

УДК 622.691:621.6:004.942

МЕТОДЫ ОЦЕНИВАНИЯ И МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ГАЗОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ

С.Н. Иевлева

Кандидат технических наук, доцент
Кафедра прикладной математики
Харьковский национальный университет
радиоэлектроники
пр. Ленина, 14, г. Харьков, Украина
Контактный тел.: (057) 702-14-36
E-mail: svet_nik@ukr.net

В статті розглянуто основні методи оцінювання та моніторингу технічного стану технологічного обладнання газотранспортної системи (ГТС), застосування яких дозволяє підвищити надійність функціонування ГТС у процесі її експлуатації

Ключові слова: газотранспортна система, технологічне обладнання, надійність

В статье рассмотрены основные методы оценивания и мониторинга технического состояния технологического оборудования газотранспортной системы (ГТС), применение которых позволяет повысить надежность функционирования ГТС в процессе её эксплуатации

Ключевые слова: газотранспортная система, технологическое оборудование, надежность

The basic methods of evaluation and monitoring of the technical state of technological equipment of the gas-transport system (GTS) are considered in the article, application of which allows to promote reliability of functioning of GTS in the process of its exploitation

Keywords: gas-transport system, technological equipment, reliability

1. Введение

Техническая диагностика – отрасль научно-технических знаний, сущность которой составляют теория, методы и средства определения технического состояния объектов.

Основное назначение технической диагностики состоит в повышении надежности объектов на этапе их эксплуатации.

Методами технической диагностики можно выявить возникновение дефекта и прогнозировать его развитие, что позволяет не только сократить количество отказов, но и устранять имеющиеся дефекты во время плановых обслуживаний и ремонтов, сократить объемы и сроки ремонтных работ за счет их правильного планирования и организации. Таким образом, основными целями технической диагностики, определяющими экономическую эффективность диагностики, являются:

1) обнаружение повреждений или дефектов на начальной стадии их развития;

2) оценка допустимости и целесообразности дальнейшей эксплуатации оборудования с учетом прогнозирования его технического состояния при выявленных дефектах; оптимизация режимов эксплуатации, позволяющая безопасно эксплуатировать оборудование с выявленными дефектами до момента его вывода в плановый ремонт;

3) организация обслуживания и ремонта оборудования по техническому состоянию (вместо регламентного обслуживания и ремонта), обеспечение подготовки и выполнения качественных ремонтов.

Отметим, что задачи диагностики обращены не на предотвращение гипотетической аварии, даже аварии с тяжелыми последствиями, а на организацию эксплуатации и ремонта таким образом, чтобы не допустить развития дефектов до опасных пределов, в том числе и дефектов, могущих привести к отказам и авариям с тяжелыми последствиями.

2. Методы изучения текущего состояния газоперекачивающих агрегатов компрессорной станции

Основным управляемым элементом в комплексе технологических объектов магистрального газопровода (МГ) является компрессорный цех (КЦ) как часть компрессорной станции (КС), выполняющий основные технологические функции (очистку – пылеуловители (ПУ), компримирование – газоперекачивающие агрегаты (ГПА) и охлаждение газа – аппараты воздушного охлаждения (АВО)). Отметим, что ГПА – это основное силовое оборудование ГТС.

Опыт эксплуатации показывает, что продолжительность межремонтных периодов в настоящее время

мя составляет около 14 – 16 тыс. ч, что превышает установленные значения. А также срок простоя агрегата выведенного в ремонт превышает, в среднем на 10-15%, нормативный, основными причинами которого являются: необходимость проведения аварийных ремонтов; усложнение организации ремонтных работ в связи с увеличением числа агрегатов различных типов; несвоевременная и неполная комплектация запасными частями и материалами.

В эксплуатационных условиях применяют следующие виды диагностики: параметрическую, вибрационную и трибодиагностику.

Если оценить вклад каждого из методов в изучение текущего состояния ГПА, то большая часть дефектов и неисправностей может быть установлена методами вибродиагностики, пригодными для обнаружения дефектов практически всех элементов агрегата.

Около 30% всех неисправностей ГПА и большинство дефектов проточной части обнаруживается анализом термогазодинамических параметров (параметрическая диагностика) и около 20% неисправностей (в основном только пар трения) регистрируются по результатам трибодиагностики. Причем достоверность диагноза полученного путем вибродиагностики может быть подтверждена или опровергнута только использованием параметрической диагностики.

При контроле состояния агрегата зачастую невозможно установить надвигающийся отказ на ранней стадии.

В ряде случаев существующие методы и стационарное диагностическое оборудование фиксируют наличие отказа.

Дефекты оборудования, не поддающиеся обнаружению на ранней стадии с помощью существующих контрольно-измерительных приборов и автоматики проявляются в следующих видах нарушений: связанных с механическими повреждениями; аэродинамикой потока; дефектами поверхностей проточной части.

Отметим, что к неисправностям ГПА могут приводить некий набор функциональных параметров. Например, неисправности проточных частей ГПА при снижении коэффициента полезного действия (КПД) проявляются также падением давления за компрессором, повышением температуры перед турбиной, снижением частоты вращения ротора высокого давления, снижением расхода воздуха через компрессор и т.д.

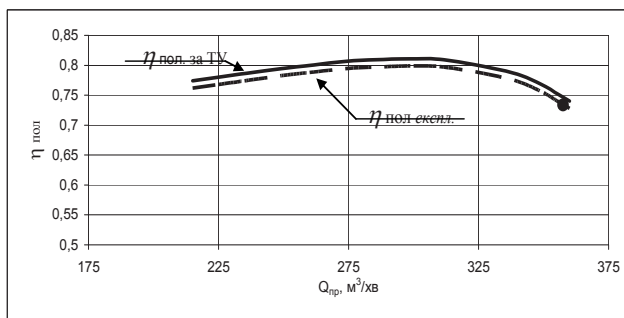


Рис. 1. Зависимость $\eta_{пол}$ от $Q_{пр}$

Пример определения технического состояния ГПА рассмотрим на примере комплексного технического диагностирования ГПА типа ГТК10I (наработка после капитального ремонта 667 часов).

При диагностировании были получены следующие результаты.

Зависимость политропного КПД нагнетателя $\eta_{пол}$ (-) от приведенного объемного расхода нагнетателя $Q_{пр}$ ($м^3/мин$) приведена на рис. 1.

Зависимости приведенного расхода топливного газа $Q_{тг пр}$ ($нм^3/час$), удельного приведенного расхода топливного газа $q_{тг пр}$ ($нм^3/кВт\cdot час$), степени сжатия в ОК π_k (-) как функции от приведенной эффективной мощности $N_{е пр}$ (кВт) приведены на рис. 2.

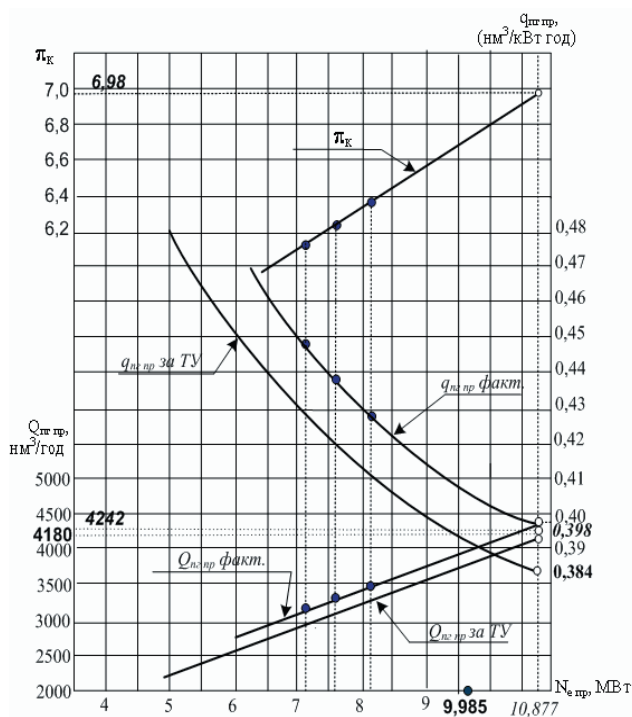


Рис. 2. Зависимость $Q_{тг пр}$, $q_{тг пр}$, $\pi_k = f(N_{е пр})$

После диагностирования был сделан вывод об удовлетворительном состоянии данного ГПА.

3. Методы обнаружения дефектов в системе трубопроводов

Основным элементом в системе трубопроводов, являются непосредственно трубы. Для обнаружения дефектов труб используется метод обнаружения дефектов потери металла путем внутритрубного обследования (интеллектуальный поршень). Положение дефекта указывается по расстоянию до точки S (по распечатке) и положению этой точки по циферблату.

Длина дефекта потери металла определяется при помощи проецирования этой длины на продольную ось трубы. Ширина дефекта – путем проецирования ее размера на окружность трубы. Глубина дефекта – по максимальной потере толщины стенки (dP), рис. 3.

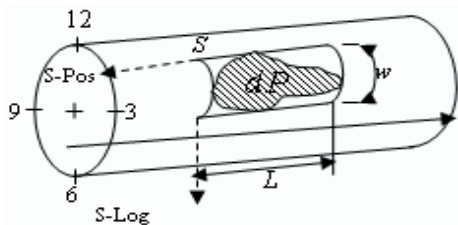


Рис. 3. Метод обнаружения дефектов потери металла путем внутритрубного обследования: S-Log – расстояние по распечатке, м; S-Pos – положение по циферблату, час; L - длина дефекта, мм; w - ширина дефекта, мм; dP - нижняя точка дефекта потери металла

Для дефектов потери металла, вызванного коррозией, согласно ERF – определение дефекта и интерактивные правила (ANSI\ASME), применяются следующие формулы:

Если $G \leq 4.0$

$$DFP = P_{des} \cdot 1.1 \left(\frac{1 - 0.67 \cdot \frac{C}{t_n}}{1 - 0.67 \cdot \frac{C}{t_n} \cdot \frac{1}{\sqrt{G^2 + 1}}} \right)$$

Если $G > 4.0$

$$DFP = P_{des} \cdot 1.1 \left(1 - \frac{C}{t_n} \right)$$

$$ERF = \frac{MAOP}{DFP}$$

где DFP - предельное давление в месте дефекта, МПа; P_{des} - проектное давление, МПа (запас прочности 0.72); MAOP - максимально допустимое рабочее да-

вление; C - макс. Глубина пораженного участка, мм; t_n - исходная толщина стенки, мм; $G = 0.893 \cdot L / \sqrt{D t_n}$; D - номинальный наружный диаметр трубы, мм.

Еще одним не маловажным фактором, влияющим на техническое состояние технологического оборудования, является напряженно-деформированное состояние (НДС) элементов ГТС. Сила и напряжение, которые определяют изменение НДС, как правило, являются неизвестными по абсолютной величине и местом воздействия на исследуемый объект. Кроме того, часто является неизвестной сама физическая природа этих сил. Одной из основных характеристик исследуемых элементов является их реальная пространственная конфигурация, которая изменяется во времени.

Для изучения НДС, на данный момент, перспективным является использование математических методов оценки НДС [2]. Фактически возникает следующая задача – по измеренным перемещениям на определенном множестве точек исследуемого объекта оценить его НДС или его изменение, и на основе полученных результатов принять решение возможности дальнейшего безопасного использования рассматриваемого объекта.

4. Выводы

Рассмотренные методы – это только некоторая часть известных и используемых на практике методов оценивания и мониторинга технического состояния технологических объектов ГТС, позволяющих не только повышать показатели надежности объектов на этапе их эксплуатации, а при этом накапливать информацию позволяющую применять методы прогнозирования изменения оценок параметров, определяющих техническое состояние технологического оборудования.

Литература

1. Семенов, А.С. Классификация и анализ эксплуатационных неисправностей газоперекачивающих агрегатов [Текст] / А.С. Семенов // Сб. науч. тр. «Нефть и газ. Новые технологии в системах транспорта». – Тюмень: ТюмГНГУ, 2004. – С. 65-69.
2. Рудаченко, А.В. Исследование напряженно-деформированного состояния трубопроводов [Текст] / А.В. Рудаченко, А.Л. Саруев // Уч. пособ. – Томск: ТПУ, 2011. – 136 с.