

ляется авиационным. Оно имеет высокую вязкость, но отличается низкой термоокислительной стабильностью. Так, уже при температуре стенок опоры турбины 200°C вследствие термической деструкции масла на них начинается отложение смолистых веществ.

Для теплонпряженных конвертированных двигателей нового поколения, разработанных в России в 90-е годы, использовать указанное масло оказалось невозможным. Для них специалисты ВНИИ НП и СвНИИ НП по заказу РАО «ГАЗПРОМ» разработали новое синтетическое масло «Петрим». Оно работоспособно при температуре на выходе из двигателя до 175°C (кратковременно до 200°C). Это масло выдерживает контакт со стенками, нагретыми до 280°C. По физико-химическим свойствам оно близко к маслу ИПМ-10, но имеет вдвое меньшую стоимость.

В настоящее время двигатели НК-36СТ, НК-37 и НК-38СТ работали с использованием в их масляных системах масла «Петрим» около 35 000 часов, в том числе первый серийный двигатель НК-36СТ – более 13 000 часов.

ОСНОВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ МАСЛЯНЫХ СИСТЕМ СЕМЕЙСТВА ДВИГАТЕЛЕЙ «НК»

Грянов А.Е., Гришанов О.А.

ОАО «СНТК им. Н. Д. Кузнецова», г. Самара

Анализируя конструкции масляных систем двигателей «НК» и обобщая накопленный опыт в их создании и эксплуатации, можно выделить следующие характерные особенности этих систем.

1. *Короткозамкнутая схема циркуляции масла.*

На всех двигателях семейства «НК» применяется короткозамкнутая схема масляной системы, в которой циркуляция масла осуществляется, минуя маслобак. В такой схеме маслобак служит, главным образом, для заполнения системы, её подпитки на переходных режимах и компенсации эксплуатационного расхода масла. Короткозамкнутая схема имеет ряд преимуществ по сравнению с обычной циркуляционной:

- уменьшается потребный объём маслобака (на 20...30%);
- сокращается время прогрева масла в циркуляционном контуре при низкотемпературных запусках двигателя;
- повышается «живучесть» масляной системы в случае потери герметичности маслобака;
- уменьшается длина и масса трубопроводов масляной системы;

создаётся возможность обеспечить увеличенную прокачку масла.

В короткозамкнутой схеме подачу масла в двигатель осуществляет блок насосов, включающий подкачивающий и нагнетающий насосы. Подкачивающий насос постоянно создаёт на входе в нагнетающий давление $0,5 \pm 0,2 \text{ кгс/см}^2$, благодаря этому обеспечивается надёжная подача масла в двигатель, в том числе и в высотных условиях. Для удаления воздуха из масла, откачанного из масляных полостей двигателя, используется приводной центробежный воздухоотделитель (центрифуга). Данный агрегат обеспечивает более эффективное по сравнению со статическими устройствами отделение воздуха от масла. При этом он, кроме выполнения своей основной функции, играет роль дополнительного насоса, разгружая откачивающие насосы от требуемого напора для прокачки масла через фильтр и теплообменник.

2. Быстроходные откачивающие насосы.

В системе откачки масла традиционно используются быстроходные насосы, у которых на максимальном режиме окружные скорости составляют 25...32 м/с, что в 2...3 раза выше, чем у обычно применяемых тихоходных насосов. На входе у них предусмотрено лопаточное устройство, выполняющее функции преднасоса. Такая конструкция при сравнительно небольших габаритах позволяет обеспечить 5...10-кратный запас по производительности.

3. Комбинированные схемы систем суфлирования масляных полостей опор роторов.

Как известно, функциональным назначением системы суфлирования является отвод воздуха, проникающего в масляные полости опор через подвижные уплотнения роторов. В отличие от других отечественных и ряда зарубежных двигателей, где применяют объединённую систему суфлирования масляных полостей, у двигателей «НК» использована комбинированная система. В ней передние опоры, как правило, суфлируются с помощью откачивающего насоса, опоры компрессора, коробка приводов агрегатов и маслбак имеют объединённую систему суфлирования, а опора турбины – автономную. Сброс воздуха из указанных систем осуществляется у ДТРД во второй контур, у прочих ГТД – на срез сопла.

Применение отдельной системы суфлирования масляных полостей опор существенно повышает надёжность масляной системы, так как при этом исключается взаимное влияние уровня давлений в полостях, особенно при нарушении нормальной работы одного из уплотнений масляной полости. Кроме того, такая схема позволяет значительно упростить доводку масляной системы.

4. Использование газового эжектора в системе суфлирования.

Для обеспечения низкого уровня давления в системе суфлирования опор компрессора, коробки приводов агрегатов и маслобака во всех ДТРД семейства «НК» используется газовый эжектор, у которого активный воздух отбирают из компрессора. При этом в земных условиях в указанных полостях поддерживается разрежение, а в высотных – небольшое избыточное давление. За счёт соответствующего выбора характеристик эжектора стало возможным не устанавливать на выходе из системы суфлирования баростатический клапан и обеспечить требуемую высотность системы при практически неограниченном ресурсе устройства.

5. Приводной центробежный суфлёр радиального типа с унифицированным рабочим колесом сотовой конструкции.

Для сепарации и возвращения в масляную систему масла из отводимой по системе суфлирования воздухо-масляной смеси в ГТД применяют приводной агрегат - суфлёр, в котором разделение фаз осуществляется в поле центробежных сил. Как известно, по схеме движения смеси различают суфлёры осевого и радиального типа. В отличие от большинства отечественных ГТД на двигателях «НК» применяют суфлёры с радиальным рабочим колесом. Эти агрегаты, в отличие от осевых, могут быть установлены непосредственно в масляной полости коробки приводов или опоры, поэтому при равной эффективности имеют минимально возможную массу. Применение в радиальных суфлёрах рабочего колеса сотовой конструкции, представляющего собой набор гофрированных дисков, позволило уменьшить потери масла в 1,5...2 раза. Данная конструкция впоследствии была унифицирована и использована во всех двигателях, начиная с НК-25.

6. Контактные уплотнения масляных полостей опор.

На большинстве двигателей «НК» в опорах компрессора применяют контактные графитовые уплотнения опор (ТКУ и РТКУ). В двигателях НК-86, НК-25 и НК-32 в опоре турбины также использованы РТКУ. При этом накоплен значительный опыт обеспечения высокой надёжности и ресурса их работы.

7. Умеренный уровень подогрева масла в узлах трения.

Для двигателей «НК» характерен увеличенный (относительно других двигателей аналогичной размерности) уровень прокачки масла через узлы трения. Это позволило снизить подогрев масла в них и обеспечить «скадющий» режим для эксплуатируемых масел.

Многолетний опыт эксплуатации двигателей «НК» показывает высокую надёжность их масляных систем.