

ДИАГНОСТИКА ПРЕДОТКАЗНОГО СОСТОЯНИЯ УЗЛА КРЕПЛЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОГО ПРИВОДА ДВИГАТЕЛЯ НК-22

Елизаров И.А., Михеенков Е.Л.
ОАО СКБМ, г. Самара

В [1] описано проявление и развитие дефекта ослабления посадки резьбовых втулок крепления центрального привода двигателя НК-22. Центральный привод, от которого осуществляется привод основных топливных насосов, размещен в средней опоре (рис. 1).

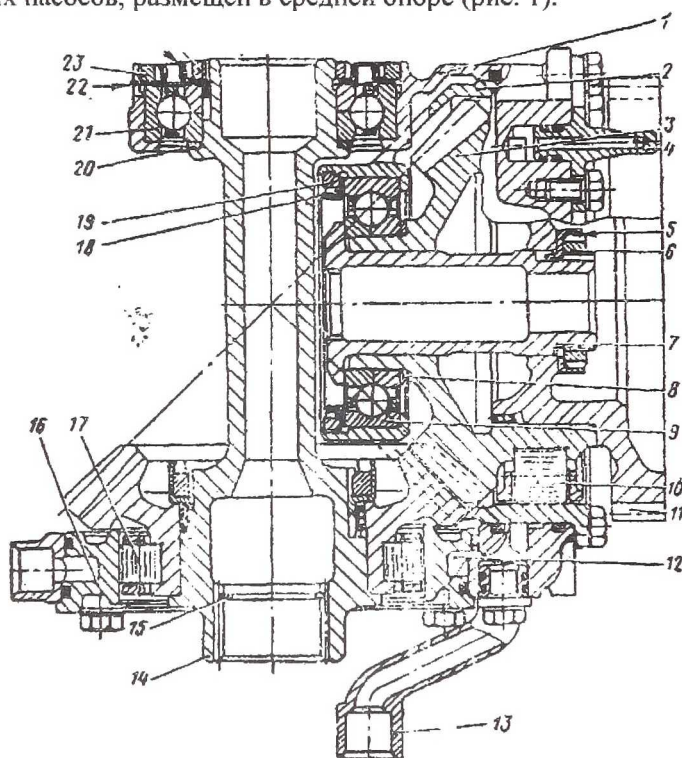


Рис. 1. Центральный привод:

- 1— корпус; 2, 16— втулки подшипников; 3, 11, 14 — шестерни;
4— форсунка; 5, 18, 22— чашечная контровка; 6, 19, 23 — гайки;
7— стяжной болт; 8, 20— регулировочные шайбы; 9, 21- шарикоподшипники; 10, 17— роликоподшипники; 12— уплотнительное кольцо;
13— переходник подвода масла; 15— стопорное кольцо

Основные элементы этого привода – цилиндрическая шестерня на валу компрессора ВД, цилиндрическая и две конические шестерни. Три последние шестерни объединены в корпусе центрального привода. Корпус крепится в средней опоре четырьмя болтами. Корпус опоры из маг-

ниевое литейного сплава. Учитывая высокие стационарные и переменные нагрузки, для повышения надежности крепления привода в корпус средней опоры вставляются резьбовые стальные втулки. Из-за различия коэффициентов линейного расширения магния и стали резьбовые втулки устанавливаются с натягом.

Статические и динамические нагрузки, связанные с быстрыми изменениями в режимах работы двигателя, особенно при переходе к форсажным режимам работы, а также при длительной работе на максимальных режимах в условиях сверхзвукового полета, вызывают ослабление натяга и появление подвижности в соединении втулок с корпусом опоры. Постепенно происходит местное разрушение материала опоры и перекос положения корпуса центрального привода. При значительных перекосах корпуса две основные цилиндрические шестерни также начинают работать с перекосом вдоль зубьев. В аварийном случае происходит скол вершины зуба и попадание сколовшихся кусков в зацепление зубьев. Происходит заклинивание привода и срез приводной рессоры. Из-за отсутствия подачи топлива двигатель останавливается. Выключение одного из двух двигателей в полете - это аварийная ситуация.

В условиях активной эксплуатации для обеспечения безопасности полетов требовалась разработка диагностического признака состояния качества соединения резьбовых втулок в корпусе средней опоры.

Эффективным средством оценки состояния крепления резьбовых втулок в корпусе средней опоры оказалась концентрация магния в масле.

При исследовании двигателей, снятых по появлению стружки в масле или по уровню концентрации магния в масле, обнаружены общие черты характера изменения геометрии посадочных мест резьбовых втулок (см. рис.2).



Рис.2. Характер выработки отверстий под резьбовые втулки после потери натяга в резьбе (вид против полета)

Выработка материала опоры приводит к повышению концентрации магния в масле от наработки. Момент начала роста концентрации магния в масле для различных двигателей существенно различный, но динамика изменения концентрации магния после начала ослабления по-

садки имеет единый характер. Характер изменения концентрации магния в масле приведен на рис. 3.

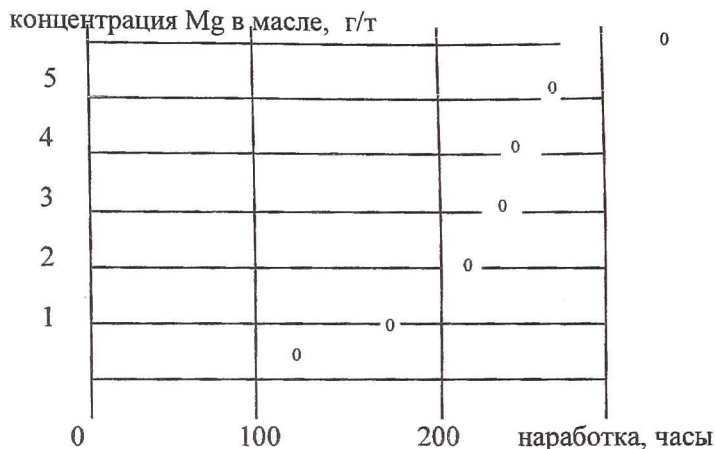


Рис.3. Динамика изменения концентрации магния в масле от наработки (после потери натяга в посадке резьбовых втулок)

Была выявлена связь размера увеличения размера посадочного места резьбовой втулки в корпусе средней опоры и концентрации масла (рис. 4).

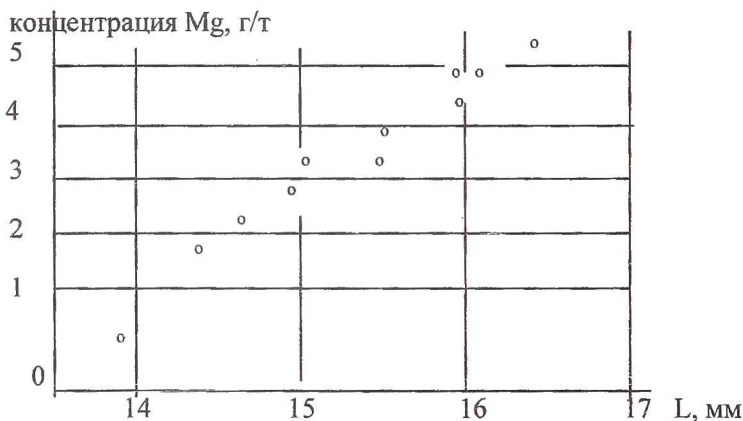


Рис. 4 Связь износа посадочного места под резьбовые втулки с концентрацией магния в масле

Выявление этой особенности изменения концентрации магния перед достижением критического состояния по посадке резьбовых втулок резко упростило оценку остаточного ресурса до наступления значитель-

ного перемещения корпуса центрального привода относительно средней опоры.

Подтверждается версия, что от окружного усилия на цилиндрической шестерне корпус центрального привода стремится развернуться относительно втулок 3, 4 и вырвать втулки 1 и 2 (они имеют максимальное изменение геометрии).

Математическое описание тенденции изменения концентрации магния в масле в зависимости от времени наработки после начала процесса ослабления посадки - $Mg = f(\tau)$

$$Mg = 0,236695 (\tau / 100)^3,$$

где τ - наработка двигателя, час

Mg - концентрация магния в масле, г/т

Видно, что уровень концентрации магния в масле явился хорошим диагностическим признаком состояния посадки резьбовых втулок крепления корпуса центрального привода.

Усложняющим фактором анализа состояния посадки резьбовых втулок является тот факт, что в связи с уносом масла через систему суфлирования двигателя предусмотрена доливка свежего масла для восстановления рабочего уровня в маслобаке двигателя. Уровень масла в баке определяется с помощью мерной трубки и контролируется при профилактических работах. При понижении уровня масла в баке ниже допустимого значения, требуется доливать масло. В формуляре двигателя фиксируется наработка, при которой производится доливка масла, и количество доливаемого масла. Уровень уноса масла через систему суфлирования, определяемый в кг/час, существенно зависит от конкретной сборки двигателя. Уносимое количество магния определяется долей доливаемого масла и текущими концентрациями магния в масле в предыдущий и текущий момент отбора проб масла.

Истинная концентрация магния с учетом уноса масла после долива должна быть скорректирована на величину

$$\Delta Mg = 0,5 \times (Mg_i + Mg_{i-1}) \times (\Delta G_{\text{уноса}} / G_{\text{баз}}).$$

Для обеспечения безотказной работы центрального привода и упрощения задачи восстановления резьбового соединения узла крепления центрального привода была установлена норма безопасного уровня концентрации магния в масле 5 г/т.

Как видно из табл. 1, по известной текущей концентрации магния в масле легко определяется остаточный ресурс в часах до достижения предельной концентрации магния и, следовательно, до съема двигателя.

Выявленная тенденция изменения концентрации магния в масле после потери натяга посадки резьбовых втулок в корпусе средней опоры определяет и логику отбора проб масла. С начала эксплуатации отборы

проб масла производят при 100-часовых регламентных работах с двигателем, т.е через 100 часов наработки. После достижения концентрации магния в масле выше 1 г/т периодичность отбора уменьшают и производят отборы проб через 50 часов наработки, а при концентрации магния свыше 3 г/т пробы отбирают через 25 часов наработки.

Таблица 1

Связь остаточного ресурса работы двигателя
с концентрацией магния в масле

конц. Mg, г/т	0,025	0,05	0,25	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
ресурс τ , часы	230	217	173	115	73	43	20	0

Введение контроля по содержанию магния и других металлов в масле сняло напряжение в эксплуатирующих организациях. Анализ проб по содержанию металлов в масле по опыту работы на двигателе НК-22 внедрен и на других типах двигателей

Внедрение резьбовых втулок с конструктивно - технологическими мероприятиями исключило проявление дефекта ослабления посадки резьбовых втулок крепления центрального привода. Но контроль за концентрацией магния в масле в процессе эксплуатации был оставлен. Этот диагностический признак позволял наряду с другими показателями принимать решение о продлении эксплуатации двигателя по техническому состоянию.

Список литературы

1. Елизаров И.А., Михеенков Е.Л. Применение системы обеспечения надежности ГТД, разработанной Н.Д. Кузнецовым, к доводке двигателя НК-22.// Сборник трудов МНТК-2001, ч.2, 2001 - Самара, С.187-192

**МОДЕЛИРОВАНИЕ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО
ДИСБАЛАНСА НА ЛОПАТКАХ ВЕНТИЛЯТОРА**

Идельсон А.М.
ОАО "СКБМ", Самара

При серийном выпуске ТРДД с относительно крупными лопатками вентилятора на некоторых типах двигателей при стендовых приемосдаточных испытаниях проявляется зависимость параметра вибраций в районе передней опоры (V) от температуры воздуха на входе в двигатель T_v^* .