

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П.КОРОЛЕВА»**

ЗАДАЧА №16

**ОЦЕНКА СХЕМНОЙ НАДЕЖНОСТИ МАСЛЯНОЙ
СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЯ НК-12СТ**

САМАРА 2007

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С.П.КОРОЛЕВА»**

ЗАДАЧА №16

**ОЦЕНКА СХЕМНОЙ НАДЕЖНОСТИ МАСЛЯНОЙ
СИСТЕМЫ ДВИГАТЕЛЯ НК-12СТ**

П р а к т и к у м

**САМАРА
издательство СГАУ
2007**

Составитель: Г.А.Новиков

УДК 629.7.017.1-192

Задача № 16. Оценка схемной надежности масляной системы двигателя НК-12СТ: Практикум. Сост. Г.А. Новиков. – Самара: Изд-во Самар. гос. аэрокосм. ун-т, 2007. 11 с.

Даны краткие сведения об устройстве и работе маслосистемы нагнетателя НК-12СТ. Предназначены для студентов специальности 160901, очного и заочного обучения, изучающих курс «Надежность и техническая диагностика». Подготовлен на кафедре ЭАТ.

Печатается по решению редакционно-издательского совета Самарского аэрокосмического университета имени академика С.П.Королева

Рецензент : Панин Е.А.

Варианты заданий

Оценить методом структурных схем схемную надежность:

Вариант 16.1.

Оценить методом структурных схем схемную надежность

Вариант 16.2.

Масляной системы стартера BC-I2 на этапе запуска двигателя;

Вариант 16.3.

Масляной системы регулирования на рабочих режимах;

Масляная система

Масляная система (рис 1) обеспечивает подачу масла для смазки и охлаждения подшипников, зубчатых и шлицевых передач, а также для работы агрегатов системы регулирования.

В маслосистеме предусмотрена входящего в двигатель масла, отделение воздуха от масла и охлаждение масла, выходящего из двигателя .

Масляная система состоит из:

- устройств и агрегатов для подачи масла (система нагнетания);
- устройств и агрегатов для откачки масла (система откачки и система суфлирования);

- приборов контроля и средств сигнализации.

Система нагнетания состоит из :

- подкачивающего насоса 1;
- нагнетающего насоса 3;
- масляного фильтра 6;
- нагнетающего насоса агрегатов регулирования 11;
- нагнетающего насоса картера турбины 37;
- нагнетающего насоса свободной турбины 32;

В систему откачки входят:

- откачивающий насос маслоагрегата;
- откачивающий насос картера турбины;
- откачивающий насос промежуточной опоры
- откачивающий насос свободной турбины;
- воздухоотделитель (центрифуга).

Система суфлирования состоит из :

- суфлера картера турбины;
- трубопроводов суфлирования.

Масляная система выполнена по коротко-замкнутой схеме, в которой откачивающие насосы подают масло через воздухоотделитель 44 и радиатор ГПА 43 на вход в нагнетающий насос 3 ,минуя масляный бак.

Одновременно на вход в нагнетающий насос подает масло из системы подпитки двухсекционный подкачивающий насос 1 ,поддерживая постоянное избыточное давление редукционным клапаном.

В подкачивающий насос масло подается из бака подпитки с помощью пускового насоса 29 (при запуске) или основного насоса 30 (при работе

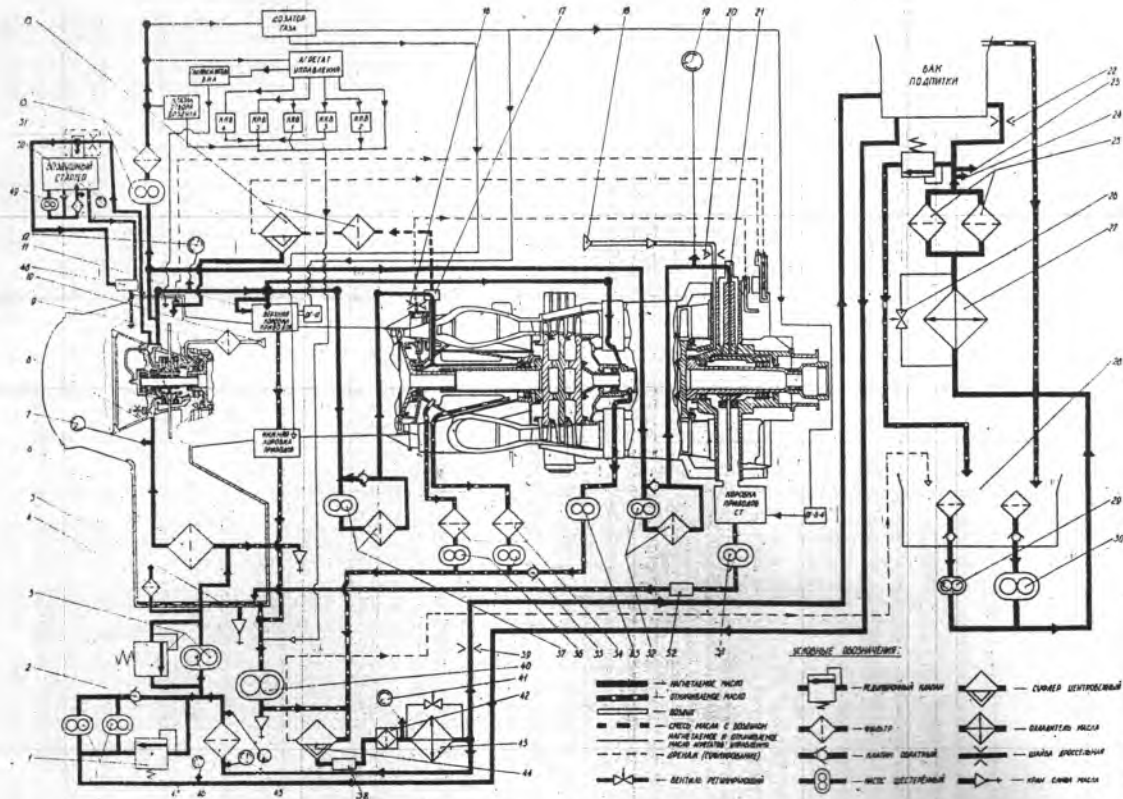


Рис. 1. Масляная система двигателя

1 — подкачивающий насос маслоагрегата с редукционным клапаном; 2 — обратный клапан; 3 — нагнетающий насос маслоагрегата с редукционным клапаном; 4 — фильтр нижнего привода; 5 — сетка маслоагрегата; 6 — масляный фильтр (основной); 7 — указатель температуры масла на входе в двигатель; 8 — жиклер; 9 — фильтр воздушный; 10 — подвод воздуха из-за плотой ступени компрессора; 11 — подвод масла к ресорсе верхней коробки привода; 12 — указатель давления масла на входе в агрегаты регулирования; 13 — центробежный суфлер картера турбины; 14 — жиклер; 15 — корпус подвода масла и суфлирования турбины; 16 — подвод воздуха из компрессора; 17 — указатель давления масла на входе в свободную турбину; 18 — жиклер; 19 — корпус подвода масла и суфлирования свободной турбины; 20 — жиклер; 21 — корпус подвода масла и суфлирования свободной турбины; 22 — жиклер; 23, 24 — трубопроводы ГПА; 25 — блок фильтров ГПА; 26 — вентилятор регулировочный ГПА; 27 — маслоохладитель ГПА; 28 — масляный бак ГПА; 29 — пусковой масляный насос ГПА; 30 — основной масляный насос ГПА; 31 — откачивающий насос свободной турбины; 32 — нагнетающий насос свободной турбины с фильтром; 33 — откачивающий насос промежуточной опоры; 34 — фильтры откачивающего насоса картера турбины; 35 — клапан обратный; 36 — откачивающий насос картера турбины; 37 — нагнетающий насос картера турбины с фильтром; 38 — сигнализатор стружки РС-2; 39 — жиклер; 40 — откачивающий насос маслоагрегата; 41 — указатель давления масла на входе в радиатор; 42 — блок фильтров РС-2; 43 — радиатор ГПА; 44 — воздухоотделитель; 45 — указатели давления масла за фильтром и перед фильтром; 46 — фильтр ГПА на входе в нагнетающий насос маслоагрегата; 47 — указатель давления масла в линии подпитки; 48 — клапан слива масла из ВС-12; 49 — масляный насос ВС-12; 50 — указатель давления масла в масляной системе ВС-12; 51 — клапан перепуска с МКК-4; 52 — фильтр сигнализатор.

двигателя). Насосы 29 и 30 относятся к системе ГПА и в масляную систему не входят. Масло из бака подается для возмещения его расхода при работе двигателя.

На входе в нагнетающий насос происходит смешивание потока масла, поступающего из подкачивающего насоса, с потоком масла, поступающими из откачивающих насосов через воздухоотделитель и радиатор. Нагнетающий насос повышает давление масла и направляет его к основному масляному фильтру 6. Постоянство давления масла в системе обеспечивается редукционным клапаном нагнетающего насоса. Отфильтрованное масло по внутренней трубе, расположенной в полости передней опоры, и по трубопроводу во втором ребре опоры поступает в кольцевую полость опоры, образованную корпусом центрального привода и гнездом передней опоры.

Из кольцевой полости по просверленным каналам масло направляется на смазку переднего подшипника компрессора и деталей центрального го привода, а по трубопроводам к третьему и пятому ребрам опоры. По трубопроводу в третьем ребре масло подается к воздушному стартеру и приводу от воздушного стартера, а по трубопроводу в пятом ребре к верхней коробке приводов, к подшипнику промежуточной опоры, к нагнетающему насосу 37 картера турбины, к нагнетающему насосу 32 свободной турбины и к нагнетающему насосу 13 агрегатов регулирования. Масло, поступившее в нагнетающий насос картера турбины, проходит через насос и фильтр, установленный на выходе из насоса, и направляется по трубопроводам в картере турбины к форсункам заднего подшипника компрессора и переднего подшипника турбины. Аналогично, масло, поступившее на вход в нагнетающий насос свободной турбины, проходит через насос и фильтр и направляется по трубопроводу и каналам опоры свободной турбины на смазку передней и задней опор ротора свободной турбины. Нагнетающий насос агрегатов регулирования повышает давление масла и через фильтр направляет его в агрегаты. Перепускной клапан нагнетающего насоса картера турбины служит для подачи масла при запуске непосредственно из масляной системы двигателя, минуя нагнетающий насос картера турбины. Перепускной клапан нагнетающего насоса свободной турбины служит для подачи масла из системы двигателя к свободной турбине в случае отказа насоса. Откачку масла из опор и приводов в воздухоотделитель обеспечивают откачивающие насосы 31, 33, 36 и 40. Откачивающие насосы 33 и 36 обеспечивают откачку масла соответственно из промежуточной опоры и из картера турбины и по трубопроводу направляют смесь масла и воздуха в воздухоотделитель. Откачивающий насос 31 обеспечивает откачку масла из коробки приводов свободной турбины, в которую сливается масло из опоры

свободной турбины и агрегата ОГ-8-4. Смесь масла поступает на слив в маслоагрегат. Откачивающий насос 40 обеспечивает откачку масла из маслоагрегата, в который стекает масло из передней опоры, воздушного стартера, агрегатов управления ДГ-12, АУ-12, КПВ, гидроусилителя РВНА и свободной турбины. Масло сливается на сетку маслоагрегата и через сетку в отстойник маслоагрегата, откуда поступает на вход в откачивающий насос.

Через откачивающий насос 40 идет также слив масла из верхней коробки приводов. Масло проходит через нижнюю коробку приводов, смазывает ее, и оттуда по трубопроводу направляется к откачивающему насосу маслоагрегата. Из откачивающего насоса смесь масла и воздуха направляется в воздухоотделитель. В воздухоотделителе смесь масла с воздухом попадает на вращающийся ротор воздухоотделителя. Под действием центробежных сил из масла выделяются пузырьки воздуха, которые через полый вал ротора и наружный трубопровод отводятся в бак 28. Масло, освобожденное от воздуха, направляется в воздушно-масляный радиатор 43, где охлаждается, и далее поступает в основной нагнетающий насос. Для создания циркуляции масла в баке, с целью его обогрева, часть масла после радиатора по трубопроводу через жиклер 39 отводится в бак подпитки. Обратный клапан 2 служит для предотвращения перетекания масла из бака в маслоагрегат при стоянке двигателя. Разделение масляных и воздушных полостей двигателя осуществляют контактные и лабиринтные уплотнения. Суфлирование масляной системы обеспечивается центробежным суфлером 15, суфлирующим масляную полость картера турбины, и трубопроводом, суфлирующим масляные полости передней опоры. Отделившийся от масла воздух наружными трубопроводами направляется в газовый тракт на выходе из свободной турбины, а масло стекает в привод суфлера и оттуда в переднюю опору. Масляная система снабжена штуцерами для контроля параметров:

- давления масла на входе в двигатель 12;
- давления на входе в свободную турбину 19.

Сигнализатор наличия стружки 38 и фильтр-сигнализатор 52 позволяют оценивать состояние двигателя во время его работы.

5.1.4. Масляная система стартера и ее агрегаты

Масляная система (рис. 2) стартера обеспечивает подачу масла для смазки и охлаждения подшипников турбины, редуктора и шестерен редуктора. Подача масла осуществляется насосом шестеренчатого типа, который забирает масло из полости редуктора стартера и через сетчатый фильтр 4 подает его на смазку узлов стартера с давлением 4_1 кг/см², которое поддерживается редукционным клапаном 5. Смазка подается из маслонасоса через полый болт в канал заднего корпуса редуктора, а затем расходится по двум направлениям: а) на смазку

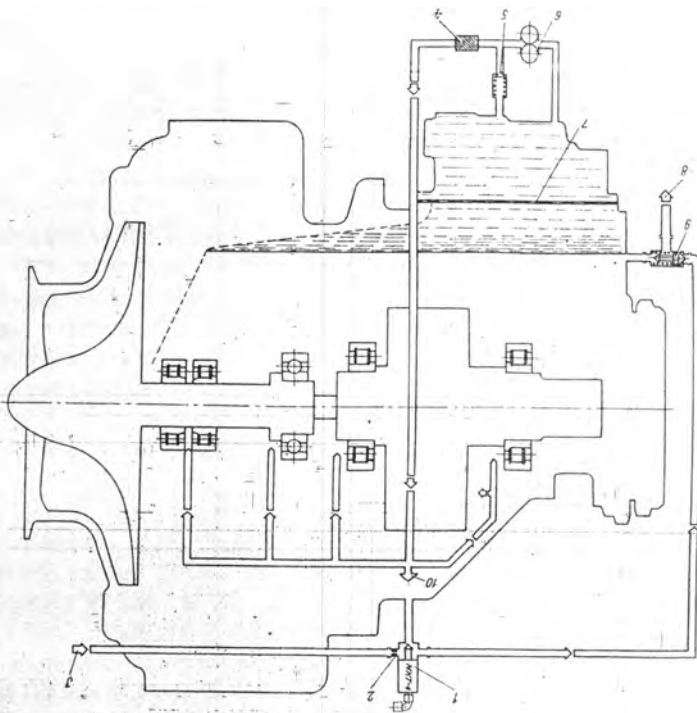


Рис. 2. Принципиальная схема масляной системы стартера ВС-12

1- клапан перепуска с МКТ-4; 2- штуцер с жиклером $\varnothing 1,2$ мм; 3- штуцер подвода масла от маслосистемы основного изделия; 4- фильтр; 5- редукционный клапан; 6- маслонасос; 7- предохранительная сетка; 8- слив масла с полость редуктора двигателя; 9- клапан слива; 10- штуцер замера давления масла

переднего роликоподшипника редуктора и подшипников турбины по каналам в корпусах через переходные втулки; б) на смазку подшипников сателлитов редуктора через фланец, втулку, плавающую втулку, сверление в водиле и оси сателлитов. Шестерни и другие детали редуктора смазываются барботажем. Для обеспечения смазки в начальный момент работы в редуктор стартера заливается 0,35 - 0,40 л масла. В дальнейшем в редукторе поддерживается постоянный уровень масла за счет работы клапанов перепуска и слива. Отработанное масло и масло подпитки стекают в нижнюю часть редуктора стартера и через предохранительную сетку вновь поступают на вход в насос.

↑ При наборе ротором стартера 5000-6000 об/мин маслонасос обеспечивает требуемую прокачку масла 4 л/мин. При отключении стартера прекращается подача напряжения на МКТ-4, клапан перепуска закрывается, а дальнейшее увеличение давления в основной магистрали приводит к закрытию клапана слива. Таким образом, система смазки и суфлирования стартера

отключается от двигателя и в картере редуктора остается определенный уровень масла, необходимый для следующего запуска. Клапан перепуска 1 с электромагнитным клапаном МТК-4 открывается от электрического сигнала при нажатии на кнопку «Запуск», сообщая тем самым канал масломагистрали двигателя с полостью редуктора стартера. При раскрутке ротора двигателя масло из основной масломагистрали через жиклер 2 клапана перепуска поступает в картер редуктора стартера, а затем к нагнетающему насосу 6, который обеспечивает необходимую прокачку масла. Избыток масла через клапан слива сливается в полость редуктора двигателя. Через клапан слива осуществляется также и суфлирование масляной полости стартера.

Маслосистема САР состоит из (рис.1): нагнетающего насоса 13 с фильтром; клапана отбора воздуха, дозатора газа ДГ-12, агрегата управления АУ-12 СТМ, гидроприводов РНА и клапанов перепуска воздуха (КПВ), ограничителей оборотов ОГ-12 и ОГ-8-4. Маслосистема САР работает совместно с маслосистемами двигателя и ГПА. К нагнетающему насосу 13 САР масло подводится от насоса 3 через фильтр 6 по трубопроводу в третьем ребре корпуса передней опоры. Насос САР повышает давление масла при запуске до давления настройки редукционного клапана ДГ-12, а затем оно поддерживается постоянным и равным 3,0 МПа. От насоса масло через фильтр подводится к ДГ-12, АУ-12 СТМ и клапану отбора воздуха. От ДГ-12 масло подводится к ограничителям ОГ-12 и ОГ-8-4. От АУ-12 СТМ масло подводится к гидроприводам РНА, второго и третьего КПВ, первого и пятого КПВ и четвертого КПВ. Слив масла из ДГ-12 производится в нижнюю коробку маслоагрегата, из ОГ-12 – в верхнюю коробку, а из гидропривода РН в полость маслоагрегата, откуда откачивается насосом 40 в маслосистему ГПА. Слив масла из гидроприводов КПВ и клапана отбора воздуха осуществляется на вход в насос 40. Из ограничителя ОГ-3-4 масло сливается в коробку приводов свободной турбины, откуда откачивается насосом 31 в маслосистему ГПА.

Расчет показателей надежности масляной системы двигателя НК-12СТ и стартера ВС-12 произвести методом структурных схем. Значений интенсивностей отказов λ элементов систем приведены в таблице 1.

Решение должно содержать:

1. Принципиальную схему системы, краткое описание её работы; сведения о влиянии отказов на работу системы.
2. Структурную схему системы.
3. Уравнения надежности блоков и всей системы.
4. Рассчитанные значения интенсивности отказов, вероятности и среднего времени безотказной работы системы.

Таблица 1 Интенсивность отказа элементов

№ п/п	Наименование элемента	Количество шт.	Интенсивность отказов $\lambda \cdot 10^{-6}$
1	Нагнетающий насос	4	10
2	Откачивающий насос	4	10
3	Подкачивающий насос	2	10
4	Фильтр	11	100
5	Клапан фильтра перепускной	3	1
6	Клапан редуционный	2	5
7	Указатель давления масла	7	1
8	Фильтр сигнализатор стружки	2	50
9	Центробежный суфлер (воздухоотделитель)	2	1
10	Радиатор(маслоохладитель)	2	1
11	Клапан слива масла из ВС-12	1	1
12	Электромагнитный клапан перепуска	1	10
13	Жиклер	3	1
14	Обратный клапан	2	1
15	Клапан перепуска воздуха (КПВ)	5	8
16	Клапан отбора воздуха	1	10
17	Агрегат управления КПВ	1	5
18	Агрегат управления РНА	1	5
19	Дозатор газа ДГ-12	1	100
20	Термометр	1	1
21	Трубопроводы с арматурой	25	1
22	Штуцера	3	1
23	Гидроусилитель РВНА	1	5
24	Ограничитель оборотов свободной турбины ОГ-8-4	1	5
25	Ограничитель оборотов турбокомпрессора ОГ-12	1	5

ЛИТЕРАТУРА

1. Косточкин В.В. Надежность авиационных двигателей и силовых установок: Учебник для студентов авиационных вузов. - 2-е изд. перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1988. - 272 с.
2. Двигатель НК-12 СТ: Техническое описание. Куйбышев.
3. Жуков К.А., Милов Е.А., Епишев Н.И. Эксплуатационная надежность авиационной техники: Учебное пособие – Куйбышев: КуАИ .

Учебное издание

Оценка схемной надежности маслосистемы двигателя НК-12СТ

Практикум

Составитель: Новиков Герман Арсеньевич.

Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования

Самарский государственный аэрокосмический университет им. академика С.П. Королева.

443086 Самара, Московское шоссе, 34