

УДК 621.4.621.56

Д.Ю. Драгункин, А.А. Лебедев (6 курс, каф. КВиХТ), Р.А. Измайлов, д.т.н., проф.

ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИЗА НЕСТАЦИОНАРНЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ НАДЕЖНОСТИ УСТОЙЧИВОЙ РАБОТЫ КОМПРЕССОРА

При анализе ныне существующих систем защиты от помпажа выявлены их недостатки во-первых, это большие затраты мощности при применении уставок по давлению и по мощности, во вторых, это малая надежность этих систем, быстрое старение, ложные срабатывания, необходимость частого обслуживания, в третьих, недостаток этой системы защиты не удовлетворительное быстродействие при изменении входных и выходных параметров потока газа в компрессоре.

При применении метода мгновенного анализа параметров потока газа, расширяется зона устойчивой работы компрессора, вследствие более точного определения её границ. Также увеличивается надежность работы всей компрессорной установки, отсутствие попаданий в помпаж, и затрат на устранение последствий его, а также убытков из-за простоя технологического оборудования. Способ обнаружения начала помпажа основан на, обнаружении вращающегося срыва, признаком которого является периодический сигнал, полученный при анализе пульсаций, например, мгновенного значения статического давления. Признаковая система прогнозирования предпомпажного состояния компрессора основана на схеме, при которой в проточной части центробежного компрессора в период, предшествующий помпажу в системе “компрессор-сеть” (при уменьшении расхода от оптимального значения), возникает явление, называемое «вращающийся срыв», следовательно, возможно построение системы на основе сигнала о возникшем вращающемся срыве.

На основе опыта, накопленного на кафедре компрессоростроения СПбГПУ в области исследования работы компрессора на предпомпажных режимах, следует, что применение этого метода является эффективным. В качестве объекта исследования на основе экспериментальных данных, по которым и происходило исследование и отработка предлагаемой методики, была использована проточная часть моделируемой первой ступени нагнетателя НЦ-16/76-1.44. Структурная схема анализа данных предполагает наличие в схеме параллельного отслеживания данных, что представляется весьма эффективным. Созданная вычислительная система оперирует с двумя основными видами данных: “данными по медленно меняющимся величинам” и “временными” данными. К первому виду данных относятся так называемые “компрессорные характеристики”, анализ которых не представляет особой сложности для программной реализации и носит скорее информативный характер в расчетной части схемы анализа. Естественно, что на этапе распознавания образов для принятия решения по отнесению сигнала к определенному виду “данные по медленно меняющимся величинам” не являются основными. Однако присутствие их обработки в параллельной ветви алгоритма объясняется тем, что на начальных этапах диагностики системой должно осуществляться отслеживание всех параметров с тем, чтобы обеспечить необходимую точность диагностирования и, как предельный случай - отсутствие “ложных” срабатываний. Что касается алгоритмов использования системой “данных по медленно меняющимся величинам”, то полная структура предусматривает наличие блока, поддерживающего организационную базу по этому виду данных. Основная обработка ведется по “временным” данным, которые представляют собой осциллограммы пульсаций статического давления в проточной части центробежного компрессора. Схема обработки данных предполагает разработку

соответствующего программного аппарата обработки сигналов. Наиболее разработанным в данной области, безусловно, является спектральный анализ исходных сигналов. В основе данного способа анализа лежат стандартные процедуры преобразования Фурье, достаточно простая вычислительно-программная реализация таких методов обработки позволяет построить сравнительно несложные и быстродействующие процедуры обработки выходных сигналов. Более современным методом анализа сигналов является Вейвлет-преобразование. Среди используемых методов анализа необходимо выделить анализ на основе кратковременных автокорреляционных функций. Основу метода составляет использование свойств автокорреляционной функции для выявления скрытой периодичности сигнала, которая свидетельствует о том, что данного вида реализацию возможно отнести к сигналу вращающегося срыва. Алгоритм содержит в своем составе блок распознавания характерной формы автокорреляционной функции, его поддержка выполнена в среде программирования 'MATLAB'.

Учитывая достаточно большой объем проведенных вычислений, возможно сделать выводы о "хорошей обнаруживаемости" явления на основе представленного анализа, кроме того необходимо заметить, что метод показывает приемлемость с достаточной степенью точности и для обнаружения явления локального отрыва или так называемого "предсрыва", что в свою очередь дает возможность более эффективно выстраивать алгоритм реакции системы на внешние условия.