

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ РАСХОДА МАСЛА ПРИ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЯХ НАЗЕМНЫХ ГТД

Гришанов О. А.

ПАО «ОДК Кузнецов», г. Самара, oa.grishanov@uec-kuznetsov.ru

Ключевые слова: приёмо-сдаточные испытания, стендовая масляной системы, суфлёр.

У газотурбинного привода эксплуатационный расход масла, в основном, определяется следующими причинами [1, 2]:

- потерями масла через систему суфлирования в виде частиц неотделённого суфлёром масла (как правило, менее 5 мкм);
- испарением масла при контакте с нагретыми свыше 250°C поверхностями масляных полостей и воздухом, втекающим в полости через подвижные уплотнения;
- нарушениями качества сборки, внешними негерметичностями трубопроводов и агрегатов.

Основной причиной потерь масла являются потери через систему суфлирования. Наиболее тепло- и расходонапряжённой является опора турбины газогенератора и её система суфлирования, поэтому, как правило, в исследованиях по расходу масла ей уделяется основное внимание. В технических условиях на двигатель НК-36СТ расход масла должен составлять не более 0,6 кг/ч. С начала производства двигателей НК-36СТ и до 2014 г. отмечались случаи, когда, несмотря на нормальный расход, замеренный при приёмо-сдаточных испытаниях (ПСИ), в эксплуатацию попадали двигатели с неприемлемым расходом 3...5 кг/ч. Вследствие этого предприятию по гарантии двигатели возвращались на переборку. Причина дефекта в то время не была выяснена.

С целью снижения логистических убытков и потерь репутации службой главного контролёра предприятия, невзирая на высокие затраты на топливо, было предложено ввести в состав ПСИ этап с работой двигателя на номинальном режиме в течение одного часа при стабильной (с точностью до 1°C) температуре масла. Повышенную точность при испытании должен обеспечивать текущий дистанционный контроль уровня масла в контрольной зоне бака методом измерения давления гидростатического столба.

При проведении ПСИ измерение расхода масла по 36.000.000И7 приводит к дополнительным потерям 5,2 т топливного газа. Позднее было экспериментально установлено, что причиной повышенного на отдельных двигателях НК-36СТ и НК-37 расхода масла являлись утечки масла под втулками, насаживаемых при конвертации лабиринтов. После введения в начале 2014 г. пайки в месте посадки втулок уплотнений дефект удалось устранить и расходы масла в эксплуатации снизились в среднем до приемлемых 0,3...0,5 кг/ч. Рекламации из эксплуатации по данному вопросу с 2014 г. не поступали.

Однако, в результате измерения расхода масла при ПСИ в отсутствии внешних утечек, наблюдались отклонения полученных величин от среднестатистических значений в диапазоне от 0,1 до 0,8 кг/ч. Вследствие этого был проведен анализ возможных причин данных отклонений – является ли это следствием особенности сборки двигателя и его агрегатов, или следствием несовершенства технологии измерения расхода масла на испытательном стенде.

Были исследованы возможные причины повышенного расхода масла:

- утечки через уплотнение вала суфлёра;
- потери через крыльчатку суфлёра опоры турбины газогенератора;
- увеличенная теплоотдача опоры турбины в масло.

Ни одна из указанных причин не показала корреляцию с величиной измеренного расхода масла. Поэтому следует обратить внимание на методические особенности измерения расхода масла. На всех газоперекачивающих агрегатах, эксплуатирующих двигатели НК-36СТ, измеренный за длительный период, часовой расход масла укладывался

в нормативные ограничения. Исключения составляли редкие случаи нарушения герметичности элементов масляных полостей в период истощения ресурса, которые невозможно было устранить на месте. Информация о расходе масла за межрегламентный период регулярно поступает из эксплуатации от пребывавших на компрессорной станции работников Сервисного центра ПАО «ОДК-Кузнецов». По этим сведениям, средний эксплуатационный расход по парку двигателей НК-36СТ с 2016 г. составил 0,34 кг/ч.

Приведённое выше заставило сомневаться в методических принципах измерения расхода масла в стендовой системе. В отличие от стендов испытания авиационных ГТД особенностью масляной системы испытательного стенда газотурбинных авиапроизводных приводов является более чем на порядок больший объём соединительных трубопроводов и агрегатах стендовой масляной системы, достигающий 200 л. В таких коммуникациях возможны температурные градиенты. В результате возникает нестабильность результатов измерений расхода масла для одного и того же двигателя в одинаковых внешних условиях. Поэтому добиться относительно стабильных и достоверных показателей расхода масла в условиях кратковременного ПСИ невозможно. Этим же взглядам придерживаются специалисты ПАО «ОДК-Пермские моторы».

На этом основании службе главного конструктора было предложено совместить испытание по измерению расхода масла со снятием дроссельной характеристики по основной программе. Несмотря на интегрально более низкий режим работы двигателя, данное испытание технически позволяет выявить возможные дефекты масляной системы и не пропустить в эксплуатацию неисправный двигатель. Ориентировочная величина критерия нормального расхода должна быть выбрана после набора статистики по результатам испытания не менее 10 двигателей. Одновременно должен быть расширен диапазон внешних осмотров двигателя, включающий демонтаж лючков на оболочке, осмотр проточной части при помощи эндоскопа.

В настоящее время подготовлен проект соответствующего раздела в основную программу испытаний.

Список литературы

- 1 Трянов А.Е. Особенности конструкции узлов и систем авиационных двигателей и энергетических установок. Самара: Издательство СГАУ, 2011. 202 с.
- 2 Хурумова А.Ф., Назарова Т.М., Трянов А.Е., Меджибовский А.С и др. Смазочные масла для приводов и нагнетателей газоперекачивающих агрегатов: учебное пособие, М.: ВНИИ НП, 1996. 176 с.

Сведения об авторе

Гришанов Олег Алексеевич, эксперт ОКБ. Область научных интересов: проектирование масляных систем и их элементов.

PECULIARITIES OF MEASURING OIL FLOW AT INDUSTRIAL GAS TURBINE BENCH TESTS

Grishanov O.A.

Public joint stock company United Engine Corporation "Kuznetsov",
Samara, Russia, oa.grishanov@uec-kuznetsov.ru

Keywords: acceptance tests, bench oil system, breather.

The paper deals with some practical issues of oil flow measuring at gas turbine drive acceptance tests.