

О.А. Чукчев, ОАО «ТНК-Нижневартовск»

А.А. Дубов, С.М. Колокольников, ООО «Энергодиагностика», г. Москва

МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ КОНЦЕВЫХ И ТРУБНЫХ ДЕТАЛЕЙ УСТАНОВОК ПОГРУЖНЫХ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАГНИТНОЙ ПАМЯТИ МЕТАЛЛА

При эксплуатации нефтедобывающего оборудования и, в частности, концевых деталей погружных насосов имеются случаи их усталостных повреждений, что вызывает большие экономические потери. Проблема усугубляется низкой эффективностью традиционных средств неразрушающего контроля (УЗД, МПД, вихретоковый) из-за сложной формы деталей.

В настоящее время основным методом контроля концевых деталей УЭЦН (ловильные головки, переводники, прокторы и т.д.) является визуально-измерительный контроль.

Основными источниками разрушения колонны насосно-компрессорных труб (НКТ) и подвешенного на ней оборудования (установок погружных насосов) являются зоны концентрации механических напряжений, в которых процессы коррозии и усталости протекают наиболее интенсивно. Таким образом, для своевременного выявления концевых деталей, предрасположенных к повреждению, необходимы методы технической диагностики, имеющие корреляцию с механическими напряжениями.

Эффективным методом при оценке напряжённо-деформированного состояния оборудования, который получает всё большее распространение на практике, является метод магнитной памяти (ММП) металла. Все детали УЭЦН в исходном состоянии имеют

остаточную намагниченность, сформировавшуюся естественным образом при их изготовлении. Установлено, что естественная намагниченность отображает структурную и технологическую наследственность детали. В условиях эксплуатации эта намагниченность изменяется и перераспределяется под действием рабочих нагрузок. Необратимое изменение намагниченности в направлении действия главных напряжений от рабочих нагрузок, а также остаточную намагниченность деталей и сварных соединений после их изготовления и охлаждения в магнитном поле Земли, предложено называть магнитной памятью металла.

Метод магнитной памяти металла – метод НК, основанный на регистрации собственных магнитных полей рассеяния (СМПР) и анализе их распределения на контролируемом оборудовании. При этом определяют области аномального изменения СМПР, обусловленные неоднородностью напряжённо-деформированного состояния и нали-

чием зон концентрации напряжений (ЗКН) в металле.

Под действием вибрационных процессов, обусловленных работой насосов, крутящих и изгибающих моментов, вызванных сборкой колонны и спуско-подъёмными операциями, а также сил растяжения, вызванных весом колонны, в ослабленных сечениях труб и концевых деталей образуется соответствующее поле напряжений и плоскости сдвига с максимальной деформацией металла. В этой же зоне на поверхности деталей и труб возникают устойчивые полосы и площадки скольжения дислокаций задолго до предела текучести металла. Момент возникновения устойчивых площадок скольжения дислокаций связан с уровнем и направлением внутренних напряжений (напряжения растяжения или сжатия). Устойчивые полосы скольжения дислокаций, возникающие под действием повторяющихся в одном и том же месте циклических нагрузок, могут получить развитие до каналов с раз-

мерами по глубине и ширине до десятков и сотен микрон, что уже будет заметно на макроуровне. По границам этих каналов происходит развитие пластической деформации и, в итоге, зарождение трещин. В силу магнито-механического эффекта на поверхности участка детали или трубы, где образовались устойчивые полосы скольжения, возникает магнитное поле рассеяния H_p соответствующего направления и, как правило, со сменой знака. Для своевременного выявления участков труб и деталей с максимальной концентрацией напряжений, а также для проведения неразрушающего контроля перед спуском в скважину, предлагается применять метод магнитной памяти металла. Многолетний опыт исследования магнитных полей на различном оборудовании выявил наличие устойчивых линий смены знака нормальной составляющей напряженности магнитного поля H_p или резкого локального его

изменения в зонах развивающихся повреждений металла. Такие же локальные изменения поля H_p и его градиента были выявлены в специальных промышленных экспериментах на многих деталях УЭЦН.

Для количественной оценки уровня концентрации напряжений определяется градиент (интенсивность изменения) нормальной и (или) тангенциальной составляющей магнитного поля H_p в ЗКН:

$$K_{ин} = \frac{|\Delta H_p|}{\Delta x}, \text{ при } \Delta x \rightarrow 0 \rightarrow K_{ин} = \frac{dH_p}{dx}$$

где $K_{ин}$ – градиент магнитного поля рассеяния или магнитный коэффициент интенсивности напряжений, характеризующий интенсивность изменения намагниченности металла в ЗКН и, соответственно, интенсивность изменения поля H_p ; $|\Delta H_p|$ – модуль разности поля H_p между двумя точками контроля, расположенными на равных отрезках Δx .

Основные преимущества ММП:

- не требуется применение специальных намагничивающих устройств, так как используется явление естественного намагничивания деталей в процессе их изготовления и эксплуатации;
- места концентрации напряжений заранее не известны и определяются в процессе контроля;
- не требуется зачистка металла и другая какая-либо подготовка контролируемой поверхности;
- высокая скорость контроля (до 2 м/сек);
- для выполнения контроля по предлагаемому методу используются приборы, имеющие малые габариты, автономное питание и регистрирующие устройства.

Основная задача ММП-контроля – определение на поверхности контролируемой детали зон аномального распределения магнитных полей рассеяния H_p , соответствующих зонам КН –

краски ЙОТУН - надежная защита, проверенная временем



Покрyтия ЙОТУН одобрены ООО "Институт ВНИИСТ" для использования на объектах нефтегазового комплекса



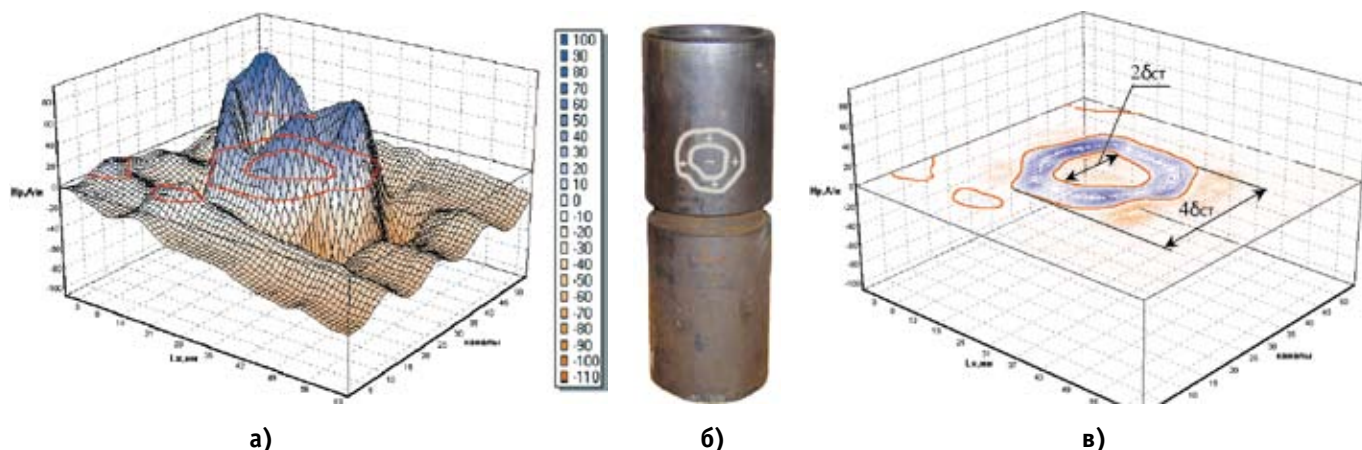


Рис. 1. Расположение линий КН в зоне КН-1 на поверхности ловильной головки

источникам развития повреждений. Затем, с использованием специализированной программы «ММП-Система», проводится сортировка деталей по степени предрасположенности к повреждению по максимальным значениям градиента поля $K_{инт}$, зафиксированным в результате контроля. Сортировка и отбраковка деталей может выполняться непосредственно при контроле, если известны значения $K_{инт}$, соответствующие предельному состоянию металла перед разрушением.

Рассматриваемый магнитный метод контроля концевых деталей и труб может быть использован самостоятельно и (или) в сочетании с другими разрушающими и неразрушающими методами.

Методика позволяет:

- выявлять концевые детали, работающие в наиболее напряженных условиях и предрасположенные к повреждениям;
- определять концевые детали с максимальной концентрацией напряжений, в которых коррозионные и усталостные процессы металла развиваются наиболее интенсивно;
- определять контрольную группу концевых деталей с целью наблюдения за развитием в них дефектов и обеспечения их своевременной замены;
- по характеру распределения поля остаточной намагниченности на кон-

цевых деталях устанавливать эксплуатационные, конструктивные причины, обусловившие концентрацию напряжений.

Контроль концевых деталей может выполняться оператором на ремонтной площадке или непосредственно возле скважины в сборке.

На рис.1 представлен эскиз концевой детали (ловильной головки), на примере которой будет представлена методика контроля. При контроле других концевых деталей, имеющих другие конструктивные характеристики, принцип контроля не изменяется.

ММП-контроль концевых и трубных деталей состоит из следующих основных этапов:

- контроль по 8 (или 12) образующим вдоль концевой детали четырёхканальным специализированным сканирующим устройством (СУ) по всей длине детали;
- контроль по периметру внешней кольцевой проточки;
- сортировка и выявление деталей с зонами максимальной КН;
- уточняющий контроль в выявленных зонах КН с построением линии $H_p = 0$;
- выявление поверхностных трещин электромагнитным индикатором трещин (ЭМИТ) в зонах КН.

Для выполнения измерений напряжённости магнитного поля рассеяния H_p на

поверхности концевых деталей используется прибор типа ИКН (измеритель концентрации напряжений магнитометрический), имеющий жидкокристаллический экран для графического представления параметров контроля, регистрирующее устройство на базе микропроцессора, блок памяти 32 Мб и сканирующие устройства в виде специализированных датчиков с феррозондовыми преобразователями. Прибор имеет возможность переноса результатов контроля с запоминающего устройства (ЗУ) на персональный компьютер и распечатки на принтере. В комплекте с прибором поставляется программный продукт для обработки результатов контроля на компьютере.

Для проведения контроля концевых деталей с прибором типа ИКН (Сертификат Госстандарта RU.C.34.003.A № 22258) используются два основных типа специализированных датчиков в виде сканирующих устройств (СУ):

На рис.1, а представлено объёмное распределение поля H_p в зоне КН. На рис.1, б показано расположение линий КН (линии КН в данном случае соответствуют линиям $H_p = 0$), построенных оператором с помощью прибора ИКНМ-2ФП и отмеченных краской на ловильной головке. На рис.1, в показано расположение линий КН, построенных по результатам контроля в программе «ММП-Система».

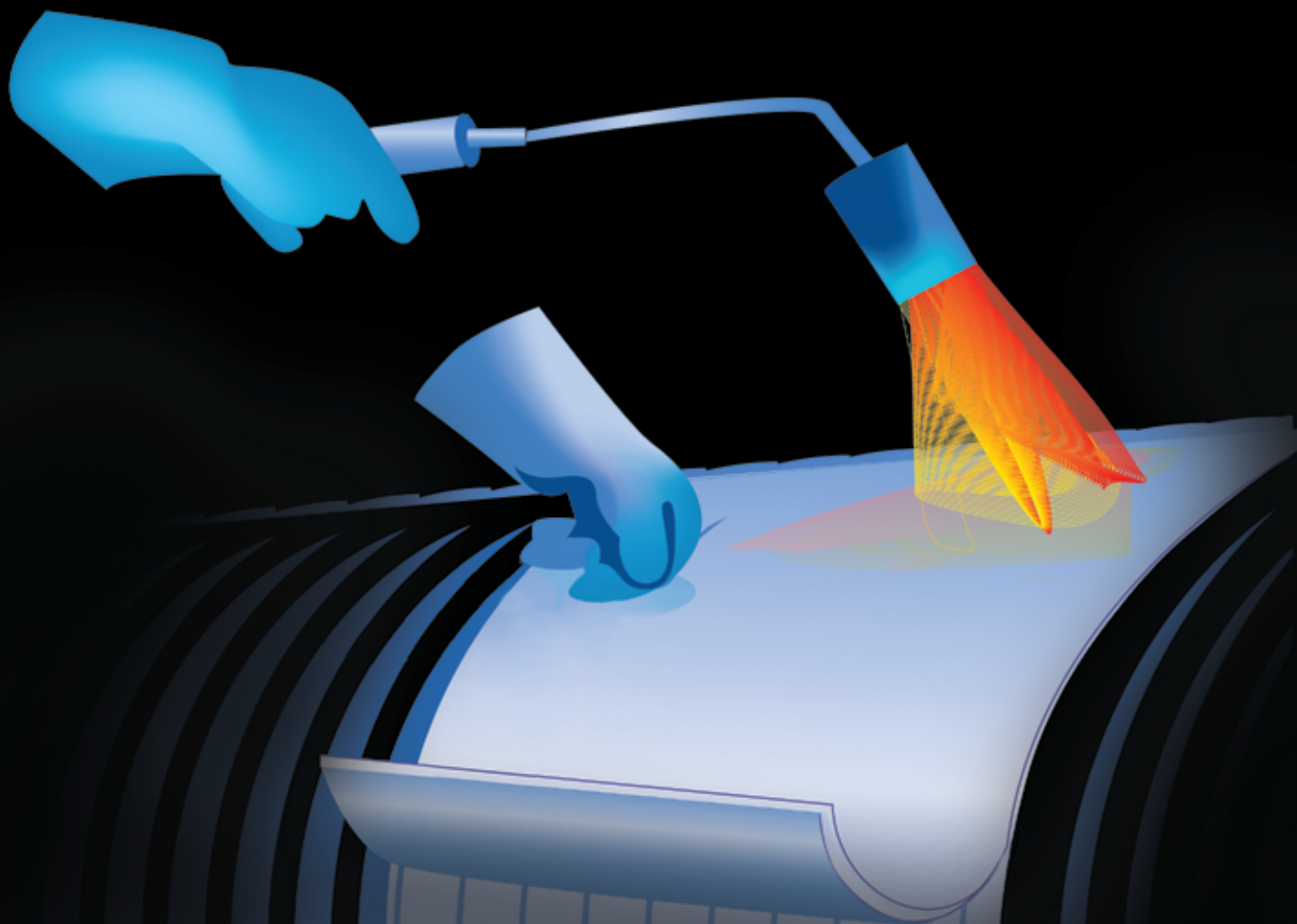
ГЕФЕСТ РОСТОВ

344064 г. Ростов-на-Дону, пер. Технологический, 5. Тел.: +7 863 277-44-01; +7 863 277-34-65.

www.gefestrostov.ru; serv@gefestrostov.ru

Представительство в г. Москва: +7 495 148-17-13; +7 495 148-49-03

АНТИКОРРОЗИЙНАЯ ЗАЩИТА ТРУБОПРОВОДОВ



Линейная часть:

ленты-обертки ДРЛ-Л,
мастичные ленты ДОНРАД-ГАЗ и ДОНРАД-АРМ;

Сварной стык и отводы:

термоусаживающиеся манжеты ТЕРМОРАД МСТ;

Материалы для ремонта покрытия

Оборудование для нанесения

