

Понарин И.С.

ВИБРОДИАГНОСТИКА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ГПА

Одной из основных задач при определении технического состояния деталей и узлов газоперекачивающих агрегатов (ГПА) является разработка алгоритмов поиска дефектов (дефектации) исследуемого агрегата.

$$\xi_j^k (k = 1, \dots, n)$$

В работе рассматривается алгоритм, основанный на теории распознавания образов. Виброконтроль предаварийного состояния деталей и узлов интерпретируется как распознавание классов технических состояний, где — компоненты (признаки) вектора класса по совокупности вибрационных характеристик. Алгоритм распознавания основан на сравнении той или иной меры близости распознаваемого состояния, где — компоненты (признаки) вектора технического состояния, с каждым классом. Здесь использовались простое сравнение в определенных частотных диапазонах, двоично-восьмеричные коды и коды чисел Фибоначчи в распределении амплитуд на различных частотных гармониках. Расстояние по Хеммингу и Евклидово расстояние используются для специально отобранных дискретных составляющих спектра. Наиболее используемой метой схожести является скалярное произведение двух векторов или нормированный коэффициент корреляции:

$$A_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n \xi_{ik} \xi_{jk}}{\left[\left(\sum_{k=1}^n \xi_{ik}^2 \right) \left(\sum_{k=1}^n \xi_{jk}^2 \right) \right]^{-1/2}}$$

Применяются вероятностные оценки разности сравниваемых спектров во всем частотном диапазоне, где строятся гистограммы и вероятностные моменты распределения разности спектров.

Учитывая, что различные роторы (узлы) ГПА возбуждают вибрацию строго на определенных частотах, определяющихся частотой вращения роторов, весь исследуемый диапазон частот (10 Гц ÷ 1 кГц) разбит на десять диапазонов, соответствующих гармоническим составляющим роторов. Диапазон 10 ÷ 65 Гц включает в себя частоты вращения сепараторов (f_c) всех подшипников, субгармоники частоты вращения роторов половинной кратности ($0.5f_1$; $0.5f_2$; $0.5f_3$) и разностную частоту ($f_3 - f_2$). Диапазон 65 ÷ 80 Гц — частоту вращения ротора силовой турбины (f_1). Диапазон 80 ÷ 95 Гц — частоту вращения ротора компрессора низкого давления (КНД) (f_2). Диапазон 95 ÷ 130 Гц — частоту вращения ротора компрессора высокого давления (КВД) (f_3) и комбинационную частоту $0.5(f_2 + f_3)$. Диапазон 130 ÷ 160 Гц — вторую гармонику частоты ротора СТ ($2f_1$) и субгармонику ротора КНД ($1.5f_2$). Диапазон 160 ÷ 190 Гц — вторую гармонику частоты ротора КНД ($2f_2$) и субгармонику ротора КВД ($1.5f_3$). Диапазон 190 ÷ 260 Гц — вторую гармонику частоты ротора КВД ($2f_3$), третью гармонику частоты ротора СТ ($3f_1$), комбинационную частоту ($f_2 + f_3$) и субгармонику ротора КНД ($2.5f_2$). Диапазон 260 ÷ 400 Гц — третьи гармоники частоты ротора КНД ($3f_2$) и КВД ($3f_3$), субгармонику ротора КВД ($2.5f_3$) и комбинационную частоту $1.5(f_2 + f_3)$. Два широкополосных диапазона 400 ÷ 800 Гц и 800 ÷ 1000 Гц используется для диагностики подшипников.

Работа выполнена под руководством проф., д.т.н кафедры СУТПиО - Игуменцева Е.А.