

# 1. Анализ технического состояния функциональной системы ЛА как объекта технической эксплуатации.

## 1.1 Особенности конструкции и принципы работы функциональной системы и ее компонентов

Масляная система двигателя Д-36 на самолете Як-42 – циркуляционная, под давлением, конструктивно выполнена автономной, то есть все узлы системы смонтированы непосредственно на двигателе. Масляная система обеспечивает постоянную подачу масла под давлением к трущимся поверхностям подшипников, к уплотнениям подшипников роторов компрессоров и турбин, вращающимся деталям центрального привода для их смазки и охлаждения.

### Основные узлы масляной системы двигателя Д-36.

Маслобак МБ-36 предназначен для размещения резерва масла на двигателе и пополнения маслом системы двигателя по мере его расходования. Маслобак имеет: предохранительный клапан, автоматически стравливающий воздух из полости маслобака при возрастании в ней давления свыше 0,35 кгс/см<sup>2</sup>; обратный клапан, перекрывающий при случайном повышении давления в коробки приводов, ее сообщение с полостью маслобака; датчик масломера ДМ2-1; заливную горловину с фильтром; кран слива масла; угольники и проходники для подсоединения трубопроводов маслосистемы.

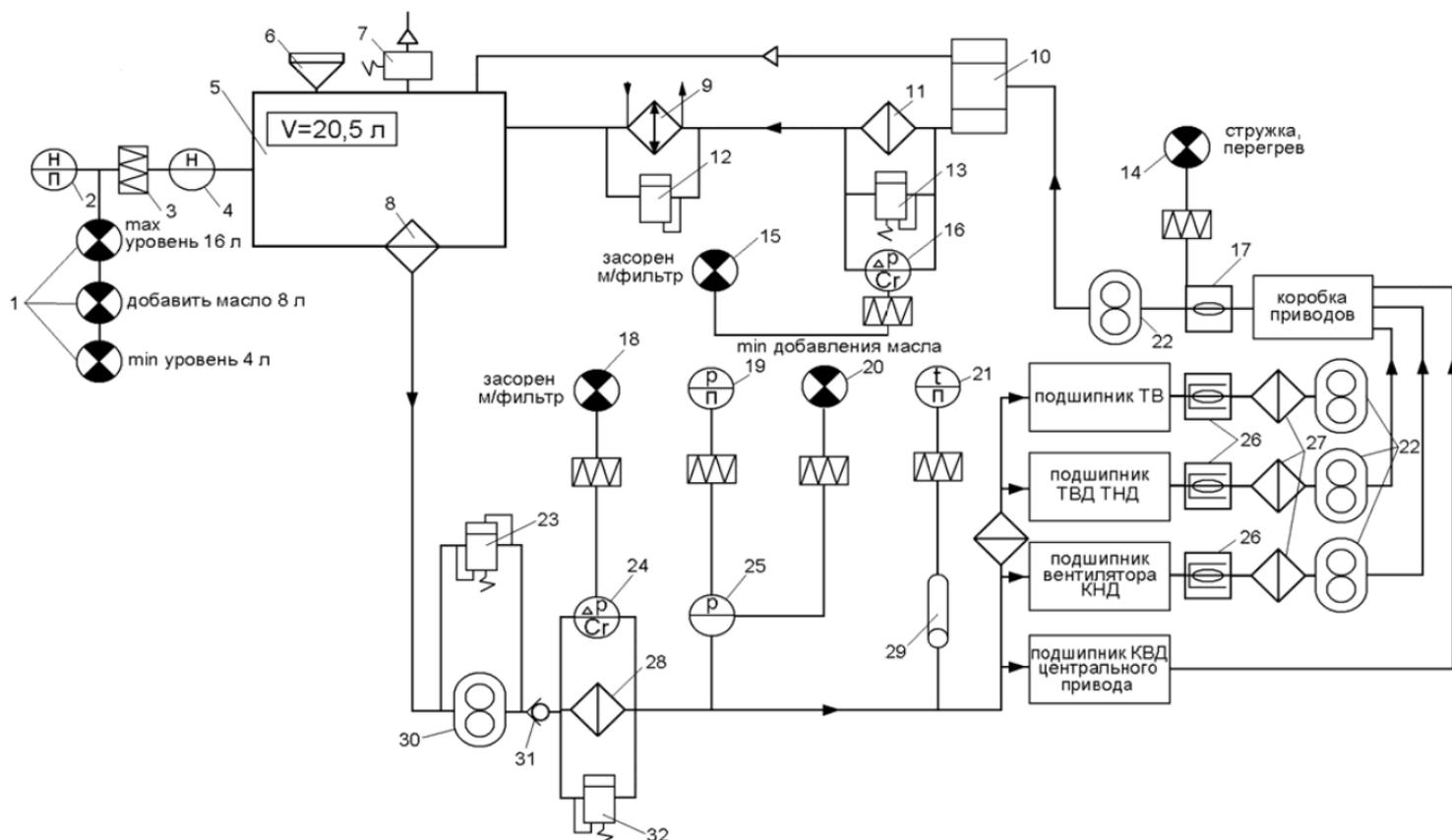
Маслоагрегат МА-36 обеспечивает циркуляцию, фильтрацию и редуцирование давления масла и состоит из нагнетающей и четырех откачивающих секций маслонасосов шестеренчатого типа, обратного и редуцирующего клапанов, клапана стравливания воздуха, маслофильтра тонкой очистки МФТ-36 и перепускного клапана.

Топливо-масляный агрегат 566ОТ предназначен для охлаждения масла, циркулирующего в масляной системе двигателя, топливом, поступающим в двигатель, и состоит из топливо-масляного радиатора и топливного фильтра с сигнализатором СП-0,4Э максимального перепада давления на топливном фильтре.

Воздухоотделитель ВО-36 с маслофильтром грубой очистки МФГ-36 и перепускным клапаном предназначен для отделения воздуха из масла и очистки масла, поступающего из основной откачивающей секции маслоагрегата.

Центробежный суфлер ЦС-36 предназначен для отделения масла из воздушно-масляной эмульсии, отводимой из масляных полостей двигателя.

Трубопроводы и каналы масляной системы и форсунки, подающие масло на подшипники роторов.



*Схема маслосистемы и системы суфлирования двигателя:*

- 1** - сигнализаторы масломера; **2** - масломер; **3** - передача электрического сигнала; **4** - датчик уровнемера; **5** - маслобак; **6** - заправочная горловина с фильтром; **7** - предохранительный клапан; **8** - предохранительный маслофильтр; **9** - топливно-масляный агрегат; **10** - воздухоотделитель;
- 11** - фильтр грубой очистки; **12** - термо-клапан; **13** - перепускной клапан; **14** - сигнализатор стружки в масле и перегрева; **15** - сигнализатор засорения фильтра грубой очистки; **16** - датчик перепада давления на фильтре грубой очистки; **17** - стружкосигнализатор; **18** - сигнализатор засорения фильтра тонкой очистки; **19** - указатель давления масла; **20** - сигнализатор минимального давления масла; **21** - указатель температуры масла; **22** - откачивающие секции маслоагрегата; **23** - редукционный клапан; **24** - сигнализатор перепада давления на фильтре тонкой очистки; **25** - датчик замера давления; **26** - термостружкосигнализатор; **27** - предохранительный фильтр насосов; **28** - фильтр тонкой очистки; **29** - датчик температуры масла; **30** - нагнетающая секция маслоагрегата; **31** - обратный клапан; **32** - датчик перепада давления на фильтре тонкой очистки.

#### Работа масляной системы.

Маслосистема работает следующим образом (рис 6.1). Масло из маслобака 5 поступает самотеком в нагнетающую секцию 30 маслоагрегата, откуда под давлением подается в фильтр 28 тонкой очистки, размещенный в корпусе маслоагрегата. Давление масла на входе в двигатель поддерживается редукционным клапаном 23. Выйдя из маслоагрегата, масло по внешнему трубопроводу подается к боковому ребру промежуточного корпуса, проходит через полость ребра и разделяется на три потока. Один поток идет на смазку и охлаждение подшипника ротора компрессора ВД и

центрального привода, другой - на смазку и охлаждение подшипников ротора вентилятора и компрессора НД, третий - на смазку и охлаждение подшипников турбин всех роторов.

Масло на подшипники роторов подается форсунками. Перед форсунками установлены предохранительные фильтры. Остальные узлы смазываются барбатажем. Масло из полостей подшипников вентилятора, компрессора низкого давления и турбин откачивается секциями 22. Из полости подшипников ротора компрессора ВД масло самотеком сливается в коробку приводов, по пути смазывая и охлаждая детали центрального привода и колонки приводов.

Откачиваемое масло из всех полостей сливается в масляную полость коробки приводов. Из поддона коробки приводов все масло, пройдя стружкосигнализатор 17, откачивается основной откачивающей секцией 22 и по каналу в коробке приводов направляется в центробежный воздухоотделитель 10. Отделенное в воздухоотделителе от воздуха масло поступает для охлаждения в топливно-масляный агрегат 9 и оттуда возвращается в маслобак 5.

Давление масла на входе в двигатель замеряется с помощью датчика и указателя 25, а минимальное давление фиксируется с помощью сигнализатора 20. Давление масла на входе в двигатель поддерживается в пределах:

- $3,5 \pm 0,5$  кгс/см<sup>2</sup> - на земле при частоте вращения  $n_{ВД} = 95\%$  и температуре масла на входе в двигатель  $70 \pm 15^\circ\text{C}$ ;
- $2,0 \dots 4,5$  кгс/см<sup>2</sup> - на всех режимах и высотах полета.

Температура масла на входе в двигатель контролируется по показаниям датчика 29 и указателя 21. В магистралях откачки установлены термостружкосигнализаторы 26, выдающие сигналы при появлении в масле ферромагнитных частиц или превышении предельной температуры откачиваемого масла.

Появление ферромагнитных частиц в откачиваемом из коробки приводов масле обнаруживается стружкосигнализатором 17.

На приборной доске пилотов имеется табло контроля параметров маслосистемы:

"Минимальное давление масла" - загорается при минимально допустимом давлении масла

на входе в двигатель;

"Стружка" - загорается при наличии ферромагнитных частиц и превышении температуры откачиваемого масла;

"Засорен маслофильтр" - загорается при заданном перепаде давлений на маслофильтре тонкой очистки;

"Минимальный уровень масла" - загорается при заданном минимальном уровне масла в маслобаке.

На щитке централизованной заправки маслобака, который находится в хвостовой части фюзеляжа с правого борта, расположены: индикатор уровня масла в баке и табло "Минимальный уровень масла", "Добавь масла", "Максимальный уровень масла". Для

слива масла из двигателя имеются краны в нижней части коробки приводов, на маслобаке и на ТМА.

При максимальной заправке маслобака общий объем масла в маслосистеме составляет 27 л, из них 16 л. в маслобаке, 2 л. в ТМА и остальное в масляных полостях двигателя, агрегатах и трубопроводах. Табло "Добавь масла" загорается при уровне масла в маслобаке 8 л., табло "Минимальный уровень масла" загорается при уровне масла в маслобаке 4 л.

## 1.2 Характеристика условий эксплуатации

С учетом конструкторского исполнения ФС и ее компонентов проводится анализ реальных условий эксплуатации ФС, при этом выделяются основные внешние факторы (виды нагрузений, климатические условия, личностные факторы и т. п.), оказывающие существенное влияние на изменение технического состояния ФС.

В ПЗ дается описание особенностей и степени влияния эксплуатационных факторов на изменение технического состояния ФС и ее компонентов, приводятся необходимые графики, схемы силового нагружения, аналитические зависимости, диапазоны допустимых значений нагрузок и параметров окружающей среды.

## 1.3 Типовые отказы и повреждения

Большая часть отказов и неисправностей масляной системы связана с повреждением их агрегатов либо с повышенным износом деталей, омываемых маслом, а также из-за нарушений правил технической эксплуатации системы и двигателя в целом.

Загрязненность масла вызывает засорение фильтра тонкой очистки. Засорение фильтра приводит, как правило, к открытию перепускного клапана. В результате неочищенное масло поступает в двигатель. При этом продукты изнашивания, кокс и другие примеси могут вызвать повышенный износ узлов трения и уплотнений опор, уменьшение проходного сечения масляных форсунок, заклинивание качающих узлов насосов и разрушение их приводов, загрязнение ТМА и т.п.

Перегрев масла происходит за счет повышенного тепловыделения при интенсивном износе смазываемых деталей, в результате «масляного голодания», а также при забросах частоты вращения роторов, температуры газов и т.п. Превышение допустимых температур вызывает окисление масла, выделение из него кокса и смол, засоряющих фильтры и форсунки, ухудшение смазывающих и антикоррозионных свойств масла.

Загрязненность и перегрев масла, выражающийся в потемнении масла, являются признаками разрушения и перегрева деталей, омываемых маслом. В первую очередь это относится к подшипникам опор роторов.

Повреждения подшипников роторов в основном возникают по следующим причинам: - усталостное разрушение материала в зоне контакта тел качения и беговых дорожек; - повышенное проскальзывание и износ деталей подшипника; - работа подшипника в условиях масляного голодания.

Усталостное разрушение подшипников наблюдается в виде точечного выкрашивания материала дорожек и тел качения. Оно может возникнуть по причине больших нагрузок от центробежных сил, действующих со стороны тел качения, снижения твердости материала деталей подшипника из-за кратковременного перегрева при изготовлении или в эксплуатации, коррозии из-за плохой консервации.

Повышенному проскальзыванию и износу способствуют неправильный монтаж подшипника (повышенные зазоры, установка колец с перекосом). Интенсивный износ может привести к попаданию продуктов износа в зону контакта тел качения и вызвать заклинивание подшипника.

В свою очередь износ совместно с температурными деформациями вызывают изменение зазоров, что также может повлиять на работоспособность подшипника. Например, при выключении двигателя без охлаждения на пониженных режимах работы, тепловой поток от диска турбины может привести к расширению внутреннего кольца подшипника, выборке зазора и кратковременному заклиниванию подшипника. После полного охлаждения всего двигателя, зазоры восстанавливаются, однако, высокие контактные напряжения при заклинивании могут привести к деформации контактирующих поверхностей и растрескиванию этих поверхностей.

При запуске холодного двигателя, из-за повышенной вязкости масла подача его к подшипникам затруднена. Тела качения при отсутствии достаточной смазки могут нагреться, выбрать зазор с кольцами, что приведет к заклиниванию и разрушению подшипника.

При разрушении деталей подшипника из-за масляного голодания всегда имеет место оплавление и износ тел качения, наволакивание материала шариков на поверхность беговых дорожек, износ наружной поверхности сепаратора и его гнезд, разрыв боковых перемычек сепаратора.

#### 1.4 Признаки внешнего проявления отказов и повреждений

К числу признаков, свидетельствующих о появлении неисправностей в маслосистеме, относятся: повышенный расход масла, снижение подачи масла к потребителям, его загрязнение и перегрев.

Повышенный расход масла наблюдается в случаях разгерметизации масляных магистралей и полостей, например, при разрушении трубопроводов и их соединений, в результате износа уплотнений опор роторов, при возникновении трещин в корпусных деталях агрегатов маслосистемы и коробки приводов и т.п.

Большие потери масла могут быть связаны с его выбросом через систему суфлирования в случае разрушения приводов центробежного суфлера или воздухоотделителя. Существенное увеличение расхода масла недопустимо из-за возможности последующего полного прекращения его подачи в двигатель, которое приведет к разрушению подшипников опор роторов.

Уменьшение подачи масла в двигатель сопровождается ухудшением условий смазки и охлаждения узлов трения («масляное голодание»), что вызовет их интенсивный износ, перегрев и может привести к заклиниванию роторов. «Масляное голодание» возникает при падении давления масла за нагнетающей секцией насоса и увеличении гидравлического сопротивления магистрали нагнетания, например, вследствие засорения фильтра тонкой очистки или закоксовывания масляных форсунок.

Причинами падения давления в нагнетающей магистрали могут быть большие потери масла, повышенный износ деталей нагнетающей секции насоса, ослабление пружины редукционного клапана или его зависание в открытом положении при засорении механическими частицами.

### 1.5 Методы и средства контроля диагностирования технического состояния

Средствами контроля диагностирования технического состояния маслосистемы являются приборы и устройства контроля работы.

Уровнемер масла поплавковый УМП2-1 служит для непрерывного измерения запаса масла в маслобаке двигателя Д-36 и дискретной выдачи сигналов «Максимальный уровень масла», «Добавь масла», «Минимальный уровень масла».

В комплект УМП2-1 входят:

- датчик масломера рычажно-поплавковый ДМ2-1 (4);
- индикатор унифицированный профильный ИП1-16ПБ.

На самолете установлено три комплекта УМП2-1 (по числу двигателей Д-36).

Табло сигнала «Минимальный уровень масла» расположены на центральной панели приборной доски пилотов, а индикаторы МП1-18ПБ и табло «Максимальный уровень масла» и «Добавь масла» - на щитке централизованной заправки. Датчики ДМ2-1 расположены в маслобаках двигателей Д-36.

Указатель давления и температуры масла на входе в двигатель УИЗ-9 получает сигналы от датчика давления масла ИМД-8 (14) и приемника температуры масла А-77, вариант 2 (13). На центральной панели приборной доски пилотов установлено три указателя (по числу двигателей Д-36).

Сигнализатор минимального давления масла на входе в двигатель МСТВ- 1,6 подает сигнал на табло «Минимальное давление масла» на центральной панели приборной доски пилотов (три табло по числу двигателей) при уменьшении давления масла ниже допустимого.

Сигнализатор перепада давления на масляном фильтре тонкой очистки СП-0,63 при засорении фильтра включает сигнальное табло «Засорен маслофильтр» на центральной панели приборной доски пилотов (три табло по числу двигателей).

Стружкосигнализатор СС-36 (35) и три термостружкосигнализатора ТСС- 36 (20, 21, 37) служат для выдачи светового сигнала «Стружка» на центральной панели приборной доски при появлении в масле ферромагнитных частиц или превышении допустимой температуры откачиваемого из опор роторов масла. СС-36 установлен в поддоне коробки приводов в потоке откачиваемого из двигателя масла основной откачивающей секции маслоагрегата. ТСС-36 с фильтрами установлены в магистралях откачки масла из опор роторов перед откачивающими секциями маслоагрегата.

Система ССП-7 сигнализации о перегреве внутренних масляных и суфлирующих полостей двигателя Д-36 (три комплекта по числу двигателей) служит для выдачи сигнала на табло «Перегрев» (на центральной панели приборной доски).

Обслуживание масляной системы двигателя являются составной частью общего комплекса подготовки воздушного судна к полету и производятся в период выполнения оперативных и периодических форм технического обслуживания.

Основными работами при техническом обслуживании маслосистемы являются проверка состояния агрегатов и трубопроводов, контроль количества масла, слив масла и заправка маслосистемы. В процессе выполнения всех видов технического обслуживания проводится осмотр маслосистемы. В ходе осмотров необходимо проверить отсутствие течи масла и повреждений трубопроводов, крепление трубопроводов и целостность перемычек металлизации. Через каждые 50 часов работы двигателя проверяют уровень масла в баках, осматривают и проверяют фильтры. Через 200 часов работы двигателя необходимо заменить масло в двигателе, проверить срабатывание сигнализатора уровня масла, промыть сигнализатор. При заправке и сливе масла в первую очередь необходимо соблюдать правила техники безопасности по работе с горюче-смазочными материалами.

Перед запуском двигателя необходимо проверить уровень и температуру масла. Минимальная температура на входе в двигателе, при которой разрешается запуск без подогрева -  $40^{\circ}\text{C}$ . При температуре окружающего воздуха ниже -  $40^{\circ}\text{C}$  двигатель следует подогревать, если температура масла на входе в двигатель ниже -  $20^{\circ}\text{C}$ . Подогревают в течение 30...40 мин, пока температура масла не достигнет  $+5^{\circ}\text{C}$ . В ходе опробования двигателя следят за давлением и температурой масла, контролируют срабатывание сигнализационных табло.

1.6 Оценка степени влияния отказов и повреждений на безопасность полетов и их прогнозирование

Объект контроля	Вид отказа, повреждения	Признаки внешнего проявления (в полете, на земле)	Метод и средства контроля	Влияет/не влияет на БП
Редукционный клапан	Повышенное давление масла	Повышение температуры масла и газа. Повышенный расход масла. Металлическая стружка.	Датчик давления масла ИМД-8  Сигнализатор перепада давления на масляном фильтре тонкой очистки СП-0,63	Влияет
Масло	Нет давления масла при запуске, ложном запуске и холодной прокрутке.	Неисправность прибора замера давления. Воздушная пробка на входе в маслоагрегат.	Датчик давления масла ИМД-8	Влияет
Масло	Давление масла не соответствует техническим требованиям.	Уровень масла в баке ниже минимально допустимого. Неисправность прибора замера давления. Сильное загрязнение маслофильтра. Изменение регулировки или заедание редукционного клапана.	Уровнемер масла поплавковый УМП2-1  Датчик давления масла ИМД-8  Сигнализатор перепада давления на масляном фильтре тонкой	Влияет

		Закоксованность отверстия суфлирования маслобака в выхлопном патрубке	очистки СП- 0,63	
Трубопровод, штуцеры, крышки и горловины маслобака	Не герметичность соединения штуцеров на корпусе фильтра.	Нарушение целости уплотнительных колец под контр гайками штуцеров.	Визуальный осмотр	Влияет
Уплотнительные кольца, прокладки, торцевые уплотнения.	Течь масла по разъему корпуса маслонасоса откачки и датчика тахометра.	Нарушение целостности уплотнительного кольца или прокладок между фланцем насоса и корпусом торцевого уплотнения. Не герметичность торцевого уплотнения датчика тахометра.	Визуальный осмотр  Датчик давления масла ИМД-8	Влияет
Воздушно- масляный радиатор	Повышенное давление масла на входе в двигатель.	Сильное дымление и течь масла из выхлопного патрубка	Датчик давления масла ИМД-8	Влияет
Фильтры, форсунки, клапаны перепуска.	Повышенное противодавление на выходе из двигателя более 1,25кгс/см <sup>2</sup> Зависание отсечного клапана в открытом	Течь масла из клапанов перепуска воздуха. Повышенная температура масла на выходе из двигателя.	Приемник П- 77 температуры масла	Влияет

	<p>положении. Нарушение герметичности торцевого уплотнения ДЦН в коробке приводов Выброс масла из полости второй опоры Износ откачивающих насосов маслоагрегата. Неисправность прибора измерения температуры. Уровень масла в маслобаке ниже минимально допустимого. Засорение сот масляного радиатора с внешней стороны. Недостаточный обдув масляного радиатора. Заедание перепускного клапана маслоагрегата МА-78 . Заедание термклапана маслорадиатора Повышенное противодавление на выходе из двигателя.</p>			
--	---	--	--	--

## 1.7 Выводы по результатам анализа.

Масляная система двигателя обеспечивает смазку трущихся элементов конструкции двигателя. Любой отказ или повреждение приведет к масляному голоданию подшипников и зубчатых зацеплений, что в свою очередь спровоцирует разрушение, трещины элементов авиадвигателя. Таким образом, состояние масляной системы влияет на безопасность полетов, а значит, требует повышенного контроля и технического обслуживания.

Для хорошей и безотказной работы двигателя маслосистема должна обеспечивать необходимое охлаждение и смазку деталей и агрегатов.

Достаточное охлаждение достигается за счет циркуляции масла по двигателю и вследствие этого насос маслосистемы должен создавать необходимое давление для прокачки масла в системе. Если насос не может создать необходимое давление в системе, то это приводит к увеличению температуры масла, затем вязкость масла понижается, и оно не обеспечивает нормальное давление в системе и ухудшается отвод тепла от опор и агрегатов, следовательно дальше происходит перегрев и заклинивание, что приводит двигатель в нерабочее состояние.

Если в полете происходит падение давления или срабатывает сигнализатор “стружка в масле”, то экипаж должен выключить двигатель и произвести вынужденную посадку. Маслосистема важная структурная единица двигателя, обеспечивающая работу двигателя.

2. Построение технологических процессов технического обслуживания ЛА  
2.1 Технологические процессы контроля технического состояния  
функциональных систем

Карта инструментального контроля узлов крепления пилона к крылу самолета Ил 96-300

Общие Технологические сведения данные

Объект контроля	Концентрация продуктов износа в масле
Марка масла	ИМП-10
Покрытие	
Характер дефекта	Износ трущихся узлов
Метод контроля	Периодический контроль стружки на маслофильтрах, постановка и контроль магнитных пробок и сигнализаторов стружки. Эмиссионный спектральный анализ масла.
Средства контроля	Многоканальный фотоэлектрический спектрограф.
Периодичность контроля	По форме Ф-1 периодического ТО
Трудоемкость контроля	1,2 чел-ч

## 2.2 Технологические процессы поддержания и восстановления надежности функциональных систем

Поддержание и восстановление надежности ФС ЛА включает, прежде всего, работы: регулировочные; демонтно-монтажные; по восстановлению лакокрасочных покрытий; смазочные, промывочные и различные виды мелкого текущего ремонта.

К РО ЯК-42	Технологическая карта № 200	На 2 страницах		
Пункт РО 72.00.00г	Наименование работы «Осмотр системы централизованной заправки маслом»	Трудоемкость 1,5 чел.час		
Содержание операций и технические требования (ТТ)	Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ	Контроль	Оборудование	Расходные материалы
<p>1. Подготовительные работы.</p> <p>1.1 Откройте люки 910-2ТП, 910-2УЛ, 910-4ИЛ, 910-2ФП</p> <p>1.2 Подключите к аэродромному источнику питания переносную лампу ПЛ-64.</p> <p>2. Предмет осмотра и технические требования</p> <p>2.1. Щиток централизованной заправки маслом, электромагнитные клапаны МКТ- 147, трубопроводы.</p> <p>Не допускаются:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-течь масла по соединениям трубопроводов и агрегатов , через клапан заправочного штуцера;</li> <li>-трещины и повреждения;</li> <li>-коррозия и нарушения лакокрасочных покрытий;</li> <li>-повреждение перемычек металлизации;</li> <li>-ослабление соединений;</li> <li>-нарушения конторвки соединений;</li> <li>-зазоры между трубопроводами и другими неподвижными элементами конструкции менее 3 мм; между трубопроводами и подвижными элементами - менее 5 мм; в местах крепления трубопроводов - менее 1 мм.</li> </ul> <p>3. Последовательность осмотра.</p> <p>3.1. Осмотрите через люк 91(МИЛ щиток</p>	<p>Подтяните соединения трубопроводов до устранения течи.</p> <p>Замените дефектные детали. Устраните дефекты. Установите трубопроводы в положения, обеспечивающие требуемые зазоры</p>		<p>Набор шупов 4, класс точности 2 ГОСТ 882-75</p> <p>Переносная лампа ПЛ-64.</p> <p>Отвертка 54430-13/206</p>	

К РО ЯК-42	Технологическая карта № 200			
Содержание операций и технические требования (ТТ)	Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ	Контроль	Оборудование	Расходные материалы
<p>централизованной заправки маслом, проверьте целостность сигнальных ламп, переключателей, наличие крышки на заправочном штуцере и целостность контровки, отсутствие течи масла через клапан заправочного штуцера.</p> <p>3.2. Осмотрите внешние поверхности агрегатов и трубопроводов, штуцера, разъемы, элементы крепления и соединения трубопроводов.</p> <p>3.3. Осмотрите крепление электромагнитных клапанов МКТ-147, соединение штепсельных разъемов и трубопроводов, целостность контровки.</p> <p>4. Заключительные работы.</p> <p>4.1. Закройте люки 910-2ТП, 910-2УЛ, 910-4ИЛ, 910-2ФП</p> <p>4.2. Отключите переносную лампу ПЛ-64.</p>				

К РО ЯК-42	Технологическая карта № 201	На страницах		
Пункт РО 72.00.00г	Наименование работы «Проверка количества масла в маслобаке»	Трудоемкость 0,5 чел.час		
Содержание операций и технические требования (ТТ)	Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ	Контроль	Оборудование	Расходные материалы
<p>1. Подготовительные работы.</p> <p>1.1. Откройте люк 910-4ИЛ подхода к штуцеру централизованной заправки на шпангоутах 61-62</p> <p>1.2. Подсоедините наземное электропитание.</p> <p>2. Предмет проверки и технические требования.</p> <p>2.1. Уровень масла в маслобаке.</p> <p>2.2. Минимальный уровень по индикатору для выполнения полета <math>8 \pm 0,4</math> л</p> <p>2.3. Максимальный уровень по индикатору <math>16 \pm 0,4</math> л</p> <p>2.4. Перед выполнением полета сигнальная лампа «Добавь масла» не должна гореть.</p> <p>3. Последовательность выполнения проверки.</p> <p>3.1. Включите «Выкл». «Контр.запр.» на щитке ЦЗ (рисунок 4).</p> <p>3.2. По профильному индикатору уровнемера масла проверьте количество масла, находящегося в маслобаке проверяемого двигателя.</p> <p>3.3. Для контроля сигнальных ламп «Максимальный уровень масла» и «Добавь масла» нажмите кнопку «Контр, ламп.». Лампы должны загореться.</p> <p>3.4. При уровне масла по индикатору <math>8 + 0,4</math> л и ниже на щитке горит сигнальная лампа «Добавь масла», а при уровне масла по индикатору <math>4 + 0,4</math> л загорается</p>	<p>Дозаправьте масло.</p> <p>Прекратите заправку маслом</p> <p>Произведите дозаправку маслом</p>			

К РО ЯК-42	Технологическая карта № 201			
Содержание операций и технические требования (ТТ)	Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ	Контроль	Оборудование	Расходные материалы
<p>табло «минимальный уровень масла» в кабине пилотов.</p> <p>3.5. Максимально допустимый уровень масла в маслобаке по индикатору 16 +0,4 л.</p> <p>При этом на щитке горит сигнальная лампа «максимальный уровень масла». 4. Заключительные работы.</p> <p>4.1. Выключите все выключатели щитка централизованной заправки маслом. 4.2 Закройте люк</p> <p>4.3 Отключите наземное электропитание</p>				

К РО ЯК-42	Технологическая карта № 203	На страницах		
Пункт РО 72.90.00г	Наименование работы «Замена масла в маслобаке»	Трудоемкость 0,65 чел. час		
Содержание операций и технические требования (ТТ)	Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ	Контроль	Оборудование	Расходные материалы
<p>1. Слейте масло из маслобака, для чего: Подставьте емкость под бак двигателя под кран 30 слива (рисунок 15). Дозаправку маслобаков производить в случае загорания сигнальной лампы «Добавь масла» или при показаниях индикатора, уровня масла, близких к уровню 8 литров при проверке количества масла в маслобаке (после выполнения работ, предусмотренных технологической картой No200).</p> <p>2. Проверьте наличие паспорта на доливаемое масло с разрешением на заправку и чистоту заправочных средств. Разрешается при заправке и дозаправке двигателей Д-36 смешивание масел ИМП-10 и ВНИИНД-50-1-4Ф в любых пропорциях.</p> <p>3. Произведите заправку маслобака двигателя через систему централизованной заправки в следующей последовательности:</p> <p>3.1. Откройте крышку люка централизованной заправки в нижней части фюзеляжа, между шпангоутами 61-62. Крышка люка крепится на шомпольной петле и удерживается в закрытом положении тремя замками.</p>				<p>Масло ИМП-10 по ТУ 38.00.180-72 или масло ВНИИНД-50-1-4Ф по ГОСТ 13076-67</p>

К РО ЯК-42	Технологическая карта № 203			
Содержание операций и технические требования (ТТ)	Работы, выполняемые при отклонениях от ТТ	Контроль	Оборудование	Расходные материалы
<p>3.2. Снимите заглушку с бортового штуцера централизованной заправки и подсоедините к нему раздаточный пистолет маслозаправщика. При этом штоком наконечника раздаточного пистолета открывается клапан штуцера централизованной заправки. Закрепите наконечник раздаточного пистолета в пазы штуцера заправки. 3.3. Подключите электросхему централизованной заправки к бортовой сети путем включения: -автомата защиты «АЗРТК-5 заправка маслом», расположенного в РУ левого аккумулятора; -выключателя «Контроль заправки». При этом электропитание поступает на клапан МКТ-147 заправки маслобака левого двигателя. Если уровень масла в маслобаке двигателя Д-36 находится на минимально допустимом уровне, то загорается сигнальная лампа «Добавь масло» на щитке и сигнальное табло «Мин. уровень масла» установленное на приборной доске экипажа.</p> <p>3.4. Подайте команду оператору маслозаправщика на заправку. При достижении уровня масла максимального значения автоматика отключает кран заправки маслобака и включает сигнальную лампу «Макс. уровень масла». Аналогично работают фидеры заправки маслом среднего и правого двигателя Д-36. 3.5. Подайте оператору маслозаправщика команду' на прекращение заправки.</p>				

3.6. Отсоедините от штуцера централизованной заправки раздаточный пистолет маслозаправщика и установите заглушку на штуцер заправки.

3.7. Выключите выключатель «Контроль заправки», выключатели «Кран маслобака» (лев., средний, правый) и автомат защиты «АЗРПК- 5 заправка маслом».

3.8. Закройте крышку люка централизованной заправки.

4.В случае заправки через заливную горловину маслобака выполните следующие последовательности:

4.1. Снимите крышку 16 (рисунок 15) заливной горловины маслобака в следующей последовательности:

- отверните винт 17 на 2-3 оборота;
- поверните траверсу 18 против часовой стрелки до выхода выступов траверсы из- под упоров А корпуса заливной горловины.

Снятую крышку оставьте висящей на цепочке.

**ВНИМАНИЕ:** при заправках бака через заливную горловину не допускайте касания наконечника пистолета стенки фильтра 21 во избежание ее повреждения.

4.2. Вставьте заправочный пистолет в заливную горловину маслобака, предварительно убедившись в чистоте фильтра заливной горловины (фильтр из горловины не вынимайте) и произведите заправку до уровня, не достигающего до торца Б фильтра 21 на 5-10 мм. При заправке примите меры предосторожности от попадания влаги, снега, пыли, фильтра

4.3. Осмотрите состояние резинового уплотнительного кольца 19. Установите крышку 16, заведите выступы траверсы 18 под упоры А корпуса заливной горловины и завинтите винты 17 от руки.

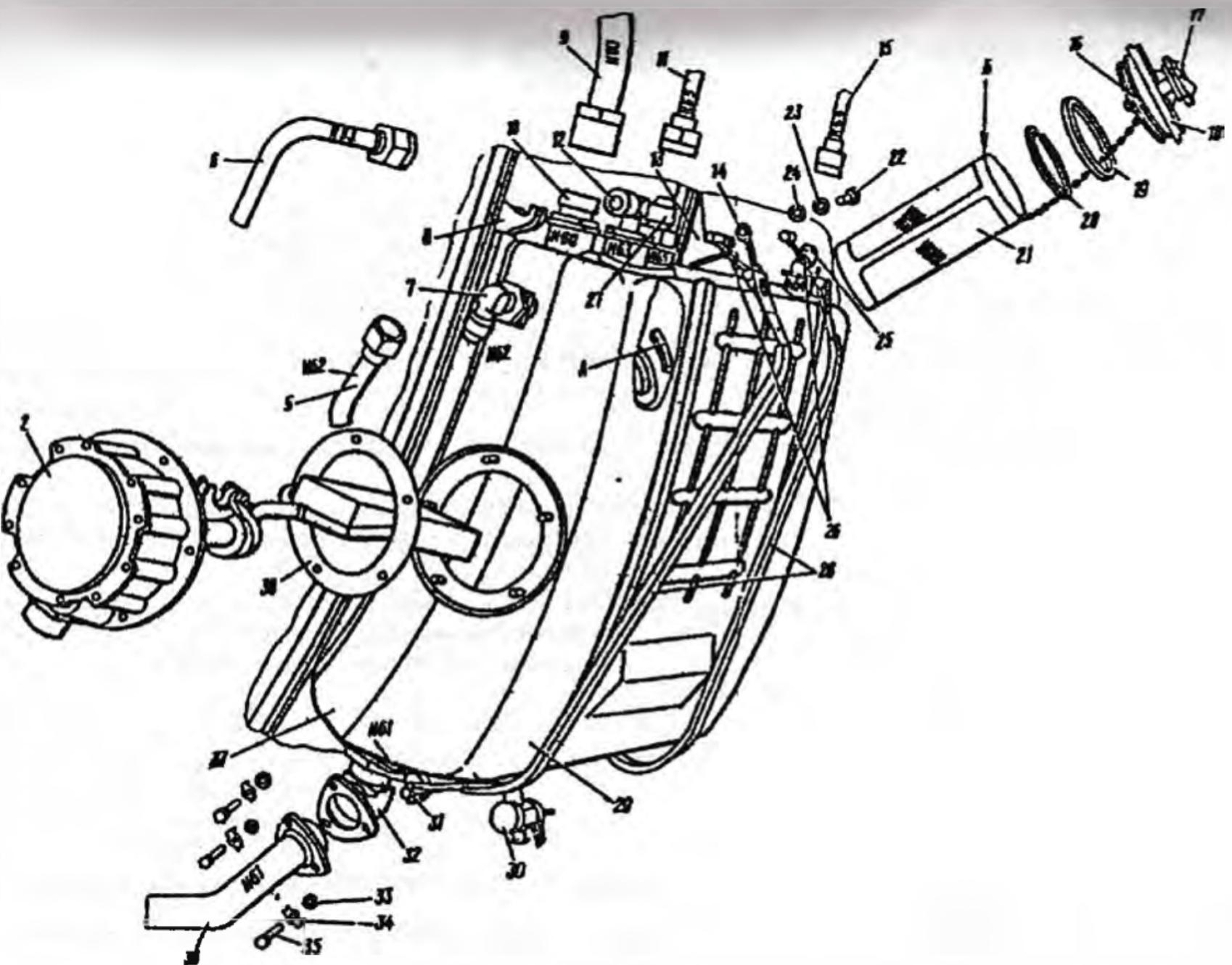


Рисунок 15 - Маслобак МБ-36

## 2.3 Технологические процессы общего назначения при обслуживании ЛА

К числу работ общего назначения, выполняемых на ЛА в процессе эксплуатации, в первую очередь, относятся: заправка ЛА ГСМ; обработка поверхности ЛА от обледенения; буксировка ЛА; запуск и опробование двигателей. Помимо выделенных видов работ, на ЛА эпизодически выполняются и другие различные работы, потребность в которых определяется соответствующими производственными условиями и факторами.

### 2.3.1. Заправочные процессы

Применительно к заправочным процессам рекомендуется: дать характеристику применяемых ГСМ (дается сравнительная таблица отечественных и зарубежных марок ГСМ, применяемых на конкретном типе ЛА); обосновать способы заправки ЛА ГСМ (дать схемы в пояснительной записке).

Инженерные расчеты в данном случае рекомендуется провести с целью:

- 1) определения потребного количества топливозаправщиков (ТЗ);
- 2) определения потребного числа заправочных агрегатов системы ЦЗС;
- 3) определения времени занятости ТЗ и колонок систем ЦЗЦ топливом.

1. Для решения первой задачи необходимо, на первом этапе, определить расход топлива в час пик:

$$Q_{\text{ч пик}} = f \left( \frac{Q_{\text{год}} * K_{\text{сут}} * K_{\text{ч}}}{365 * 24} \right) = \frac{1095000 * 1,1 * 1,2}{365 * 24} = 165 \frac{\text{м}^3}{\text{ч}}$$

Где  $Q_{\text{год}}$  – годовой расход топлива с учетом класса аэропорта (принимается I – 1095 тыс.м<sup>3</sup>/год)

$K_{\text{сут}}$  – коэффициент суточной неравномерности (принимается 1,1)

$K_{\text{ч}}$  – коэффициент часовой неравномерности (принимается 1,2)

Расчет потребного числа ТЗ  $N_{\text{ПОТР}}^{\text{ТЗ}}$  проводится по формуле:

$$N_{\text{ПОТР}}^{\text{ТЗ}} = \frac{Q_{\text{ч пик}}}{q_{\text{ТЗ}} * K_{\text{ТГ}}}$$

Где  $q_{\text{ТЗ}}$  – среднечасовая производительность ТЗ, м<sup>3</sup>/ч

$K_{\text{ТГ}}$  – коэффициент технической готовности парка ТЗ (принимается 0,85)

Расчет среднечасовой производительности ТЗ определяется по формуле:

$$q_{\text{ТЗ}} = \frac{V_{\text{ТЗ}}}{T_{\text{Ц}}}$$

Где  $V_{\text{ТЗ}}$  – рабочий объем ТЗ, м<sup>3</sup>

$T_{\text{Ц}}$  – длительность рабочего цикла ТЗ, ч

Результаты расчета приведены в методическом пособии и представлены в виде таблицы:

Тип ТЗ	ТЗ-60	ТЗ-22	ТЗ-7,5
$T_{Ц}, ч$	1,52	1,17	1,12
$V_{ТЗ}, м^3$	60,0	22,0	7,5
$q_{ТЗ}, м^3/ч$	45,0	18,8	6,7

Величина  $N_{ПОТР}^{ТЗ}$  определяется для каждого типа ТЗ, принимая следующее соотношение занятости:

$$\text{Заправка от ТЗ-60} - 0,3 * Q_{ч}^{ПИК}, \text{ тогда: } N_{ПОТР}^{ТЗ-60} = \frac{0,3 * Q_{ч}^{ПИК}}{45 * 0,85} = 1,294$$

$$\text{Заправка от ТЗ-33} - 0,6 * Q_{ч}^{ПИК}, \text{ тогда: } N_{ПОТР}^{ТЗ-33} = \frac{0,6 * Q_{ч}^{ПИК}}{18,8 * 0,85} = 6,195$$

$$\text{Заправка от ТЗ-7,5} - 0,1 * Q_{ч}^{ПИК}, \text{ тогда: } N_{ПОТР}^{ТЗ-7,5} = \frac{0,1 * Q_{ч}^{ПИК}}{6,7 * 0,85} = 2,897$$

Суммарное значение принимается с учетом коэффициента корректировки, равного 0,8:

$$N_{ПОТР.СУМ}^{ТЗ} = \sum_{i=1}^3 N_{ПОТРi}^{ТЗ} * 0,8$$

$$N_{ПОТР.СУМ}^{ТЗ} = 1,294 * 0,8 + 6,195 * 0,8 + 2,897 * 0,8 = 8,31$$

Потребное количество топливозаправщиков - 9.

2. Для решения второй задачи, по определению потребного числа заправочных агрегатов системы ЦЗС, используется формула:

$$N_{ПОТР}^{ЗА} = \left( \frac{\lambda * T_{Ц}}{60 * K_{ТГ}^{ЦЗС}} \right) * K_0$$

Где  $\lambda$  – интенсивность вылетов ЛА данного типа в час пик, сам./ч (принимаем 6)

$T_{Ц}$  – длительность заправки, принимается согласно методического пособия (принимаем 25 мин)

$K_{ТГ}^{ЦЗС} = 0,9$  – коэффициент технической готовности системы ЦЗС

$K_0 = 1$  – коэффициент одновременной потребности

$$N_{ПОТР}^{ЗА} = \left( \frac{\lambda * T_{Ц}}{60 * K_{ТГ}^{ЦЗС}} \right) * K_0 = \left( \frac{6 * 25}{60 * 0,9} \right) * 1 = 2,77$$

Потребное число заправочных агрегатов системы ЦЗС – 3.

3. Для решения третьей задачи, по определению времени занятости средств заправки, необходимо использовать формулу вида:

$$T_{\text{ЗАН}} = \frac{Q_{\text{ТР}}}{m * q_{\text{ТЗ}} * \eta_{\text{ПР}}} + t_{\text{ВСП}}$$

где  $Q_{\text{ТР}}$  – требуемый для заправки (дозаправки) одного ЛА средний объем топлива, м<sup>3</sup>;  
 $m$  - количество одновременно подключаемых заправочных точек на ЛА (согласно Приказ Минтранса России от 13.07.2006 N 82 - топливозаправщик 1)  
 $\eta_{\text{ПР}}$  - коэффициент, учитывающий «приемистость» топливной системы ЛА ( $\eta_{\text{ПР}} = 0,7...0,9$ );  
 $t_{\text{ВСП}}$  - вспомогательное время на подъезд ТЗ, присоединение заправочных шлангов, отъезд ТЗ ( $t_{\text{ВСП}} = 1...3$  мин.).

$$T_{\text{ЗАН}}^{\text{ТЗ-60}} = \frac{Q_{\text{ТР}}}{m * q_{\text{ТЗ}} * \eta_{\text{ПР}}} + t_{\text{ВСП}} = \frac{Q_{\text{ч}}^{\text{ПИК}} / \lambda}{1 * 45 * 0,8} + 0,033 = 0,793 \text{ ч}$$

$$T_{\text{ЗАН}}^{\text{ТЗ-22}} = \frac{Q_{\text{ТР}}}{m * q_{\text{ТЗ}} * \eta_{\text{ПР}}} + t_{\text{ВСП}} = \frac{\frac{Q_{\text{ч}}^{\text{ПИК}}}{\lambda}}{1 * 18,8 * 0,8} + 0,033 = 1,853 \text{ ч}$$

$$T_{\text{ЗАН}}^{\text{ТЗ-7,5}} = \frac{Q_{\text{ТР}}}{m * q_{\text{ТЗ}} * \eta_{\text{ПР}}} + t_{\text{ВСП}} = \frac{Q_{\text{ч}}^{\text{ПИК}} / \lambda}{1 * 6,7 * 0,8} + 0,033 = 5,153 \text{ ч}$$

### 2.3.2. Обработка ЛА от обледенения

Разработка технологического процесса обработки поверхности ЛА от обледенения предусматривает на первом этапе:

- краткое пояснение физики обледенения ЛА на земле и в полете и опасность его возникновения;
- характеристику основных видов обледенения поверхности ЛА;
- эффективные методы и средства предупреждения возникновения обледенения и борьбы с ним.

В качестве инженерных проектных расчетов рекомендуется решение следующих задач:  
 1) определение потребного времени на обработку ЛА от обледенения;  
 2) определение потребного количества обогреваемых средств для удаления льда с поверхности ЛА.

1. Потребное время, необходимое для расплавления льда обледеневшего ЛА, определяется по формуле:

$$T_{\text{ТР}}^{\text{ОБР}} = \frac{Q_{\text{ПЛ}}}{(1 - \alpha) * q_{\text{ПОД}}} = \frac{v_{\text{Л}} * \gamma_{\text{Л}} * (C_{\text{Л}} * t_{\text{Л}})}{(1 - \alpha) * q_{\text{ПОД}}}$$

где  $Q_{\text{ПЛ}}$  - количество тепла, необходимое для расплавления льда обледеневшего ЛА, ккал;  
 $q_{\text{ПОД}}$  - производительность подогревателя, ккал/мин. (для подогревателей МП-85  $q_{\text{ПОД}} = 1475$  ккал/мин., для МП-300 -  $q_{\text{ПОД}} = 5000$  ккал/мин);  
 $\alpha$  - коэффициент потери тепла (для МП-85 и МП-300  $\alpha = 0,7$ );  
 $v_{\text{Л}} = S \cdot \delta_{\text{Л}}$  - объем льда на поверхности ЛА  $\text{дм}^3$ ;  
 $S$  - общая площадь поверхности ЛА, табл. 2.6.

Таблица 2.6

Тип ЛА	Ил-96-300	Ил-62	Ту-154	Ту-204	А-320	Як-42	Б-737	Ту-134	Ан-24
$S, \text{ м}^2$	2100	1250	1000	950	900	750	650	620	420

$\delta_{\text{Л}}$  - средняя толщина льда (0,5...5), мм;  
 $\gamma_{\text{Л}}$  - объемный вес льда (0,9),  $\text{кг/дм}^3$ ;  
 $C_{\text{Л}}$  - теплоемкость льда (0,54),  $\text{ккал/кг} \cdot ^\circ\text{C}$ ;  
 $t_{\text{Л}} = t_{\text{НВ}}$  - температура льда (наружного,  $^\circ\text{C}$  (принимается от  $-2^\circ\text{C}$  до  $-10^\circ\text{C}$ )).

$$T_{\text{ТР}}^{\text{ОБР}}(\text{МП85}) = \frac{750 * 1,5 * 0,9 * (0,54 * (-5))}{(1 - 0,7) * 1475} = 6,178 \text{ мин}$$

$$T_{\text{ТР}}^{\text{ОБР}}(\text{МП300}) = \frac{750 * 1,5 * 0,9 * (0,54 * (-5))}{(1 - 0,7) * 5000} = 1,822 \text{ мин}$$

2. Потребное количество средств подогрева для удаления обледенения определяется по формуле:

$$N_{\text{ПОТР}}^{\text{ПОДОГР}} = \frac{N_{\text{ЛА}} * Q_{\text{ПЛ}} * 60}{(1 - \alpha) * q_{\text{под}} * T_{\text{ТР}}} =$$

где  $N_{\text{ЛА}}$  - количество обледеневших ЛА (6...12);

$T_{\text{ТР}}$  - требуемое (заданное) время для удаления обледенения, мин.

$$N_{\text{ПОТР}}^{\text{ПОДОГР}}(\text{МП85}) = \frac{6 * 2733,75 * 60}{(1 - 0,7) * 1475 * 6,178} = 359,99$$

$$N_{\text{ПОТР}}^{\text{ПОДОГР}}(\text{МП300}) = \frac{6 * 2733,75 * 60}{(1 - 0,7) * 5000 * 1,822} = 360,09$$

## Литература

1. Смирнов Н.Н. Чинючин Ю.М. Основы теории технической эксплуатации летательных аппаратов. Учебник. - М.: МГТУ ГА, ООО «ИПП «ИНСОФТ», 2015.
2. Смирнов Н.Н. Чинючин Ю.М. Эксплуатационная технологичность летательных аппаратов. – М.: Транспорт, 1994.
3. Безопасность полетов: Учебник для ВУЗов/ Р.В. Сакач, Б.В. Зубков и др. – М.: Транспорт, 1989.
4. Чинючин Ю. М., Чичерин А. С. Технологические процессы технического обслуживания ЛА и АД: пособие по выполнению контрольной работы. – М.: МГТУ ГА, 2016. – 16 с.
5. Техническое обслуживание силовой установки самолета Як-42 Методические указания /. Самарский гос. аэрокосмический ун-т. Сост. С. Д. Стенгач. Самара, 2001. 58с.
6. Киселев Ю.В., Тиц С.Н. Конструкция и техническая эксплуатация двигателя Д-36: Учеб. пособие / Самар. гос. аэрокосм. ун-т. Самара, 2006. - 90с.