

МЕТОДИКА КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ОПОР И МАСЛОСИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЕЙ НК-36СТ, НК-37

Бирюков Р. В.

ОАО «Кузнецов», г. Самара, Самарская обл., Россия

По опыту эксплуатации промышленных двигателей НК-36СТ, НК-37 отмечено, что наиболее «слабыми» элементами двигателя являются подшипники опор компрессора (на них приходится до 30% от общего числа неисправностей, приводящих к досрочному съему двигателя для заводского ремонта) и суфлеры маслосистемы (до 15% от общего числа неисправностей, вызывающих вынужденные остановки двигателя, во многих случаях со съемом двигателя).

Несвоевременный останов двигателя при возникновении указанных неисправностей приводит к возникновению тяжелых вторичных повреждений двигателя, т.е. значительному увеличению сроков и стоимости ремонта. Кроме того, эксплуатирующая организация подвергается штрафным санкциям за внеплановый останов. Таким образом, для обеспечения эффективного диагностирования двигателя, важным является надежный контроль за указанными «слабыми» узлами. При этом должны решаться *следующие задачи*:

- надежное выявление предотказного состояния и выдача рекомендации на останов до возникновения вторичных разрушений;

- как можно более раннее обнаружение изменения технического состояния, так, что бы дать эксплуатанту время на планирование останова и подключение резервных мощностей;

Для двигателей НК-36СТ, НК-37 разработана система автоматизированного диагностирования АСД-36СТ, АСД-37 [1]. АСД осуществляет диагностирование двигателя с использованием информации со штатных датчиков, по результатам обработки информации выдаются диагностические сообщения о состоянии двигателя и рекомендации по его дальнейшей эксплуатации. Однако, АСД в существующей конфигурации не в полной мере позволяет выполнять задачи по контролю за состоянием подшипников и суфлеров.

Целью работы является создание методики диагностирования подшипников и маслосистемы, позволяющей решать указанные выше задачи.

В рамках решения задачи по совершенствованию системы диагностирования рассмотрено использование измеряемых температур упорных подшипников роторов НД, СД, ВД, температур масла на входе в двигатель, выходе из двигателя, выходе из опор турбины газогенератора и свободной турбины. Общим для этих параметров является то, что они зависят как от режима и условий работы двигателя, так и существенным образом от технического состояния двигателя (температура шарикоподшипников и подогрев масла в двигателе наряду с параметрами вибраций отражают состояние подшипников, а температуры масла на выходе из опоры турбины и СТ по опыту эксплуатации хорошо отражают состояние суфлеров).

В данной работе предлагается оригинальная методика выявления изменения температур, вызванного именно изменением состояния. Кроме того, по опыту эксплуатации двигателя известен перечень возможных неисправностей, характер влияния неисправностей на параметры и скорость их развития. Опираясь на этот опыт эксплуатации, можно решать задачу прогнозирования состояния и локализации неисправности.

В АСД на данный момент применяется метод контроля стационарности температуры подшипников и масла, заключающийся в следующем: в начале площадки установившегося режима формируется так называемое начальное значение температуры, а в дальнейшем оценивается отклонение измеряемых значений от начального. Если такое изменение происходит, то оно может быть вызвано только изменением технического состояния двигателя.

Постоянство режима и условий работы в АСД оценивается по значению так называемого признака установившегося режима. По опыту эксплуатации можно сказать, что режим работы остается неизменным в течение времени в среднем 1...4 часа, т.е. метод контроля стационарности подходит для выявления только быстроразвивающихся процессов. Если процесс изменения состояния проходит медленно, то при колебаниях режима будет формироваться новое начальное значение, маскирующее в себя изменение параметров, вызванное развитием неисправности.

Для осуществления контроля не зависимо от изменения режима и условий работы предлагается следующая методика: измеренные значения температуры подшипников и масла корректируются в зависимости от режима и условий работы (приводятся к некоторому выбранному режиму), а далее осуществляется тренд-анализ скорректированного значения. Тренд может выявляться либо по принятой в АСД методике с использованием S-критерия, либо другими известными методами, например, с использованием критерия Аббе.

Наиболее интересным является вопрос получения формул для корректирования температур. Эти формулы получены эмпирическим путем – выбран вид формул, а затем по данным работы двигателей в эксплуатации, с использованием программы «Statistica» методом наименьших квадратов определены неизвестные коэффициенты в формулах.

В частности, для температур подшипников формула коррекции выглядит следующим образом:

$$t_{n \text{ кор}} = t_{n \text{ измер}} \oplus n_{np} \oplus t_{\text{max } np_p} + d, \text{ где: } t_{n \text{ кор}} -$$

скорректированная температура соответствующего подшипника; $t_{n \text{ изм}}$ – измеренная температура соответствующего подшипника; n_{np_p} – физические обороты соответствующего ротора, приведенные к некоторому выбранному режиму работы; $t_{\text{max } np_p}$ – температура масла на входе, приведенная к некоторому выбранному режиму работы; a, b, c, d – эмпирически получаемые коэффициенты.

Формулы приведения параметров n_{np_p} , $t_{\text{max } np_p}$ к режиму выбраны в виде: $\Pi_{np_p} = \Pi_{\text{изм}} / \Pi_{\text{выб}}$, где: $\Pi_{\text{выб}}$ – значение параметров выбранного для приведения наиболее характерного режима работы;

Полученные формулы «опробованы» на реальных данных (параметрах работы двигателей), поступающих в ОАО «Кузнецов» из эксплуатирующих организаций, сделан вывод об эффективности предложенной методики контроля и диагностирования.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Зарицкий С. П. Автоматизированная система диагностирования двигателя НК-36СТ/ С. П. Зарицкий, В. Н. Исланов, В. Б. Коротков, В. Н. Михнович, Ю. Н. Тарасенко, Сборник трудов международной конференции «Энергодиагностика» Т. 2 - Диагностика и надежность – Москва, 1995