

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ВОЗДУШНОГО ТРАНСПОРТА  
(РОСАВИАЦИЯ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ» (МГТУ ГА)

---

Кафедра технической эксплуатации  
летательных аппаратов и авиационных двигателей

Д.В. Богомолов, А.Д. Грузд,  
Ю.И. Самуленков, А.С. Чичерин

## ПРАКТИКА УЧЕБНАЯ 1

### «АВИАЦИОННО-МЕХАНИЧЕСКАЯ – 1» «ОЗНАКОМИТЕЛЬНАЯ ПРАКТИКА – 1»

**Учебно-методическое пособие**  
по проведению учебных практик  
«Типовые технологические операции  
по уходу за конструкцией ВС.  
Мойка планера и двигателей самолета»

*для студентов  
направлений 25.03.01, 25.05.05  
всех форм обучения*

Москва  
ИД Академии Жуковского  
2025

УДК 629.7.083  
ББК 052-082:05  
Б74

Рецензент:

Машишин О.Ф. – д-р техн. наук, профессор

**Богомолов Д.В.**

Б74      Практика учебная 1. «Авиационно-механическая – 1», «Ознакомительная практика – 1» [Текст] : учебно-методическое пособие по проведению учебных практик «Типовые технологические операции по уходу за конструкцией ВС. Мойка планера и двигателей самолета» / Д.В. Богомолов, А.Д. Грузд, Ю.И. Самуленков, А.С. Чичерин. – М.: ИД Академии Жуковского, 2025. – 28 с.

Данное учебно-методическое пособие издается в соответствии с рабочей программой учебных практик «Авиационно-механическая – 1» и «Ознакомительная практика – 1» по учебному плану по направлениям подготовки 25.03.01 и 25.05.05 всех форм обучения.

Рассмотрено и одобрено на заседаниях кафедры 07.04.2025 г. и методических советов по направлениям подготовки: 25.03.01 – 24.04.2025 г., 25.05.05 – 15.04.2025 г..

**УДК 629.7.083  
ББК 052-082:05**

*В авторской редакции*

Подписано в печать 07.11.2025 г.  
Формат 60x84/16    Печ. л. 1,75    Усл. печ. л. 1,63  
Заказ № 2030/0929-УМП12    Тираж 25 экз.

Московский государственный технический университет ГА  
125993, Москва, Кронштадтский бульвар, д. 20

Издательский дом Академии имени Н. Е. Жуковского  
125167, Москва, 8-го Марта 4-я ул., д. 6А  
Тел.: (499) 755-55-43  
E-mail: [zakaz@itsbook.ru](mailto:zakaz@itsbook.ru)

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения.....	4
1.1. Цель практической подготовки .....	4
1.2. Организация проведения практической подготовки.....	4
2. Общая информация о мойке планера воздушных судов.....	5
3. Способы и технология выполнения наружной мойки воздушных судов.....	7
3.1. Способы выполнения наружной мойки воздушных судов.....	7
3.2. Общий технологический процесс выполнения наружной мойки воздушных судов.....	7
3.3. Технология выполнения наружной мойки воздушных судов ручным способом.....	7
3.4. Технология выполнения сухой наружной мойки воздушных судов ручным способом.....	9
3.5. Общие сведения о механизированной наружной мойки воздушных судов.....	10
3.6. Общие требования при выполнении работ с использованием моечных машин.....	13
4. Применяемые моющие средства и технология их применения на воздушных судах.....	16
5. Способы и технология выполнения сушки обшивки воздушных судов.....	20
6. Способы и технология выполнения мойки проточной части двигателей воздушных судов.....	21
6.1. Общая информация об очистке и промывке проточной части двигателей воздушных судов.....	21
6.2. Методы очистки проточной части двигателей воздушных судов.....	22
6.3. Технология очистки проточной части двигателя самолета.....	25
7. Перечень вопросов для самоконтроля.....	27
8. Порядок проведения и оформление отчета по практическому занятию.....	28
Список литературы.....	28

## 1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

### 1.1. ЦЕЛЬ ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

Целью практической подготовки является:

1) Закрепление теоретических знаний по теме: «Очистка и мойка узлов самолета и двигателя» практик «Учебная 1. Авиационно-механическая-1» и «Учебная 1. Ознакомительная практика -1».

2) Приобретение практических навыков по технологии выполнения мойки планера и двигателей самолета.

### 1.2. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРАКТИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ

Перед началом проведения занятия студент должен взять в библиотеке УАТЦ МГТУ ГА руководство (инструкцию) по технической эксплуатации на конкретный тип самолета, содержащее технологию выполнения наружной мойки планера самолета и технологию приготовления моющих растворов.

Для самолетов Ил-76Т и Ил-76ТД информация по технологии выполнения наружной мойки планера самолета и приготовлению моющих растворов содержится в инструкции по технической эксплуатации (ИТЭ) - Часть 1, 2. Сроки службы. Хранение самолета. Взвешивание и нивелировка самолета. Общие стандартизованные указания. Внеплановые проверки. Общие указания по планеру.

Для самолета Ил-86 информация по технологии выполнения наружной мойки планера самолета и приготовлению моющих растворов содержится в руководстве по технической эксплуатации (РТЭ) - Раздел 12. Аэродромное обслуживание и наземное оборудование. Подраздел 12.10.00. Аэродромное обслуживание.

Для самолета Ту-154М информация по технологии выполнения наружной мойки планера самолета и приготовлению моющих растворов содержится в руководстве по технической эксплуатации (РТЭ) - Раздел 012. Аэродромное обслуживание и наземное оборудование.

Технология выполнения наружной мойки планера самолета и приготовление моющих растворов изучаются студентами на классно-групповых занятиях в специализированных лабораториях УАТЦ МГТУ ГА с последующим выходом и проведением практического выполнения работ на конкретном типе самолета.

Непосредственное выполнение технологических операций на самолете проводится бригадой студентов с использованием соответствующих технологических карт под руководством инженерно-технического персонала УАТЦ МГТУ ГА.

Перед началом проведения практического выполнения работ на конкретном типе самолета инструктором УАТЦ МГТУ ГА проводится вводный инструктаж студентов по охране труда и технике безопасности. Студенты, не прошедшие вводный инструктаж, к выполнению практических работ не допускаются.

## 2. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ О МОЙКЕ ПЛАНЕРА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

Результаты многочисленных исследований свидетельствуют, что от степени чистоты рабочих поверхностей узлов, агрегатов и систем воздушных судов (ВС) в значительной мере зависит качество технического обслуживания (ТО) и ремонта, культура производства, ресурс и эксплуатационная надежность авиационной техники (АТ).

Опыт эксплуатации ВС в гражданской авиации показывает, что состояние поверхности их планеров зависит от интенсивности эксплуатации, географического района, метеоусловий в нем, состояния взлётно-посадочной полосы (ВПП) и качества обслуживания АТ.

Загрязнения на поверхности планера ВС – сложные соединения компонентов природного и искусственного происхождения. Они характеризуются достаточно прочными адгезионными, электростатическими и ионными связями как между собой, так и с составными элементами конструкции планера. Загрязнения образуют тонкую, но чрезвычайно плотную и прочную пленку, практически не растворяющую в органических растворителях и воде, обладающую способностью сильно электризоваться при полете ВС, хорошо поглощающую тепло солнечных лучей, что активизирует процесс старения и разрушения защитных покрытий.

Наружная мойка поверхности планера и двигателей ВС производится для удаления эксплуатационных загрязнений, сохранения декоративного вида самолета и его летно-технических характеристик.

**Основными целями процесса мойки ВС являются:**

- облегчение работы и условий труда обслуживающего персонала при визуальном и инструментальном осмотре планера и двигателей ВС;
- устранение пленки загрязнения, которая приводит к потускнению и разрушению покрытий, вызывает коррозию силовых элементов планера и двигателей ВС;
- уменьшение лобового сопротивления планера ВС, увеличение которого ведет к росту часового расхода топлива;
- приданье ВС ухоженного и аккуратного вида.

Определить техническое состояние авиационных конструкций без удаления загрязнений зачастую невозможно. Все существующие методы неразрушающего контроля могут быть эффективно применены только при очищенных поверхностях. Загрязнения могут скрывать трещину, ослабление соединений и другие дефекты. Посторонние частицы в подвижных сочленениях ускоряют процесс изнашивания.

Загрязнения способствуют развитию процессов коррозии, так как могут задерживать влагу и коррозионно-агрессивные вещества. Загрязнения зачастую нарушают функционирование многих систем, закупоривая отверстия малых диаметров, уменьшая зазоры в подвижных сочленениях.

Кроме того, любые загрязнения деталей интерьера пассажирских и пилотских кабин резко ухудшают их внешний вид, снижают уровень эстетики и комфорта для пассажиров и экипажа.

Для современных самолетов чистота поверхностей, находящихся в воздушном потоке, является непременным условием эффективности эксплуатации. Исследованиями было выявлено, что коэффициент лобового сопротивления для дозвукового самолета с загрязненной обшивкой возрастает на 2 – 5 %, а сверхзвукового на 10 – 12 %. Потери топлива по этой причине для одного среднего магистрального самолета при перелете на расстояние около 2000 км могут составить до 2000 кг. Снижение эффективности эксплуатации происходит также за счет непроизводительного увеличения массы конструкции по мере накопления загрязнений.

Анализ результатов аэродинамических продувок образцов в ГосНИИ ГА показал, что при отклонении от оптимальной нормы периодичности мойки ВС (10 - 12 суток) на 5 суток расход топлива на крейсерском режиме возрастает на 0,1% и пропорционально увеличивается с ростом степени загрязненности обшивки. При средней величине шероховатости  $V = 35 - 45$  мкм (лакокрасочное покрытие сильно загрязнено, растресканность составляет 50% покраски обшивки) дополнительная величина расхода топлива стабилизируется и составляет 1 - 1,5 %.

Испытания, проведенные авиакомпанией Air France, фиксируют рост лобового сопротивления на 3% для самолета Boeing 707, который не подвергался наружной мойке в течение месяца. В результате этого часовой расход двигателей увеличился на 3 тонны для одного трансатлантического перелета.

В то же время по данным крупнейших авиакомпаний России, США, Англии, Германии, Японии, Италии, периодическая мойка обшивки планера ВС в аэропортах в сочетании с другими видами обслуживания позволяет экономить до 7% топлива, существенно увеличить срок службы лакокрасочных покрытий (ЛКП).

Качество дефектации после проведения очистки от эксплуатационных загрязнений и промывки как при ТО, так и при ремонте повышается в 2 - 2,5 раза, что приводит к повышению надежности ВС в целом.

В настоящее время для отечественных и зарубежных ВС, в их эксплуатационной документации на тип, в большинстве случаев не установлена периодичность выполнения мойки планера ВС. Как правило, мойка выполняется по состоянию и Эксплуатант сам устанавливает с какой периодичностью необходимо выполнять мойку своего парка ВС. Но, например, для самолетов семейства Ту-204/214 разработчиком в регламенте технического обслуживания указана периодичность мойки планера ВС. Выполнять данную работу необходимо не реже 1 раза в месяц при ТО на форме «Б» ( $150 \pm 50$  летных часов), а при базировании в жестких условиях эксплуатации (вблизи морей, в городах с промышленно-морской атмосферой, влажных тропиках) – 1 раз в 2 недели.

Существенным условием мойки должна быть ее оптимальная периодичность, при которой стоимость сэкономленного топлива всегда больше стоимости работ по выполнению мойки ВС.

Как видно, процесс мойки ВС является необходимой и естественной составной частью их ТО, так как без этого технологического процесса снижается уровень безопасности полета и снижается топливная эффективность.

### **3. СПОСОБЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ НАРУЖНОЙ МОЙКИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ**

#### **3.1. СПОСОБЫ ВЫПОЛНЕНИЯ НАРУЖНОЙ МОЙКИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ**

Наружная мойка ВС выполняется следующими способами:

- наружная мойка ВС ручным способом;
- сухая наружная мойка ВС ручным способом;
- механизированная наружная мойка ВС;
- комбинированная наружная мойка (например, мойка ручным способом с использованием средств механизации);
- наружная мойка ВС с помощью специальных установок ангарного или открытого типа (стационарные моечные комплексы).

#### **3.2. ОБЩИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ВЫПОЛНЕНИЯ НАРУЖНОЙ МОЙКИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ**

В основу общего технологического процесса наружной мойки ВС входят следующие четыре операции:

- **подготовительная**, которая включает установку заглушек на двигатели, трубы приёмников воздушного давления (ПВД) и т.д., установку чехлов на элементы конструкции шасси, приготовление моющей жидкости, щеток, размещение стремянок и средств механизации;
- **мойка ВС**, которая включает нанесение моющей жидкости на обрабатываемую поверхность, протирка щеточным узлом или ветошью и удаление загрязненной жидкости струей воды;
- **сушка ВС**, которая включает протирку обшивки ВС сухой чистой ветошью или резиновым эластичным скребком, продувку в трудно доступных местах сжатым воздухом шарнирных узлов механизации крыла, рулей, шасси, каналов воздухозаборников и т.д.;
- **заключительная**, которая включает контроль качества мойки ВС, снятие заглушек, уборка стремянок и средств механизации.

В процессе мойки ВС подготовительные и заключительные операции не являются второстепенными, хотя по своей природе они вспомогательные. Оттого, насколько тщательно будут выполнены подготовительно-заключительные работы, зависит безопасность дальнейшей эксплуатации ВС, продолжительность мойки, сушки и их трудоемкость.

#### **3.3. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ НАРУЖНОЙ МОЙКИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ РУЧНЫМ СПОСОБОМ**

В большинстве случаев при выполнении наружной мойки ВС ручным способом моющее средство наносится на небольшой участок обшивки ВС, смоченный водой, с помощью щетки или распылителя. Наносить моющее средство необходимо снизу-вверх, чтобы избежать появления полос на сухих местах. Моющему средству, нанесенному на поверхность обшивки ВС

необходимо дать выдержку (5 – 10 мин). Для удаления стойкого загрязнения необходимо увеличить концентрацию моющего средства и растереть поверхность обшивки щеткой. Однако следует помнить, что нанесение излишнего количества раствора снижает эффективность мойки, так как тонкий слой раствора позволяет быстрее удалить загрязнения за счет обработки поверхности щеткой или губкой. Для удаления моющего средства с поверхности ВС необходимо смыть его струей теплой воды (температура воды, как правило, не более 50 °С). Затем производится сушка наружной поверхности ВС.

Наружная мойка ВС производится только при температуре наружного воздуха не ниже 5 °С. В жаркую погоду, перед нанесением моющего средства, необходимо охладить поверхность ВС холодной водой. В жаркую погоду и в условиях ветра необходимо уменьшать выдержку моющих средств по времени с тем, чтобы не допустить высыхания моющих средств на поверхности ВС.

По мере загрязнения щеток во время проведения наружной мойки ВС их необходимо промывать водой и отжимать. Ведро с моющими средствами должно находиться на расстоянии не менее пяти метров от крайних точек ВС. Запрещается класть щетки на бетон или землю рабочей поверхностью.

Наружная мойка ВС ручным способом выполняется с использованием щеток, ветоши, распылителей, скребков. Мойка высокорасположенных частей ВС производится с применением средств наземного обслуживания (СНО) или подъемных спецмашин.

Пример наружной мойки самолета ручным способом приведен на рис. 1.



Рис. 1. Наружная мойка самолета ручным способом

**В процессе наружной мойки ВС не допускается:**

- оставлять на поверхности обшивки ВС несмытые моющие растворы;
- проводить мойку растворителями или другими составами (синтетические моющие средства, стиральные порошки и т.п.), не предусмотренными руководством по технической эксплуатации (РТЭ) на тип ВС;

- использовать для удаления загрязнений металлические скребки и другие инструменты, которые могут повредить лакокрасочное покрытие.

**Запрещается производить мойку ВС на открытом воздухе при следующих погодных условиях:**

- при температуре наружного воздуха ниже 5 °C;
- при скорости ветра 15 м/с и более;
- при грозовой активности;
- при выпадении осадков;
- при снижении видимости менее 350 м;
- при штормовом предупреждении (за исключением штормового предупреждения по сдвигу ветра).

В общем случае **последовательность проведения наружной мойки ВС** ручным способом без использования механизации (спец. автотранспорта):

- верхняя половина фюзеляжа (от передней кромки крыла до носового обтекателя);
  - верхняя половина фюзеляжа (от задней кромки крыла до передней кромки горизонтального стабилизатора);
  - верхняя часть фюзеляжа над крылом (центропланом);
  - верхняя половина крыла (от фюзеляжа до пилонов);
  - нижняя половина фюзеляжа (от носового обтекателя до горизонтального стабилизатора);
  - нижняя половина фюзеляжа (зализ крыла - фюзеляж, гондолы двигателей и нижняя поверхность крыла);
- хвостовая часть (киль, руль направления, нижняя и верхняя поверхность горизонтального стабилизатора, рули высоты);
  - верхняя поверхность крыла (от пилонов до законцовки);
  - задняя часть фюзеляжа;
  - капоты двигателей.

### **3.4. ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СУХОЙ НАРУЖНОЙ МОЙКИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ РУЧНЫМ СПОСОБОМ**

Сухая наружная мойка ВС, как правило, производится в ангарах и без применения воды. Данный вид мойки выполняется с помощью моющего средства, представляющим собой густую жидкость, содержащую химически инертный мягкий абразив.

При условии, если ВС поставлено в ангар после дождя или перед постановкой в ангар температура воздуха была ниже 0 °C, сухая наружная мойка ВС производится не раньше, чем через один час. Перед выполнением работ поверхности ВС должны быть сухими. Сухая наружная мойка ВС ручным способом выполняется с использованием щёток, ветоши, распылителей, скребков.

Ветошь не должна содержать синтетических материалов. Обычно применяется ветошь из хлопчатобумажных материалов.

При выполнении сухой наружной мойки ВС моющее средство наносится на участок обшивки с помощью синтетической губки, щетки, ветоши или спрея

на сухую поверхность. Моющему средству, нанесенному на поверхность обшивки ВС, необходимо дать выдержку (5 – 10 мин). Для удаления стойкого загрязнения необходимо увеличить концентрацию моющего средства и растереть поверхность обшивки. Однако следует помнить, что нанесение излишнего количества раствора снижает эффективность мойки, так как тонкий слой раствора позволяет быстрее удалить загрязнения за счет обработки поверхности щеткой или губкой. Для удаления моющего средства с поверхности ВС необходимо использовать чистую сухую ветошь.

По мере загрязнения щеток во время проведения наружной мойки ВС, их необходимо промывать водой и отжимать. Ведро с моющими средствами должно находиться на расстоянии не менее пяти метров от крайних точек ВС.

При проведении сухой наружной мойки ВС в ангарах удаление загрязнений и остатков моющего средства с поверхности ВС осуществляется без применения воды.

**Главное достоинство сухой наружной мойки ВС** заключается в гораздо меньшем потреблении воды в сравнении с классической мойкой, что отражается на меньших затратах Эксплуатанта на процедуру выполнения мойки своего парка ВС. Например, авиакомпания «Emirates» в своих отчетах заявляет, что сухая наружной мойка ВС позволяет сэкономить примерно 12 млн. литров воды ежегодно.

### **3.5. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О МЕХАНИЗИРОВАННОЙ НАРУЖНОЙ МОЙКИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ**

В основу механизированного метода с использованием вращающегося щеточного узла положена мойка поверхности ВС с помощью специальной машины типа «Nordic Dino». Моющий раствор разбрызгивается форсунками на поверхность ВС, а затем сразу же обрабатывается вращающимся щеточным узлом. Этот метод является одним из прогрессивных методов мойки планера ВС и находит все большее применение в последнее время.

Механизированная наружная мойка ВС производится с использованием спецмашин для мойки, например, таких как «Nordic Dino NB», «Nordic Dino WB», «Nordic Dino XWB» (рис. 2).

Спецмашины «Nordic Dino» предназначены для мойки ВС всех типов как отечественного, так и иностранного производства. Установка представляет из себя компьютеризированную самоходную машину для наружной мойки планера и двигателей самолета. Система состоит из самоходной силовой платформы, распыляющих форсунок и шарнирной многосекционной стрелы с вращающейся моющей щеткой. Управление осуществляется с помощью пульта с дистанционным управлением. Все спецмашины «Nordic Dino» имеют систему безопасности, разработанную с целью недопущения повреждения корпуса самолета в процессе мойки (рис. 2, позиции «1», «2», «3», «4»).

Nordic Dino NB – применяется для мойки узкофюзеляжных ВС. Оснащается двухсекционной стрелой. Максимальная высота мойки составляет 9 метров.

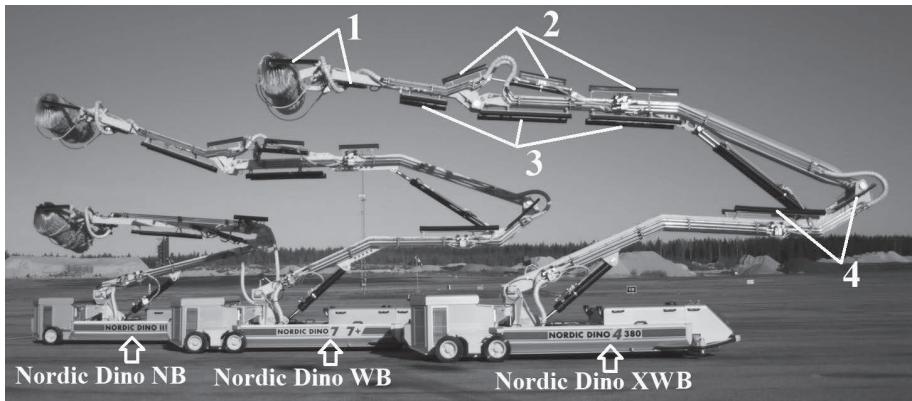


Рис. 2. Спецмашины «Nordic Dino» предназначенные для механизированной наружной мойки ВС

Nordic Dino WB – применяется для мойки широкофюзеляжных ВС. Оснащается трехсекционной стрелой и имеет максимальную высоту мойки 11 метров.

Nordic Dino XWB – применяется для мойки широкофюзеляжных самолетов, таких как Airbus A380. Оснащается трехсекционной стрелой с более длинной нижней секцией и более короткой верхней секцией, что позволяет покрывать большую площадь крыла. Максимальная высота мойки превышает 11 метров.

При выполнении механизированной наружной мойки ВС с использованием спецмашин «Nordic Dino» происходит уменьшение трудоемкости и сокращение времени при выполнении очистки и мойки ВС в сравнении с наружной мойкой ВС ручным способом в несколько раз. Так, время, затраченное на наружную мойку широкофюзеляжных самолетов Airbus 330 и Boeing 777 при использовании спецмашин, удалось сократить с 6 час. до 2 час., а трудоемкость выполнения работы с 36 чел.-ч до 12 чел.-ч.

Пример механизированной наружной мойки ВС представлен на рис. 3.

#### Общие требования при выполнении механизированной наружной мойки планера ВС с использованием спецмашин:

- спецмашина для мойки, как правило, устанавливается в пяти метрах от крайней точки ВС;
- спецмашину сначала необходимо сконфигурировать для мойки конкретного участка поверхности планера ВС, а затем выполнить механизированную наружную мойку в соответствии с инструкцией по технической эксплуатации спецмашины для мойки;
- зона маневрирования спецмашины для мойки и её движущихся частей должна быть свободной и визуально контролируемой работниками, осуществляющими управление спецмашиной;

- в случае потери возможности визуального контроля хода выполнения работ, оператор спецмашины для мойки обязан приостановить работу до восстановления возможности визуального контроля;

- в зоне выполнения работы по наружной мойке ВС оператор спецмашины для мойки не должен осуществлять резких передвижений спецмашины. На всех поверхностях стрелы спецмашины для мойки, которые могут соприкоснуться с частями ВС, должны быть установлены датчики, отключающие все функции спецмашины для мойки при малейшем соприкосновении этих датчиков с поверхностью ВС;

- спецмашина для мойки должна быть установлена таким образом, чтобы при движении стрелы спецмашины исключалась возможность повреждения ВС. Оператор спецмашины для мойки обязан уделять предельное внимание взаимному расположению частей спецмашины относительно ВС, с целью исключения повреждения ВС и спецмашины для мойки.



Рис. 3. Механизированная наружная мойка ВС с использованием спецмашин

**Время, затраченное на наружную мойку ВС с использованием спецмашин** может быть рассчитано опытным путем. Так, согласно данным компании ООО «Шереметьево Хэндлинг», которая специализируется на наземном обслуживании и занимается наружной мойкой ВС на территории АО «МАШ» (Акционерное общество «Международный аэропорт Шереметьево»), в табл. 1 и табл. 2 представлен перечень нормативов времени наружной мойки некоторых типов ВС зависящий от видов (степени) загрязнения обшивки при составе моечной бригаде 10 - 12 человек. Норматив рассчитан при условии применения моечной машины Nordic Dino на широкофюзеляжных ВС.

Таблица 1

Перечень нормативов времени наружной мойки ВС по данным компании  
«Шереметьево Хэндлинг»

№ п/п	Тип ВС	Умеренное загрязнение ВС (час)	Среднее загрязнение ВС (час)	Сильное загрязнение ВС (час)
1.	RRJ-95	2:00	3:30	7:30
2.	Airbus 319/320	2:30	4:30	10:00
3.	Airbus 321	2:30	4:30	10:00
4.	Airbus 330	4:30	9:00	19:30
5.	Airbus 350	5:00	10:00	21:30
6.	Boeing 737	2:00	4:00	9:00
7.	Boeing 757	2:30	5:00	11:00
8.	Boeing 767	5:00	10:00	21:30
9.	Boeing 777	5:00	10:00	21:30
10.	Embraer 190	2:00	3:30	7:30

Таблица 2

Виды загрязнения ВС по классификации компании «Шереметьево Хэндлинг»

№ п/п	Вид загрязнения	Характеристики загрязнения
1.	Умеренное загрязнение ВС	Последняя наружная мойка ВС проводилась <b>не более чем три месяца</b> назад, ВС не имеет стойких загрязнений, масляных пятен, технического скотча, битумных загрязнений.
2.	Среднее загрязнение ВС	Последняя наружная мойка проводилась <b>от трех до шести месяцев</b> назад, ВС имеет загрязнения средней стойкости, могут присутствовать масляные пятна.
3.	Сильное загрязнение ВС	Последняя наружная мойка проводилась <b>более шести месяцев</b> назад, ВС имеет стойкие загрязнения, масляные пятна, битумные загрязнения, может присутствовать технический скотч.

### 3.6. ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОЕЧНЫХ МАШИН

Выполнение облива водой для удаления моющего средства выполняется с использованием моечных машин, например, таких как «JBT Tempest-2», «Vestergaard Elephant Beta», «Vestergaard Elephant Beta-15», «Vestergaard Elephant My», «Vestergaard Elephant Sigma» и т.д.

Данные спецмашины могут использоваться как для мойки ВС, так и в качестве спецмашин (деайсеров), которые применяют при противообледенительной обработки ВС.

Все спецмашины, предназначенные для облива водой ВС в процессе мойки, как правило, оснащены выдвижной телескопической платформой с

кабиной оператора и поворотными форсунками для распыления жидкости (рис.4 и рис. 5).

**Общие требования к обливу водой для удаления моющего средства с обшивки ВС:**

- давление подачи воды не более 0,7 bar ( $\approx 0,714$  кгс/см $^2$ ) на основные поверхности ВС, подлежащие наружной мойке и 0,1 bar ( $\approx 0,102$  кгс/см $^2$ ) на поверхности, выполненные из композитных материалов;
- температура воды не более плюс 50 °C;
- удерживать наконечник распылителя моечной машины на расстоянии не менее одного метра от обшивки ВС, под углом 45 градусов к поверхности.



Рис. 4. Общий вид спецмашины «Vestergaard Elephant My» для выполнения облива водой ВС в процессе мойки



Рис. 5. Общий вид спецмашины «Vestergaard Elephant My» во время облива водой ВС в процессе мойки

**Не допускается выполнение работ на высоте при использовании моечных машин:**

- в открытых местах при скорости воздушного потока (ветра) 15 м/с и более;
- при грозе или тумане, исключающем видимость в пределах фронта работ, а также при гололеде с обледенелых конструкций и в случаях нарастания стенки гололеда на проводах, оборудования, инженерных конструкциях.

**Общие требования при выполнении наружной мойки планера ВС с использованием моечных машин:**

- во всех случаях моечная машина должна быть установлена таким образом, чтобы при движении стрелы и корзины оператора исключалась возможность повреждения ВС;
- во время движения моечной спецмашины не должно выполняться приближение к ВС менее, чем на два метра, а расстояние от стрелы или кабины оператора до ВС (в том числе до вытянутых тросов антенн или других выступающих элементов) не должно быть менее одного метра;
- во время выполнения работ по мойке высокорасположенных частей ВС водитель моечной машины находится в кабине моечной машины и осуществляет визуальный контроль положений стрелы и кабины оператора;
- допускаются перемещения моечной машины с оператором моечной машины, находящимся в кабине оператора. При этом данный оператор моечной машины осуществляет руководство подъездом / отъездом к / от ВС с помощью дистанционной связи.
- при работе над поверхностью ВС, «колено гуська» стрелы спец. машины должно находиться выше корзины оператора во избежание возможности повреждения ВС (рис. 6).

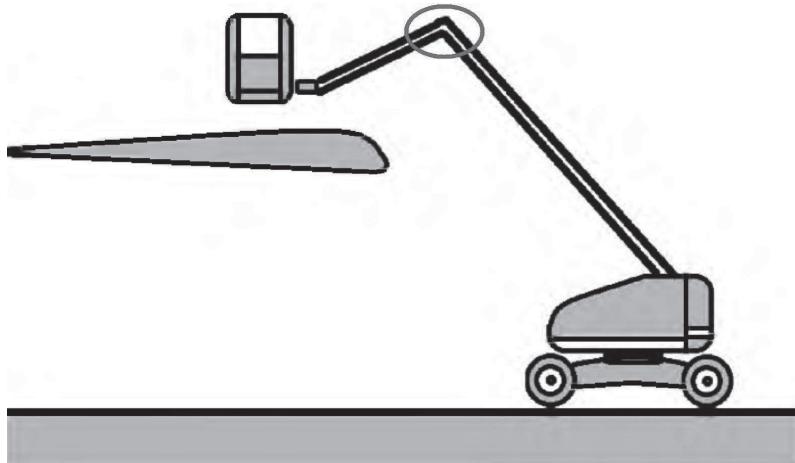


Рис. 6. Установка стрелы подъемников и спецмашин для мойки при работе над поверхностью ВС

- при работе под поверхностью, «колено гуська» стрелы спец. машины должно находится ниже корзины оператора во избежание возможности повреждения ВС (рис. 7).

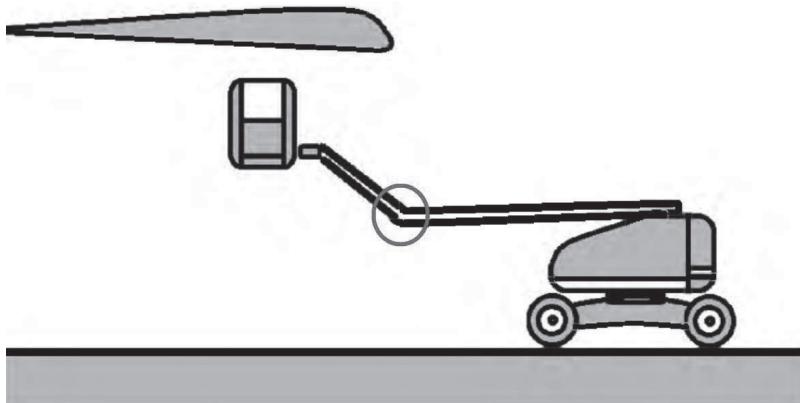


Рис. 7. Установка стрелы подъемников и спецмашин для мойки при работе под поверхностью ВС

#### 4. ПРИМЕНЯЕМЫЕ МОЮЩИЕ СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИЯ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ НА ВОЗДУШНЫХ СУДАХ

Для наружной мойки ВС применяют разные моющие средства. Конкретную жидкость или состав которые нужно использовать при мойке на определенном типе ВС, как и саму технологию мойки, разработчик ВС указывает в руководстве (инструкции) по технической эксплуатации на тип ВС.

В соответствии с эксплуатационной документацией большинства отечественных ВС для наружной мойки *при положительной температуре* воздуха применяются следующие моющие средства:

- Мыльная эмульсия;
- Эмульсия 20К-М;
- Аэрол;
- Полинка;
- Демос;
- Super Bee Cleaner 210 B;
- Super Bee Cleaner 250;
- Cee-Bee Major Clean;
- Super Bee 235;
- CHRISAL марки A.C.S.G.

Применение этих жидкостей регламентируется характером загрязнения обшивки ВС, периодичностью мойки, а также величиной площади загрязнения и способом проведения мойки ВС.

Для мойки наружных поверхностей ВС *при отрицательных температурах* рекомендуется применять жидкость, состоящую из 50 % этилового спирта (головная фракция) и 50 % воды с добавлением 0,5 % олеиновой кислоты и 0,25 %monoэтаноламина. Также разрешается производить мойку следующими составами: бензин Б-70, БР-1, БР-2 или нефрас С2-80/120 с добавлением до 50 % керосина и антистатической присадки "Сигбол" в количестве 0,002...0,0025 % (по массе).

При отрицательных температурах составы для мойки наружных поверхностей ВС «CHRISAL» марки А.С.С.Г., «Super Bee Cleaner 210В», «Super Bee 235», «Super Bee Cleaner 250», «Cee-Bee Major Clean» могут быть использованы только при добавлении в них технического спирта.

**Мыльная эмульсия.** Для приготовления мыльной эмульсии необходимо растворить в горячей воде мелко нарезанное мыло (кипение не допускается). После охлаждения раствора до 40 °С эмульсия готова к употреблению.

Состав (по массе):

- вода – 97 %;
- мыло нейтральное – 3 %.

Для мойки ВС мыльной эмульсией на первом этапе необходимо смыть пыль с обшивки водой из шланга моечной машины. На загрязненную поверхность волосяными щетками или ветошью наносится эмульсия и растирается до появления пены. Через 10 - 15 минут покрытая эмульсией поверхность промывается струей воды из шланга моечной машины (давление воды в шланге не должно превышать 0,5 кгс/см<sup>2</sup>) или протирается ветошью, смоченной в воде. На завершающем этапе сухой ветошью удаляются капли воды, оставшиеся на нижней поверхности ВС.

**Эмульсия 20К-М.** Данная эмульсия обладает повышенной моющей способностью. Для приготовления необходимо добавить к воде 1 % monoэтаноламина, а затем, тщательно перемешивая, добавить олеиновую кислоту (до получения однородного коллоидного раствора),

Состав (по массе):

- вода – 97 %;
- олеиновая кислота – 2 %;
- monoэтаноламин – 1%.

Если применяется олеиновая кислота второго сорта, то воду предварительно подогревают до (15 - 20) °С, если олеиновая кислота третьего сорта – то до (40 - 50) °С.

Для мойки ВС мыльной эмульсией на первом этапе необходимо смыть пыль с обшивки водой из шланга моечной машины. На загрязненную поверхность волосяными щетками или ветошью наносится эмульсия и растирается до появления пены. Через 10 - 15 минут покрытая эмульсией поверхность промывается струей воды из шланга моечной машины (давление воды в шланге не должно превышать 0,5 кгс/см<sup>2</sup>) или протирается ветошью, смоченной в воде. На завершающем этапе сухой ветошью удаляются капли воды, оставшиеся на нижней поверхности ВС.

**Аэрол** - кремообразная или пастообразная масса белого или светло-желтого цвета. Для очистки обшивки ВС применяется 2% -ный раствор концентрата (2 % пасты «Аэрол» и 98 % воды). Жидкость имеет хорошую моющую способность, невзрывоопасна, нетоксична, не оказывает отрицательного влияния на кожу человека и на металлические и неметаллические материалы. С помощью этой жидкости удаляются масло, копоть и другие загрязнения.

Для приготовления моющей жидкости необходимое количество пасты «Аэрол» растворяется в небольшом количестве теплой воды (1/3 расчетного количества воды), затем добавляется недостающая вода при непрерывном помешивании до получения однородного раствора светло-серого цвета.

Обработка загрязнённых поверхностей ВС производится механизированным способом или вручную, путём обработки водным рабочим раствором, при положительных температурах, предпочтительно в пределах 15 – 40 °С. Отмытые поверхности и агрегаты ополоскиваются чистой водой. Затем поверхность обшивки высушивается сухим сжатым воздухом или протирается хлопчатобумажными салфетками.

**Полинка.** Техническое моющее средство «Полинка» представляет собой водный раствор светло-коричневого цвета. Средство не содержит в своем составе токсичных и летучих компонентов, при применении не образует вторичных опасных соединений и взрывоопасных смесей.

Моющий раствор «Полинка» приготавливается разведением концентрата пресной водопроводной водой из расчета 70 г концентрата на 1 л воды до получения однородного раствора. Приготовленный раствор наносится на внешнюю поверхность ВС и через 5 - 10 мин смывается струей пресной водопроводной воды с применением, при необходимости, щеток и кистей. Затем поверхность обшивки высушивается сухим сжатым воздухом или протирается хлопчатобумажными салфетками.

**Демос.** Представляет собой концентрат в виде вязкой непрозрачной или полупрозрачной жидкости от голубого до синего цвета. Разбавляется водой из расчета 1:50 (20 мл на 1 л воды).

Рабочий раствор наносится на очищаемую поверхность губкой, щеткой, шваброй, ветошью. Затем обработанную поверхность промывают струей чистой воды. На завершающем этапе поверхность обшивки высушивается сухим сжатым воздухом или протирается хлопчатобумажными салфетками.

**Super Bee Cleaner 210 В.** Состав «Super Bee Cleaner 210 В» представляет собой высококонцентрированное моющее средство на водяной основе, легко смываемое водой.

Для обычных и трудносмываемых загрязнений необходимо растворить 1 часть средства «Super Bee Cleaner 210 В» с 5 - 10 частями воды. Нанести губкой, щеткой или распылением состав на загрязненную поверхность обшивки. Затем дать выдержку для впитывания (5 - 10 мин), после слегка растереть губкой или щеткой обработанную поверхность. Смыть струей чистой воды.

Для сильных масляных загрязнений необходимо растворить 1 часть средства «Super Bee Cleaner 210 В» с 1 - 3 частями воды. Тщательно размешать

1 часть полученного раствора с 2 - 5 частями керосина до получения однородной эмульсии. Нанести эмульсию губкой, щеткой или распылением. Дать время для впитывания (7 - 10 мин), тщательно растереть губкой или щеткой. Смыть струей чистой воды.

**Super Bee Cleaner 250.** Представляет собой жидкость голубого цвета. Удаляет масляные и топливные загрязнения, нагары, подтеки от резиновых уплотнителей. Легко смывается водой. Удерживается на вертикальных и перевернутых поверхностях. Состав применяется без растворения или в растворе 1:1 - 1:20 с водой (в зависимости от степени и характера загрязнений).

Наносится губкой, щеткой или распылителем на обшивку ВС. Даётся выдержка около 5 - 10 минут. Затем смывается сильной струей чистой воды. Сухой ветошью удаляются капли воды, оставшиеся на вертикальных и перевернутых поверхностях.

**Cee-Bee Major Clean.** Предназначен для сложной внешней мойки ВС. Состав удаляет с окрашенных и неокрашенных поверхностей сажу, масло, жир, нагары. Состав представляет собой белую густую жидкость, содержащую химически инертные мягкие абразивы. Все поверхностно-активные добавки, входящие в состав, являются биоразлагаемыми. Применяют состав в чистом виде или в растворе с водой в пропорции 1:1 - 1:20 в зависимости от степени и характера загрязнения (для трудносмываемых пятен - 2:1).

Тонкий слой раствора наносится на очищаемую поверхность губкой, шваброй, щеткой, ветошью или распылителем. Необходимо дать выдержку в течение 5 минут. Затем покрытую составом поверхность протирают губкой, шваброй, щеткой или ветошью. Для окрашенных поверхностей рекомендуется применение синтетической губки. На завершающем этапе необходимо смыть обработанную поверхность струей чистой воды.

**Super Bee 235.** Моющий состав «Super Bee 235» является средством-полиролью для внешней мойки ВС. Быстро высыхает и легко удаляется протиркой, оставляя на поверхности защитную пленку.

С помощью насосной установки и распылителя состав наносится на обшивку ВС, начиная с нижней части фюзеляжа вверх. Через 5 - 10 минут обшивку обрабатывают губкой или ветошью и немедленно смывают струей чистой воды.

**CHRISAL марки A.C.S.G.** Состав представляет собой гель, разбавляемый водой (в пропорции 1:2). Применяется путем равномерного аэрозольного распыления.

Для мойки ВС состав необходимо развести в концентрации 1 часть A.C.S.G. и 2 части воды. Полученный пенящийся состав наносится на очищаемую поверхность. На вертикальных поверхностях состав наносится, двигаясь снизу вверх, чтобы обеспечить хорошую смачиваемость поверхности, пена должна очень медленно сползать вниз по поверхности. Состав выдерживается в течение 5 - 10 минут, не допуская высыхания. Особо загрязненные места обрабатываются щеткой. На заключительном этапе промывают обработанную поверхность обшивки струей чистой воды.

## 5. СПОСОБЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ СУШКИ ОБШИВКИ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

По способам выполнения сушки наружной поверхности ВС различают:

- естественную сушку ВС за счет конвекции атмосферного воздуха;
- протирку обшивки ветошью или резиновым эластичным скребком;
- сушку обшивки высоконапорными воздушными струями (тепловыми машинами).

**Естественная сушка ВС** после мойки – самый распространенный вид сушки, поскольку не требует дополнительных трудозатрат. Однако качество проведенной мойки при этом может ухудшиться, так как после смыва загрязнений на обшивке ВС остается значительное количество влаги, которое способствует при отрицательных температурах образованию наледи, а при положительных температурах повторного загрязнения пылью мокрых участков обшивки ВС. Кроме того при естественном высыхании капель на поверхности обшивки ВС остается твердый и прочный осадок в виде солей и загрязнений, содержащихся в воде. Данный вид сушки не рекомендован для использования на практике при осуществлении наружной мойки ВС.

Время высыхания поверхности обшивки за счет естественной конвекции на открытой моечной площадке зависит от скорости ветра, плотности солнечной радиации, влажности и температуры окружающего воздуха. Так, при относительной влажности около 60 % время высыхания верхних поверхностей ВС составляет 20 – 25 мин, а при увеличении влажности воздуха до 90 % время высыхания увеличивается до 75 мин. В солнечную погоду в полдень высыхание верхней поверхности обшивки происходит за 8 – 10 мин. Период времени высыхания вертикально расположенных поверхностей остается таким же, как и для горизонтальных поверхностей. Время высыхания нижних поверхностей, на которых собираются капли воды, значительно больше. При влажности 50 – 60 % оно составляет 1,5 – 2 часа, а при влажности 80 – 90 % оно увеличивается до 8 – 10 часов.

**Ручная очистка ВС от влаги** является распространенным и рекомендуемым на практике видом сушки, предполагает использование чистой сухой ветоши или резинового эластичного скребка. Пленка воды, оставшаяся на поверхности, после очистки высыхает в течение 1 – 2 мин. На поверхности не остается отложений загрязнений. Производительность очистки 1 чел. с учетом затрат времени на подготовительные операции составляет – 1000 м<sup>2</sup>/ч.

**Очистка обшивки ВС от влаги воздушной струей** является рекомендуемым, но менее распространённым видом сушки на практике. Струя воздуха сдувает основную массу влаги с обшивки ВС и одновременно сушит обшивку. На поверхности не остается отложений загрязнений, увеличивается производительность обработки ВС. С увеличением скорости и температуры воздуха время полной очистки поверхности от влаги значительно сокращается. Необходимо учесть, что оставшаяся тонкая пленка воды быстро досыхает. Это позволяет при очистке ВС струей воздуха не стремиться к полной очистке и высыпыванию влаги в процессе обработки, а оставлять на поверхности пленку

воды небольшой толщины из расчета, что она полностью высохнет к концу общей сушки обшивки ВС.

## 6. СПОСОБЫ И ТЕХНОЛОГИЯ ВЫПОЛНЕНИЯ МОЙКИ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

### 6.1. ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ ОБ ОЧИСТКЕ И ПРОМЫВКЕ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

В процессе эксплуатации авиационного газотурбинного двигателя (ГТД) через его газовоздушный тракт проходит большой поток воздуха, при этом происходит постоянное загрязнение газовоздушного тракта песком, солью, химикатами и несгоревшими углеводородами. Все эти частицы прилипают к поверхностям деталей газовоздушного тракта и приводят к загрязнению проточной части ГТД.

Для сжатия одного и того же количества воздуха, загрязненный ГТД вынужден работать более интенсивно, что сказывается на:

- повышении температуры выходящих газов;
- увеличении расхода топлива;
- снижение тяги двигателя;
- общем износе двигателя.

То есть при эксплуатации ГТД с увеличением наработки происходит ухудшение их характеристик. Эти изменения вызваны естественным износом деталей и загрязнением проточной части двигателей. Восстанавливают изношенные детали при ремонте, а мойку проточной части ГТД в настоящее время осуществляют при ТО. Ухудшения характеристик ГТД приводят к необходимости осуществления частых промывок газовоздушного тракта двигателя в процессе эксплуатации ВС. Исследованиями было доказано, что периодическая промывка трактов двигателей ВС позволяет увеличить межремонтный период и сократить расход топлива на 5 %.

Так, подконтрольная эксплуатация двигателей НК-8 после одноразовой промывки дала следующие средние значения приращений параметров двигателей после промывки проточной части на всем интервале наработки: снижение расхода топлива на 70 кг/ч, температуры газа за турбиной на 6 °C, повышение частоты вращения ротора высокого давления на 0,3 %. Периодичность промывки составляла 300 ч. налета. Годовая экономия топлива на один регулярно промываемый двигатель составляет около 30 т.

Промывка в стендовых условиях газовоздушного тракта двигателей Д-30КУ и Д-30КП моющим раствором «Лотос» приводит на взлетном режиме к следующему изменению основных параметров: увеличивается тяга двигателя на 2 % и частота вращения ротора низкого давления на 1 %, температура газов за турбиной уменьшается на 3 °C, уменьшается и удельный расход топлива на 0,4 %, при этом КПД компрессора высокого давления увеличивается на 1,5 %, производительность по воздуху повышается на 3,5 %.

В настоящее время для отечественных и зарубежных ВС, в их эксплуатационной документации на тип, в большинстве случаев не установлена

периодичность выполнения мойки проточной части двигателей. Как правило, мойка выполняется по состоянию и Эксплуатант сам устанавливает с какой периодичностью необходимо выполнять мойку проточной части двигателей своего парка ВС. Но, например, для двигателей General Electric модели GE90 установленных на самолетах Boeing 777-200/300 разработчиком в исходных требованиях к плановому техническому обслуживанию (MRBR) и исходных данных по планированию технического обслуживания (MPD) установлена периодичность мойки проточной части ГТД – 500 FC (кол-во полетов), которая также отражена эксплуатантом в программе технического обслуживания (MP) на данный тип ВС.

## 6.2. МЕТОДЫ ОЧИСТКИ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

**При эксплуатации ВС для очистки проточной части двигателя (без снятия его с ВС и последующего разбора) применяется два основных метода:**

- очистка двигателя традиционным методом;
- очистка двигателя с использованием специальных установок (распылительных устройств).

**Вне зависимости от применяемого метода очистка двигателя может выполняться двумя способами:**

- очистка проточной части двигателя водой;
- очистка проточной части двигателя чистящими средствами.

**При традиционном методе** очистку проточной части двигателей самолета осуществляют на режиме холодной прокрутки двигателя (принудительная раскрутка ротора газотурбинного двигателя пусковым устройством без подачи топлива в камеру сгорания) с подачей под небольшим давлением из шланга теплой воды или моющего раствора попеременно с промывочной водой на вход и в проточную часть двигателя (рис. 8). При этом количество циклов достигает 3-х и более.



Рис. 8. Традиционный метод очистки проточной части двигателя самолета

Стоянка, на которой промывают ГТД ВС, должна соответствовать требованиям обеспечения запуска двигателей и их опробования. Желательно, чтобы она имела естественный минимальный уклон, обеспечивающий стекание использованной промывочной жидкости за ее пределы, или возможность размещения под двигателями специальных поддононов для ее сбора.

Недостатками данного метода являются большие затраты времени и трудоемкости на выполнение промывки, дополнительная нагрузка на стартер двигателя при выполнении его многочисленных прокруток, большие затраты промывочной воды (до 1000 л, на 1 двигатель), загрязнение стоянок самолетов в процессе промывки. К примеру трудоемкость промывки двигателя НК-86 традиционным методом составляет 12 - 14 чел.-ч, что требует длительной стоянки самолета и, в конечном итоге, снижает эффективность его эксплуатации.

**Очистка проточной части двигателя с использованием специальных установок (распылительных устройств)** является более прогрессивным методом в сравнении с традиционным. Основные преимущества в применении специальных установок заключаются в:

- уменьшении времени простоя ВС;
- уменьшении трудоемкости выполняемого обслуживания;
- уменьшения потребляемой воды;
- более эффективной очистке проточной части двигателя.

Одной из наиболее распространенных и эффективных специальных установок, применяемых для очистки проточной части ГТД современных магистральных самолетов эксплуатирующихся на сегодняшнее время в гражданской авиации, является «Cyclean» (рис. 9 и рис. 10) от немецкой компании «Lufthansa Technik», специализирующейся на ТО и ремонте ВС.



Рис. 9. Специальная установка «Cyclean» применяемая для очистки проточной части ГТД самолета

Технология «Cyclean» делает мойку ГТД более быстрой и эффективной. В конструкции установки предусмотрена двойная форсунка, которая распыляет воду, нагретую до 70 °C (160 °F), под давлением до 70 бар (1015 фунтов на кв. дюйм) непосредственно в газогенератор. В отличие от традиционных методов мойки, вода подается в виде мелкодисперсных капель, что позволяет обеспечить равномерное распределение воды в объеме воздуха, засасываемого в двигатель. При такой размерности капель смесь воды с воздухом поступает в двигатель в виде тумана, что обеспечивает воздействие воды на загрязнение газовоздушного тракта двигателя на молекулярном уровне, что усиливает моющий эффект и сокращает расход воды. При этом исключается отбрасывание капель воды на периферийную часть ротора под действием центробежных сил и достигается прохождение воды по всему тракту двигателя.



Рис. 10. Установка моющего оборудования «Cyclean» на ГТД самолета

#### **Преимущества технологии «Cyclean»:**

- время простоя самолета при промывке двух двигателей – 3 часа;
- отсутствие расходов на топливо;
- промывка газовоздушного тракта двигателя может осуществляться при температуре окружающей среды до минус 10 °C;
- снижение удельного расхода топлива до 1% (экономия на летный час 1 ВС составляет 26 \$);
- наработка двигателя на крыле до съема может быть увеличена на 25 – 30% (на 1,5 – 2 года);
- снижение темпа деградации параметра «Hot Day EGT Margin» (запас по температуре выходящих газов (EGT) двигателя, доступный при работе в условиях повышенной температуры наружного воздуха).

### 6.3. ТЕХНОЛОГИЯ ОЧИСТКИ ПРОТОЧНОЙ ЧАСТИ ДВИГАТЕЛЯ САМОЛЕТА

**На первом этапе** очистки проточной части ГТД самолета выполняются подготовительные работы. Инженерно-техническим персоналом открываются створки капотов двигателя. Отсоединяются трубопроводы от датчиков или электронных блоков (например, датчик давления клапана перепуска воздуха или блок электронного управления двигателем), расположенных на двигателе и устанавливаются защитные заглушки на штуцеры датчиков и трубопроводы. На большинстве типов двигателей отбираются пробы масла и проверяется заправка двигателя маслом. На некоторых типах двигателей необходимо добавление антикоррозионной смазки в маслобак. На заключительном этапе подготовительных работ инженерно-техническим персоналом закрываются реверсивное устройство (если поворотные створки были раскрыты) и створки капотов двигателя.

**На втором этапе** выполняется непосредственно процедура очистки проточной части ГТД самолета.

**При очистки проточной части двигателя водой (без использования чистящих средств)** первым шагом необходимо выполнить холодную прокрутку двигателя в течении 2 – 5 мин (продолжительность рабочего цикла стартера) в зависимости от типа двигателя. После того как вентилятор двигателя начнёт вращаться необходимо подождать не менее 10 сек и начать подачу воды (как правило, температура воды может составлять от 50 °C до 80 °C) в проточную часть двигателя равномерно распределяя ее по окружности воздухозаборного канала (при традиционном методе). При наличие специального приспособления (например, Cyclean) допускается подавать воду в течение всего времени холодной прокрутки двигателя. После завершения процедуры холодной прокрутки двигателя необходимо подождать не менее 5 мин. Далее таким способом промывка двигателя повторяется еще 2 – 3 раза.

Если температура наружного воздуха не превышает 5 °C (41 °F), то для промывки проточной части двигателя необходимо использовать спирто-водяную смесь. Процентное содержание спирта в зависимости от температуры наружного воздуха, как правило, указывается в специальных таблицах, размещенных в руководстве по технической эксплуатации (РТЭ) на конкретный тип двигателя.

**При очистки проточной части двигателя чистящими средствами** первым шагом необходимо приготовить моющий раствор (состав и способ приготовления указан в РТЭ на конкретный тип двигателя). Выполняется холодная прокрутка двигателя в течении 2 – 5 мин (продолжительность рабочего цикла стартера) в зависимости от типа двигателя. После того как вентилятор двигателя начнёт вращаться необходимо подождать не менее 30 сек и начать подачу моющего раствора в проточную часть двигателя равномерно распределяя его по окружности воздухозаборного канала (при традиционном методе). При наличие специального приспособления (например, Cyclean) допускается подавать моющий раствор в течение всего времени холодной прокрутки двигателя. В зависимости от типа двигателя и применяемого типа моющего раствора его температура может составлять от 50 °C до 80 °C (от 122 °F до 176

°F). Подача моющего раствора сверх установленного времени, при вращающемся роторе двигателя, увеличит риск загрязнения раствором масляной системы (попадание раствора в масляную систему двигателя может привести к повреждению двигателя). После завершения процедуры холодной прокрутки двигателя необходимо подождать не менее 5 мин. Далее таким способом промывка двигателя с применением моющего раствора повторяется еще 2 – 3 раза.

Затем выполняется тщательная промывка проточной части двигателя чистой водой. Снова осуществляется холодная прокрутка двигателя в течении 2 – 5 мин (продолжительность рабочего цикла стартера) в зависимости от типа двигателя. После того как вентилятор двигателя начнёт вращаться необходимо подождать не менее 10 сек. и начать подачу воды (как правило, температура воды может составлять от 50 °C до 80 °C) в проточную часть двигателя равномерно распределяя ее по окружности воздухозаборного канала (при традиционном методе). При наличие специального приспособления (например, Cyclean) допускается подавать воду в течение всего времени холодной прокрутки двигателя. После завершения процедуры холодной прокрутки двигателя необходимо подождать не менее 5 мин. Далее таким способом промывка двигателя повторяется еще 2 – 3 раза.

При необходимости **выполняется очистка лопаток вентилятора**, если, например, использовалась специальная установка типа «Cyclean», которая не предназначена для мойки вентилятора или после традиционного метода мойки двигателя остались наличия загрязнений. Выполнение данной работы не требуется, если очистка двигателя производится с целью восстановления запаса по температуре выходящих газов (EGT).

Для очистки каждой лопатки вентилятора необходимо провернуть ротор вентилятора так, чтобы очищаемая лопатка заняла положение на «6 часов». При помощи пульверизатора наносится чистящее средство (состав и способ приготовления указан в РТЭ на конкретный тип двигателя) на внутреннюю и на внешнюю поверхности лопатки вентилятора, как правило, от корневой части лопатки к её периферии. Далее лопатка вентилятора протирается хлопчатобумажной салфеткой и оставшееся чистящее средство смывается водой. Затем поверхность высушивается сухим сжатым воздухом или протирается хлопчатобумажными салфетками.

**На третьем этапе** выполняются заключительные работы. Инженерно-техническим персоналом открываются створки капотов двигателя. Снимаются защитные заглушки с штуцеров датчиков и трубопроводов. При необходимости просушивается внутренняя часть трубопроводов сжатым воздухом или азотом. Подсоединяются трубопроводы к датчикам и электронным блокам. На большинстве типов двигателей отбираются пробы масла и проверяется заправка двигателя маслом (для двигателей, в которых обнаружилось загрязнение масла водой, выполняется ТО масляной системы, в ходе которого старое масло сливается из масляной системы, затем двигатель заправляется новым маслом с последующей проверкой масляной системы на герметичность). Затем

закрываются реверсивное устройство (если поворотные створки были раскрыты) и створки капотов двигателя.

**На четвертом этапе** выполняется «сушка» проточной части двигателя. После окончания очистки двигателя необходимо высушить его проточную часть не позднее чем через 2 часа (не позднее чем через 30 мин в случае низких температур наружного воздуха). Для этого инженерно-техническим персоналом запускается двигатель в автоматическом или в ручном режиме. Выполняется гонка двигателя на режиме малого газа (IDLE) в течение 5 – 10 мин с включением системы отбора воздуха и противообледенительной системы самолета с целью удаления попавшей туда влаги. Далее системы отключают и гонка двигателей на режиме малого газа (IDLE) выполняется еще в среднем 10 – 15 мин в зависимости от конкретного типа двигателя и ВС. Затем двигатель выключается.

## 7. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

1. Назовите основные цели наружной мойки ВС.
2. С какой периодичностью выполняется наружная мойка планера ВС?
3. В каком документе устанавливается периодичность выполнения наружной мойки планера ВС?
4. Перечислите способы выполнения наружной мойки ВС.
5. Кратко охарактеризуйте общий технологический процесс выполнения наружной мойки ВС.
6. Сформулируйте и дайте краткую характеристику технологии выполнения наружной мойки ВС ручным способом.
7. Что не допускается и запрещается делать при выполнении наружной мойки ВС ручным способом?
8. Сформулируйте и дайте краткую характеристику технологии выполнения сухой наружной мойки ВС ручным способом.
9. С помощью чего выполняется механизированная наружная мойка ВС? Приведите краткую характеристику спецмашин.
10. Перечислите и охарактеризуйте общие требования при выполнении механизированной наружной мойки планера ВС с использованием спецмашин.
11. Перечислите общие требования к обливу водой для удаления моющего средства с обшивки ВС. При каких условиях не допускается выполнение облива?
12. Перечислите общие требования при выполнении наружной мойки планера ВС с использованием моечных машин.
13. Перечислите и дайте краткую характеристику применяемым моющим средствам и технологиям их применения на ВС.
14. Перечислите и дайте краткую характеристику способам выполнения сушки наружной поверхности ВС.
15. Для чего производится мойка двигателей ВС? Какие характеристики ГТД ухудшаются при загрязнении его проточной части?
16. С какой периодичностью выполняется мойка проточной части двигателей ВС? В каком документе устанавливается периодичность выполнения мойки двигателя?

17. Перечислите методы и способы выполнения очистки проточной части двигателей ВС.

18. Дайте краткую характеристику традиционного метода очистки проточной части ГТД самолета.

19. Дайте краткую характеристику очистки проточной части ГТД самолета с использованием спец установок. Технология работы спец установки «Cyclean».

20. Кратко охарактеризуйте основные этапы и технологию очистки проточной части ГТД самолета.

## **8. ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЕ ОТЧЕТА ПО ПРАКТИЧЕСКОМУ ЗАНЯТИЮ**

Аудиторное занятие, проводимое в специализированных лабораториях УАТЦ МГТУ ГА, завершается оформлением отчета.

Отчет должен содержать следующие разделы и материалы:

1. Тема и цель занятия.

2. Письменные ответы на контрольные вопросы раздела 7.

После письменного оформления и защиты отчета руководителю практики студент допускается до выполнения практических работ непосредственно на самолете.

## **СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Ключарев Л.Г. Мойка летательных аппаратов: учебное пособие / Л.Г. Ключарев. – Куйбышевский авиационный институт. Куйбышев, 1989. – 74 с.

2. Лисицын В.С., Смирнов Н.Н., Чинючин Ю.М. Автоматизация производственных процессов технической эксплуатации летательных аппаратов: Учеб. пособие для вузов гражд. авиации / Под ред. Н.Н. Смирнова – М.: Транспорт, 1985. – 248 с.

3. Руководство по технической эксплуатации самолета RRJ-95. Раздел 12. Обслуживание, 2023. – 746 с.

4. Руководство по технической эксплуатации самолета RRJ-95. Раздел 72. Газотурбинный двигатель, 2023. – 1040 с.

5. Руководство по технической эксплуатации самолета Ил-96-300. Раздел 012. Аэродромное обслуживание, 2007. – 197 с.

6. Руководство по технической эксплуатации самолета МС-21. Раздел 12. Обслуживание. Издание 002, 2022. – 1938 с.

7. Руководство по технической эксплуатации самолета МС-21. Раздел 72. Двигатель (PW1400G). Издание 002, 2022. – 2066 с.

8. Руководство по технической эксплуатации самолета Ту-214. Раздел 020. Стандартизованные технологические процессы, 2021. – 466 с.

9. Технология Т-2.2.1-10-19 (версия – 4) «Подготовка и проведение работ по наружной мойке воздушных судов». ООО «Шереметьево Хэндлинг», 2023г – 117с.

10. Точенов Л.А. Технология механизированной очистки воздушных судов. – М.: Транспорт, 1992. – 192 с.

11. See-Bee AVIATION PRODUCTS. Регламент. Современные технологии очистки воздушных судов. Киев, 2010. – 17 с.