬНЫХ ТРУБ И ПЕРЕВОДНИКОВ

Б.Ф. ДАВЛЯТОВ
В.М. ПРОХОРОВ

ООО «Октябрьский завод нефтепромыслового оборудования»

г. Октябрьский

В этой статье нам хотелось бы обменяться небольшим опытом по использованию неразрушающих методов контроля при техническом диагностировании труб и переводников, используемых при бурении и исследовании скважины.

Как известно, элементы бурильных труб и переводников испытывают при эксплуатации высокие силовые нагрузки, которые приводят к возникновению в них значительных напряжений. Как правило, эти напряжения возникают в зонах концентрации напряжений, которыми являются галтельные переходы, упорные уступы, зона сварного шва, участки резьбы, проточки, пояски и другие конструктивные особенности бурильных труб. В этих зонах образуются трещины, приводящие к разрушению.

Другой причиной разрушения бурильной трубы является коррозия. В агрессивных средах (пластовая вода, кислоты, щёлочи, применяемые при обработке скважин) скорость коррозии увеличивается под действием температуры среды, скорости движения жидкости, неоднородности химического состава материала труб и др. Очень часто на практике встречается размыв труб по телу, возникающий

под действием бурового раствора. Все эти факторы, негативно влияющие на эксплуатацию бурильных труб, поставили перед нефтяниками сложную задачу. Помогать решать эти задачи и призвана лаборатория неразрушающих методов контроля (НМК).

Одним из заказчиков нашей лаборатории был инженерно-производственный центр «ИНТЕХ», г. Уфа. Требования заказчика были не из лёгких: определить состояние внутренней поверхности двух бурильных труб НУБТ 3-1/2 Су-перслим производства США, изготовленных из нержавеющей стали (паспорт и сведения о металле отсутствовали) и выдать заключение с диаграммой распределения толщин по всей поверхности тела трубы.

Из всего многообразия средств неразрушающего контроля лаборатории предпочтению было отдано ультразвуковой измерительной установке «СКАНЕР» и ультразвуковому толщиномеру «СКАТ-4000». Почему именно ультразвуковой контроль? Описанные выше дефекты в металле, отрицательно влияющие на уровень работоспособности бурильных труб, хорошо выявляются ультразвуковым методом. Как известно, ультразвуковой контроль

(ультразвуковая толщинометрия, ультразвуковая дефектоскопия) по сравнению с другими методами имеет преимущества: высокую чувствительность и производительность, возможность контроля при одностороннем доступе, относительно низкую стоимость оборудования, безопасность, а с применением компьютерной техники ещё расшифровку и распечатку результатов контроля. Поэтому нами выбран именно этот метод для дефектоскопии бурильных труб как наиболее универсальный из физических методов неразрушающего контроля и наиболее объективно выдающий результат контроля, как этого требует заказчик.

Хотелось бы отметить, что перед тем, как прозвучивать трубы ультразвуком, мы произвели осмотр внутренней поверхности с помощью эндоскопа. При этом видимых следов коррозионного износа внутри трубы не было обнаружено. Далее возникла дилемма, какой из приборов применить для более точного и достоверного анализа толщины стенки по всей длине. Использование механизированного устройства УМБТ-2 из комплекта дефектоскопа «СКАНЕР», которое было изготовлено в г. Москве ▶

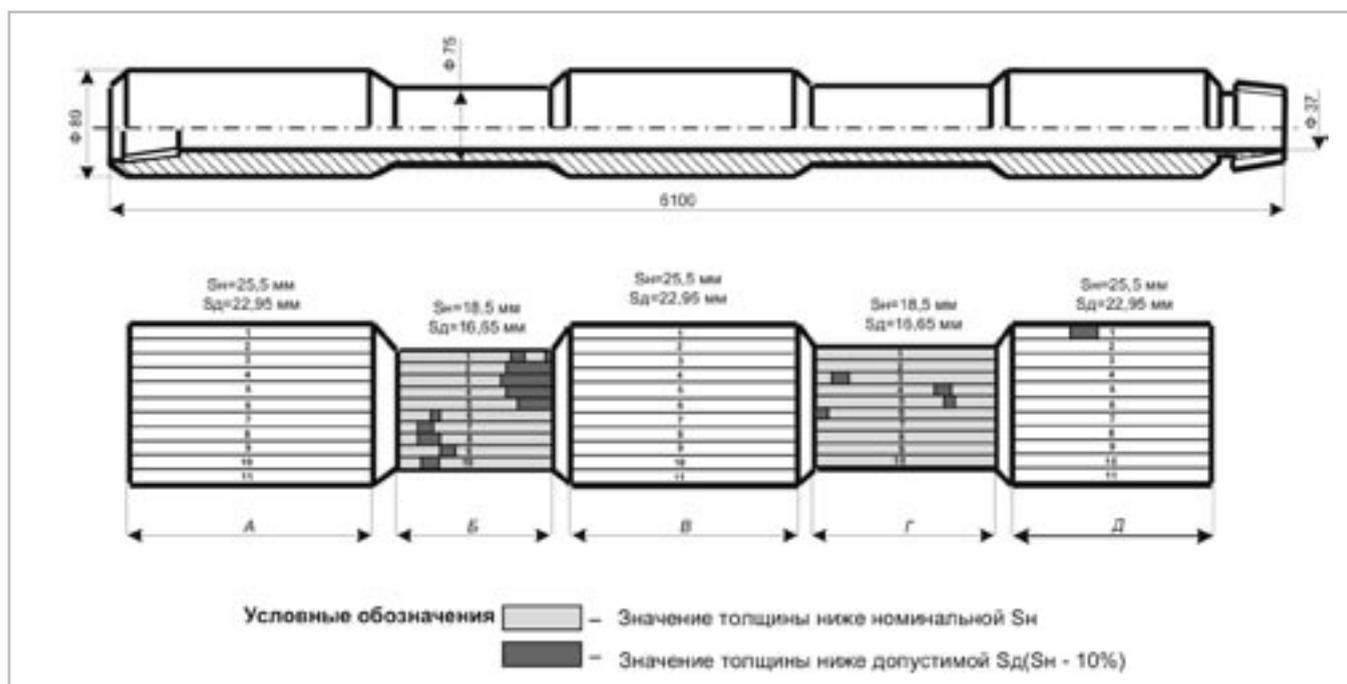


Рис.1. Развёртка гибкой трубы НУБТ 3-1/2 СУПЕРСЛИМ при сканировании методом ультразвуковой толщинометрии.

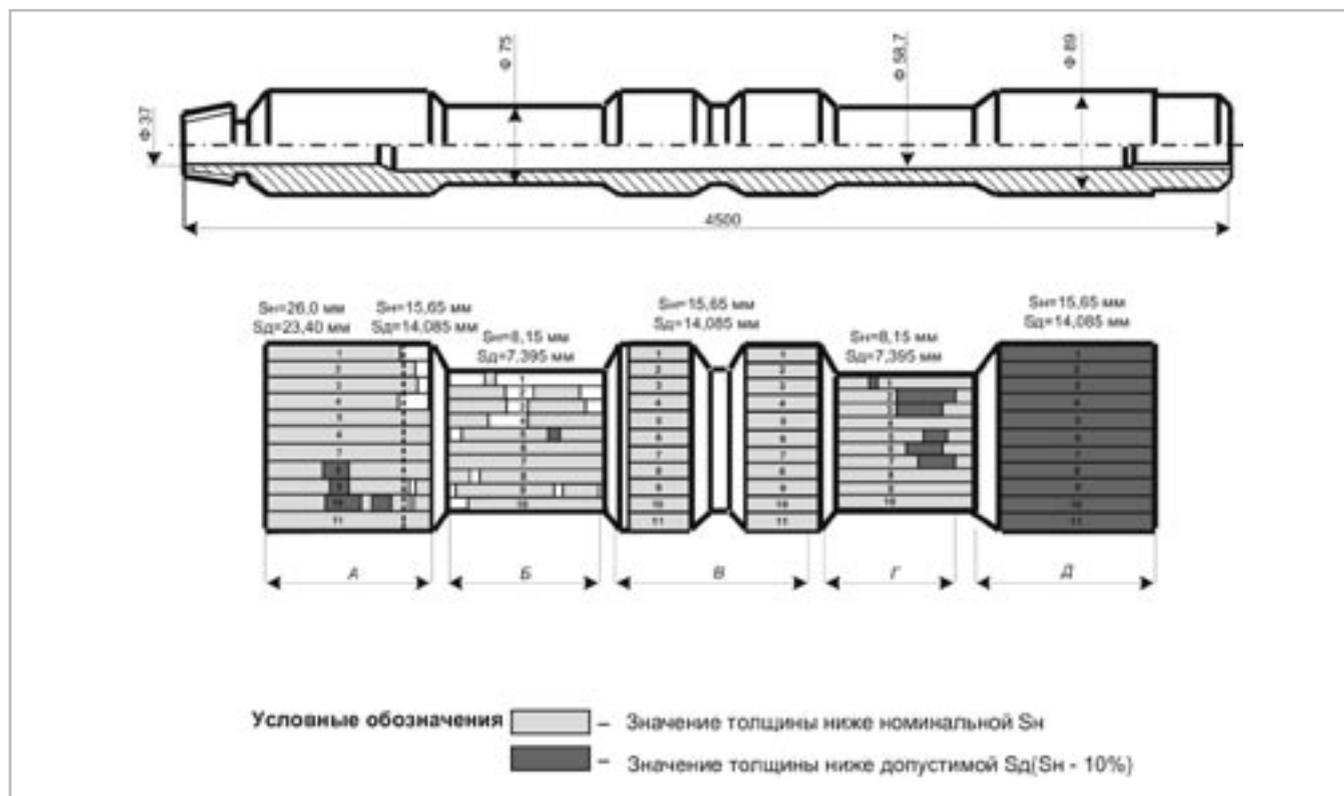


Рис.2. Развёртка подвесной трубы НУБТ 3-1/2 СУПЕРСЛИМ при сканировании методом ультразвуковой толщинометрии.

в ЗАО «Конструкция» специально по заказу ОЗНПО для ультразвукового контроля бурильных труб, более целесообразно использовать непосредственно на буровой, при минимальной скорости подачи бурильной трубы. Связано это с тем, что наличие в устройстве 4-х щелевых преобразователей, расположенных друг против друга, и принудительная подача в зону контроля в качестве контактной жидкости воды, ориентировано на вертикальное расположение бурильной трубы. В связи с тем что трубы были доставлены заказчиком к месту расположения лаборатории, было решено применить сканирующий датчик с привязкой к продольной координате из комплекта ультразвукового толщиномера «СКАТ-4000».

Для более полного прозвучивания тело трубы по всей длине было разделено на

зоны (рис.1, рис.2), а зоны поделены на участки (файлы). Получилось, в зависимости от диаметра, от 10 до 11 файлов. Каждая зона имела своё название (например, зона А), а файлы свой номер (например, 89-1). В результате измерений получились диаграммы распределения толщины стенки трубы с привязкой номера файла и указанием координаты минимума (диаграммы одной из зон показаны на рис.3). По данным всех файлов, а их получилось 53 для гибкой трубы и 64 для подвесной, составили развёртку тела трубы, где указали жёлтым цветом значение толщины ниже номинальной, а красным утонение более 10% от номинального значения. Так как отсутствовали сведения о металле и критерии отбраковки данного изделия, настройку аппаратуры произвели непосредственно на трубе, установив скорость

ультразвука в данном материале и настроив датчик продольной координаты на обозначенный путь прохождения сканирующего устройства.

На рисунке 1 уменьшение толщины стенки гибкой НУБТ 3-1/2 Суперслим более 10%, обозначенное красным цветом, обнаружили в зонах Б, Г и незначительно в зоне Д.

На рисунке 2 показано уменьшение толщины стенки НУБТ 3-1/2 для подвесной трубы более 10% в зонах А, Б, Г и Д на протяжении всей зоны.

Сравнив сведения о характере работы трубы, полученные у заказчика, со своими результатами контроля, мы убедились, что измерения были проведены правильно. К тому же заказчику было выдано два варианта заключения. Первый – это компьютерный (электронный), где с помощью ►

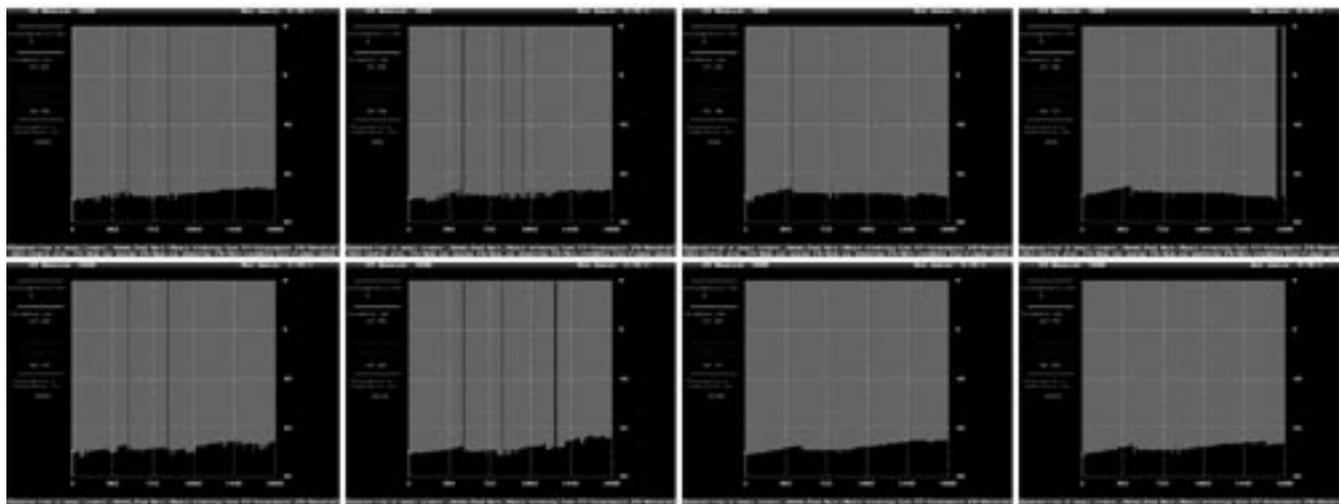


Рис.3. Диаграммы распределения толщины стенки гибкой трубы НУБТ 3-1/2 по файлам в зоне Б (см. рис.1) при сканировании ультразвуковым толщиномером СКАТ-4000



Рис. 4. Стенд для настройки приборов при ультразвуковом контроле бурильных труб и переводников (крупным планом показано устройство УМБТ-2).



Рис. 5. Образцы с искусственными дефектами для настройки приборов при ультразвуковой дефектоскопии и толщинометрии (крупным планом показаны искусственные дефекты).

специальной программы можно проанализировать каждые 2 мм тела трубы. И второй это печатный, которому было отдано предпочтение из-за лёгкости восприятия информации. Специалисты центра «ИНТЕХ» остались довольны проделанной нами работой, сделав выводы о дальнейшем использовании этих дорогостоящих труб.

Работа по техническому диагностированию бурильных труб и переводников – это и толщинометрия по всему телу, и ультразвуковая дефектоскопия (поиск дефектов продольной и поперечной ориентации) как по всему телу, так и на концах труб в зонах резьбы и сварного шва. В дополнение к этому ещё проводится магнитопорошковая дефектоскопия для выявления поверхностных дефектов, например усталостных трещин, которые являются результатом хрупкого разрушения преимущественно в зоне расположения концентраторов напряжения под действием многократных нагрузок. Как показал опыт, нельзя ограничиваться одним методом контроля, например ультразвуком. Необходимость дополнения того или иного метода может быть обусловлена в выявляемость того или иного дефекта. При выборе методов неразрушающего контроля, как показывает опыт, необходимо учитывать следующие основные факторы: характер (вид) возможных дефектов и их расположение; возможности методов контроля; виды деятельности, при которых применяется неразрушающий контроль (изготовление, ремонт, техническое диагностирование); формы и размеры контролируемых элементов; материалы, из которых изготовлены контролируемые элементы; состояние и шероховатость контролируемых поверхностей.

Ещё одно очень важное дополнение к вышесказанному. Выдача заключений по неразрушающему контролю бурильных труб и переводников возможна при наличии документации, содержащей нормы допустимости дефектов и критерии отбраковки контролируемого оборудования. Созданные в своё время научно-исследовательскими

институтами руководящие документы и инструкции по неразрушающему контролю бурильных труб и переводников устарели и не всегда подходят к конкретному виду оборудования, а приведённые в этих документах браковочные критерии бракуют даже новые бурильные трубы. Поэтому возникает необходимость пересмотреть изданные ранее методики и внести изменения и дополнения, руководствуясь необходимыми экспериментами и расчётами.

Ещё хотелось бы отметить, что для выполнения таких сложных и ответственных работ необходима очень точная и грамотная настройка всей аппаратуры, которая необходима для качественного и достоверного контроля оборудования. В связи с этим специально для настройки приборов ультразвукового контроля в нашей лаборатории был изготовлен стенд, который позволяет производить настройку аппаратуры на испытательных образцах с искусственными дефектами для диаметров от 60 до 140 мм (рис.4).

На стенде предусмотрена принудительная подача воды в качестве контактной жидкости, что облегчает процесс настройки.

Разнообразие образцов для настройки и наличие искусственных дефектов типа надреза и ступенчатого утонения тела трубы позволяют максимально приблизить образцы к проверяемому оборудованию (рис.5).

Как показывает практика, искусственный дефект типа надрез по своим отражательным свойствам близок к усталостным трещинам. Но в процессе контроля труб и переводников чувствительность контроля меняется. Это зависит от многих факторов: чистоты поверхности; затухания ультразвука; акустических свойств среды, контактирующей с проверяемой средой; температурой окружающей среды и др. В связи с этим испытательный образец не может служить браковочным критерием. В этом случае в значительной степени помогают современные ультразвуковые дефектоскопы типа УД2-70, УД3-103 «Пеленг», «Сканер»,

которые не только обнаруживают дефекты, но и анализируют их и выдают через компьютер дефектограмму и протокол измерений.

Анализ проведённой нами работы позволяет сделать следующие выводы. ■

ВЫВОДЫ

1. Описанный в данной статье метод неразрушающего контроля на основе сканирования ультразвуковым толщиномером СКАТ-4000 и определения зон с недопустимым значением толщины стенки трубы позволяет использовать его для труб малого диаметра с ограниченной длиной, а также для контроля элементов исследовательской аппаратуры из различных материалов.
2. Наличие механизированного устройства УМБТ-2 в комплекте дефектоскопа «СКАНЕР» даёт возможность проводить работы по дефектоскопии бурильных труб на месте их эксплуатации.
3. Необходимость комплексного неразрушающего контроля (ультразвукового и магнитопорошкового) обусловлена выявляемостью тех или иных дефектов в зонах расположения концентраторов напряжений.
4. Пересмотр изданных ранее методик и инструкций по неразрушающему контролю бурильных труб и внесение изменений и дополнений, руководствуясь необходимыми экспериментами и расчётами, необходимо для определения норм допустимости дефектов и критериев отбраковки контролируемого оборудования.
5. Наличие различных стандартных, контрольных и испытательных образцов для настройки приборов даёт возможность широко использовать методы дефектоскопии на различных объектах контроля из числа бурового и нефтепромышленного оборудования. Но об этом более подробно мы расскажем в следующих публикациях.