

надходять від філій;

4) формування річного плану робіт з експертизи промислової безпеки і технічного діагностування об'єктів ПСГ ДК "Укртрансгаз";

5) узгодження і затвердження річного плану робіт у керівництва ДК "Укртрансгаз";

6) передавання річного плану робіт до НВЦ "Техдіагаз" для виконання;

7) контроль виконання річного плану робіт;

8) контроль методичного забезпечення для системи забезпечення промислової безпеки і якості діагностування технічних пристроїв, обладнання і споруджень ПСГ.

1. Вольский Э.Л., Григорьев Б.А., Усошин В.А. Информационная система контроля технического состояния объектов ЕСГ и управления рисками с использованием ГИС-технологий (ИСТС). – 12-я международная деловая встреча "Диагностика-2002". – М.: ИРЦ "Газпром", 2002. – Т.3, ч.1. – С.3-13. 2. Шимко Р.Я., Вечерик Р.Л., Хаецкий Ю.Б., Шваченко І.І., Сілічев В.П., Толстова Н.Л. Интеллектуальна ІКС для забезпечення об'єктного моніторингу ПСГ // Науковий вісник ІФНТУНГ. „Сорок років підземного зберігання газу в Україні”. – Івано-Франківськ, 2004. - №2(8). - С. 97-101.

УДК 631.44

ПРОГРАММНАЯ ЧАСТЬ КОМПЛЕКСА «SIMON» ДЛЯ ЗАЩИТЫ И МОНИТОРИНГА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ГАЗОПЕРЕКАЧИВАЮЩЕГО АГРЕГАТА ГПА-10

© Добров В.Л., Изуменцев Е.А., Прокопенко Е.А., 2005
Украинская инженерно-педагогическая академия, г. Харьков

Описана програма „Simon View” автоматизованої системи вібромоніторингу газоперекачувального агрегату ГПА-10, яка дозволяє отримувати значення параметрів вібрації корпусів підшипників агрегату в діапазоні частот $f=1000$ Гц

Для предотвращения неконтролируемых отказов в процессе эксплуатации газотранспортного оборудования, снижения расходов на ремонтно-восстановительные работы применяются различные методы определения оптимальной повторяемости технического обслуживания (ТО) [1]. Причем в каждом из методов рекомендованная повторяемость ТО не является оптимальной. Решение задачи оптимизации производственных затрат можно получить только с внедрением автоматических адаптивных систем диагностики с непрерывным контролем в реальном времени [2].

Разработана автоматизированная система вибромониторинга газоперекачивающего агрегата ГПА-10 (комплекс «Simon» [3]), обладающая уникальными возможностями обнаружения дефектов и защиты оборудования. Комплекс соединяет в себе функций средств защиты и безопасности с возможностями обнаружения дефектов ГПА на ранних стадиях их развития. Он выполняет защитную мониторингацию, вследствие чего система в состоянии защитить оборудование от внезапных поломок. Кроме этого, система способна обнаружить на очень ранних этапах зарождающийся дефект в контролируемом ГПА, а имеющийся в ней широкий набор диагностических средств позволяет определить природу данного дефекта. Обе

указанные функции полностью автоматизированы. Функционирование системы основано на измерении вибрации корпусов подшипников ГПА.

Комплекс «Simon» состоит из аппаратной и программной частей. Аппаратная часть включает в себя четыре измерительных канала, в состав каждого из которых входит: вибропреобразователь, блок согласования и нормализации (БСН), контрольно-измерительный модуль (КИМ). КИМы собираются в контрольно-измерительном блоке (КИБ). Каждый КИМ представляет собой сборку из двух плат (цифровой и аналоговой). Входной сигнал усиливается и оцифровывается, после этого над полученными значениями производится быстрое преобразование Фурье для получения мгновенного спектра. Усредненный спектр по запросу программной части передается в персональный компьютер по интерфейсу RS-422 для последующей индикации и обработки.

Программа «SimonView» управляет работой аппаратной части, а также производит обработку измеряемых сигналов и отображение полученных результатов. Обработанные данные записываются в базу данных для проведения ретроспективного анализа состояния ГПА.

В состав программной части также входит драйвер управления «Server DM», функции которого

включают преобразование команд программы «SimonView» в машинный формат, передачу сформированных управляющих кодов в КИМ, загрузку в ПЭВМ измеренных аппаратной частью спектров вибрации по запрошенному каналу в двоичном коде, преобразование полученных данных в определенную форму, передачу сформированной информации обратно программе-клиенту.

Для управления работой аппаратной части программа с заданным пользователем интервалом выдает аппаратной части запросы на передачу значений с.к.з. по всему измеряемому диапазону и по установленным полосам, а также запросы на получение спектров по всем каналам. По умолчанию интервал запросов равен одной секунде, причем порядок запросов следующий: четыре запроса с.к.з. вибрации по всем каналам и один раз запрашивается спектр по всем каналам.

Полученные значения с.к.з. вибрации отображаются на мнемосхеме (рис. 1), где указаны точки крепления датчиков. Кроме того, в этом окне оператор имеет возможность просмотреть значения с.к.з. вибрации как во всей полосе частот $1 \div 1000$ Гц, так и в четырех заранее установленных полосах частот. Границы указанных полос устанавливаются при настройке КИБов.

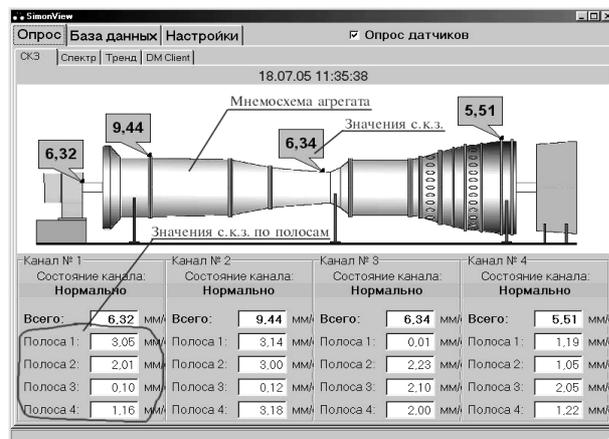


Рис. 1. Индикация с.к.з. вибрации на мнемосхеме агрегата

Кроме этого, оператор имеет возможность в режиме реального времени строить тренд значений с.к.з. по всем четырем каналам. При этом на экране отображается график с динамической шкалой, которая автоматически «растягивается» при получении новых данных. Прогнозирование ресурса деталей и узлов основано на экстраполяции трендов виброакустического сигнала во времени. Математические модели выбирались на основе физических процессов развития параметров вибрации в период жизни и старения ГПА в виде

$\xi_{ik} = A_{\xi} + B_{\xi} \exp(C_{\xi} t)$; $k = 1, \dots, n$, где t – время; $A_{\xi}, B_{\xi}, C_{\xi}$ – коэффициенты, которые определяются на основании расчета $\xi_{ik}(t)$ при $t = t_j$, $j = 1, 2, \dots, n$.

Под прогнозом понимают результат экстраполяции временного ряда вибрации $V_i(t)$ из прошлого в будущее. Здесь решена задача сглаживания временного ряда, а потом с помощью метода наименьших квадратов получен такой критерий выбора лучшей кривой при прогнозировании в виде коэффициента детерминации r^2 :

$$r^2 = b^2 \left[\sum_{i=1}^n t_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n t_i \right)^2 / n \right] / \left[\sum_{i=1}^n V_i^2(t) - \left(\sum_{i=1}^n V_i(t) \right)^2 / n \right], \quad (1)$$

где n – число расчетных точек предистории, b – коэффициент линейной аппроксимации.

Обработку полученных спектров производят по такому алгоритму. Полученные спектры отображаются в специальной вкладке (рис. 2), которая разделена на две части: отображение текущих спектров по каналам и отображение результатов дефектации. Имеется возможность указателем мыши выделить любую составляющую спектра и посмотреть ее характеристики для детального изучения спектра.

Так как различные роторы ГПА возбуждают вибрацию строго на определенных частотах, определяемых частотой их вращения, исследуемый диапазон частот ($10 \text{ Гц} \div 1 \text{ кГц}$) разбит на десять частотных поддиапазонов, соответствующих гармоническим составляющим конкретных роторов. Для каждого из них определены уровни опорных масок в виде с.к.з. виброскорости. В зависимости от интенсивности спектральных составляющих вибрации предусмотрены следующие оценки вибрационного состояния: отлично, хорошо, удовлетворительно и неудовлетворительно.

Окно отображения результатов дефектации представляет собой таблицу, в которой перечислены дефекты, наличие которых может определить программа, и показатели, показывающие вероятность наличия соответствующего дефекта на исследуемом агрегате. На данный момент в программу «SimonView» заложены маски 29 дефектов. Кроме этого, в данном окне отображаются определенные по спектру частоты вращения трех роторов агрегата.

Вся принятая информация сохраняется в базе данных, которая является составной частью программы «SimonView». Для уменьшения объема и исключения дублирования применяется специально разработанный алгоритм лонгирования. При этом в базу данных записывается только информация в моменты времени, соответствующие резким изменениям вибрационного состояния.

При работе с базой оператор имеет

возможность производить фильтрацию, просматривая данные за час, сутки, месяц, год или всю информацию. При выборе определенной записи в таблице с.к.з. вибрации автоматически производится поиск спектров, соответствующих

выбранному временному диапазону. При этом на мнемосхеме отображается информация о значениях с.к.з. вибрации, а на вкладке «Спектр» — значения спектров в выбранный момент времени.



Рис. 2. Вкладка отображения спектров и результатов дефектации

Описанный в данной статье программный комплекс «SimonView» входит составной и неотъемлемой частью в комплекс вибромониторинга «Simon», который прошел опытную эксплуатацию на агрегате ст. № 3 КС «Зеньков» и ст. № 1 КС «Ромненская». Контроль правильности замеров вибрации и работоспособности комплекса осуществляется с помощью переносного коллектора-сборщика фирмы SKF (США) «Микролог» специализированными бригадами.

Внедрение комплекса вибромониторинга и защиты «Simon» позволило предложить решение задач оптимизации производственных затрат на техническое обслуживание ГПА и предотвращения неконтролируемых отказов в процессе эксплуатации. Разработанная программная часть комплекса характеризуется простым и понятным пользовательским интерфейсом. Вместе с тем, примененные при разработке решения позволяют оператору не только наблюдать мгновенное вибрационное состояние агрегата, но и проводить предварительные исследования на предмет выявления дефектов узлов ГПА. База данных

комплекса также позволяет проводить ретроспективное исследование вибрационного состояния агрегата.

1. Изуменцев Е.А. Вибрационная диагностика газоперекачивающих агрегатов // Прогрессивные технологии. Машиностроение и современность. — Донецк: ДГТУ. — 1997. — С.110-112. 2. Изуменцев Е.А., Прокопенко Е.А., Марчук Я.С. Оптимизация технического обслуживания газоперекачивающих агрегатов // Збірка наукових праць III науково-технічної конференції "Приладобудування 2004: стан і перспективи". — К. — 2004. — С. 215 – 216. 3. Изуменцев Е.А., Прокопенко Е.А., Марчук Я.С. Автоматизированная система вибродиагностики газоперекачивающих агрегатов ГПА – 10 // Материалы четвертой ежегодной Промышленной конференции с международным участием «Эффективность реализации научного ресурсного и промышленного потенциала в современных условиях». — Славское, 2004.