

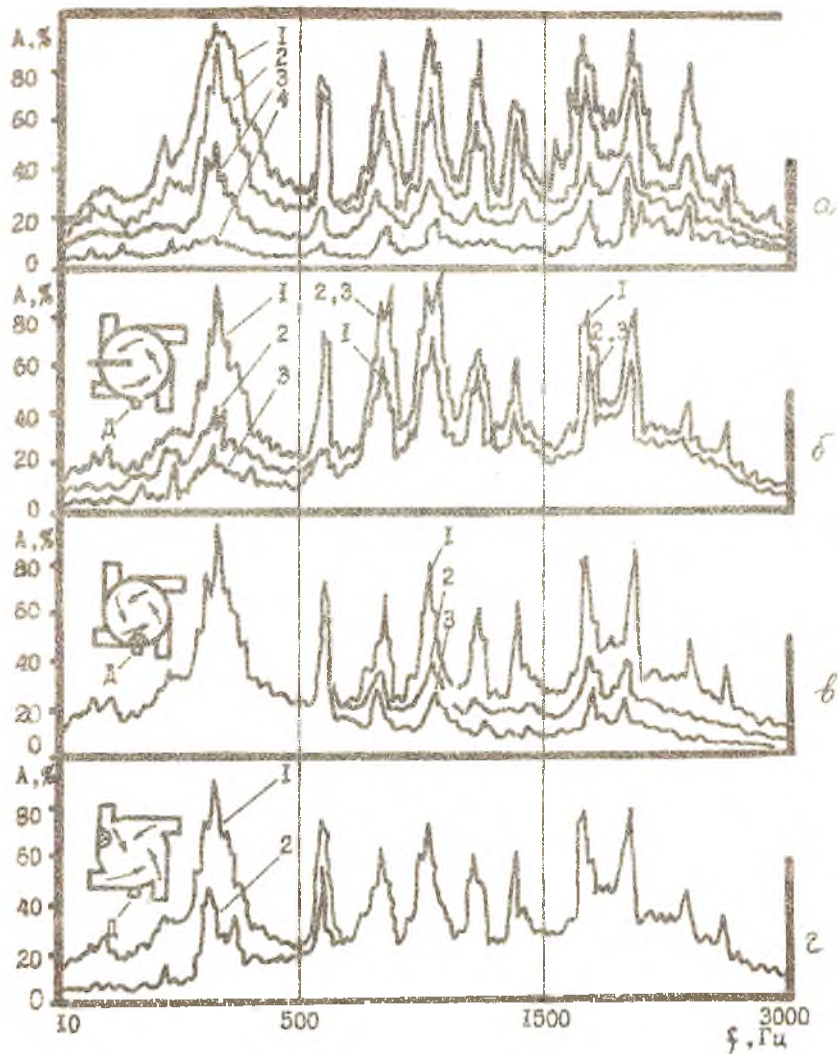
В.С.Бочко, М.А.Бухман, А.И.Ваганов

ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ФИЗИЧЕСКОЙ  
МОДЕЛИ ВИХРЕВОГО АППАРАТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ДИАГНОСТИКИ

Для циклонно-вихревых аппаратов термической переработки мелко-дисперсного сырья предлагается эффективный путь решения проблем диагностики – автоматическое распознавание состояния объекта по акустическим и вибрационным явлениям, сопровождающим процессы в аппаратах с активной аэродинамической обстановкой. Такой подход основан на предположении, что акустические и вибрационные явления, возникающие при работе вихревых аппаратов (вихревой тон аппарата вследствие прецессионного режима течения закрученного потока, генерация шума горелочными устройствами, вынужденные колебания цилиндрической оболочки корпуса аппарата с присоединенной массой гарни-сажной футеровки под действием пульсаций давления на стенках), содержат полезную информацию об аэродинамическом режиме и состоянии гарнисажа [1], которые, как показали исследования промышленных аппаратов, проведенные в Одесском политехническом институте, могут изменяться под действием случайных неконтролируемых факторов даже при стабилизации входных потоков.

Для решения задачи диагностики необходимо осуществить изучение объекта диагностики для определения возможных классов состояний, подлежащих распознаванию; выбор технических средств измерения виброакустических параметров и определение мест их размещения; разработку диагностической модели объекта путем математического или физического моделирования; определение системы диагностических признаков и разработку алгоритма распознавания состояния объекта.

Опыт эксплуатации промышленных циклонно-вихревых аппаратов показывает, что наиболее характерными нарушениями являются за-лавление горелочных устройств, приводящее к изменению вектора входной скорости газового потока и условий сгорания топлива, а также неравномерная сепарация материала на стенки аппарата, что приводит к нарушению геометрии внутренних поверхностей и, следовательно, аэродинамики потока. В конечном итоге указанные нарушения отрицательно сказываются на качестве готового продукта, приводят к снижению сепарационной способности аппарата и эффективности его эксплуатации.



Р и с. Спектрограммы вибрационного сигнала корпуса модели при различных видах нарушений ( $\varnothing$  - место установки вибропреобразователя): а - расход воздуха, %, 1 - 100, 2 - 115, 3 - 80, 4 - 55; б - зонд введен на длину в мм, 1 - 0, 2 - 200, 3 - 400; в - присоединена масса в г, 1 - 0, 2 - 3, 3 - 6; г - перекрытие сопла, %, 1 - 0, 2 - 20

Для установления взаимосвязи между вибрационными характеристиками корпуса циклонно-вихревого аппарата и режимом его работы при возникновении нарушений применялся метод физического моделирования. Исследования проводились на экспериментальном стенде лаборатории теплофизики. Модель выполнена из органического стекла диаметром 400 мм и высотой 600 мм, диаметр пережима - 200 мм, воздух подавался через четыре тангенциальных ввода. Измерение вибрационных характеристик проводилось при помощи пьезоакселерометров ОСПА-2 в комплекте с предварительными усилителями заряда, спектральный анализ сигналов проводился анализатором спектра СК4-56.

Основные этапы исследований включали анализ вибрационных характеристик корпуса модели при отсутствии возмущающих воздействий при изменении уровня вращательных скоростей в камере за счет изменения расхода воздуха, подаваемого в модель, и за счет увеличения аэродинамического сопротивления камеры, а также при имитации настообразования в районе входных сопел и в объеме вихревой камеры в месте размещения вибропреобразователя.

На рисунке приведены спектрограммы вибрационных сигналов, полученных в результате предварительных экспериментальных исследований физической модели вихревого аппарата. В экспериментах оценивалась реакция вибрационного сигнала на возмущающие воздействия: воздействие на уровень вращательных скоростей путем изменения расхода воздуха, подаваемого в модель, а также путем введения в объем камеры аэродинамического зонда; изменение локальных динамических характеристик оболочки путем присоединения массы пластического материала; изменение условий ввода воздушного потока на одном подводящем патрубке (имитация настообразования). Все виды нарушений влекут за собой изменения спектральных характеристик вибрационного сигнала.

Изменение расхода воздуха отражается на общем уровне спектральных характеристик (рис. 1, а). При уменьшении расхода степень турбулизации потока внутри камеры снижается и, естественно, снижается уровень вибрационного сигнала  $A$  во всем частотном диапазоне 10...3 кГц. Шкала по частоте неравномерна, что объясняется конструктивными особенностями анализатора СК4-56.

Введение аэродинамического зонда диаметром 5 мм в объем камеры приводит к снижению уровня вращательных скоростей потока, что отражается в спектре сигнала в частотных диапазонах 10...700 Гц и 1,3...3 кГц. В диапазоне 700...1300 Гц, напротив, наблюдается повы-

шение уровня спектральных составляющих вибрационного сигнала. Такое явление происходит вследствие генерации характерных акустических колебаний потоком, обтекающим зонд, и дополнительного возбуждения этим источником оболочки модели (рис., поз. б).

Присоединение к оболочке дополнительной массы пластического материала приводит к изменению динамических характеристик оболочки, к увеличению ее демпфирующих свойств, что отражается на уровнях спектральных составляющих сигнала в диапазоне 0,6...3 кГц (рис., поз. в). При увеличении массы материала уровни снижаются. В низкочастотной области спектра видимых изменений не наблюдается.

Частичное перекрытие площади одного из входных сопел на 10-20% при имитации явлений настообразования приводит к снижению уровня спектральных составляющих в низкочастотной области спектра в диапазоне 10...700 Гц и почти не отражается на спектре вибрационного сигнала на частотах выше 700 Гц (рис., поз. г).

Экспериментальные исследования, проведенные на физической модели циклонно-вихревого аппарата, показали, что различные виды нарушений, возникающих в его объеме, различным образом сказываются на спектральных характеристиках вибрационного сигнала. Это служит основанием для разработки методов виброакустической диагностики такого класса аппаратов, которые в первом приближении могут быть основаны на измерении амплитуд составляющих спектра вибрационного сигнала в различных частотных диапазонах.

#### Библиографический список

1. Разработка основных принципов виброакустической диагностики циклонных реакторов / А.И.Ваганов, В.С.Бочко. Одес. политехн. ин-т. - Одесса, 1986. - 16 с. - Рукопись деп. в УкрНИНТИ 18.II.86, № 2687-Ук.

УДК 621.452.32.034

Ю.М.Дубинкин, П.М.Кричев

ОСНОВЫ ПОСТРОЕНИЯ ВИХРЕВОЙ КАМЕРЫ  
С ЭЛЕКТРОЭРОЗИОННЫМ ВОСПЛАМЕНЕНИЕМ

Одной из основных проблем современного двигателестроения является применение топлив, обладающих высокими энергетическими характерис-