

СТП 01-017-2000

Приложение
к приказу ОАО "ЛУКОЙЛ"
от 12.03.2001 № 47

СТП 01-017-2000
СТАНДАРТ ОАО "ЛУКОЙЛ"
**ДЕФЕКТОСКОПИЯ БУРОВОГО,
НЕФТЕПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СООРУЖЕНИЙ**

© ОАО "ЛУКОЙЛ"
Москва

Предисловие

1. РАЗРАБОТАН Специальным проектным конструкторско-технологическим бюро "Нефтегазмаш" и Управлением механоэнергетического и метрологического обеспечения ОАО "ЛУКОЙЛ".

РАЗРАБОТЧИКИ:

Т.Х.Галимов, Ф.А.Гирфанов, Р.Р.Яхин, Ф.Ф.Гайнатуллин,
М.Г.Саегалеев, В.Н.Гончарова, (СПКТЬ "Нефтегазмаш")
А.В.Беззубов, Н.П.Хохлов (ОАО "ЛУКОЙЛ")

2. УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ
приказом ОАО "ЛУКОЙЛ" от 12.03.2001 № 47

3. ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ впервые.

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения ОАО "ЛУКОЙЛ".

Содержание

1 Область применения	1
2 Нормативные ссылки	2
3 Определения	4
4 Обозначения и сокращения	5
5 Общие положения	6
6 Номенклатура бурового, нефтепромыслового оборудования и сооружений, подвергаемых неразрушающему контролю	9
7 Классификация дефектов деталей и сборочных единиц бурового, нефтепромыслового оборудования и сооружений	18
8 Методы и средства проведения неразрушающего контроля бурового, нефтепромыслового оборудования и сооружений	28
9 Требования безопасности при проведении неразрушающего контроля деталей и сборочных единиц	30
10 Список использованной литературы	32
Приложение А Методы и средства проведения неразрушающего контроля бурового, нефтепромыслового оборудования и сооружений	34
Приложение Б Акт результатов неразрушающего контроля	58
Приложение В Таблица В.1 Рекомендуемые методы НК бурового, нефтепромыслового оборудования и сооружений	59
Приложение Г Характерные дефекты деталей и сборочных единиц	69
Приложение Д Перечень методик проведения НК деталей и сборочных единиц бурового, нефтепромыслового оборудования и сооружений, разработанных СПКТБ «Нефтегазмаш»	72

СТАНДАРТ ОАО «ЛУКОЙЛ»

**ДЕФЕКТОСКОПИЯ БУРОВОГО, НЕФТЕПРОМЫСЛОВОГО
ОБОРУДОВАНИЯ И СООРУЖЕНИЙ**

Утвержден и введен в действие Приказом ОАО «ЛУКОЙЛ»

от 12.03.2001 № 47

Дата введения:

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 Настоящий стандарт устанавливает единые требования к выбору методов и средств неразрушающего контроля при выполнении работ по техническому диагностированию, освидетельствованию и ремонту бурового, нефтепромыслового оборудования и сооружений в дочерних обществах ОАО «ЛУКОЙЛ».

1.2 Настоящий стандарт разработан в развитие раздела 7 стандарта ОАО "ЛУКОЙЛ" СТП 01-008-98 «Система технического обслуживания и планового ремонта бурового и нефтепромыслового оборудования».

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

2.1 В настоящем стандарте использованы ссылки на следующие стандарты:

ГОСТ 9.028-74 Межоперационная противокоррозионная защита заготовок, деталей и сборочных единиц металлических изделий. Общие требования

ГОСТ 12.0.004-90 ССБТ. Организация обучения безопасности труда. Общие положения

ГОСТ 12.1.001-89 ССБТ. Ультразвук. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.003-83 ССБТ. Шум. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.004-91 ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.005-88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны

ГОСТ 12.1.007-76 ССБТ. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности

ГОСТ 12.1.010-76 ССБТ. Взрывобезопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.019-79 ССБТ. Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты

ГОСТ 12.2.003-91 ССБТ. Оборудование производственное. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.2.007.0-75 ССБТ. Изделия электротехнические. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.3.002-75 ССБТ. Процессы производственные. Общие требования безопасности

ГОСТ 12.4.021-75 ССБТ. Системы вентиляционные. Общие требования безопасности

ГОСТ 7512-82 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод

ГОСТ 14782-86 Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые

ГОСТ 15843-79 Принадлежности для промышленной радиографии. Основные размеры

ГОСТ 18353-79 Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов

ГОСТ 21105-87 Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод.

ОСТ 26 11-03-86 Швы сварных соединений сосудов и аппаратов, работающих под давлением. Радиографический метод контроля

ОСТ 26 291- 94 Сосуды и аппараты стальные сварные. Общие технические условия

СТП 01-008-98 Система технического обслуживания и планового ремонта бурового и нефтепромыслового оборудования. СПКТБ “Нефтегазмаш”. Уфа. 1998 г.

3 ОПРЕДЕЛЕНИЯ

3.1 В настоящем стандарте применяют следующие термины с соответствующими определениями:

3.1.2 Дефект – несоответствие детали, узла требованиям, установленным нормативно-технической документацией (НТД).

3.1.3 Критический дефект – дефект, при наличии которого использование продукции по назначению практически невозможно или недопустимо.

3.1.4 Дефектоскопия – область науки и техники целью которой является выявление дефектов деталей, узлов методами неразрушающего контроля, а также анализ корреляционных соотношений между параметрами.

3.1.5 Дефектометрия – измерение параметров дефектов, оценка их вида и ориентации в объекте контроля неразрушающими методами.

3.1.6 Толщинометрия – измерение толщины объекта контроля неразрушающими методами.

3.1.7 Твердометрия – измерение твердости материала объекта контроля неразрушающими методами.

3.1.8 Техническое диагностирование – определение технического состояния объекта.

3.1.9 Надежность – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, хранения и транспортирования.

3.1.10 Вид неразрушающего контроля – условная группировка методов неразрушающего контроля, объединенная общностью физических принципов, на которых они основаны.

3.1.11 Метод неразрушающего контроля – метод контроля, при котором не должна быть нарушена пригодность объекта к применению.

3.1.12 Эксплуатация – стадия жизненного цикла изделия (оборудования), на которой реализуется, поддерживается и восстанавливается его качество.

3.1.13 Регламентированное техническое обслуживание (регламентное обслуживание) – техническое обслуживание, предусмотренное в нормативно-технической документации и выполняемое с периодичностью и в объеме, установленными в ней, независимо от технического состояния изделия (оборудования) в момент начала технического обслуживания.

3.2 Установленные определения разрешается при необходимости изменять по форме изложения, не допуская нарушения границ понятий.

3.3 Допускается применение отраслевых терминов, не установленных настоящим стандартом, отражающих специфические особенности производства.

4 ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

НТД - нормативно-техническая документация
НК - неразрушающий контроль
ОТН - отдел технического надзора
БНОС - буровое, нефтепромысловое оборудование и сооружения
УБТ- утяжеленные бурильные трубы
КПП - коробка перемены передач
УЗ - ультразвук
УЗК - ультразвуковой контроль (метод)
МУ - методические указания (методики)
АЭ - акустико-эмиссионный (метод контроля)
СОН - способ остаточной намагниченности
СПП - способ приложенного поля
ЛБТ - легкосплавные бурильные трубы
ВТМ - вихретоковый метод
МП - магнитная память (метод контроля)
КН - концентрация напряжения
Н_р - напряженность магнитного поля

5 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

5.1 Проведение неразрушающего контроля (НК), с целью определения годности детали оборудования, содержит комплекс работ:

- подготовку к проведению НК;
- работы по проведению НК;
- оформление результатов.

5.2 Перед проведением неразрушающего контроля оборудования организация, эксплуатирующая это оборудование, должна обеспечить:

- подготовку оборудования с целью обеспечения безопасности и доступности к контролируемому объекту;
- предоставление требуемой технической и эксплуатационной документации, если работу проводит подрядная организация;
- исправное состояние контрольно-измерительных приборов, установленных на этом оборудовании.

5.3 НК должны подвергаться детали и сборочные единицы оборудования и сооружений:

- при проведении технического освидетельствования или ревизии (сосуды, работающие под давлением, резервуары, трубопроводы);
- во время ремонта оборудования (капитальный ремонт);
- после выработки оборудованием нормативного срока службы с целью продления срока эксплуатации;
- в рабочем режиме, для определения дефектов контролируемого объекта
- не имеющие документально установленного срока службы и не имеющих данных об использованных материалах в деталях и сборочных единицах (при необходимости);
- перед вводом в эксплуатацию, если оборудование было повреждено во время транспортирования и хранения или если оно ремонтировалось (при необходимости);
- после аварийных случаев для выяснения причины (при необходимости).

5.4 НК оборудования и сооружений должен проводиться дефектоскопической лабораторией дочернего общества, эксплуатирующего это оборудование или специализированной организацией, привлеченной со стороны, имеющей соответствующую лицензию органов Госгортехнадзора РФ на право проведения НК деталей и сборочных единиц оборудования.

5.5 В соответствии с Положением о службе технического надзора предприятий ОАО «ЛУКОЙЛ», утвержденным Приказом ОАО "ЛУКОЙЛ" от 14.07.1997г. №117 лаборатория неразрушающих методов контроля должна быть функциональным подразделением отдела технического надзора (ОТН) в дочерних обществах ОАО «ЛУКОЙЛ».

5.6 В своей работе лаборатория должна руководствоваться приказами и инструкциями руководителя ОТН дочернего общества, требованиями НТД.

5.7 Для проведения работ по НК лаборатория должна оснащаться современной, соответствующей предъявляемым требованиям аппаратурой и приборами.

5.8 Для бесперебойной работы в промышленных условиях лаборатория должна быть обеспечена транспортом в количестве, необходимом для полного охвата НК всех участков, закрепленных за лабораторией.

5.9 Разрешение на выполнение работ по НК должен выдавать руководитель (заместитель) дочернего общества, эксплуатирующего данное оборудование или сооружение.

5.10 Основные задачи и функции лаборатории НК определены в Инструкции по проведению дефектоскопии бурового, нефтепромыслового оборудования и инструмента на предприятиях и в объединениях министерства нефтяной промышленности. СПКТБ "Нефтегазмаш", 1977г.

5.11 В соответствии с Правилами аттестации специалистов неразрушающего контроля, утвержденными Госгортехнадзором России 18.08.92г., система квалификации и аттестации специалистов предусматривает три (I, II, III) уровня квалификации по следующим видам НК: акустический, радиационный, магнитный, вихретоковый и капиллярный (проникающими веществами).

Специалист должен выполнять НК только тем методом, по которому он аттестован и в соответствии с присвоенным ему уровнем.

5.12 Проведение НК для выявления дефектов - нарушения сплошности, утонения, уменьшения прочности материала (крюки, пальцы, змеевики, стенки труб, сосудов и др.) является составной частью ремонта по техническому состоянию, обследования, технического освидетельствования оборудования и сооружений, а также по мере необходимости - регламентного обслуживания оборудования.

5.13 Предпочтительные методы НК деталей и сборочных единиц оборудования и сооружений на предмет выявления дефектов даны в таблице 7.1 и рекомендуются в таблице В.1 приложения В.

5.14 Если не предусмотрен входной контроль, то НК нового оборудования перед вводом в эксплуатацию проводить не следует, если время от даты выпуска оборудования до пуска его в эксплуатацию не превышает гарантированного срока.

5.15 Результаты НК должны оформляться в форме акта (приложение Б). Акт должен быть составлен в двух экземплярах, один из которых остается у организации (дочернего общества), эксплуатирующей оборудование и сооружения, прошедшего НК, второй экземпляр - у предприятия (подразделения), проводившего контроль.

5.16 Ответственность за результаты НК должен нести специалист, подписавший акт (заключение) о результатах контроля.

5.17 Результаты контроля неразрушающими методами следует использовать для определения технического состояния и остаточного ресурса бурового, нефтепромыслового оборудования и сооружений.

6 НОМЕНКЛАТУРА БУРОВОГО, НЕФТЕПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СООРУЖЕНИЙ, ПОДВЕРГАЕМЫХ НЕРАЗРУШАЮЩЕМУ КОНТРОЛЮ

6.2 НК подвергаются наиболее нагруженные и подверженные износу детали, сборочные единицы бурового и нефтепромыслового оборудования; потенциально опасные участки (сосуды, работающие под давлением, резервуары, трубопроводы).

6.3 Периодичность НК деталей бурового, нефтепромыслового оборудования и сооружений (БНОС) следует определять исходя из структуры ремонтного цикла (СТП 01-008-98) или сроков регламентированного технического обслуживания.

6.4 Номенклатура и периодичность проведения НК бурового, нефтепромыслового оборудования и сооружений приведены в таблицах 6.1- 6.4.

Таблица 6.1 - Номенклатура и периодичность проведения НК бурового оборудования в условиях эксплуатации

Наименование оборудования	Объект контроля	Периодичность контроля	
		при турбинном бурении	при роторном бурении
Бурильные трубы	Мелкие резьбы, стенки трубы	через 6 месяцев	через 3 месяца
	Замки	через 1 год	через 6 месяцев
Утяжеленные бурильные трубы (УБТ)	Резьбы, стенки трубы	через 6 месяцев	через 3 месяца
Ведущая труба	Резьбы, стенки трубы	через 6 месяцев	через 3 месяца
Турбобуры	Вал, ниппель, корпус, переводник, резьбы	при каждом ремонте	-
	Толщинометрия корпусов	каждый шестой ремонт	-
Вертлюги	Штроп	1 раз в год	2 раза в год
	Ствол, переводник, карманы корпуса, отвод	1 раз в год	
Талевые блоки	Щеки, серьга, траверса	1 раз в год	
Крюки	Подвеска крюка, серьга, ствол (проушины), рог крюка, боковые рога крюка, карманы корпуса	1 раз в год	

Окончание таблицы 6.1

Наименование оборудования	Объект контроля	Периодичность контроля
Крюкоблоки	Щеки, крюк, ствол (проушины), боковые рога, подвеска, карманы корпуса	1 раз в год
Элеваторы для бурильных и обсадных труб	Проушина корпуса, штроп, корпус, защелка	1 раз в год
Автоматические элеваторы	Корпус, штроп	1 раз в год
Манифольды	Стенки трубы (замер толщины в местах изменения направления потока жидкости)	1 раз в год
Буровые лебедки	Тормозные ленты	2 раза в год
Ключи машинные для бурильных труб	Челюсти, головки, корпус	1 раз в год
Оборудование противовыбросовое		
Превенторы плашечные	Корпус	1 раз в год

Таблица 6.2 - Номенклатура бурового оборудования для проведения НК при капитальном ремонте

Наименование оборудования	Объект контроля
Турбобуры	Вал, ниппель, корпус, резьбы, переводник (толщинометрия корпусов)
Вертлюги	Штроп
	Ствол, переводник, карманы корпуса, пальцы для соединения корпуса со штропом, отвод
Талевые блоки	Оси блоков, щеки, пальцы для подвески серьги, серьга, ось для подвески траверсы, траверса
Кронблоки	Оси блоков, опорная рама
Крюки	Подвеска крюка, серьга, ствол (проушины), пальцы серьги и крюка, рог крюка, боковые рога крюка, карманы корпуса
Крюкоблоки	Ось блоков, щеки, крюк, ствол (проушины), боковые рога, подвеска, пальцы подвески с блоком и подвески с крюком, карманы корпуса
Элеваторы	Проушина корпуса, поверхность внутренней расточки корпуса, защелка
Автоматические элеваторы	Корпус, штроп, палец для соединения корпуса со штропом
Буровые насосы	Трансмиссионные и кривошипно-шатунные валы, шатун
Буровые лебедки и КПП	Подъемный, промежуточный, трансмиссионный вал, валы коробок перемены передач, тормозные ленты, пальцы
Роторы	Валы

Таблица 6.3 - Номенклатура и периодичность проведения НК нефтепромыслового оборудования и сооружений в условиях эксплуатации

Наименование оборудования	Объект контроля	Периодичность контроля
Оборудование для подземного и капитального ремонта скважин		
Талевые блоки	Щеки, серьга, кронштейн для подвешивания серьги	1 раз в год
Крюки	Рог крюка, боковые рога, ствол (проушины), серьга, подвеска, карманы корпуса	1 раз в год
Крюкоблоки	Щеки, крюк, боковые рога, ствол (проушины), подвеска, карманы корпуса	1 раз в год
Вертлюги	Штроп, ствол, переводник, карманы корпуса, отвод	1 раз в год
Элеваторы	Проушины, корпус, штроп	1 раз в год
Штропы	По всей длине	1 раз в год
Вертлюги эксплуатационные и промывочные	Ствол, корпус, серьга, крышка, отвод	1 раз в год
Агрегаты для подземного и капитального ремонта скважин	Тормозные ленты лебедок	2 раза в год

Продолжение таблицы 6.3

Наименование оборудования	Объект контроля	Периодичность контроля
Оборудование и сооружения нефтедобычи		
Насосно-компрессорные трубы	Стеки труб, резьбовые участки (толщинометрия)	При ремонте
Штанги насосные	Резьбы, тело штанги	При ремонте
Арматура устьевая, фонтанная и нагнетательная	Корпус, крышка переводная, тройник, крестовик, корпус катушки	1 раз в 3,5 года
Сепараторы, отстойники, трапы, теплообменники, воздухоотборники	Сварные швы, стенки корпуса (толщинометрия стенок)	При техническом освидетельствовании, при ремонте
Нагревательное устройство типа АДПМ-12/150- У1	Змеевики, спираль, сварные швы, стенки отводов, труб (толщинометрия)	При ремонте и обследовании
Котел установки типа ППУА-1600/100	Змеевики, спираль. Контроль сварных швов, стенки отводов, труб (толщинометрия)	При ремонте и обследовании
Паровые двух-барабанные котлы типа ДЕ, Е-1- 9 и др.	Барабаны, экраны, коллекторы пароперегреватели, кипятильные пучки, сварные швы, стенки отводов, труб (толщинометрия)	При ремонте и обследовании
Печь трубная блочная типа ПТБ-10 и др.	Сварные соединения коллекторов, двойников, труб змеевиков, трубных досок	При ремонте и обследовании
	Стенки отводов, труб (толщинометрия)	По мере необходимости
Вертикальные резервуары	Сварные швы Проверка толщины стенок листов	При техническом освидетельствовании и при ремонте

Окончание таблицы 6.3

Наименование оборудования	Объект контроля	Периодичность контроля
Задвижки (диаметром Ду 150 и выше)	Корпус	При ремонте
Трубопроводы: промышленные, технологические	Стенки трубы (дефектоскопия, толщинометрия)* 1 категории 2 категории 3 категории 4 категории	При ревизии
<p>* Категории трубопроводов определяются согласно Правилам по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке нефтепромысловых трубопроводов РД 39-132-94.</p>		

Таблица 6.4 - Номенклатура нефтепромыслового оборудования для проведения НК при капитальном ремонте

Наименование оборудования	Объект контроля
Оборудование для подземного и капитального ремонта скважин	
Талевые блоки	Щеки, ось блоков, серьга, пальцы для подвески серьги
Крюки	Рог крюка, боковые рога, ствол (проушины), пальцы подвески и крюка, серьга, подвеска, карманы корпуса
Крюкоблоки	Щеки, крюк, боковые рога, ствол (проушины), ось блоков, пальцы подвески и крюка, подвеска, карманы корпуса
Вертлюги	Штроп, ствол, переводник, карманы корпуса, палец для соединения корпуса со штропом, отвод
Элеваторы	Проушины, корпус, штроп
Штропы	По всей длине
Вертлюги эксплуатационные и промывочные	Ствол, корпус, серьга, крышка, отвод
Агрегаты для подземного и капитального ремонта скважин	Тормозные ленты лебедок. Несущие элементы металлоконструкций мачт, сварные швы

Окончание таблицы 6.4

Наименование оборудования	Объект контроля
Оборудование нефтедобычи	
Насосы поршневые (высокого давления) Насосы плунжерные (высокого давления)	Вал кривошипный Вал кривошипный
Насосы центробежные	Вал
Компрессоры поршневые	Коленчатый вал
Компрессоры центробежные	Вал, диффузор

7 КЛАССИФИКАЦИЯ ДЕФЕКТОВ ДЕТАЛЕЙ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ БУРОВОГО, НЕФТЕПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СООРУЖЕНИЙ

7.1 Возникновение различных повреждений или неисправностей (далее – дефектов) деталей и сборочных единиц БНОС, обусловлено конструктивными, технологическими и эксплуатационными факторами.

7.1.1 К конструктивным факторам относятся: конструктивное исполнение деталей и сборочных единиц, материал деталей, величина расчетных нагрузок и характер их воздействия, величины зазоров и натягов в сопряжениях сборочных единиц, твердость поверхностных слоев деталей, шероховатость поверхностей, вид трения контактирующих поверхностей, способ смазки пар трения и др.

7.1.2 Технологическими факторами являются: способы получения заготовок, технология обработки деталей (механическая, термическая, др.), точность обработки, соблюдение технологических процессов при изготовлении или ремонте деталей, проведении сборочных работ, испытаний и др.

7.1.3 Эксплуатационными факторами являются: режим нагруженности оборудования, интенсивность эксплуатации во времени, своевременное проведение регламентных работ, полнота и качество технического обслуживания и ремонта, квалификация обслуживающего персонала, воздействие внешней среды и др.

7.2 Разрушения или изменение размеров деталей и сборочных единиц возникают при превышении предельных нагрузок, допускаемых материалом деталей, в частности, при значительных статических, пульсирующих и циклических знакопеременных нагрузках.

7.3 Обобщенно все дефекты классифицируются по степени разрушений на два типа:

- повреждение всей детали;
- повреждения её поверхностных слоев (в зоне контакта).

7.3.1 К первому типу разрушений относятся: механические повреждения (разрушение полное или частичное, трещины, пробоины, разрывы) и пластические деформации (изгиб, скручивание, коробление, вмятины, сдвиг).

7.3.2 Ко второму типу относятся: коррозия, ослабление посадки, износ. В свою очередь износ может быть: механический, абразивный, усталостный, коррозионный, коррозионно-механический, окислительный, схватыванием, тепловой и т.д. Последствиями износа являются изменение геометрических размеров деталей, ослабление посадки в сопряжениях деталей, хрупкое разрушение (выкрашивание) поверхностных слоев и их пластическая деформация.

7.4 При эксплуатации бурового и нефтепромыслового оборудования и сооружений выделяются шесть основных видов разрушения деталей и узлов из металла и неметаллических деталей и способы их определения.

7.4.1 **Нарушение сплошности материала** (излом, трещины поверхностные и внутренние, риски, выкрашивание, поры и др.):

- дефектоскопия (определение нарушения сплошности);
- дефектометрия (определение глубины залегания пор, внутренних трещин; измерение размеров дефекта).

7.4.2 **Износ** (истирание материала пары деталей, абразивный износ, питтингование и др.)

- дефектометрия (измерение толщины стенок, измерение размеров дефекта и др.).

7.4.3 **Деформация** (смятие, удлинение, утонение под действием растягивающих усилий, изгиб, скручивание и др.)

- дефектометрия (измерение толщины стенок, измерение размеров дефекта и др.).

7.4.4 **Эрозионно-кавитационные повреждения** (жидкостная кавитация и эрозия, газовая кавитация и эрозия):

- дефектометрия (измерение толщины стенок, измерение размеров дефекта и др.).

7.4.5 **Коррозионные повреждения** (атмосферная, газовая, коррозия в активных средах):

- дефектометрия (измерение толщины стенок, измерение размеров дефекта и др.);
- твердометрия (определение предела прочности материала).

7.4.6 **Химико-механические повреждения** (усталостность, коррозия при трении, контактирование с агрессивными средами, следствием чего является утонение металла, а также изменение в микроструктуре металла:

- дефектометрия (измерение толщины стенок, измерение размеров дефекта и др.);
- твердометрия (определение предела прочности материала);
- спектроскопия, металлография (определение состава сплава, микроструктуры металла переносными приборами).

Для неметаллических деталей (сборочных единиц) характерны ускоренные процессы старения, износа, эрозии, а для металлических деталей (сборочных единиц) - процессы коррозии.

7.5 Нарушения сплошности - выкрашивание, поры, трещины и др. образуются вследствие воздействия на локальные участки детали нагрузок, превышающих прочностные характеристики материала, а также действия знакопеременных нагрузок.

Возникновение трещин характерно для корпусных деталей (рамы, блоки, станины и пр.), изделий из чугуна, и деталей, изготовленных из листового

материала. Трещины могут возникнуть из-за неправильного монтажа оборудования, замерзания жидкости в закрытых полостях, местного перегрева металла (например, в сварных соединениях). Трещины могут образоваться как на поверхности так и внутри металла.

7.6 Износ является одним из критериев предельного состояния оборудования (детали, сборочных единиц). При достижении предельного износа деталей, дальнейшая эксплуатация оборудования недопустима (с точки зрения надежности и безопасности) или экономически нецелесообразна.

В целом характер износа и степень интенсивности изнашивания определяются величиной контактных давлений в зоне трения, действием циклических нагрузок, скоростью относительного перемещения поверхностей пар трения, режимом их смазывания, качеством обработки, состоянием поверхностей пар трения и температурным режимом.

7.7 Деформация материала детали происходит вследствие действия внешних или внутренних нагрузок и выражается в виде изменения формы и размера деталей. Эти изменения могут быть временными (упругие деформации, исчезающие после прекращения действия нагрузки) или остаточными (пластические деформации, остающиеся после прекращения действия нагрузки).

Пластические деформации наблюдаются при перегрузках в деталях, в сборочных единицах, в результате чего появляются дефекты: искривления валов и осей, вытяжка болтов при монтаже, осадка пружин, выдавливание ямок на дорожках качения подшипников, направляющих, обгонных муфт, смятие шпонок, шпоночных канавок, шлицев, рабочих поверхностей в зажимных и крепежных деталях (например, в резьбах).

7.8 Эрозионные повреждения обуславливаются наличием в зоне трения высоких скоростей газа или жидкости, действием долговременных больших давлений.

Эти повреждения образуются на участках, имеющих местные сопротивления потоку жидкости или газу (повороты, переходы в конструкциях и др.) например: на выкидных линиях насосов, компрессоров высокого давления, диффузорах, на фонтанной арматуре и др.

7.9 Кавитационные повреждения обуславливаются наличием в зоне трения высоких скоростей пузырьков газа (для насосов) или капельной жидкости (для компрессоров), обусловленные отрицательными давлениями.

7.10 Коррозия – это повреждение в основном поверхностное под действием атмосферного воздуха, влаги и др. сред, участвующих в окислительных процессах

При коррозионно-механическом изнашивании механическое изнашивание усугубляется коррозионным воздействием внешней среды.

Коррозионные повреждения происходят под действием химически агрессивных веществ (нефть, нефтепродукты, минерализованная вода, газы,

влага). Наиболее опасно для оборудования совместное воздействие сероводорода, углекислого газа.

7.11 Усталостному разрушению подвергаются детали, совершающие возвратно-поступательное или вращательное движение, в том числе валы лебедок, трансмиссионные и кривошипные валы буровых насосов, детали турбобуров, элементы бурильной колонны, насосные штанги, стволы крюков, штоки насосов, талевые канаты, штропы, зубчатые колеса и звездочки, подшипники качения и др.

Усталостному разрушению детали способствуют различные повреждения ее поверхности (риски, забоины, поверхностные трещины, грубая обработка поверхности детали и др.), наличие концентраторов напряжений (резкие изменения сечения детали, отверстия, пазы, дефекты материала и др.), высокая твердость материала детали, неоднородность структуры материала и др.

7.12 Химико-механические повреждения - разрушения, вызванные контактированием с агрессивными средами и влияющие на микроструктуру металла (материала).

7.13 В таблице 7.1 приведены все основные виды дефектов деталей, сборочных единиц, характер повреждений и рекомендуемые для их выявления методы НК.

Характеристика дефектов приведена в приложении Г.

Таблица 7.1 - Классификация дефектов и характера повреждений деталей бурового, нефтепромыслового оборудования и сооружений

Повреждения, дефекты деталей	Наименование деталей, сборочных единиц и участки повреждений	Характер повреждения деталей	Рекомендуемые виды, методы контроля для обнаружения дефектов
Нарушение сплошности			
Трещины	Стенки труб (буровых, нефтепромысловых и т.п.), швы сварочных соединений (листы резервуаров, сосуды работающие под давлением и т.п.), оборудование для бурения и ремонта скважин	Образование трещины на поверхности или в теле детали, мелкие или единичные крупные, соизмеримые приборами	Ультразвуковой, радиационный, акустико-эмиссионный, магнитопорошковый, капиллярный, электрический и др.
Расслоения	Крюки грузоподъемных машин, оборудование для бурения и ремонта скважин, подшипники скольжения, зубчатые передачи и т.п.	Разрушения вдоль плоскости контакта под углом или параллельно (в сопрягаемых деталях)	Акустико-эмиссионный, ультразвуковой, радиационный, вихретоковый, магнитный, электрический и др.
Поры	Швы сварочных соединений, детали, полученные литьем, заливка подшипников скольжения и т.п.	Дефект в виде замкнутого пространства, который ослабляет прочность детали	Радиационный, ультразвуковой, вихретоковый, электрический и т.д.

Продолжение таблицы 7.1

Повреждения, дефекты деталей	Наименование деталей, сборочных единиц и участки повреждений	Характер повреждения деталей	Рекомендуемые виды, методы контроля для обнаружения дефектов
Вязкий излом	Связи металлоконструкций и анкерные болты, несущие элементы сборочной единицы, напряженные болты	Разрушения, сопровождающиеся значительной макропластической деформацией. Поверхность излома не имеет кристаллического блеска	Ультразвуковой, радиационный, акустико-эмиссионный, магнитопорошковый, капиллярный, электрический и др.
Хрупкий излом	Сварные соединения, фасонные детали, болты, валики и пальцы, имеющие высокую твердость, чугунные отливки, шарошки долот	Разрушение при незначительной деформации. Поверхность излома перпендикулярна направлению максимальных растягивающих напряжений и имеет кристаллическое строение	Ультразвуковой, радиационный, акустико-эмиссионный, магнитопорошковый, капиллярный, электрический и др.
Усталостный излом	Валы, оси, шатуны, трубы, штропы, штанги, канаты, подшипники, зубчатые колеса, цепи и другие детали, подвергающиеся длительному действию переменных нагрузок	Образование трещины или разрушение. Поверхность излома имеет зоны постепенного развития трещины, ускоренного развития излома и зону излома	Ультразвуковой, радиационный, акустико-эмиссионный, магнитопорошковый, капиллярный, электрический и др.

Продолжение таблицы 7.1

Повреждения, дефекты деталей	Наименование деталей, сборочных единиц и участки повреждений	Характер повреждения деталей	Рекомендуемые виды, методы контроля для обнаружения дефектов
Износ механический			
Заедание	Шестерни зубчатых передач, подшипники скольжения, пара корпус и пробка кранов, шиберы и седла задвижек	Адгезия и вырывание частиц металла из контактирующих поверхностей	Магнитный, ультразвуковой, оптический, радиационный и др.
Истирание металлических пар	Подшипники скольжения, валы, оси, направляющие, крейцкопфы, поршневая группа насосов, передачи, шарнирные соединения, резьба и др.	Постепенное изменение геометрических размеров детали,	Магнитный, ультразвуковой, радиационный, оптический и др.
Абразивный износ	Бурильные и насосно-компрессорные трубы и их муфты, клапаны, детали гидравлической части наземных насосов, плунжер и цилиндр скважинного насоса, шиберы и седла задвижек	Постепенное изменение геометрических размеров. На поверхностях наблюдаются характерные риски, канавы, направленные по движению абразивных частиц	Магнитный, ультразвуковой, радиационный, оптический и др.

Продолжение таблицы 7.1

Повреждения, дефекты деталей	Наименование деталей, сборочных единиц и участки повреждений	Характер повреждения деталей	Рекомендуемые виды, методы контроля для обнаружения дефектов
Деформация			
Остаточная деформация	Канаты, трубы, резервуары, крюки, стропы, элеваторы, штанги, шпильки, сосуды, подшипники скольжения, подогреватели, трубы теплоносителей и др.	Изменение геометрической формы детали (удлинение, изгиб, утонение, вмятины и т.д.)	Радиационный, оптический, магнитный, ультразвуковой и др.
Эрозионно-кавитационные повреждения			
Гидроабразивная эрозия и газовая эрозия	Запорные и регулирующие элементы аппаратуры трубопроводов, рабочие камеры гидротурбин, детали гидравлической части насосов, арматура (штуцеры, тройники, др.), входные устройства сепараторов	Характер изношенной поверхности определяется условиями воздействия потока жидкости и газа. Разрушение имеет вид пятен, полос, рубцов, зубчатых раковин, вымоин	Магнитный, ультразвуковой, оптический, радиационный и др.

Продолжение таблицы 7.1

Повреждения, дефекты деталей	Наименование деталей, сборочных единиц и участки повреждений	Характер повреждения деталей	Рекомендуемые виды, методы контроля для обнаружения дефектов
Кавитация	Детали гидравлической части поршневых и струйных насосов, фонтанная арматура, гидроциклонные установки	Появление на поверхности металла мелких, но глубоких питтингов, которые местами сливаются и образуют сквозное отверстие	Магнитный, ультразвуковой, оптический, радиационный
Коррозионные повреждения			
Коррозионные повреждения	Оси и штоки насосов, канаты, насосные штанги и другие детали, испытывающие переменные нагрузки в коррозионных средах, стенки трубопроводов, сосудов под давлением и резервуаров	Поверхность коррозионно-усталостного излома покрыта слоем продуктов коррозии	Магнитный, ультразвуковой, оптический, радиационный и др.

Коррозия в электролитах	Скважинное оборудование	Коррозионные питтинги, рассеянные по всей поверхности деталей	Магнитный, ультразвуковой, оптический, радиационный и др.
-------------------------	-------------------------	---	---

Окончание таблицы 7.1

Повреждения, дефекты деталей	Наименование деталей сборочных единиц и участки повреждений	Характер повреждения деталей	Рекомендуемые виды, методы контроля для обнаружения дефектов
Фреттинг коррозия	Болтовые и заклепочные соединения, посадочные поверхности подшипников качения, шестерен, муфт, детали, находящиеся в подвижном контакте	Возникновение на контактных поверхностях, особенно на границе контакта, коррозионных повреждений в виде отдельных пятен или полос небольшой глубины	Магнитный, ультразвуковой, оптический, радиационный и др.
Химико-механические повреждения			
Усталостное повреждение	Валы центробежных насосов и компрессоров, пальцы поршней, оси и штоки поршневых насосов и компрессоров	Расстрескивание, сдвиг, кручение, изгиб под воздействием переменных напряжений	Магнитный, ультразвуковой, оптический, радиационный и др.

СТП 01-017-2000

Изменение микро-структуры материала	Стенки трубопровода, стенки сосуда, работающего под давлением, корпус запорной арматуры	Утонение, появляется хрупкость металла, изменяется текучесть металла и предел прочности под воздействием агрессивных сред	Магнитный, ультразвуковой, оптический, радиационный и др.
-------------------------------------	---	---	---

8 МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПРОВЕДЕНИЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ БУРОВОГО, НЕФТЕПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ И СООРУЖЕНИЙ

8.1 В соответствии с ГОСТ 18353-79 НК подразделяют на девять видов: магнитный, электрический, вихретоковый, радиоволновой, тепловой, оптический, радиационный, акустический и капиллярный (проникающими веществами). Каждый вид НК осуществляется методами, которые классифицируются по:

- характеру взаимодействия физических полей или веществ с контролируемым объектом:

- первичным информативным параметрам;
- способу получения первичной информации.

8.2 Виды и методы контроля:

- акустический: а) ультразвуковой, б) вибрационного контроля, в) акустико-эмиссионный и т.д.;
- тепловой: а) термолюменорный, б) тепловизионный и т.д.;
- магнитный: а) магнитной памяти, б) магнитопорошковый, в) магнитографический, г) индукционный и т.д.;
- электрический: а) электроискровой, б) электропараметрический, в) электроемкостной, г) термоэлектрический и т.д.;
- вихретоковый: а) спектральный, б) импульсный и т.д.;
- капиллярный: а) цветной, б) люменесцентный и т.д.;
- радиоволновой: а) частотно-фазовый, б) геометрический, в) детекторный и т.д.;
- радиационный: а) радиографический, б) гамма-изотопный, в) рентгеновский и т.д.;
- оптический: а) прошедшего излучения б) отраженного излучения в) спектральный и т.д.;

8.3 Каждому типу дефектов рекомендуется конкретный метод НК; выявляемость дефектов методами НК представлена в таблице В.1 приложения В.

Оценка выявляемости дефектов деталей БНОС методами НК, наиболее применяемыми в бурении и нефтедобыче, дана по пятибалльной системе.

8.4 Средства и методы НК следует выбирать в зависимости от параметров контролируемого объекта, условий его обследования и необходимости получения результатов в виде: показаний приборов, регистрирования на бумаге или пленке, сканирования и ввода в память электронной аппаратуры.

8.5 Приборы для проведения НК должны проходить периодическую государственную поверку в установленном порядке.

8.6 В приложении А представлены краткие характеристики наиболее применяемых видов НК с описанием физической сущности методов, способов осуществления этих методов и средств контроля, необходимых для их осуществления.

9 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ ДЕТАЛЕЙ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

9.1 С целью обеспечения безопасности проведения соответствующих этапов работ, лица привлекаемые к НК оборудования, должны соблюдать правила техники безопасности в полном соответствии с требованиями, изложенными в следующих стандартах и документах:

9.1.1 Общие требования безопасности к проведению НК – по ГОСТ 12.3.002-75, ГОСТ 12.2.003-91, ГОСТ 12.1.001-89, ГОСТ 12.1.003-83. (Названия ГОСТов приведены в нормативных ссылках).

9.1.2 К проведению НК допускаются дефектоскописты, прошедшие аттестацию в установленном порядке, а также обучение и инструктаж по ГОСТ 12.0.004-90.

9.1.3 При размещении, хранении, транспортировании и использовании дефектоскопических и вспомогательных материалов, отходов производства и проконтролированных объектов следует соблюдать требования к защите от пожаров и взрывов по ГОСТ 12.1.004-91 и ГОСТ 12.1.010-76.

9.1.4 Требования безопасности по содержанию вредных веществ, температуре, влажности, подвижности воздуха в рабочей зоне по ГОСТ 12.1.005-88, ГОСТ 12.1.007-76, требования к вентиляционным системам по ГОСТ 12.4.021-75.

9.1.5 Требования электробезопасности – по ГОСТ 12.2.007.0-75, ГОСТ 12.1.019-79, Правилам устройства электроустановок потребителей утвержденным Госэнергонадзором Минэнерго СССР 5.10.79, Правилам технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правилам техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей, утвержденным Госэнергонадзором Минэнерго СССР 21.12.84.

9.1.6 Требования к коэффициенту естественной освещенности и освещенности рабочей зоны, пульсации светового потока, яркости и контрасту по СНиП 22-05-95.

9.1.7 Требования к защите от вредного воздействия постоянных магнитных полей соответствуют Предельно допустимым уровням воздействия постоянных магнитных полей при работе с магнитными устройствами и магнитными материалами № 1742-77, утвержденным Минздравом СССР.

9.1.8 При выполнении НК должны соблюдаться Гигиенические требования при работах с источниками воздушного и контактного ультразвука промышленного, медицинского и бытового назначения СанПиН 2.2.4/2.1.8.582-96.

9.1.9 При проведении радиографического контроля, хранении и перезарядке радиоактивных источников излучения должна быть обеспечена

безопасность работ в соответствии с требованиями Основных санитарных правил обеспечения радиационной безопасности СП 2.6.1.799-99, Норм радиационной безопасности НРБ - 99, СП 2.6.1.758-99 Санитарных правил при проведении рентгеновской дефектоскопии № 2191-80, утвержденных Минздравом СССР.

9.2 Лица, не занятые НК, не должны находиться на месте (участке) проведения работ (в зоне возможного облучения, при радиационных, ультразвуковых и других методах).

9.3 НК деталей и сборочных единиц оборудования должны проводить в освещенном месте при влажности воздуха не более 70% , а при неблагоприятных условиях работы должны проводиться в отапливаемых помещениях.

9.4 Контроль за выполнением требований техники безопасности лицами проводящими НК деталей оборудования следует возлагать на руководителя работ – представителя того дочернего общества, где проводятся работы.

10 СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

10.1 В настоящем стандарте использована следующая нормативно-техническая литература:

Инструкция по испытанию буровых вышек в промысловых условиях. — Самара: ВНИИТнефть, 1996.

Инструкция по применению неразрушающего способа при испытании буровых вышек в промысловых условиях. — М.: МАИ, 1996.

Инструкция по проведению дефектоскопии бурового, нефтепромыслового оборудования и инструмента на предприятиях и в объединениях министерства нефтяной промышленности. — Уфа: СПКТБ, 1977.

Методика неразрушающего контроля бурового и нефтепромыслового оборудования. — Уфа: СПКТБ «Нефтегазмаш», 1996.

МУ 3997-00.001. Методические указания по определению критериев вывода из эксплуатации нефтепромыслового оборудования. — Уфа: СПКТБ «Нефтегазмаш», 1997.

ПБ 10-115-96. Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением. — М.: ПИО ОБТ, 1996.

ПБ 10-382-00. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. — М.: ПИО ОБТ, 2000.

Правила аттестации специалистов неразрушающего контроля. — М.: НПО ОБТ, 1992.

Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей. — М.: Госэнергонадзор Минэнерго СССР, 1994.

Правила эксплуатации электроустановок потребителей. — М.: Энергоатомиздат, 1992.

Правила устройства электроустановок. — М.: Главэнергонадзор России, 1998.

Предельно допустимые уровни воздействия постоянных магнитных полей при работе с магнитными устройствами и магнитными материалами №1742-77. — М.: Минздрав СССР, 1977.

РД 03-131-97. Правила организации и проведения акустико-эмиссионного контроля сосудов, аппаратов, котлов и технологических трубопроводов. — М.: Госгортехнадзор России, 1996.

РД 08-95-95. Положение о системе технического диагностирования сварных вертикальных цилиндрических резервуаров для нефти и нефтепродуктов. — М.: Госгортехнадзор России, 1995.

РД 08-200-98. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности. — М.: Госгортехнадзор России, 1998.

РД 26-11-01-85. Инструкция по контролю сварных соединений недоступных для проведения радиографического и ультразвукового контроля. — М.: Минхимнефтемаш, 1985.

РД 34-10.068-91. Соединения сварные, оборудование тепловых электростанций. Радиографический контроль. — М.: Энергомонтажпроект, 1991.

РД 34-17-421-92. Типовая инструкция по контролю срока службы металла основных элементов котлов, турбин и трубопроводов тепловых электростанций. — М.: СПО ОРГРЭС, 1992.

РД 34-17-446-97. Методические указания по техническому диагностированию труб поверхностей нагрева паровых и водогрейных котлов с использованием магнитной памяти металла. — М.: НПО «Энергодиагностика». 1997.

РД 39-132-94. Правила по эксплуатации, ревизии, ремонту и отбраковке нефтепромысловых трубопроводов. — М.: НПО ОБТ, 1994.

РД 51-1-98. Методика оперативной компьютерной диагностики локальных участков газопроводов с использованием магнитной памяти металла. М. НПО «Энергодиагностика». 1998г.

Руководство по организации эксплуатации и технологии технического обслуживания и ремонта нефтепромыслового оборудования. — Уфа.: СПКТБ «Нефтегазмаш», 1999.

Санитарные правила при проведении рентгеновской дефектоскопии №2191-80. — М.: Минздрав СССР, 1980.

СП 2.6.1.758-99. НРБ - 99 Нормы радиационной безопасности. — М.: Минздрав России, 1999.

СП 2.6.1.799-99. Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности. — М.: Минздрав России, 2000.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(информационное)

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА ПРОВЕДЕНИЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО
КОНТРОЛЯ БУРОВОГО, НЕФТЕПРОМЫСЛОВОГО
ОБОРУДОВАНИЯ И СООРУЖЕНИЙ

А.1 Ультразвуковой метод контроля

А.1.1 Основные понятия ультразвукового контроля (УЗК).

А.1.1.1 Акустические колебания свыше 20 кГц называются ультразвуковыми. Основные, применяемые для неразрушающего контроля БНОС, частоты в пределах $f = 1$ МГц - $f = 10$ МГц. Скорость распространения ультразвуковых (УЗ) колебаний зависит от свойств среды, т.е. ее упругости и плотности. Так, например, скорость распространения продольных ультразвуковых (УЗ) колебаний в стали около 6100 м/сек, в воде - около 1497 м/сек, в воздухе – около 331 м/сек.

А.1.1.2 В УЗК в качестве источников колебаний применяются обычно пьезоэлектрические излучатели, устанавливаемые в искательной головке, в которой основной частью является пьезоэлектрическая пластина из титаната или цирконата бария. Работа искательных головок основана на использовании явлений прямого и обратного эффекта:

- прямой эффект проявляется при сжатии или растяжении пьезопластины. При этом на ее поверхности возникают электрические заряды, знак которых определяется направлением деформации, а величина – приложенным усилием.

- обратный эффект проявляется при действии на пьезопластину электрического поля. Если электрическое поле переменное, то пластина будет совершать вынужденные упругие колебания с частотой поля. Вследствии этого пластина в искательной головке является не только излучателем упругих колебаний в изделии, но и приемником отраженных собственных упругих колебаний. Последние преобразуются в электрическое напряжение.

А.1.1.3 Законы отражения и преломления УЗ волн аналогичны законам геометрической оптики. Они так же, как световые лучи, имеют способность преломляться, отражаться и фокусироваться. В изделиях УЗ колебания, ввиду малой длины волны, распространяются в виде узкого направленного пучка.

А.1.1.4 Произведение скорости УЗ на плотность среды носит название акустического сопротивления.

$$R = \nu\rho$$

где R - акустическое сопротивление, $\text{кг/м}^3 \cdot \text{с}$;
 v - скорость волны, с ;
 ρ - плотность среды, кг/м^3 .

А.1.1.5 При падении УЗ лучей на границу раздела двух сред отражается часть их энергии. Вторая часть проходит в граничащую среду. Соотношение между отраженной энергией и энергией лучей, вошедших во вторую среду, зависит от акустических сопротивлений сред. Воздух обладает большим акустическим сопротивлением, чем металл, поэтому лучи почти полностью отражаются. Дефекты деталей оборудования представляют собой как границу раздела металл-воздух.

А.1.1.6 Ультразвуковыми и радиационными методами дефектоскопии выявляют внутренние и поверхностные трещины деталей оборудования и являются предпочтительными перед другими методами. УЗ метод более безопасен чем радиационный.

А.1.2 Проведение работ по НК.

А.1.2.1 Перед контролем поверхность деталей со стороны ввода УЗ колебаний необходимо тщательно очистить от грязи, ржавчины и заусениц. Для лучшего контакта между искательной головкой и поверхностью детали наносится контактирующая жидкость, которая устраняет воздушный зазор между соприкасающимися поверхностями. Состав контактной жидкости приведен в методических указаниях (МУ) по проведению УЗК.

А.1.2.2 К месту размещения приборов должно быть подведено напряжение питающей сети 220, 36, 24 В с частотой 50 (± 1) Гц. Подключение приборов к сети желательно через фильтр, пропускающий узкую полосу напряжения.

А.1.2.3 Для лучшего охлаждения прибора, его устанавливают там, где обеспечивается свободная вентиляция.

А.1.2.4 При перестановке аппаратуры с минусовой на плюсовую температуру, необходимо выдержать её в течении 6 – 12 часов в устанавливаемом месте.

А.1.2.5 Режим ведения контроля устанавливается согласно инструкции для этих приборов и методики проведения НК.

А.1.2.6 Приборы и датчики (пьезоэлектрические преобразователи) перед контролем деталей настраивают на заданную чувствительность по образцам, которые входят в комплект. Образцы для настройки должны быть изготовлены из одного и того же материала, что и деталь.

А.1.2.7 Характеристики ультразвукового преобразователя следует проверять по НТД на аппаратуру, утвержденной в установленном порядке.

А.1.2.8 УЗК должен проводиться в соответствии с требованиями ГОСТ 14782-86.

А.1.2.9 Персонал, работающий с этими приборами контроля должен быть аттестован и иметь допуск к работе.

А.1.3 Средства НК ультразвуковым методом

А.1.3.1 Приборы НК, разработанные на основе ультразвукового метода:

-отечественные:

а) дефектоскопы: УД 2 - 12; УД - 13П; УД2В-П фирмы «Прибор»; УД4-Т фирмы «Votum», сканирующие - СКАРУЧ и УИУ-СКАНЕР фирмы «АЛТЕС»; УД2-102 фирмы «Алтек»; А1212 фирмы «Спектр» и др.;

б) толщиномеры УТ- 65М; УТ - 81М; УТ - 93П и др.;

в) твердомеры «Темп - 2» изготовитель: НПЦ «Прибор»;

- зарубежные:

а) дефектоскопы: USL-48, USN-50, USK-7S фирмы «Krautkramer»; ЕРОСН III, ЕРОСН IIIВ фирмы «Panametrics» и т.п., а также приборы других фирм;

б) толщиномеры: фирмы «Panametrics» DMS, DM-2Т, DME-DL, 26DL, 30DL, 26MG, 26MG-ХТ и др.;

в) твердомеры: фирмы «Krautkramer» и др.

А.2 Акустико - эмиссионный метод

А.2.1 Физическая сущность акустико-эмиссионного метода дефектоскопии.

А.2.1.1 Акустическая эмиссия - явление, заключающееся в испускании объектом контроля акустических волн при наличии скрытых разрушений в материале объекта.

Акустико-эмиссионный метод контроля (АЭ) основан на явлении, заключающемся в генерации упругих волн в твердых телах при их деформировании (нагрузении), что позволяет по результатам регистрации и анализа параметров упругих волн акустической эмиссии оценивать уровень напряжений и динамику развития дефектов в нагружаемых объектах контроля.

А.2.1.2 Метод АЭ, в отличие от ультразвукового импульсного метода контроля, является пассивным, а активную роль выполняют развивающиеся в материале контролируемого объекта дефекты, представляющие собой источники энергии акустической эмиссии.

А.2.1.3 Метод АЭ обладает высокой чувствительностью к развивающимся дефектам, превосходящей другие методы например, обнаруживает приращение трещины порядка долей миллиметра. Для этого метода геометрические размеры и ориентация дефекта не имеют существенного значения; он имеет также меньше ограничений, связанных со свойствами и структурой материалов.

А.2.1.4 Основными параметрами, характеризующими АЭ являются следующие:

- число импульсов (N_1) - число зарегистрированных импульсов дискретной акустической эмиссии за интервал времени наблюдения;
- суммарный счет (N) - число зарегистрированных превышений импульсов акустической эмиссии установленного уровня дискриминации (ограничения) за интервал времени наблюдения;
- активность (N_2) - число зарегистрированных импульсов акустической эмиссии за единицу времени;
- скорость счета (N) - отношение суммарного счета акустической эмиссии к интервалу времени наблюдения;
- энергия (E) - энергия, выделяемая источником акустической эмиссии и переносимая волнами, возникающими в материале контролируемого объекта;
- образ источника АЭ - группа параметров сигналов акустической эмиссии, полученная в результате определенного вида нагружения материала объекта контроля с помощью конкретной аппаратуры АЭ и при заданных условиях нагружения, позволяющая оценить способность материала излучать акустические импульсы.

А.2.1.5 Число импульсов и суммарный счет АЭ являются основными и легко регистрируемыми параметрами, определяющими такие параметры дефекта, как длина трещины или ее площадь.

А.2.1.6 Активность АЭ и скорость счета свидетельствуют о скорости развития дефекта.

А.2.1.7 Момент прихода сигналов АЭ на преобразователь определяет координаты дефекта.

А.2.2. Проведение контроля АЭ методом.

А.2.2.1 Рекомендуемая область применения метода АЭ контроля:

- наблюдение за состоянием металлических конструкций (вышки буровые, эксплуатационные, мачты, грузоподъемные механизмы);

- наблюдение за состоянием поверхностей нагрева (теплообменники, печи ПТБ, котлы);

- контроль трубопроводов и пр.

А.2.2.2 Преобразователи надежно крепятся неподвижно на поверхности объекта в доступных местах и не проводя сканирования дефектоскопист получает информацию о дефектах объекта, к которым затруднен доступ.

Датчики крепятся на поверхности объекта при помощи специальных клемм, силиконовой резины.

А.2.2.3 Структурная схема процесса регистрации дефектов методом АЭ показана на рисунке 1.

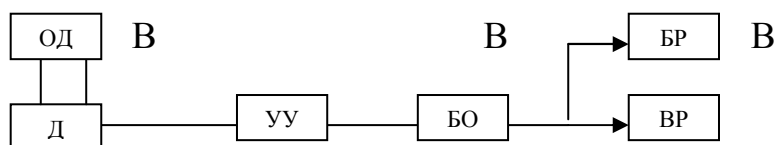


Рисунок 1 - Схема процесса регистрации дефектов методом АЭ

Акустические волны, образованные дефектом, развивающимся в объекте дефектоскопии ОД, воспринимаются через волноводы В датчиками Д.

Сигналы с датчиков Д усиливаются в усилительном устройстве УУ, фильтруются и подвергаются дальнейшей обработке в блоке обработки БО. Блоки ВВ и ВР предназначены для визуализации и регистрации сигналов АЭ.

А.2.2.4 Настройку системы приборов контроля АЭ производят в соответствии с инструкциями по эксплуатации приборов.

А.2.2.5 Выявления дефектов производят в соответствии с методиками проведения контроля АЭ, разрабатываемыми на конкретные объекты контроля.

А.2.3.6 Датчики АЭ представляют собой преобразователи пьезоэлектрического типа, изготовленные из пьезокерамики типа ЦТС.

Для контроля объектов с температурой контролируемой поверхности более 300⁰ С применяются преобразователи из пьезокерамики типа ниобата лития.

А.2.2.7 По результатам АЭ дефектоскопии составляется акт, рекомендуемая форма которого представлена в приложении Б.

А.2.3 Аппаратура акустико-эмиссионного метода дефектоскопии.

А.2.3.1 В зависимости от функционального назначения и сложности, аппаратура АЭ подразделяется на следующие группы:

- приборы производственного контроля;
- многофункциональные системы АЭ контроля.

А.2.3.2 Приборы производственного контроля типа АРКС-01, АМУР-Д-4, АРД-31 и т. д. применяются для измерения одного или двух параметров однотипных объектов.

Например, контроль за образованием микротрещин, пор и внутренних включений при остывании металла сварного шва.

Образование дефектов в сварном шве приводит к изменению внутренних напряжений, что сопровождается появлением сигналов АЭ.

А.2.3.3 Многофункциональные приборы АЭ контроля АФ-11, АРГУС-7, АФ-15, Малахит-12АС, АРГУС-4, АФ-33, серия 3000 (фирмы “Динеган/Эндевко”), комплексы ЭКСПЕРТ- 2000 и др. обнаруживают сигналы АЭ, возникающие в нагруженных конструкциях и сосудах высокого давления, деталях и узлах машин и механизмов, а также зарождающиеся и развивающиеся дефекты и определяют их координаты.

А.3 Магнитопорошковый метод контроля

А.3.1 Основные положения и область применения.

А.3.1.1 Принцип магнитных методов НК заключается в обнаружении магнитных полей рассеяния в местах нарушения сплошности в намагниченных изделиях из ферромагнитных материалов.

А.3.1.2 Методы магнитной дефектоскопии различаются применяемыми для обнаружения магнитных полей рассеяния индикаторами.

Основными из них являются:

- магнитопорошковый метод;
- магнитографический метод;
- феррозондовый метод.

А.3.1.3 Наиболее распространен в практике магнитной дефектоскопии деталей бурового и нефтепромыслового оборудования, как в эксплуатации, так и при капитальном ремонте - магнитопорошковый метод, основанный на визуальном наблюдении за осаждением частиц магнитного порошка в местах расположения дефектов.

А.3.1.4 Физическая сущность образования поля рассеяния над дефектом, например трещиной, заключается в следующем.

Если контролируемый объект не имеет дефектов и он однороден, то по своим магнитным свойствам и при намагничивании силовые линии магнитного поля распределяются в нем равномерно.

Места нарушения сплошности материала контролируемого объекта - трещины, пустоты, немагнитные включения отличаются по магнитным свойствам от основного материала, что вызывает искажение магнитного потока.

В результате магнитные силовые линии огибают места с пониженной проницаемостью (места дефектов) и выходят за пределы поверхности изделия, образуя над дефектом магнитное поле рассеяния.

А.3.1.5 При магнитопорошковом методе на контролируемый объект наносят суспензию со взвешенными частицами ферромагнитного порошка или обрабатывают воздушной смесью таких частиц. При этом близлежащие частицы притягиваются к дефектным местам и образуют видимые невооруженным глазом валики порошка.

По характеру оседания порошка (форме и размерам валиков) судят о протяженности дефектов и о типе этих дефектов.

А.3.1.6 Магнитопорошковый метод позволяет обнаруживать тонкие, невидимые глазом поверхностные дефекты типа трещин (закалочных, сварочных, усталостных), волосовины, надрывы.

А.3.1.7 Необходимым условием для проведения контроля магнитопорошковым методом является наличие доступа к контролируемой поверхности, достаточного для подвода намагничивающих устройств и визуального осмотра ее.

А.3.1.8 Чувствительность магнитопорошкового метода определяется размерами минимальных надежно выявляемых дефектов. Чем эти размеры меньше, тем выше чувствительность.

А.3.1.9 Чувствительность магнитопорошкового метода определяется магнитными характеристиками материала объекта контроля, его формой, размерами и шероховатостью поверхности, напряженностью намагничивающего поля, местоположением и ориентацией дефектов, свойствами дефектоскопического материала, способом его нанесения на объект контроля, а также способом и условиями регистрации индикаторного рисунка выявляемых дефектов.

А.3.1.10 В зависимости от размеров выявляемых дефектов устанавливаются три условных уровня чувствительности, приведенные в таблице А.1.

Таблица А.1

Условный уровень чувствительности	Максимальная ширина раскрытия условного дефекта, мкм	Минимальная протяженность условного дефекта, мм
А	2,0	0,5
Б	10,0	
В	25,0	

Условный уровень чувствительности А достигается при параметре шероховатости контролируемой поверхности $Ra \leq 2,5$ мкм, уровни чувствительности Б и В - при $Ra \leq 10$ мкм.

При выявлении подповерхностных дефектов, а также при $Ra > 10$ мкм чувствительность метода понижается.

А.3.2 Дефектоскопические материалы.

А.3.2.1 Для обнаружения дефектов применяют сухой магнитный порошок или магнитную суспензию (взвесь магнитного порошка в дисперсионной среде).

В качестве индикатора при магнитопорошковой дефектоскопии применяются черные или цветные магнитные порошки или пасты, а также магнитолюминесцентная паста. Индикаторные материалы, применяемые при магнитопорошковой дефектоскопии приведены в таблице А.2 .

А.3.2.2 Порошок или пасту следует выбирать такого цвета, который лучше контрастирует с цветом контролируемой поверхности.

А.3.2.3 Магнитолюминесцентные пасты (при наличии ультрафиолетового освещения) эффективно используются как при контроле деталей со светлой поверхностью, так и при контроле деталей с темной поверхностью.

А.3.2.4 Магнитные порошки и пасты используются в виде суспензий, которые наносятся на деталь путем полива или погружения детали в суспензию.

А.3.2.5 Не зависимо от состава суспензии дисперсионная среда (жидкая основа суспензии) должна удовлетворять следующим требованиям:

- иметь вязкость при температуре проведения контроля не более $3 \cdot 10^{-6}$ м²/с (30 сСт). Вязкость дисперсионной среды измеряется вискозиметром, например, марки ВПЖ-2;
- не быть коррозионно-активной по отношению к материалу контролируемых деталей;
- не иметь резкого запаха;
- не оказывать токсичного воздействия на организм человека.

Таблица А.2 - Индикаторные материалы, применяемые при контроле

Наименование материала	Цвет порошка	Вид дисперсионной среды	Оптимальная концентрация материала в дисперсионной среде, г/л	Концентрация порошка в суспензии пасты, г/л	Выявляющая способность Q**, %
Магнитный порошок (кемеровский)	Черный	Водный раствор*, масло трансформаторное, масло РМ	30±1,5	-	120 100 110
Паста ЧВ-1	То же	Вода водопроводная	60±3,0	30±1,5	120
Паста КВ-1	Красный	То же	80±4,0	30±1,5	100
Паста КМ-К (МП-75)	То же	Масло трансформаторное, керосин, керосино-масляная смесь	40±2,0	20±1,0	70
Люминесцентная паста МЛ-1	«	Вода водопроводная	42±2,0	5±0,25	70

*Водопроводная вода с антикоррозионными, антикоагуляционными и другими добавками.

**Определялась как отношение общей длины валиков порошка, образовавшихся на детали, имеющей тонкие волосовины с помощью исследуемого индикаторного материала, к общей длине валиков порошка, образовавшихся на той же детали при использовании порошка, принятого в качестве образца и разведенного в трансформаторном масле, 30±1,5 г/л.

А.3.3 Технология контроля магнитопорошковым методом.

А.3.3.1 Магнитопорошковый метод контроля включает технологические операции:

- подготовка к контролю;
- намагничивание объекта контроля;
- нанесение индикаторных материалов (магнитного порошка или суспензии);
- осмотр объекта контроля;
- оценка результатов контроля;
- размагничивание.

А.3.3.2 Подготовка к контролю должна включать:

- подготовку объекта к операциям контроля;
- проверку работоспособности дефектоскопов;
- проверку качества дефектоскопических материалов (суспензии).

А.3.3.3 Изделия, подвергаемые магнитопорошковому методу контроля, должны быть очищены от грязи, масел, ржавчины, отслаивающейся окалины и краски любыми способами (механическим, промывкой в керосине, в растворе каустической соды с последующим ополаскиванием).

При намагничивании пропуском тока по изделию, контактные поверхности изделия должны быть очищены от неэлектропроводящих покрытий.

А.3.3.4 Проверку работоспособности дефектоскопов и качества дефектоскопических материалов осуществляют при помощи стандартных образцов предприятий, специально изготовленных или отобранных из числа забракованных изделий с дефектами, размеры которых соответствуют принятому уровню чувствительности.

А.3.3.5 Проверку технического состояния магнитного дефектоскопа производят с применением контрольных образцов.

При проверке работоспособности магнитного дефектоскопа, образец намагничивается по указанному в паспорте режиму и обрабатывается суспензией или порошком.

Картина осаждения порошка или суспензии на образце сравнивается с фотографией. Если эта картина осаждения порошка совпадает с фотографией, то следует считать, что магнитный дефектоскоп к работе готов и приступают к контролю изделий.

А.3.3.6 При магнитопорошковом методе контроля применяют:

- способ остаточной намагниченности (СОН);
- способ приложенного поля (СПП).

А.3.3.7 При контроле СОН объект контроля предварительно намагничивают, а затем, после снятия намагничивающего поля, на его поверхность наносят суспензию.

Промежуток времени между операциями должен быть не более часа. Осмотр контролируемой поверхности проводят после стекания основной массы суспензии.

СОН применяют при контроле объектов из магнитотвердых материалов с коэрцитивной силой $H_c \geq 10$ А/см, с остаточной индукцией 0,5 Тл и более.

А.3.3.8 При контроле СПП операции намагничивания объекта контроля и нанесения суспензии выполняют одновременно. При этом индикаторные рисунки выявляемых дефектов образуются в процессе намагничивания. Намагничивание прекращают после стекания с контролируемой поверхности основной массы суспензии.

Осмотр контролируемой поверхности производится после прекращения намагничивания.

А.3.3.9 Выбор способа контроля осуществлять в зависимости от магнитных свойств материала объекта и требуемой чувствительности контроля.

А.3.3.10 При магнитопорошковом контроле применяют намагничивание:

- циркулярное;
- продольное (полюсное);
- комбинированное;
- во вращающемся магнитном поле.

Виды, способы и схемы намагничивания приведены в таблице 2 ГОСТ 21105-87.

Вид и способ намагничивания выбирают в зависимости от размеров и формы объекта контроля, от характера и ориентации дефектов, подлежащих выявлению. При этом наилучшее условие выявления дефектов-перпендикулярное направление намагничивающего поля по отношению к направлению ожидаемых дефектов.

А.3.3.11 Наиболее распространенным способом нанесения порошка на контролируемую поверхность является способ “магнитной суспензии”.

А.3.3.12 В процессе намагничивания объект контроля или его контролируемый участок (зона между полюсами электромагнита) должны быть равномерно и обильно обработаны суспензией с заданной концентрацией порошка. Обработка проводится путем полива объекта суспензией. При этом намагничивание продолжается до полного стекания суспензии.

А.3.3.13 Осмотр контролируемых поверхностей начинают в приложенном магнитном поле.

Осмотр проводится невооруженным глазом. В сомнительных случаях могут быть применены лупы с 2-4^x кратным увеличением.

При осмотре необходимо принимать меры для предотвращения стирания валиков порошка с дефектов. В случаях стирания отложений порошка контроль следует повторить.

В случае обнаружения трещин в контролируемых зонах объект бракуется.

При отбраковке необходимо учитывать, что магнитный порошок иногда оседает там, где в действительности нет дефекта.

Появление мнимых дефектов вызывается глубокими царапинами, местным наклепом, наличием в материале резкой границы раздела двух структур, отличающихся магнитными свойствами. Поэтому в сомнительных случаях рекомендуется перепроверить результат, уменьшая ток намагничивания.

А.3.3.14 По результатам контроля составляется акт с указанием номера, даты проведения неразрушающего контроля, выявленных дефектов.

Форма акта приведена в приложении Б.

А.3.3.15 После окончания контроля все контролируемые изделия, прошедшие магнитопорошковый контроль и признанные годными по результатам этого контроля должны быть размагничены теми же дефектоскопами в автоматическом или ручном режиме. Допускается размагничивание деталей производить в соленоиде переменного тока, который обеспечивает плавное снижение тока от максимального значения до нуля ручным способом.

А.3.4 Аппаратура, вспомогательные устройства.

А.3.4.1 При контроле магнитопорошковым методом применяют стационарные, передвижные и переносные дефектоскопы.

Допускается применять специализированные дефектоскопы, предназначенные для контроля конкретных изделий.

А.3.4.2 Для обеспечения надежного контроля магнитопорошковым методом необходимы:

- намагничивающие устройства;
- устройства для нанесения магнитной суспензии на детали;
- осветители контролируемой поверхности видимым (белым) или ультрафиолетовым светом;
- измерители напряженности магнитного поля (индукции) на поверхности деталей, а также в различных зонах намагничивающих (или размагничивающих) устройств типа Ф-190 или Ф-564;
- измерители концентрации порошка в суспензии типа АКС-1С;
- контрольные образцы с дефектами и другие средства метрологической поверки;
- размагничивающие устройства;
- измерители освещенности типа Ю-116;
- измерители магнитных полей типа ФП-1 или ПКР-1.

А.3.4.3 Контрольные образцы, предназначенные для проверки работоспособности магнитных дефектоскопов, выбираются из числа дефектных деталей, забракованных при магнитопорошковом контроле.

А.3.4.4 На каждый отобранный контрольный образец составляется паспорт, в котором указывается тип и номер магнитного дефектоскопа, для которого эта деталь предназначена, величина намагничивающего тока, способ намагничивания, применяемая суспензия (масляная или водяная, но обязательно

та, которая используется в данном дефектоскопе), способ нанесения (окувание или полив), ширина осаждения порошка, а также прилагается фотография осадений при указанном режиме контроля.

А.3.4.5 В условиях эксплуатации и капитального ремонта бурового и нефтепромыслового оборудования используются как серийно выпускаемые стационарные универсальные магнитные дефектоскопы, так и передвижные и переносные дефектоскопы.

Основными дефектоскопами, рекомендуемыми для применения в отрасли являются ПМД-70 (переносной), МД-50П (передвижной), МД-600 (в передвижной лаборатории ПКДЛ-1), МД-4К, МДС-5, УМД-9000, МУН-3Г-2, МУН-3Г-1, МИТ-1М, Магус 2.

Наряду с этим могут использоваться дефектоскопы зарубежных фирм Хойбах, Сименс, Инкар, Карасек NAMKON, JONSON, FLEEN и др.

А.3.4.6 В случаях, когда контролируемые магнитопорошковым методом изделия или их участки не могут быть помещены в намагничивающее устройство дефектоскопов, для выполнения роли намагничивающих соленоидных обмоток применяется гибкий кабель соответствующего сечения, подключаемый к клеммам дефектоскопа и к концам (или частям) контролируемых изделий.

А.4 Капиллярный метод контроля

А.4.1 Основные положения и область применения

А.4.1.1 Задача капиллярной дефектоскопии заключается в обнаружении невооруженным глазом поверхностных дефектов путем искусственного повышения контрастности дефектного и неповрежденного участков, что достигается изменением светоотдачи дефектных участков поверхности вследствие нанесения специальных веществ на поверхность контролируемых объектов.

А.4.1.2 В основе капиллярной дефектоскопии лежат следующие физические явления: капиллярное проникновение, сорбция и диффузия, люминесценция, световой и цветовой контрасты.

А.4.1.3 Капиллярные методы основаны на капиллярном проникании индикаторных жидкостей в полости поверхностных и сквозных несплошностей материалов объектов контроля и регистрации образующихся индикаторных следов визуальным способом или с помощью преобразователя.

А.4.1.4 Капиллярные методы предназначены для обнаружения поверхностных и сквозных дефектов в объектах контроля, определения их расположения, протяженности (для протяженных дефектов типа трещин) и ориентации по поверхности.

А.4.1.5 Капиллярные методы используются как в качестве основного, так и вспомогательного методов контроля БНОС.

Например:

- для визуализации тонких трещин, обнаруженных ультразвуковым методом;
- для различения ложных и истинных дефектов при магнитной дефектоскопии;
- в громоздких изделиях с предполагаемым дефектом;
- для контроля сложных и уникальных изделий;
- для контроля деталей из ферромагнитных материалов (например, легко-сплавные бурильные трубы - ЛБТ).

А.4.1.6 Капиллярные методы подразделяют на основные - использующие капиллярные явления, и комбинированные - основанные на сочетании двух или более различных по физической сущности методов неразрушающего контроля, одним из которых является капиллярный.

А.4.1.7 Основные капиллярные методы контроля классифицируют:

а) в зависимости от типа проникающего вещества на:

- 1) проникающих растворов,
- 2) фильтрующих суспензий;

б) в зависимости от способа получения первичной информации на:

- 1) яркостный (ахроматический);
- 2) цветной (хроматический);
- 3) люминесцентный;

4) люминесцентно-цветной.

А.4.1.8 Комбинированные капиллярные методы контроля в зависимости от характера физических полей (излучений) и особенностей их взаимодействия с контролируемым объектом классифицируют на:

- капиллярно-электростатический;
- капиллярно-электроиндукционный;
- капиллярно-магнитный;
- капиллярно-радиационный поглощения;
- капиллярно-радиационный излучения.

А.4.1.9 В зависимости от сочетания методов, способов их реализации, а также используемых материалов достигаются четыре условных уровня чувствительности:

первый - ориентировочное раскрытие дефектов менее 1 мкм, протяженностью менее десятых долей миллиметра;

второй - ориентировочное раскрытие дефектов от 1 до 10 мкм, протяженностью не более 1 мм;

третий - ориентировочное раскрытие дефектов от 1 до 100 мкм, протяженностью более 1 мм;

четвертый - ориентировочное раскрытие дефектов от 100 до 500 мкм, протяженностью более 5 мм.

А.4.1.10 Для выявления поверхностных трещин, раковин, пор, расслоений, выходящих на поверхность, в нефтепромысловой практике все шире используется цветной мокрый (сорбционный) метод капиллярной дефектоскопии. С помощью этого метода выявляют такие дефекты, как поверхностные трещины с раскрытием до 10 мкм при глубине не менее 0,03-0,04 мм, что соответствует II уровню чувствительности.

При дефектоскопии деталей бурового и нефтепромыслового оборудования, как показала практика, этот уровень достаточен. В отличие от люминесцентного метод цветной дефектоскопии не требует ультрафиолетового излучения и затемнения при рассматривании дефектов, что упрощает процесс контроля.

А.4.2 Технология контроля цветным методом.

А.4.2.1 Цветной метод капиллярной дефектоскопии проводится в следующей последовательности:

- подготовка контролируемой поверхности объекта к проведению контроля;
- обработка контролируемой поверхности пенетрантом;
- очистка поверхности от индикаторной жидкости;
- обработка контролируемой поверхности проявителем;
- наблюдение индикаторных следов дефектов.

А.4.2.2 Подготовка поверхности к контролю.

Подготовка поверхности объектов к контролю включает очистку контролируемой поверхности и полостей дефектов от всевозможных загрязнений, лакокрасочных покрытий, моющих составов и дефектоскопических материалов, оставшихся от предыдущего контроля, а также сушку контролируемой поверхности и полостей дефектов. Очистку производят струей абразивного материала (песком, косточковой крошкой) или металлическими щетками.

Обезжиривание производят промывкой или протиркой с применением водных растворов синтетических моющих средств или легколетучих растворителей (бензин авиационный, уайт-спирит).

На практике для протирки и промывки контролируемых поверхностей, загрязненных маслами или смазками, чаще всего используются авиационные бензины, с последующей сушкой на воздухе.

А.4.2.3 Обработка контролируемой поверхности пенетрантом.

В качестве красителя для индикаторных растворов (пенетрантов) при цветном методе применяется судан IV - темно-красный краситель или судан III - красно-оранжевый краситель.

В качестве пенетрантов, опробированных на нефтяном оборудовании, рекомендуются следующие составы:

- 50 % бензола, 50 % скипидара (с суданом IV);
- 50 % керосина, 40 % бензола, 20 % скипидара (с суданом IV).

Судан прибавляется к пенетрантам в количестве, не более 1 %, т.е. до получения интенсивной красной окраски.

Предпочтительнее является первый состав, так как он имеет лучшую смачивающую способность.

Пенетрант наносят на очищенную и обезжиренную поверхность контролируемого объекта при помощи мягкой кисти в 3-4 слоя, чтобы вся контролируемая поверхность была обильно покрыта им.

Проникновение пенетранта в полости дефектов продолжается в течении 3-5 минут.

А.4.2.4 Очистка поверхности объекта от индикаторной жидкости.

Следующей операцией является удаление с контролируемой поверхности индикаторной жидкости.

Для очистки контролируемой поверхности от описанных выше пенетрантов рекомендуются следующие составы:

- 5 % - ный раствор кальцинированной соды в воде;
- 70 % - ный раствор трансформаторного масла в 30 % керосина.

Цветной раствор удалить немедленно после окончания пропитки (выдержки), не давая ему высохнуть, путем протирки контролируемой поверхности ветошью, смоченной в одном из указанных составов.

Полностью смыть пенетрант и вытереть контролируемую поверхность насухо.

А.4.2.5 Обработка контролируемой поверхности проявителем.

На контролируемую поверхность, после очистки от пенетранта наносят проявитель, при помощи краскораспылителя.

Для проявления дефектов рекомендуются проявители следующих составов:

- 300 г мела (зубной порошок), 0,5 л воды, 0,5 л этилового спирта;
- 300 г мела на 1 л этилового спирта.

Распыленную по контролируемой поверхности суспензию мела в дисперсионной жидкости просушивают на воздухе.

Дисперсионная жидкость испаряется и на контролируемой поверхности остается тонкий ровный слой сухого сорбента-мела, который адсорбирует индикаторную жидкость из трещин и других дефектов.

А.4.2.6 Наблюдение индикаторных следов дефектов.

В результате адсорбции индикаторной жидкости в мел проявителя на белой поверхности последнего появляются следы поверхностных дефектов:

- в виде красных полос - следы трещин;
- в виде красных пятен - следы пор.

Для установления характера и действительных размеров больших дефектов обработанную проявителем поверхность осмотреть через 3-5 мин после высыхания мела.

Второй осмотр производится через 20 - 30 мин, при этом определяется характер и размер меньших дефектов.

Наибольшую чувствительность метод обеспечивает при комнатных температурах.

Объекты контроля осматривать при освещенности не менее 400 лк. Чувствительность определяют на стандартных образцах предприятий.

Размеры дефектов в стандартных образцах определяют металлографическим или другими методами анализа.

А.4.2.7 Окончательная очистка объектов контроля.

Окончательная очистка контролируемой поверхности от проявителя и остатков индикаторного пенетранта (при необходимости) осуществляется протиркой салфетками или промывкой с применением щеток, ветоши в воде или органических растворителях.

Объекты, прошедшие капиллярный цветной метод контроля, подвергнуть антикоррозионной защите в соответствии с требованиями ГОСТ 9.028-74.

А.5 Вихретоковый метод контроля

А.5.1 Вихретоковые методы (ВТМ) контроля основаны на взаимодействии внешнего электромагнитного поля с электромагнитным полем вихревых токов, наводимых возбуждающей катушкой в электропроводящем объекте контроля.

Плотность вихревых токов в объекте зависит от геометрических и электромагнитных параметров контролируемого объекта, а также от взаимного расположения измерительного вихретокового преобразователя и объекта контроля.

А.5.2 В качестве преобразователя используются индуктивные катушки. Синусоидальный (или импульсный) ток, действующий в катушках вихретокового преобразователя, создает электромагнитное поле, которое возбуждает вихревые токи в электропроводящем объекте контроля. Электромагнитное поле вихревых токов воздействует на катушки преобразователя, наводя в них э.д.с. или изменяя их полное электрическое сопротивление.

А.5.3 Регистрируя напряжение на зажимах катушки или их сопротивление, дефектоскопист получает информацию о свойствах объекта контроля и о положении преобразователя относительно объекта контроля.

Вихретоковые методы контроля применяются для дефектоскопии, дефектометрии и структуроскопии материалов и деталей.

А.5.4 В дефектоскопии с помощью ВТМ обнаруживают дефекты: нарушение сплошности (трещины, непровары, расслоения, раковины, поры и др.) выходящие на поверхность или залегающие на небольшой глубине. Этим методом измеряют толщину металлических листов и стенок труб при одностороннем доступе к объекту контроля, толщину электропроводящих (гальванических и др.) и диэлектрических (лакокрасочных) покрытий на основе электропроводящих материалов.

А.5.5 Вихретоковый метод неразрушающего контроля следует выполнять в соответствии с требованиями действующих стандартов, НТД на изготовление и эксплуатации контролируемого объекта и требованиями по эксплуатации дефектоскопа.

А.5.6 В качестве дефектоскопов для проведения вихретоковой дефектоскопии рекомендуется использовать для контроля несплошностей дефектоскопы:

- ВД – 22 Н , ВД – 21НС, ВИТ – 3

Для измерения толщин диэлектрических покрытий:

- толщиномер ВТ – 10 НЦ, ПИНТ - 4 и др.

Для измерения электропроводящих покрытий на проводящем основании:

- толщиномер ИТП-1 и др.

Прибор, основанный на вихретоковом методе, ВС – 10П рекомендуется для замены разрушающих методов замера твердости по Бринеллю и Роквеллу, неразрушающим вихретоковым методом.

А.6 Радиографический метод контроля

А.6.1 Радиографический метод контроля применяется для выявления в сварных соединениях трещин, непроваров, пор, шлаковых, окисных и других включений, а также выявления прожогов, подрезов, оценки величины выпуклости и вогнутости корня шва, которые невозможно проконтролировать визуально.

Радиографическому контролю подвергаются сварные соединения трубопроводов (технологических, промысловых), воздухоборников, сепараторов, теплообменников, отстойников, вертикальных резервуаров типа РВС, трубных систем котлов и пр.

А.6.2 Радиографический контроль не обеспечивает выявление следующих дефектов:

- несплошностей и включений с размером в направлении просвечивания менее удвоенной чувствительности контроля;
- непроваров и трещин, плоскость раскрытия которых не совпадает с направлением просвечивания и величина раскрытия менее значений, приведенных в таблице;
- любые несплошности и включения, если их изображения на снимках совпадают с изображениями посторонних деталей, острых углов или резких перепадов трещин просвечиваемого металла.

Таблица А.3 - Величины непроваров и трещин

Толщина контролируемого металла по ГОСТ 24034-80, мм	Раскрытие (ширина) непровара или трещины, мм
До 40	0,1
Свыше 40 до 100 включительно	0,2
Свыше 100 до 150 включительно	0,3
Свыше 150 до 200 включительно	0,4
Свыше 200	0,5

А.6.3 Радиографическому контролю подвергают сварные соединения с отношением радиационной толщины наплавленного металла шва к общей радиационной толщине не менее 0,2, имеющие двусторонний доступ к контролируемым участкам, обеспечивающий возможность установки кассеты с радиографической пленкой и источника излучения, в соответствии с требованиями ГОСТ 7512-82.

А.6.4 Схемы просвечивания, режимы и параметры радиографического контроля выбираются в соответствии с требованиями ГОСТ 7512-82, ОСТ 26-11-03-86.

А.6.5 Требования к радиографическим материалам, их использованию и хранению должны соответствовать требованиям технических условий на эти материалы.

А.6.6 При радиографическом контроле следует использовать маркировочные знаки, изготовленные из материала, обеспечивающего получение их четких изображений на радиографических снимках.

Размеры маркировочных знаков должны соответствовать ГОСТ 15843-79.

А.6.7 Для определения чувствительности контроля следует применять проволочные, канавочные и пластинчатые эталоны чувствительности.

Эталон чувствительности изготавливается из металла или сплава, основа которого по химическому составу аналогична основе контролируемого сварного соединения.

Форма, размеры и маркировка эталонов чувствительности должны соответствовать требованиям ГОСТ 7512-82.

А.6.8 Радиографический контроль следует проводить после устранения обнаруженных при визуальном осмотре дефектов и зачистки контролируемого участка от неровностей, шлака, брызг металла, окалины и других загрязнений, изображение которых на радиографическом снимке могут затруднить расшифровку снимков и оценку качества сварного соединения.

А.6.9 Околошовная зона, зачищенная от окалины, шлака, брызг расплавленного металла и других загрязнений, должна иметь ширину:

- для угловых сварных соединений не менее величины наибольшего катета сварного шва и не менее 5 мм;
- для стыковых и нахлесточных сварных соединений в соответствии с таблицей А.4

Таблица А.4 - Ширина околошовной зоны

Толщина свариваемых кромок, мм	Ширина зачищенной околошовной зоны, мм
До 5	Не менее 5
Свыше 5 до 20 включительно	Не менее толщины свариваемых кромок
Свыше 20	Не менее 20

А.6.10 Радиографический контроль осуществляется в следующем порядке:

- выбирается источник излучения;
- выбирается радиографический преобразователь излучения (радиографическая пленка, фотобумага);
- определяются оптимальные режимы просвечивания;
- производятся просвечивание, фотообработка снимков и их расшифровка;
- оформляются результаты контроля.

А.6.11 Оценка качества сварных соединений по результатам радиографического контроля производится в соответствии с ГОСТ 7512-82, ОСТ 26-291-94.

А.6.12 Результаты радиографического контроля регистрируются в картах контроля с представлением эскиза контролируемого объекта.

А.6.13 В дочерних обществах ОАО «ЛУКОЙЛ» используются для радиографического контроля следующая аппаратура:

- рентгеновский аппарат «АРИНА-0,5-2М», АРИНА 2-02М, Шмель 250, ПИОН;

- рентгеновский аппарат BSG, ERESKO 65 ME 2L;

- гамма-дефектоскоп «Гаммарид 192/120»;

- гамма-дефектоскоп «Стапель-5М».

А.7 Метод магнитной памяти

А.7.1 Обычно появлению дефекта в деталях или в корпусе оборудования способствует и предшествует концентрация напряжений в металле. Концентрация напряжений на отдельных участках обуславливается многими факторами: воздействием неравномерной нагрузки на единицу площади давления, неоднородностью металла, наличием в изделиях первоначальных допустимых дефектов, шероховатостью поверхности обработанной детали изделия, неравномерным температурным полем и др.

А.7.1.2 Известно, что металл из которого изготовлено изделие и после поставки заводом потребителю сохраняет определенный уровень остаточной намагниченности. В условиях монтажа остаточная намагниченность изменяется и перераспределяется под действием сварочных напряжений, собственного магнитного поля сварки и внешних (внутренних) нагрузок.

А.7.1.3 Перераспределение остаточной намагниченности - на поверхности металла обусловлено действием магнитоупругого и магнитомеханического эффектов.

А.7.1.4 Изменение остаточной намагниченности, а значит измеряемого магнитного поля рассеяния, при растяжении, сжатии, кручении и циклическом нагружении детали оборудования или корпуса сооружения однозначно связано с максимально действовавшими рабочими напряжениями, что позволяет использовать этот параметр как элемент магнитной памяти металла.

А.7.1.5 В ослабленных участках детали оборудования образуется соответствующее поле напряжений в плоскости сдвига с максимальной деформацией металла. В этой же зоне на поверхности трубы возникают устойчивые полосы и площадки скольжения дислокаций задолго до достижения предела текучести металлом. Устойчивые полосы скольжения дислокаций, возникающие под действием повторяющихся в одном и том же месте циклических нагрузок, могут получить развитие до каналов с размерами по глубине и ширине до сотен и десятков микрон, что может стать заметно на микро уровне. По границам этих каналов происходит развитие пластической деформации, что приводит к образованию трещин. Где образовались устойчивые полосы скольжения дислокаций, возникает магнитное поле рассеяния H_p соответствующего напряжения и со сменой знака.

А.7.2 Этот метод контроля применяется в основном для оборудования и сооружений изготовленных из ферромагнитных марок сталей.

А.7.3 Методом магнитной памяти (МП) определяются зоны концентраций напряжений (КН) на детали оборудования, которые являются основным источником повреждений.

А.7.4 Благодаря методу МП, можно выявить участки, места концентраций напряжений и осуществить мероприятия по предотвращению повреждений до появления дефектов. Этим он (метод) отличается от других и имеет преимущества перед другими методами.

А.7.5 Сканированием с помощью датчика прибора вдоль направления поиска в зоне концентрации напряжений и деформаций фиксируется скачкообразное изменение знака и величины напряженности магнитного поля рассеяния H_p .

А.7.5.1 На примере трубопровода можно показать контроль методом МП.

Контроль осуществляют два оператора. Один оператор выполняет сканирование датчиками, другой оператор следит на экране прибора ИКН-1М за изменениями измеряемого параметра. Рекомендуемая длина контролируемого участка находится в пределах 4 – 5 м. Если длина контролируемого участка более чем 5 м, то эта длина объекта (трубопровода) разбивается на участки с нумерацией. При обнаружении скачкообразного изменения знака и величины напряженности магнитного поля на поверхности контролируемого участка мелом или краской делается отметка. Затем производится запись результатов контроля в блок памяти прибора. Начало сканирования вдоль периметра на всех сечениях необходимо производить на одной и той же образующей.

А.7.5.2 По результатам контроля выявляются зоны максимальной концентрации напряжений, которые характеризуются максимальным градиентом величины H_p по длине контролируемого участка L . Компьютерная система обработки данных позволяет автоматически определять значение измеряемого градиента магнитного поля H_p / L [А/м] / [мм] и фиксировать на экране его графическое изображение.

А.7.6 На рисунке 1 показана эпюра распределения нормальной составляющей H_p вдоль периметра.

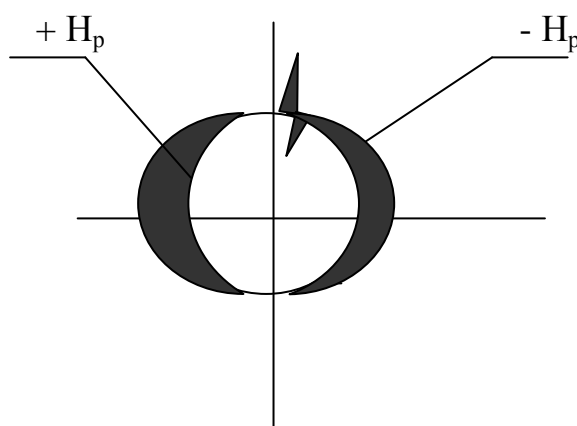


Рисунок 1 - Эпюра распределения H_p в радиальном направлении трубопровода

А.7.7 Определение напряженно-деформированного состояния сварного шва по остаточной намагниченности проводится с помощью прибора ИМНМ-1Ф, для этого датчик перемещается оператором вручную последовательно вдоль

сварного шва с амплитудой отклонения от края шва на 30 – 50 мм в сторону основного металла. Второй оператор регистрирует в журнале контроля данные по остаточной намагниченности металла: напряженность магнитного поля (H_p , А/м) со знаком плюс или минус. Скачкообразное изменение знака величины H_p указывает на концентрацию остаточных напряжений по линии $H_p = 0$ для конкретного участка сварного соединения. Эти участки отмечаются мелом или краской.

А.7.8 Отечественные приборы изготовленные на основе метода МП:
ИКН-1М, ИМНМ-1Ф и др.

Зарубежные: STRESSCAN – 500 С и др.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

А К Т (типовой)

результатов неразрушающего контроля

от " ____ " _____ 20____ г.

Регистрационный акт № _____

(наименование дочернего общества, где проводился контроль)

О контроле детали, узла _____
(номер чертежа, наименование детали, наименование оборудования)на _____
(определяемые показатели)

Метод неразрушающего контроля _____

Тип прибора _____

Оператор _____
(инициалы и фамилия, № удостоверения)Заводской или инвентарный № _____
(проверенного оборудования)

а) в полевых условиях _____

б) в мастерских (базах) _____

Результаты контроля

Дефектоскопическая
лаборатория

(подпись)

Копию акта получил _____

(Ф.И.О. должность, организация)

(подпись)

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Таблица В.1 - Рекомендуемые методы НК бурового, нефтепромыслового оборудования и сооружений

Наименование оборудования	Наименование деталей (замеры)	Выявляемые дефекты	Рекомендуемые методы НК						
			ультразвуковой	магнитный порошковый	капиллярный	акустический	вихревой	радиографический	магнитный
Буровое оборудование									
Бурильные трубы	Мелкие резьбы Замки	Трещины, излом	5	4	4	2	3	4	4
Утяжеленные бурильные трубы	Резьбы	Трещины, задиры	5	4	4	2	3	4	3
Ведущая труба	Резьбы	Трещины, задиры	5	4	4	2	3	4	3
Талевые блоки	Ось блоков, щеки, пальцы для подвески серьги, серьга, ось для подвески траверсы, траверса	Трещины, расслоения, задиры	5	4	4	2	2	3	3

Продолжение таблицы В.1

Наименование оборудования	Наименование деталей (замеры)	Выявляемые дефекты	Рекомендуемые методы НК						
			ультра-звуковой	магнитно-порошковый	капиллярный	акустический эмиссионный	вихревой	радиографический	магнитной памяти
Крюки	Подвеска, крюк, серьга, ствол (проушины), пальцы подвески и крюка, боковые рога крюка, карманы корпуса	Трещины различного происхождения, расслоения, закаты	5	4	4	2	2	3	4
Кронблоки	Ось блоков, опора	Трещины, расслоения, задиры	5	5	4	2	2	3	3
Крюкоблоки	Ось блоков, щеки, крюк, ствол (проушины), боковые рога, пальцы крюка и подвески, подвеска, карманы корпуса	Трещины, расслоения, поры	5	4	4	2	2	3	3
Вертлюги	Ствол, штроп, переводник, карманы корпуса, пальцы для соединения корпуса со штропом, отвод	Трещины, расслоения, задиры, надрывы,	4	4	3	2	2	3	4

Продолжение таблицы В.1

Наименование оборудования	Наименование деталей (замеры)	Выявляемые дефекты	Рекомендуемые методы НК						
			ультразвуковой	магнитопорошковый	капиллярный	акустический эмиссионный	вихревой	радиографический	магнитной памяти
Элеваторы для бурильных и обсадных труб	Проушины корпуса, поверхность внутренней расточки корпуса, защелка	Трещины	5	5	3	2	2	3	4
Автоматические элеваторы	Корпус, штроп, палец для соединения корпуса со штропом	Трещины, расслоения	5	5	4	2	2	3	4
Турбобуры	Резьбы, вал, ниппель, переводник, корпус	Трещины	5	4	4	2	4	3	3
Буровые насосы	Трансмиссионные и кривошипно-шатунные валы, шатун	Трещины	5	5	4	2	4	3	4
Буровые лебедки и КПП	Подъемный, промежуточный, трансмиссионный валы, валы коробок перемены передач, тормозные ленты	Трещины	4	4	4	2	4	3	3
Роторы	Валы	Трещины	4	4	4	2	4	3	3

Продолжение таблицы В.1

Наименование оборудования	Наименование деталей (замеры)	Выявляемые дефекты	Рекомендуемые методы НК						
			ультра-звуковой	магнитно-порошковый	капиллярный	акустический	вихревой	радиографический	магнитной памяти
Установка блока манифольда	Сварные швы труб и патрубков коллектора раздающего и напорного (толщинометрия стенок труб)	Трещины, утонения	4	4	2	4	3	5	5
Ключи машинные для бурильных труб	Челюсти, головки, корпус	Трещины	5	5	4	2	2	3	4
Нефтепромысловое оборудование и сооружения									
Оборудование для подземного и капитального ремонта скважин									
Талевые блоки	Щеки, ось блоков, серьга, пальцы для подвески серьги	Трещины	5	4	4	2	3	2	3

Продолжение таблицы В.1

Наименование оборудования	Наименование деталей (замеры)	Выявляемые дефекты	Рекомендуемые методы НК						
			ультра звуковой	магнитопорошковый	капиллярный	акустический эмиссионный	вихревой	радиографический	магнитной памяти
Крюки	Рог крюка, боковые рога, ствол (проушины), пальцы подвески и крюка, серьга, подвеска, карманы корпуса	Трещины, расслоения	5	4	4	2	3	2	4
Крюкоблоки	Щеки, ось блоков, крюк, рога боковые, подвеска, ствол (проушины), пальцы подвески и крюка, карманы корпуса	Трещины, расслоения,	5	5	4	2	3	2	3
Штропы	По всей длине	Задиры, надрывы	5	4	4	2	2	2	4
Элеваторы	Корпус, проушины, штроп	Трещины	5	5	3	2	2	2	3
Вертлюги	Ствол, штроп, пальцы для соединения корпуса со штропом, карманы корпуса, переводник, отвод	Трещины, расслоения,	5	4	3	2	2	2	4
Вертлюги эксплуатационные	Ствол, корпус, серьга, крышка, отвод	Трещины, расслоения	5	5	4	2	2	2	4

Продолжение таблицы В.1

Наименование оборудования	Наименование деталей (замеры)	Выявляемые дефекты	Рекомендуемые методы НК						
			ультра-звуковой	магнитопорошковый	капиллярный	акустический	вихревой	радиографический	магнитной памяти
Агрегаты для подземного и капитального ремонта скважин	Тормозные ленты лебедок Несущие элементы металлоконструкции мачт	Трещины, расслоения, коррозия	5	5	4	4	0	4	2
			5	0	0	5	2	5	4
Оборудование и сооружения нефтедобычи									
Штанги насосные	Резьбы, тело штанги	Трещины, деформация коррозия	5	4	4	4	3	4	3
Насосно-компрессорные трубы	Тело трубы, резьбовые участки (толщинометрия)	Трещины, абразивный износ, коррозия	5	4	4	3	4	5	3
Арматура устьевая фонтанная и	Корпус, катушка переводная, тройник, крестовик, корпус катушки	Трещины, коррозия	5	5	4	4	4	4	3

Продолжение таблицы В.1

Наименование оборудования	Наименование деталей (замеры)	Выявляемые дефекты	Рекомендуемые методы НК						
			ультразвуковой	магнитный порошковый	капиллярный	акустический эмиссионный	вихревой	радиографический	магнитной памяти
нагнетательная	Корпус, клапан, заглушки, трубопроводы, патрубки, фланцы	Трещины, расслоения, поры, коррозионные питтинги	5	5	4	4	4	4	2
Компрессоры поршневые	Коленчатые валы	Трещины, эрозия, износ	5	5	4	2	3	4	3
Паровые двухбарабанные котлы типа ДЕ	Барабаны, экраны, коллекторы, пароперегреватели, кипятильные пучки. Контроль сварных швов (толщинометрия)	Трещины, шлаковые включения, коррозия	4	3	3	4	3	5	5
Нагревательное устройство типа АДПМ	Змеевики, спирали. Контроль сварных швов, (толщинометрия)	Утонения, трещины	4	4	2	4	3	4	5

Продолжение таблицы В.1

Наименование оборудования	Наименование деталей (замеры)	Выявляемые дефекты	Рекомендуемые методы НК						
			ультра-звуковой	магнитно-порошковый	капиллярный	акустический эмиссионный	вихревой	радиографический	магнитной памяти
Котел установки типа ППУА-1600/100 и др.	Змеевики, спираль, петля спирали Контроль сварных швов, (толщинометрия)	Утонения, прогары, трещины	4	4	2	4	3	4	5
Печь трубная блочная типа ПТБ-10 и др.	Сварные соединения коллекторов, двойников, труб змеевиков, трубных досок (толщинометрия стенок)	Трещины, непровары, поры, шлаковые включения коррозия, прогары	4	4	3	4	2	5	5
Сепараторы, воздухообор-ники, тепло-обменники, отстойники, трапы	Сварные соединения, стенки корпуса (толщинометрия стенок)	Трещины, непровары, поры, шлаковые включения коррозия	5	4	3	5	2	4	5

Продолжение таблицы В.1

Наименование оборудования	Наименование деталей (замеры)	Выявляемые дефекты	Рекомендуемые методы НК						
			ультра-звуковой	магнитно-порошковый	капиллярный	акустический	вихревой	радиографический	магнитной памяти
Резервуары вертикальные стальные	Сварные швы дна, кровли, стенки резервуара (толщинометрия листов металла резервуара)	Трещины, непровары, поры, коррозия	5	2	2	5	3	5	5
Задвижки Ду150 и выше	Корпус	Трещины, коррозия	5	4	4	5	2	2	3
Насосы поршневые Насосы плунжерные (высокого давления)	Коленвалы, клапанные коробки Валы кривошипа, клапанные коробки	Трещины, износ, абразивная эрозия, питтинг,	4	4	4	2	2	2	3
Насосы центробежные	Напорные рабочие колеса, валы	Трещины, износ, питтинг	4	4	4	2	2	3	4

Окончание таблицы В.1

Наименование оборудования	Наименование деталей (замеры)	Выявляемые дефекты	Рекомендуемые методы НК						
			ультра-звуковой	магнитно-порошковый	капиллярный	акустический	вихревой	радиографический	магнитной памяти
Компрессоры центробежные	Валы, колеса	Трещины, износ, питинговая эрозия	5	3	3	2	3	5	4
Трубопроводы: промышленные технологические	Стенки трубы, изоляция для подземных	Трещины, непровары, поры, коррозия, гидроабразивный износ	5	0	0	5	2	5	5
Подъемно-транспортное оборудование	Ствол, зев крюка, щеки, оси, пальцы блока Элементы стрел, мачт	Трещины (поверхн.), расслоения, поры	5	4	4	4	2	2	4
			5	2	2	5	3	5	5

Примечание - Оценка выявляемости дефектов по видам НК: 5 - отличная, 4 - хорошая, 3 - удовлетворительная, 2 - не рекомендуемый вид НК, 0 - неудовлетворительная

ПРИЛОЖЕНИЕ Г (справочное)

ХАРАКТЕРНЫЕ ДЕФЕКТЫ ДЕТАЛЕЙ И СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ

Г.1 Излом материала вызывается перегрузками, когда напряжения в материале деталей и узлов превосходят предел прочности для данного материала. Такой режим нагружения вызывает, в частности, поломки бурильных труб, образование продольных и поперечных трещин в замках и муфтах труб, трещин в проушинах элеваторов, поломки стволов крюков, осей кронблока и талевого блока, карманов корпуса вертлюга, зубьев шестерен редукторов, коробок передач, желобов канатных шкивов и роликов и др.

Г.2 Вязкий излом характерен для относительно пластичных материалов, подверженных действию значительных статических нагрузок, вызывающих в детали напряжения, превосходящие пределы текучести и прочности.

Г.3 Хрупкий излом характерен для деталей, нагруженных динамическими усилиями, имеющих концентрации напряжений в опасном сечении детали и изготовленных из материалов, обладающих хладноломкостью и не имеющих площадки текучести на диаграмме растяжения в координатах "деформация - нагрузка".

Г.4 Заковы и закаты – это вдавленные и раскатанные складки на поверхности металла. Металл при деформации заворачивается и вновь прижимается к поверхности.

Г.5 Риски – это след от проникновения более твердого тела по поверхности детали в одном направлении.

Г.6 Пробоины образуются в результате нанесения ударов твердым телом по поверхности относительно тонкостенных деталей.

Г.7 Механическое изнашивание имеет место при трении скольжения и характеризуется пластической деформацией, малоцикловой усталостью при повторном пластическом деформировании, усталостью при многократном упругом деформировании и микрорезанием микронеровностей контактирующих поверхностей. Возникновение микрорезания и малоцикловой усталости сильно зависит от условий смазки.

Г.8 Износ схватыванием. При этом виде износа в зонах фактического контакта трущихся поверхностей из-за чрезмерных нагрузок и относительно высоких скоростей перемещения деталей разрушаются их окисные пленки, и происходит молекулярное взаимодействие материалов пар трения. Следствием такого взаимодействия являются контакт обнаженных (ювенильных) поверхностей, их адгезия в форме микросварки, а затем вырывание с поверхностей микрообъемов частиц в процессе взаимного перемещения деталей.

Г.9 Тепловой износ характерен для поверхностей пар трения, взаимодействующих при значительных контактных давлениях и скоростях

относительного перемещения поверхностей пар трения. В этих условиях материал деталей в локальной зоне фактического контакта размягчается или расплавляется, а затем размазывается по трущимся поверхностям по направлению их перемещения. Размягчение и расплавление микрообъемов материала деталей происходит за счет тепла, выделяемого в результате трения в зонах фактического контакта.

Г.10 При окислительном износе изнашиваются только окисные слои материалов трущихся пар. Процесс изнашивания характеризуется низкой интенсивностью износа и высокой чистотой поверхностей в зоне трения.

Г.11 Абразивный износ обуславливается наличием в зоне трения инородных частиц с более высокой твердостью, чем материал пар трения. Абразивные частицы производят остаточное микропластическое деформирование (наклеп) и микрорезание контактирующих поверхностей.

Г.12 Изгибы и скручивание деталей происходят под воздействием значительных изгибающих и крутящих моментов.

Г.13 Коробление деталей является следствием термических деформаций, например, для литых изделий и сварных конструкций.

Г.14 Текучесть, ползучесть проявляется в виде малой непрерывной пластической деформации при длительном нагружении, особенно при действии высоких температур.

Г.15 Пластическая микродеформация поверхностных слоев деталей, в частности, изготовленных из металла, приводит к наклепу этих поверхностей, т.е. к упрочнению этих поверхностных слоев, повышению их твердости и износостойкости, создает в них значительные по величине остаточные сжимающие напряжения. Последнее обуславливает двоякий эффект: при одновременном повышении усталостной прочности детали, в приповерхностной зоне детали возникает концентрация напряжений из-за резкого изменения градиентов напряжений сжатия (в поверхностных слоях) и растяжения (в подповерхностных слоях), что отрицательно сказывается на общем напряженном состоянии детали при некоторых видах ее нагружения. Наклепу подвержены такие детали, как штроп, серьги, крюки, проушины элеваторов и др.

Г.16 Остаточная деформация приводит к удлинению, изгибу, скручиванию, короблению всей детали или локальных ее участков (образование вмятин). Дефекты такого вида характерны, в частности, для проушин бурильных крюков и вертлюгов, талевого блока, буровых и эксплуатационных штропов, деталей элеваторов, клиньев, бурильных и насосно-компрессорных труб, насосных штанг, тел качения опор роторов, шпилек трубопроводной и другой арматуры, а также сосудов и аппаратов, изготовленных из листового проката.

Г.17 Вмятины – это местные углубления на поверхности деталей, полученные давлением более твердого тела на другое тело детали.

Г.18 Фреттинг-коррозия имеет место при микроперемещениях контактирующих поверхностей без удаления продуктов износа из зоны трения. Фреттинг-коррозия проявляется на посадочных поверхностях колец

шарикоподшипников, шкивов, зубчатых колес, звездочек, валов, в шлицевых и шпоночных соединениях, прессовых соединений, на торцовых поверхностях деталей турбобуров и др.

Г.19 Сплошная коррозия проявляется постепенным уменьшением первоначальной толщины элементов оборудования и характерна для деталей, постоянно соприкасающихся с агрессивной средой – трубопроводов, сосудов и аппаратов системы сбора, подготовки и транспортирования продукции скважин; оборудования, работающего в скважинах.

Г.20 Местная коррозия, проявляемая в виде точек, щелей, пятен и язв, более опасна по своим последствиям из-за невозможности оценки и прогнозирования процессов ее развития (в отличие от сплошной коррозии, скорость которой можно рассчитать на основе данных коррозионной стойкости материала в соответствующих средах). Поэтому она во многих случаях приводит к внезапному выходу оборудования из строя.

Г.21 Воздействие коррозионной среды на материал детали может вызвать ее коррозионно-усталостное разрушение. Металлы, находящиеся в химически активной среде, роль которой играет коррозионная среда, имеют пониженный предел выносливости, чем на воздухе.

Г.22 Коррозионное растрескивание деталей наблюдается при нахождении их в напряженном состоянии (напряжения растяжения), при одновременном воздействии коррозионной среды. Этому виду разрушения подвержены детали, изготовленные из нержавеющей стали, дюралюминия, латуни, магниевых сплавов, находящиеся в напряженном состоянии в среде из концентрированных щелочных растворов, а также сварные соединения.

Г.23 Усталостный излом является следствием длительного воздействия на деталь динамических и знакопеременных нагрузок, когда напряжения в ее опасном сечении не превышают предела текучести материала детали, а также при циклическом воздействии значительных контактных напряжений на локальные участки детали.

Г.24 Усталостное разрушение от действия циклических контактных напряжений, следствием которого является разрушение поверхностных участков детали, проявляется в виде осповидных выкрашиваний и выщербин (питтинг). Такого вида дефекты характерны для беговых дорожек подшипников качения, их тел качения, для зубчатых зацеплений (контактные поверхности зубьев) и др.

ПРИЛОЖЕНИЕ Д

Таблица Д.1 - Перечень методик проведения НК
деталей бурового, нефтепромыслового оборудования и
сооружений, разработанных СПКТБ «Нефтегазмаш»

Наименование изделия	Обозначение методики	Вид или метод контроля
Детали фонтанной арматуры типа АФК Э1-65 х 21, АФК Э1-65 х 14ХЛ	0197-00.001МУ	УЗК
Вал подъемный лебедки ЛВ-44	6096-00.001МУ	УЗК
Вал ротора Р-700	6096-00.002МУ	УЗК
Вал ротора Р-950	6096-00.003МУ	УЗК
Детали бурового насоса У8-6МА2	0397-00.001МУ	УЗК
Детали вертлюгов ВЭ-50, ВП-50	0397-00.002МУ	УЗК
Детали турбобуров	0397-00.003МУ	УЗК
Детали котла установки ППУА-1600/100	0397-00.004МУ	УЗК
Детали ключей КТГУ	0397-00.005МУ	УЗК
Талевый блок А 50 У	0397-00.006МУ	УЗК
Детали элеваторов типа ЭТА, ЭХЛ, КМ	0397-00.007МУ	УЗК
Детали нагревательного устройства агрегата АДПМ –12/150-У1	0397-00.008МУ	УЗК
Детали центробежных насосов типа ЦНС 38- 44...220 ЦНС 60-198 ЦНС 105-98 ЦНС 180-476...686 ЦНС 300-120...600 ЦНС 500-1900	0397-00.009МУ	УЗК
Детали универсального машинного ключа УМК-1С	1798-00.001МУ	УЗК + магнитопорош- ковая дефектоскопия
Насосно-компрессорные трубы	1798- 00.002МУ	УЗК + магнитопорош- ковая дефектоскопия

Продолжение таблицы Д.1

Наименование изделия	Обозначение методики	Вид или метод контроля
----------------------	----------------------	------------------------

Детали колонной головки	1798-00.003МУ	УЗК
Бурильные трубы ЛБТ	1198 -00.001МУ	УЗК
Зоны сварного шва бурительных труб типа ТБПВ	1198 -00.002МУ	УЗК
Кронблок УКБ –6-200	1198-00.003МУ	УЗК+ магнитопорош- ковая дефектоскопия
Штропы	1198-00.004МУ	УЗК + магнитопорош- ковая дефектоскопия
Элеваторы ЭТА, ЭХЛ, КМ	1198-00.005МУ	УЗК + магнитопорош- ковая дефектоскопия
Талевый блок	1198-00.006МУ	УЗК + магнитопорош- ковая дефектоскопия
Крюкоблоки и крюки грузоподъемных механизмов	1198-00.007МУ	УЗК + магнитопорош- ковая дефектоскопия
Тормозные ленты буровых лебедок и лебедок агрегатов для подземного и капитального ремонта скважин	1198-00.008МУ	УЗК + магнитопорош- ковая дефектоскопия
Крюкоблок УТБК –5-170	1198-00.009МУ	УЗК + магнитопорош- ковая дефектоскопия
Валы лебедки ЛВ -15	1198-00.010МУ	УЗК + магнитопорош- ковая дефектоск.

Продолжение таблицы Д.1

Наименование изделия	Обозначение методики	Вид или метод контроля
Ключ ПБК-4	1198-	УЗК +

	00.011МУ	магнитопорошковая дефектоскопия
Верлюг УВ-250	1198-00.012МУ	УЗК + магнитопорошковая дефектоскопия
Крюки подъемно-транспортного оборудования (автомобильных, тракторных, прицепных кранов и кран-балок)	0898-00.001МУ	УЗК + магнитопорошковая дефектоскопия
Детали буровой лебедки	0898-00.002МУ	УЗК + магнитопорошковая дефектоскопия
Детали установки блока манифольда	0898-00.003МУ	УЗК
Бурильные трубы ЛБТ	4296/755-00.001МУ	УЗК
Деталей вертлюгов ВЭ-50, ВП-50	4296/755-00.002МУ	УЗК
Талевый блок	4296/755-00.003МУ	УЗК
Кронблок УКБ –6-200	4296/755-00.004МУ	УЗК
Зоны сварного шва бурильных труб типа ТБПВ	4296/755-00.005МУ	УЗК
Вал ротора Р-560	4296/755-00.006МУ	УЗК
Элеваторы ЭТА, ЭХЛ, КМ	4296/755-00.007МУ	УЗК
Ключ ПБК -4	4296/755-00.008МУ	УЗК
Крюкоблок УТБК –5-170	4296/755-00.009МУ	УЗК

Окончание таблицы Д.1

Наименование изделия	Обозначение методики	Вид или метод контроля
Штропы	4296/755-00.010МУ	УЗК
Коробка передач КПЦ – 700	4296/755-	УЗК

	00.011МУ	
Вертлюг УВ-250	4296/755-00.012МУ	УЗК
Крюкоблоки и крюки грузоподъемных механизмов	4296/755-00.013МУ	УЗК
Арматура устьевая АУШГН –УХЛ	4296/755-00.014МУ	УЗК
Тормозные ленты буровых лебедок и лебедок агрегатов для подземного и капитального ремонта скважин	4296/755-00.015МУ	УЗК
Валы лебедки ЛВ -15	4296/755-00.016МУ	УЗК
Компрессор К5М	4296/755-00.017МУ	УЗК
Паровые двухбарабанные котлы типа ДЕ и Е-1-9	4296/755-00.018МУ	УЗК
Воздухосборник В-6,3 УХЛ-1	4296/755-00.019МУ	УЗК
Сепаратор нефтегазовый НГС -1-10-3000-09Г2СН	4296/755-00.020МУ	УЗК
Печь трубная блочная ПТБ - 10	4296/755-00.021МУ	УЗК
Вертикальные стальные (сварные) резервуары РВС (2000 м ³ , 5000 м ³ , 10000 м ³)	4296/755-00.022МУ	УЗК
Червяк автомата АПР-2ВБ	4296/755-00.023МУ	УЗК
Задвижка ЗМС 1-65 х 210	4296/755-00.024МУ	УЗК
Бурильные трубы УБТ	4296/755-00.025МУ	УЗК

СОГЛАСОВАНО

Начальник Управления
по надзору в нефтяной
и газовой промышленности
Госгортехнадзора России

Ю.А. Дадонов

№ 10-13/1000 от 29.12.2000 г.

СОГЛАСОВАНО

Заместитель генерального директора,
директор по производству
ООО «ЛУКОЙЛ – Пермнефть»

М.И.Гуляев

№ 05М-22/124 от 23.11.2000 г.

СОГЛАСОВАНО
Главный механик
ООО «ЛУКОЙЛ –
Калининградморнефть»

Ю.Г.Мандругин

№ 6-45/85 от 13.12.2000 г.

СОГЛАСОВАНО
Главный инженер
ООО «ЛУКОЙЛ –
Нижеволжскнефть»

Б.Н. Бочкарев

№ 10-15/5095 от 18.12 2000 г.

СОГЛАСОВАНО
Главный механик
ООО «ЛУКОЙЛ – Западная Сибирь»

И.В.Карпухин

№ 07/33-8/4 от 9.12 2000 г.

СОГЛАСОВАНО
Главный механик
ОАО «Нефтяная компания
Коми ТЭК»

В.П.Мелихов

№ 27-07/6860 от 28.11 2000 г.

Начальник Управления
механоэнергетического и метрологического
обеспечения ОАО «ЛУКОЙЛ»

А.В.Беззубов

Зам. начальника Управления
механоэнергетического и метрологического
обеспечения ОАО «ЛУКОЙЛ»

Н.П.Хохлов

Зам. директора

Ф.А.Гирфанов

СПКТБ «Нефтегазмаш»

Главный технолог
СПКТБ «Нефтегазмаш»

Р.Р.Яхин

Зам. начальника технологического отдела

Ф.Ф.Гайнатуллин

Ведущий инженер

М.Г.Саетгалеев