

**САМАРСКИЙ ордена ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ им. АКАДЕМИКА С. П. КОРОЛЕВА**

**ЗАПУСК И ПРОВЕРКА
РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ НК-8-2
НА САМОЛЕТЕ Ту-154**

Методические указания к лабораторной работе

САМАРА 1992

Составители: Н. Н. Игонин, Е. А. Милов,
С. Д. Стенгач

УДК 621.452.3.004.5

Запуск и проверка работоспособности двигателя НК-8-2 на самолете Ту-154: Метод. указания к лаб. работе /Самар. авиац. ин-т; Сост. Н. Н. Игонин, Е. А. Милов, С. Д. Стенгач. Самара, 1982. 32 с.

Описаны технологические указания по запуску и опробованию двигателя, дана методика оценки работоспособности двигателя по функциональным параметрам, замеренным на работающем двигателе в компоновке самолета.

Методические указания рассчитаны на студентов специальности 13.03, изучающих курс «Эксплуатация летательных аппаратов». Подготовлены преподавателями кафедры эксплуатации летательных аппаратов и двигателей.

Печатаются по решению редакционно-издательского совета Самарского ордена Трудового Красного Знамени авиационного института имени академика С. П. Королева

Рецензент В. А. Хитов

Цель работы — ознакомить с методикой и приемами проверки работоспособности газотурбинного двигателя и его систем, научить определять вид технического состояния двигателя по замеренным параметрам, контролирующим его работу, в компоновке летательного аппарата.

Задачами работы являются:

1. Закрепление знаний, полученных при изучении конструкции самолетов, двигателей и технической эксплуатации летательных аппаратов.

2. Приобретение практических навыков по запуску, опробованию и оценке работоспособности двигателя.

Запуск двигателя и проверка его работоспособности производятся в случаях, предусмотренных регламентом технического обслуживания, а также при необходимости проверки его работоспособности после устранения неисправностей.

Запуск и проверка работоспособности двигателя являются ответственными операциями, выполняемыми в подразделениях Гражданской авиации летно-техническим составом, а на учебном аэродроме института — учебными мастерами и студентами специальности 13.03. Необходимо помнить, что работоспособность и ресурс двигателя во многом зависят от грамотного выполнения операций запуска и опробования.

Работоспособность двигателя определяется сравнением значений параметров, замеренных на работающем двигателе, с их предельно допустимыми значениями, установленными заводом-изготовителем.

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Изучить методические указания к лабораторной работе.
2. Выполнить работы по подготовке стоянки и самолета к запуску.

3. Провести запуск и проверку работоспособности двигателя НК-8-2 на самолете Ту-154.

4. Выполнить заключительные работы на самолете.

5. Оформить отчет.

Перед выполнением работы студенты самостоятельно изучают методические указания к лабораторной работе и конструкцию двигателя НК-8-2; после проверки знаний и сдачи зачета по технике безопасности они допускаются к работе на учебном аэродроме.

ПОДГОТОВКА САМОЛЕТА К ЗАПУСКУ ДВИГАТЕЛЕЙ

Подготовка самолета к запуску двигателей включает в себя работы по подготовке стоянки, наземных источников питания, самолета и его двигателей.

1. ПОДГОТОВКА СТОЯНКИ

1. Проверить, что площадка перед воздухозаборниками и реактивными соплами в радиусе не менее 10 м очищена от камней, а зимой — от снега и льда; бетонное покрытие под колесами самолета очищено от камней, а под колесами основных ног шасси установлены упорные колодки со стяжками; убедиться, что возле самолета имеются противопожарные средства, источник электроэнергии и трап, а посторонние предметы из зоны реактивной струи и зоны возможного перемещения самолета убраны.

2. Подключить к бортовым разъемам самолета (ШРАП-400 и ШРАП-500) наземный источник электропитания (АП-50М, ЭГУ-3 и др.).

3. Подключить к бортовому разъему кабель самолетного переговорного устройства (СПУ).

2. ПОДГОТОВКА САМОЛЕТА

1. Проверить, что с самолета сняты все чехлы и заглушки, а в воздухозаборниках, ВНА и реактивных соплах нет посторонних предметов.

2. Произвести внешний осмотр самолета (рис. 1). При осмотре проверить:

нет ли повреждений обшивки фюзеляжа, крыла и воздухозаборников двигателей, приемников полного и статического давлений, флюгеров датчиков углов атаки (ДАУ) и приемников температуры наружного воздуха;

исправность антенн и обтекателей антенн радиолокационных, связных и навигационно-пилотажных станций;

отсутствие повреждений и течи в местах расположений коммуникаций и оборудования гидросистем, находящихся в нишах передней и главных ног шасси, отсеке гидравлического оборудования (69—72 шпангоут), в зонах силовых установок и по третьему лонжерону крыла;

отсутствие подтекания топлива и масла в местах расположения баков, агрегатов и трубопроводов топливной и масляной систем;

давление наддува баков гидросистем.

Зимой при осмотре самолета убедиться в отсутствии льда, снега, инея на поверхности самолета, воздухозаборников двигателей, окнах кабин экипажа и пассажиров, узлах управления и подвески элеронов, рулей высоты и поворота, закрылках, интерцепторах, на наружных антеннах.

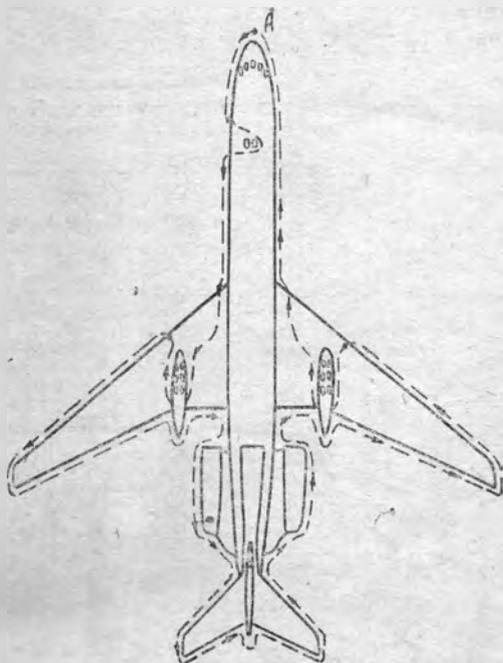


Рис. 1. Маршрут осмотра самолета: А — точка начала маршрута осмотра

3. ПОДГОТОВКА КАБИНЫ

1. Убедиться, что две входные пассажирские и служебные двери, аварийные люки и дверь, багажные люки исправны.

2. Проверить чистоту кабины экипажа и убедиться в отсутствии посторонних предметов.

3. Проверить положение рукояток управления: уборкой и выпуском шасси, средними интерцепторами и закрылками. Рукоятки должны находиться в исходном положении (выключены). Рукоятка аварийного выпуска шасси от II гидросистемы должна находиться в нижнем положении и быть опломбирована, а рукоятка управления дублирующим аварийным выпуском шасси от III

гидросистемы должна быть закрыта колпачком и опломбирована (рис. 2).

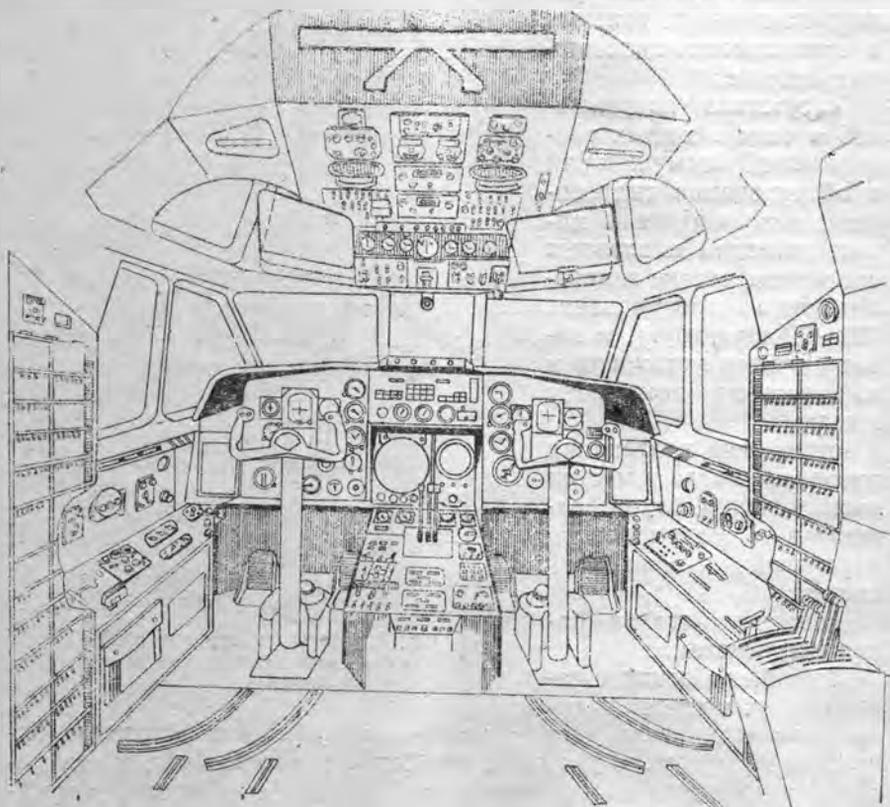


Рис. 2. Расположение панелей и органов управления в кабине пилотов

4. Проверить, что все потребители электроэнергии и автоматы защиты сетей (АЗС) на правой и левой панелях, не связанные с запуском, выключены.

5. Занять рабочее место у пульта бортинженера (рис. 3) и убедиться, что сиденье перемещается без задержек и стопорится в желаемом положении.

6. Проверить напряжение бортовых аккумуляторов, установив переключатель вольтметра 2 на панели энергоузла (рис. 4) постоянного тока поочередно в положение «Ак. № 1», «Ак. № 2». Напряжение аккумуляторов должно быть не менее 24 В по вольтметру 3.

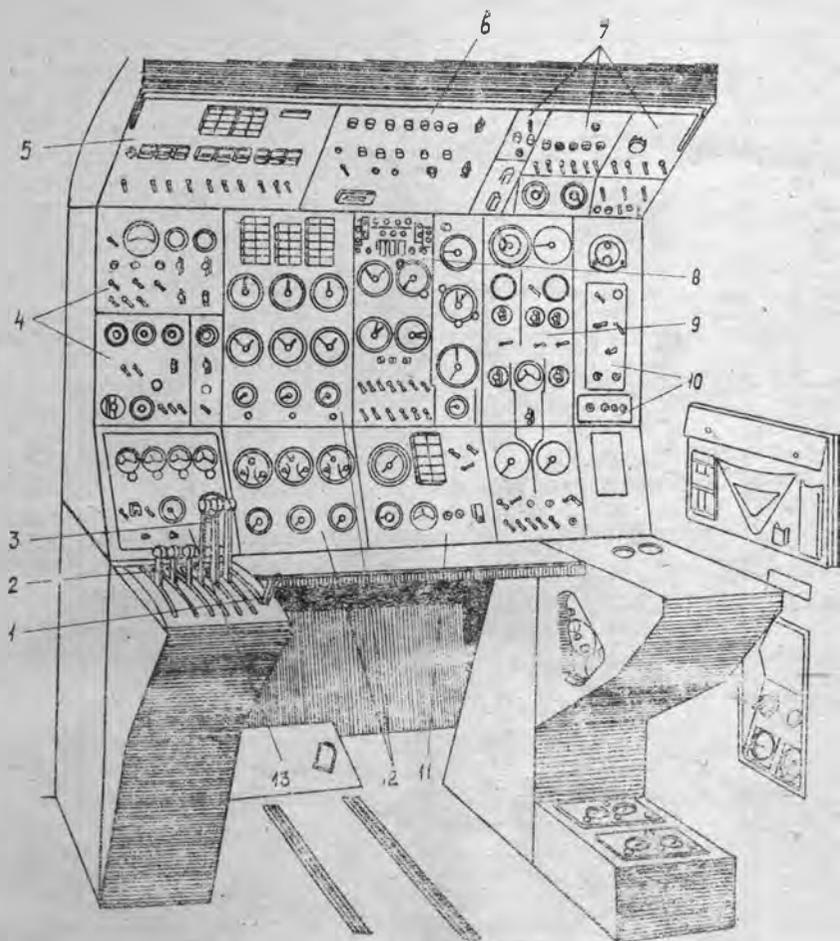


Рис. 3. Расположение панелей и элементов управления силовыми установками на пульте бортинженера: 1 — рычаг тормозного устройства; 2 — рычаги остановки двигателей; 3 — рычаги управления двигателями; 4 — панель энергоузла; 5 — верхний щиток; 6 — панель противопожарной системы; 7 — электрощиток бортинженера; 8 — панель топливной системы; 9 — панель системы кондиционирования; 10 — панель запуска двигателей; 11 — панель запуска ВСУ; 12 — панель приборов контроля работы двигателей; 13 — панель гидравлической системы

7. Переключатель вольтметра установить в положение «РАП». Напряжение по вольтметру должно быть 27—28 В.

8. Подключить аэродромный источник постоянного тока к бортовой сети, для чего установить на панели энергоузла (рис. 4) пе-

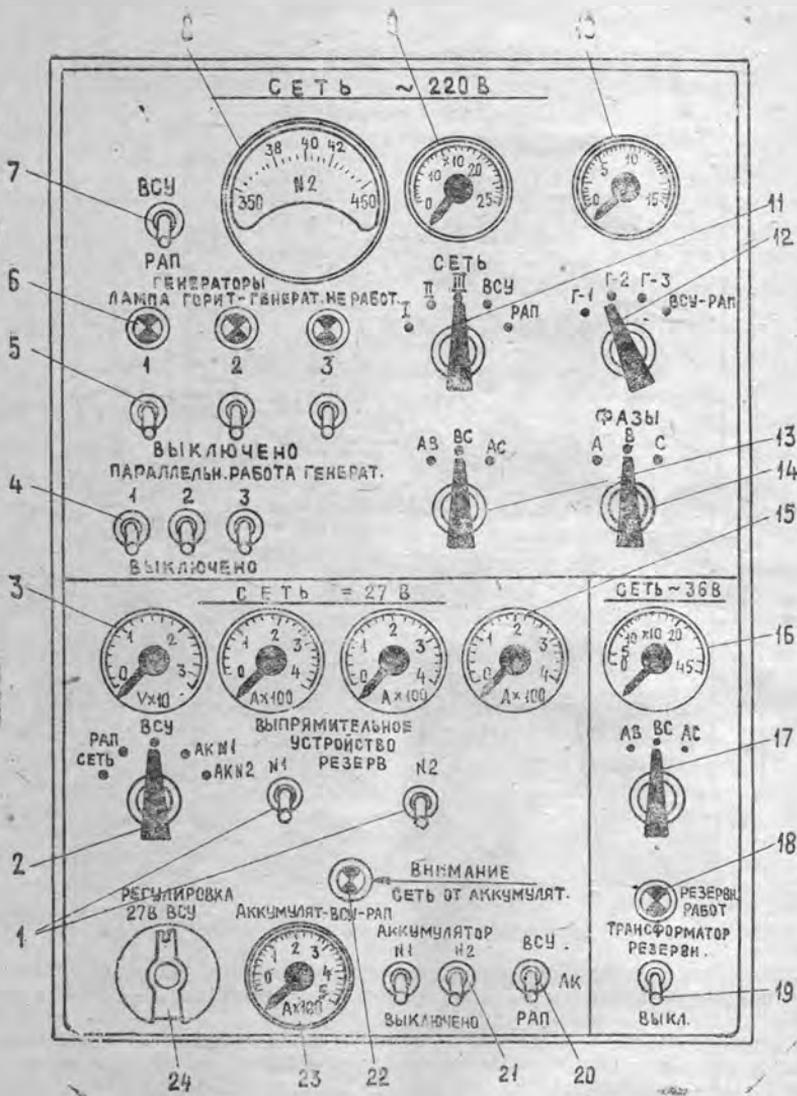


Рис. 4. Панель энергоузла: 1 — выключатели выпрямительных устройств БУ-6А; 2 — переключатель вольтметра постоянного тока; 3 — вольтметр В-1 постоянного тока; 4 — выключатели параллельной работы генераторов; 5 — выключатели генераторов; 6 — лампы сигнализации отключения генераторов; 7 — переключатель питания бортсети от генератора ВСУ или аэродромного источника (РАП); 8 — герцметр ГФ-400/208; 9 — вольтметр ВФ-0,4-250; 10 — амперметр АФ-1-150; 11 — переключатель вольтметра

реключатель 20 «РАП-ВСУ» в положение «РАП». Затем установить переключатель 2 вольтметра в положение «Сеть» и убедиться по вольтметру, загоранию сигнальных ламп и световых табло на панелях пульта бортинженера в наличии напряжения в бортовой сети самолета.

9. Установить выключатели аккумуляторов 21 в положение «Включено».

10. Подключить наземный источник переменного тока к бортовой сети самолета, для чего необходимо:

проверить напряжение и частоту тока наземного источника электроэнергии, установив на панели энергоузола переменного тока переключатель 11 вольтметра в положение «РАП», а переключатель 13 «Фазы—напряжения» в положение соответствующих фаз (АВ, ВС, АС). Напряжение по вольтметру 9 должно быть 202—210 В, а частота тока по герцметру 8—400 Гц;

установить переключатель вольтметра 11 в положение «Сеть-1, а переключатель 7 «РАП-ВСУ» в положение «РАП» и убедиться по вольтметру 9 в наличии напряжения в бортовой сети самолета.

11. Установить связь по СПУ со студентом, ответственным за запуск самолета на стоянке, включив переключатели СГУ и СПУ, находящиеся на верхней панели кабины пилотов.

12. Проверить заправку гидробаков маслом АМГ-10, для чего необходимо на панели гидросистемы 13 (рис. 3) нажать соответствующие кнопки контроля уровня и замерить количество жидкости в гидробаках по указателям уровней:

в баке I и II гидросистемы должно быть 36 л при давлении в гидросистемах 21 МПа (210 кгс/см²), при отсутствии давления в этих системах (интерцепторы убраны, самолет установлен на стояночном тормозе) в баке должно быть 48 л;

в баке III гидросистемы должно быть 20 л при давлении 21 МПа (210 кгс/см²) или 24 л при отсутствии давления.

13. Проверить работу топливной системы (рис. 5), для чего необходимо:

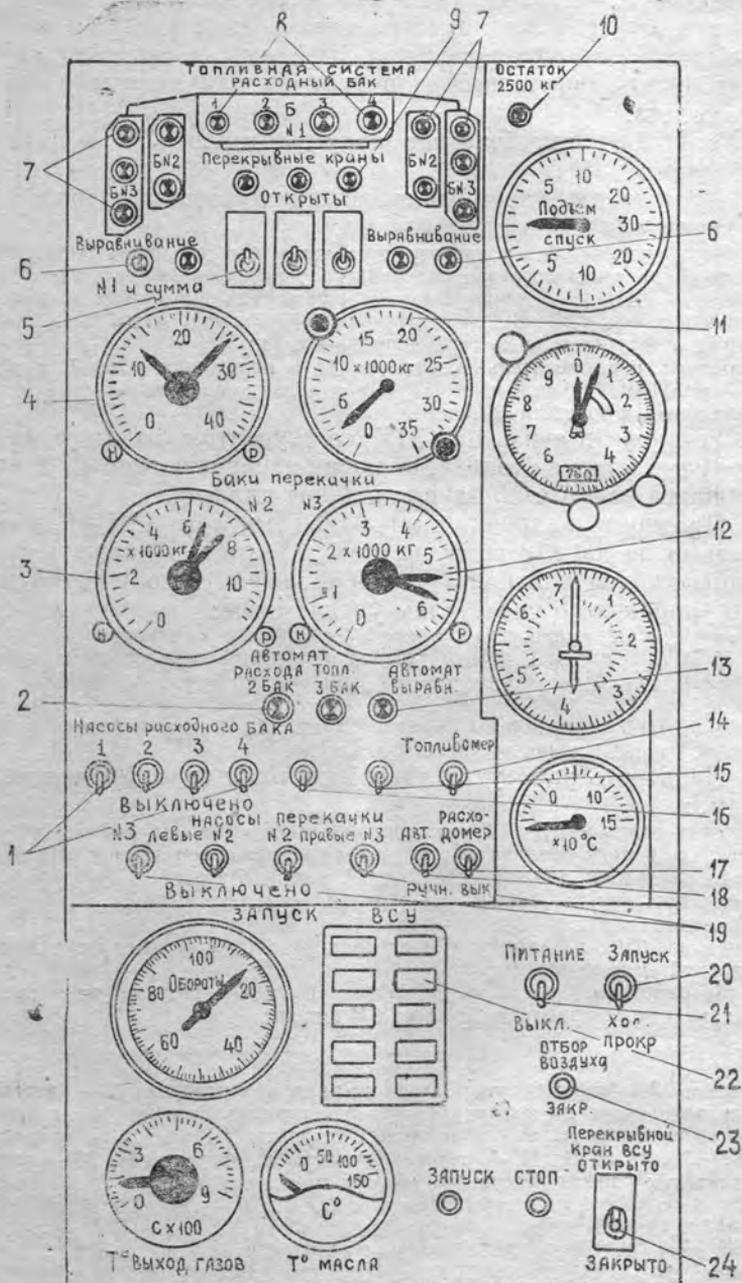
включить выключатели 14 «Топливомер» и 16 «Автомат расхода топлива»; проверить работу топливомера поочередным нажатием кнопок «Н» и «Р» на каждом из указателей топливомера 3, 4, 12, в этом случае:

а) при нажатии на кнопку «Н» стрелки указателя должны перемещаться к нулевой отметке шкалы;

б) при нажатии на кнопку «Р» стрелки указателя должны перемещаться к максимальной отметке шкалы;

в) при одновременном нажатии кнопок «Н» и «Р» стрелки указателя должны устанавливаться приблизительно на 3/4 шкалы;

по сетям; 12 — переключатель амперметра по генераторам; 13 — переключатель вольтметра по фазам; 14 — переключатель амперметра по фазам; 15 — амперметры А1 выпрямительных устройств ВУ-6А; 16 — вольтметр ВФ-0,4-45 сети 36 В; 17 — переключатель вольтметра 36 В; 18 — лампа сигнализации работы резервного трансформатора сети 36 В; 19 — выключатель резервного трансформатора сети 36 В; 20 — переключатель питания бортовой постоянной током от генератора ВСУ или РАП; 21 — выключатели аккумуляторов; 22 — лампа сигнализации питания сети от аккумуляторов; 23 — амперметр А-2 «Аккумулятор-ВСУ-РАП»; 24 — выносное сопротивление ВС-25 регулировки напряжения генератора ВСУ



Панель топливной системы и запуска ВСУ

г) при отпускании кнопок стрелки указателя должны возвращаться в исходное положение;

по топливомеру замерить количество топлива в баках;

включить выключатель 17 «Расходомер»;

установить стрелку суммарного расходомера 11 в положение, соответствующее фактическому количеству топлива в баках;

поочередно проверить открытие и закрытие перекрывных (пожарных) кранов переключателями 5. Загорание сигнальных ламп 9 свидетельствует об открытии кранов;

поочередным включением переключателей 1 проверить работу насосов расходного бака по загоранию сигнальных ламп 8;

установить переключатель 18 «Авт.-ручн.» в положение «Ручная», включением выключателей 19 проверить работу насосов перекачки по загоранию сигнальных ламп 7, затем переключатель 18 перевести в положение «Автомат»;

при проверке работы насосов перекачки следить по указателю 4 топливомера за количеством топлива в расходном баке (бак № 1), которое не должно превышать 3300 кг;

проверить работу топливного насоса ВСУ, для чего установить выключатель 21 «Питание» (на панели запуска ВСУ) во включенное положение, а переключатель 20 «Запуск — хол. прокр.» в положение «Запуск». Загорание табло «Р топлива» свидетельствует об исправности насоса.

14. Проверить работу системы пожаротушения (рис. 6), для чего необходимо:

убедиться, что включены все автоматы защиты противопожарных систем, и включить главный выключатель 1 «Питание»;

нажать на кнопку контроля ламп 2. При этом должны загореться все сигнальные лампы и световое табло «Пожар»;

отпустить кнопку контроля ламп, при этом лампы и табло должны погаснуть;

установить в положение «Выключено» автомат защиты «Огнетуш.», распо-

Рис. 5. Расположение элементов управления и контроля топливной системы и запуска ВСУ на панели пульта бортинженера: 1 — выключатели подкачивающих насосов расходного бака; 2 — лампа сигнализации работы автомата расхода топлива; 3 — указатель УТ-1-3Т топливомера баков № 2; 4 — указатель УТ-2-1Т топливомера бака № 1 и суммарного количества топлива; 5 — переключатели управления перекрывными (пожарными) кранами; 6 — лампы сигнализации выключения перекачивающих насосов автоматом выравнивания; 7 — лампы сигнализации работы перекачивающих насосов баков № 2 и 3; 8 — лампы сигнализации работы подкачивающих насосов расходного бака; 9 — лампы сигнализации открытого положения перекрывных (пожарных) кранов; 10 — лампы сигнализации остатка топлива 2500 кг; 11 — указатель суммарного запаса топлива УСЗТ-1Т расходомера СИРТ-1Т; 12 — указатель УТ1-4Т топливомера бака № 3; 13 — лампа сигнализации работы автомата выравнивания; 14 — выключатель топливомера; 15 — выключатель автомата выравнивания; 16 — выключатель автомата расхода топлива; 17 — выключатель расходомера; 18 — выключатель «АВТ.—РУЧН.» переключения управления перекачивающими насосами, (автоматич.—ручное); 19 — выключатели перекачивающих насосов баков № 2 и 3; 20 — переключатель режима «ЗАПУСК—ХОЛ. ПРОКР.»; 21 — выключатель запуска ВСУ; 22 — табло сигнализации давления топлива в магистрали питания ВСУ; 23 — нажимной переключатель управления заслонкой отбора воздуха от компрессора ВСУ; 24 — выключатель перекрывного (пожарного) топливного крана ВСУ

ложенный на правой панели автоматов защиты. При этом должны загореться все лампы с желтым светофильтром (5 ламп);

установить пакетный переключатель 4 «Контроль системы на земле» в положение «1М» (мотогондола двигателя № 1);

установить пакетный переключатель проверки групп датчиков 5 в положение «1» (первая группа датчиков). При этом загорается сигнальная лампа-кнопка мотогондолы первого двигателя, табло «Пожар» у пилотов и бортинженера;

установить пакетный переключатель 5 последовательно в положения для всех шести групп датчиков. При этом в любом положении пакетного переключателя табло «Пожар» у пилотов и бортинженера должны загораться, а лампа-кнопка должна гореть непрерывно;

установить пакетный переключатель в положение «Выкл.». При этом табло «Пожар» у пилотов и бортинженера должно погаснуть, а лампа-кнопка гореть. Последовательно переставляя переключатель контроля системы на земле в положения «2М» (гондола двигателя № 2), «3М» (гондола двигателя № 3), «ВСУ», «1 дв.», «2 дв.», «3 дв.», повторить вышеперечисленные операции. Причем, для положения «ВСУ», «1 дв.», «2 дв.», «3 дв.» пакетный переключатель 5 устанавливается только в первые три положения (три группы датчиков);

установить пакетные переключатели (4, 5) в положение «Выкл.» и убедиться, что все лампы-кнопки горят;

установить главный переключатель «Питание» в положение «Выкл.» и вновь его включить;

убедиться, что лампы-кнопки сигнализации пожара не горят;

установить автомат защиты «Огнетуш.» в положение «Включено».

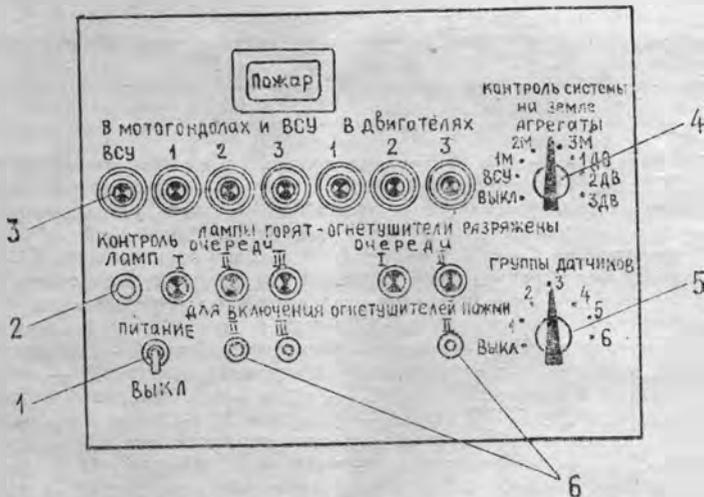


Рис. 6. Расположение элементов управления и контроля системы пожаротушения: 1 — главный выключатель пожаротушения; 2 — кнопка контроля исправности сигнальных ламп; 3 — лампы-кнопки сигнализации пожара в отсеках пожаротушения; 4 — пакетный переключатель контроля системы на земле; 5 — пакетный переключатель проверки групп датчиков; 6 — кнопки включения огнетушителей

При лечении. Запрещается нажимать лампы-кнопки 3 и кнопки 6 включения огнетушителей при включенном автомате защиты «Огнетуш.».

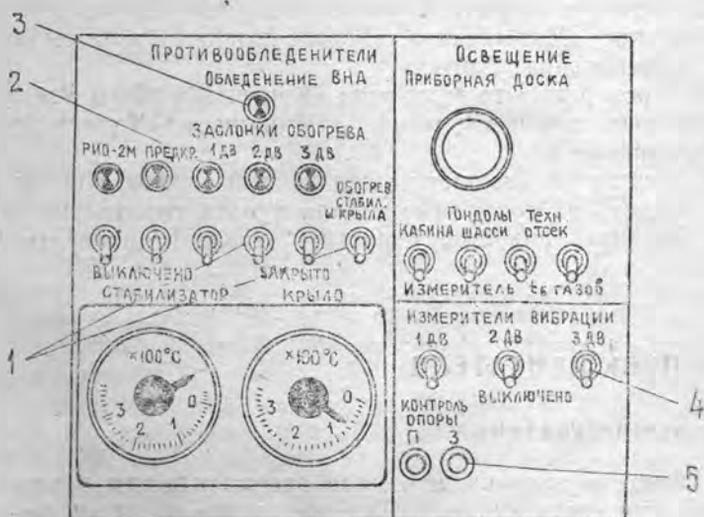


Рис. 7. Расположение элементов управления и контроля на электрошитке бортинженера; 1 — выключатели управления заслонкой отбора воздуха на противообледенители воздухозаборника и ВНА двигателя; 2 — лампы сигнализации открытого положения заслонок; 3 — лампа сигнализации обледенения ВНА; 4 — выключатели измерителя вибрации и замера температур газа за турбиной; 5 — нажимные кнопки контроля работоспособности виброаппаратуры

15. Проверить работу виброаппаратуры (рис. 7), для чего необходимо:

включить выключатели 4 «Измерители вибрации и измерители температуры газов»;

поочередным нажатием кнопок 5 «П» и «3» проверить исправность виброаппаратуры. При нажатии кнопки должно загораться световое табло проверяемого двигателя «Вибрация велика», расположенное на панели «Приборы контроля работы двигателя».

16. Проверить плавность перемещения рычагов управления двигателями (РУД), реверсом (РУР) и остановом, для чего необходимо:

переместить рычаги РУД каждый в отдельности из положения «Малый газ» в положение «Взлетный режим» и обратно;

перевести рычаг РУР из нижнего положения «Реверс выключен» в верхнее положение «Реверс включен» и обратно;

перевести рычаг управления остановом двигателя из положения «Останов» в положение «Запуск» и обратно.

Рычаги должны перемещаться плавно, без заеданий. Рычаг останова должен надежно фиксироваться в положении «Запуск»;

17. Установить рычаги управления двигателем соответственно в положение «Малый газ», «Реверс выключен», а рычаг останова — в положение «Запуск».

18. Проверить, что на панели «Контроль работы двигателя» горят световые табло «Р масла», «Р топлива», «Клапан перепуска», «РНА прикрыт.».

19. Поставить самолет на стояночный тормоз, для чего необходимо нажать на тормозные педали пульта управления левого пилота, вытянуть фиксатор, отпустить педали и проверить их стопорение.

ЗАПУСК ДВИГАТЕЛЯ

1. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1. Система запуска двигателя автоматическая и включается в работу нажатием кнопки «Запуск», а выключается по сигналам системы автоматического управления запуском или нажатием кнопки «Стоп».

Двигатель автоматически выводится на режим малого газа с помощью воздушного стартера, автомата запуска топливного насоса-регулятора НР-8, стоп-крана топливного насоса-регулятора и системы зажигания.

Регламентация последовательности работы автоматики запуска осуществляется по времени от программного механизма и по частоте вращения ротора компрессора высокого давления (ВД) от тахогенератора ТГ-6Т.

Система запуска обеспечивает запуск двигателя на земле, холодную прокрутку, ложный запуск и запуск двигателя в полете.

2. Запуск двигателя можно производить от бортовой вспомогательной силовой установки (ВСУ) ТА-6А, от аэродромного источника сжатого воздуха и от компрессора работающего двигателя НК-8-2. Параметры сжатого воздуха в воздушной системе запуска: давление 0,40...1,05 МПа, расход более 1,34 кг/с и температура примерно 200°C.

3. Для запуска двигателей НК-8-2 необходимо наличие в бортовой сети самолета электроэнергии постоянного тока с напряжением 24...28 В и переменного трехфазового напряжения 208 В с частотой 400 Гц.

4. Запуск ВСУ (ТА-6А) разрешается производить от наземного источника постоянного тока и в исключительных случаях (при отсутствии наземного источника достаточной мощности) от борто-

вых аккумуляторных батарей. В качестве наземных источников постоянного и переменного токов применяются спецмашины типа АПА-50М и ЭГУ-3.

5. Если температура масла в двигателе при работе на масле МК-8, МК-8П ниже -25°C и на масле ВНИИ НП-5-1-4Ф ниже -40°C , то необходимо перед запуском прогреть горячим воздухом маслобак, топливомасляный радиатор, коробки приводов самолетных агрегатов, масляные трубопроводы и воздушный стартер. Прогрев производить от наземных средств горячим воздухом с температурой не выше $+100^{\circ}\text{C}$ до повышения температуры масла в двигателе (по бортовому указателю) не ниже -5°C .

6. Разрешается производить пять запусков, непрерывно следующие один за другим. Каждый последующий запуск следует производить только после полной остановки ротора компрессора низкого давления (НД).

7. В случаях неудавшегося запуска с невозпламенением топлива, чрезмерного повышения температуры выходящих газов (t_{r}^*) последующий запуск производить только после выполнения холодной прокрутки двигателя от стартера.

2. ЗАПУСК ДВИГАТЕЛЯ ОТ ВСУ

Для запуска двигателя от ВСУ необходимо запустить ВСУ, подключить его генераторы постоянного и переменного тока к бортовой сети самолета и подать сжатый воздух от ТА-6А в систему запуска основных двигателей. В случае неудавшегося запуска ВСУ следует произвести холодную прокрутку и повторить запуск.

Запуск вспомогательной силовой установки

Запуск ВСУ производится в следующей последовательности.

1. Перед запуском ВСУ необходимо на правой панели АЗС включить автоматы защиты, обеспечивающие работу топливного насоса ВСУ, автоматики запуска, управления и приборов контроля.

2. На панели «ВСУ» (см. рис. 5) пульта бортинженера включить выключатель 21 «Питание» и переключатель 20 «Запуск — холодная прокрутка» в положение «Запуск». В течение всей работы двигателя ТА-6А главный выключатель «Питание» и переключатель «Запуск — холодная прокрутка» должны оставаться соответственно в положении «Питание» и «Запуск».

При установке выключателя в положение «Питание» через 7—8 с должны загореться световые табло «Заборник открыт» и «Готов к запуску», что свидетельствует об открытии створок воздухозаборника и закрытии заслонки отбора воздуха от компрессора ВСУ в самолетные системы.

При установке переключателя в положение «Запуск» включается подкачивающий топливный насос ЭЦН-19 и загорается световое табло «Р топлива».

3. Включить переключатель 24 «Перекрывной кран ВСУ» и убедиться, что на панели ВСУ не горят световые табло «Уровень масла», «ГСА неисправна». Табло «Уровень масла» загорается при наличии масла в баке менее 2,5 литра,

а «ТСА неисправна» — при неисправностях в тахосигнальной аппаратуре, регламентирующей процесс запуска по частоте вращения.

4. Установить двухстороннюю связь по СПУ с ответственным по запуску на стоянке самолета.

5. Дать команду по СПУ «От ВСУ» и, получив ответ «Есть от ВСУ», нажать кнопку «Запуск» на 1—2 с с одновременным пуском секундомера. В дальнейшем запуск двигателя ТА-6А и выход его на режим холостого хода происходит автоматически. В процессе запуска контролировать:

температуру газа за турбиной. Кратковременный заброс температуры допускается до 680°C ;

время выхода на частоту вращения холостого хода. Оно должно быть в пределах 22—45 с;

непрерывный рост частоты вращения;

на частоте вращения 90% включение светового табло «Выход на режим»;

напряжение в борсети постоянного тока. Оно должно быть не ниже 16 В.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Прекратить запуск ВСУ нажатием кнопки «Стоп»: при зависании частоты вращения ротора двигателя с резким ростом температуры выходящих газов до 550°C ;

при возникновении помпажа;

при обнаружении течи топлива и масла;

при отсутствии воспламенения топлива после 4 с с момента нажатия кнопки «Запуск».

После неудавшегося запуска необходимо осуществить холодную прокрутку двигателя для удаления топлива из камеры сгорания и газосборника.

6. В процессе работы двигателя контроль за его работой на холостом ходу и на режимах загрузки осуществлять визуально, по приборам и сигнальным табло:

по измерителю частоты вращения. Частота вращения должна быть $99 \pm 1\%$, на режиме загрузки — в диапазоне 97—101%;

по измерителю температуры выходящих газов за турбиной. Температура на режиме холостого хода не должна превышать $405^{\circ}\text{C} + t_n$, на режимах загрузки $495^{\circ} + t_n$, где t_n — температура наружного воздуха, $^{\circ}\text{C}$;

по измерителю температуры масла. Температура масла на входе в двигатель ТА-6А должна быть от +40 до $+110^{\circ}\text{C}$. Предельные допустимые температуры для масла МК-8П от -30 до $+115^{\circ}\text{C}$, для масла ВНИИ НП-5-1-4Ф — от -40 до $+120^{\circ}\text{C}$.

7. Автоматический останов двигателя ТА-6А с одновременным включением соответствующих табло осуществляется на режиме с частотой вращения свыше 90%:

сигнализатором опасной температуры СОТ-1М-1 при забросе температуры газов за турбиной в пределах $5/0 \pm 8^{\circ}\text{C}$ (горит табло «Предельная температура»); тахосигнальной аппаратурой ТСА-6М при забросе оборотов двигателя до $105 + 3\%$ (горит табло «Предельные обороты»);

сигнализатором давления масла при падении давления масла на входе в двигатель до $0,314 \pm 0,039$ МПа ($3,2 \pm 0,4$ кгс/см²) (горит табло «Р масла»).

8. Включение внешней нагрузки. Для включения генератора постоянного тока ВСУ в самолетную сеть необходимо:

убедиться по вольтметру постоянного тока (панель энергетики постоянного тока) в наличии напряжения на генераторе ВСУ, установив переключатель вольтметра в положение «ВСУ». Напряжение должно быть равным 37—28 В. При необходимости подрегулировать величину напряжения вращением ручки потенциометра «Регулировка»;

включить переключатель «РАП-ВСУ» в положение «ВСУ» и убедиться по вольтметру в наличии напряжения в сети постоянного тока, установив переключатель вольтметра в положение «Сеть».

Для включения генератора переменного тока в самолетную сеть необходимо установить переключатель «РАП-ВСУ», расположенный на панели энергетики переменного тока, в положение «ВСУ». Величину напряжения и частоту переменного тока контролировать по вольтметру, герцметру и силу тока по амперметру, находящихся на той же панели.

Для включения отбора воздуха от компрессора ВСУ на запуск или в систему кондиционирования необходимо на панели контроля работы ВСУ нажать переключатель «Отбор воздуха» вверх и удерживать его в этом положении в течение 8 с. При открытии заслонки отбора воздуха на панели ВСУ погаснет световое табло «Готов к запуску». Для выключения отбора воздуха необходимо удерживать переключатель в нижнем положении до загорания табло «Готов к запуску».

Примечание. При включении внешней нагрузки следить за изменением частоты вращения двигателя (понижение не должно быть более 2%) и за повышением температуры выходящих газов, которая не должна превышать значений $495 + t_n$ °С. В случаях превышения указанных значений снять внешнюю нагрузку и остановить ВСУ.

9. Проверить давление в тормозах колес по манометрам, расположенным на верхней панели пульта пилотов. В случае отсутствия давления в тормозах зарядить систему, включив насосную станцию НС-46.

10. Дать команду по СПУ на выключение наземных источников электропитания.

Холодная прокрутка двигателя ВСУ

Холодная прокрутка выполняется:

после неудавшегося запуска (при температуре наружного воздуха -10°C и ниже. Если неудавшийся запуск не сопровождался интенсивным ростом температуры выходящих газов, холодную прокрутку можно не производить);
при загорании топлива и масла после останова двигателя;
перед повторным запуском при температуре наружного воздуха $+35^{\circ}\text{C}$ и перерыве между останом двигателя и его запуском менее 20 мин.

Необходимо соблюдать следующую последовательность:

1. Выполнить подготовительные работы согласно п. 1 раздела «Запуск вспомогательной силовой установки».
2. Установить переключатель «Запуск — холодная прокрутка» в положение «Холодная прокрутка» и включить выключатель «Питание»; убедиться в готовности двигателя к запуску.
3. Дать предупредительный сигнал о начале холодной прокрутки и временно нажать кнопку «Запуск».

Запуск двигателя НК-8-2

Запуск двигателя от работающего ВСУ производится в следующей последовательности:

1. Дать команду по СПУ «Приготовиться к запуску» и, получив ответ «Есть к запуску», выполнить следующие операции:
убедиться, что включены топливомер, расходомер, автоматы расхода топлива, автомат выравнивания;
открыть перекрывной (пожарный) кран запускаемого двигателя;
открыть крышку на панели запуска двигателей (рис. 8);
включить главный выключатель запуска 4;
включить выключатель 5 «Обогрев запального устройства», если температура наружного воздуха менее $+5^{\circ}\text{C}$;
установить переключатель 3 рода работ в положение «Запуск»;

установить переключатель 6 выбора в положение запускаемого двигателя; убедиться, что главный выключатель противопожарной системы включен; включить топливные насосы расходного бака.

2. Дать команду по СПУ «От двигателей». По этой команде студент, обеспечивающий запуск на земле, убеждается, что перед самолетом и за ним нет людей, а также предметов, мешающих запуску, и отвечает: «Есть от двигателей». Получив ответ, нажать на кнопку 2 «Запуск» и включить секундомер.

3. Выход двигателя на режим малого газа происходит в следующей последовательности.

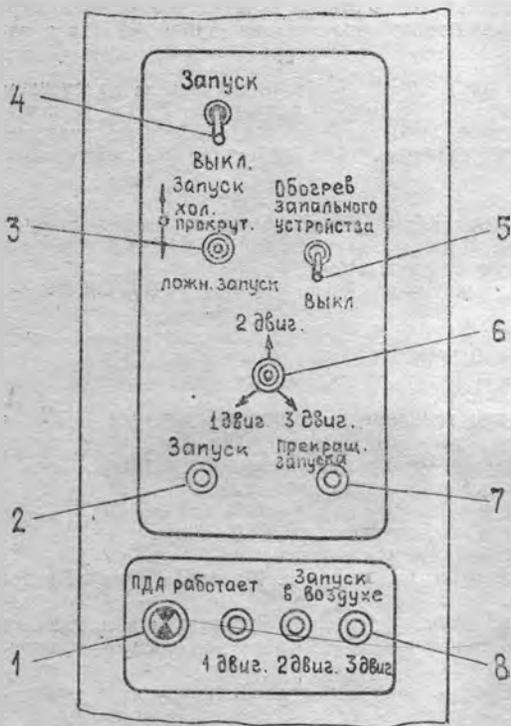


Рис. 8. Расположение элементов управления и контроля на панели запуска двигателей: 1 — лампа сигнализации «АПД работает»; 2 — кнопка запуска двигателя; 3 — переключатель выбора рода работ; 4 — главный выключатель запуска; 5 — выключатель обогрева зональных устройств; 6 — переключатель выбора запускаемого двигателя; 7 — кнопка прекращения запуска; 8 — кнопки запуска двигателей в полете

температуре наружного воздуха ниже $+5^{\circ}\text{C}$.

На шестой секунде с момента нажатия кнопки «Запуск» подается напряжение на электроклапан пускового топлива, и в пусковых воспламенителях созда-

Нажатием кнопки «Запуск» включается в работу программный механизм автоматики запуска выдачи команд по времени и частоте вращения ротора высокого давления, который через 0,5 с самоблокируется, и на панели запуска загорается сигнальная лампа «АПД работает».

Подается напряжение на электромеханизм МПК-13А управления положением пусковой заслонки воздушного стартера. Заслонка подачи воздуха на стартер медленно открывается (за 7—8 с), повышая давление воздуха, поступающего на турбину стартера, и обеспечивает плавную раскрутку ротора ВД.

Одновременно напряжение $+27\text{ В}$ поступает на электроклапан стоп-крана насоса-регулятора НР-8 для предотвращения преждевременной подачи рабочего топлива к форсункам камеры сгорания.

Включается система зажигания, осуществляя «тренировку» запальных свечей пусковых воспламенителей.

При включенной системе обогрева запального устройства подается напряжение на нагревательные элементы пусковых воспламенителей. Обогрев запального устройства повышает надежность запуска при тем-

ется поджигающий факел. При включенном обогреве запального устройства на электроклапан пускового топлива поступает импульсное напряжение.

На частоте вращения ротора ВД $16 \pm 1,5\%$ обесточивается электроклапан стоп-крана и насос-регулятор осуществляет подачу рабочего топлива к форсункам камеры сгорания с давлением $0,2-0,3$ МПа ($2-3$ кгс/см²).

При достижении ротором ВД частоты вращения $41 \pm 2\%$ блок выдачи команд по частоте вращения вырабатывает сигнал, который используется для выключения стартера (закрытия пусковой заслонки), зажигания и системы подачи пускового топлива. Сигнальная лампа «АДП работает» через $2-3$ с гаснет, и а частота вращения ротора ВД не увеличится, необходимо прекратить подачу с момента нажатия кнопки «Запуск».

В процессе выхода двигателя на режим малого газа и при достижении давления масла $0,23 \pm 0,05$ МПа ($2,3 \pm 0,5$ кгс/см²) должно погаснуть световое табло «Р масла»; при давлении топлива свыше $0,165 \pm 0,03$ МПа ($1,65 \pm 0,3$ кгс/см²) гаснет световое табло «Р топлива».

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ. 1. Температура газов за турбиной при запуске не должна превышать 600°C .

2. Если произойдет быстрый рост температуры газов за турбиной до 550°C , двигатель самостоятельно выходит на режим малого газа за время не более 80 с топлива в двигатель переводом рычага останова в положение «Останов», продолжая прокрутку двигателя от стартера до окончания цикла автоматического запуска для продувки и охлаждения двигателя.

3. Если на оборотах $n_{\text{ВД}} = 38,5\%$ не произойдет автоматическое отключение стартера, то отключить его вручную, нажав на кнопку «Стоп».

4. Немедленно прекратить запуск двигателя переводом рычага останова в положение «Останов» в случаях:

преждевременного отключения подачи воздуха в стартер:

при температуре газов за турбиной двигателя 600°C ;

если произойдет отключение стартера через 60 ± 9 секунд на частоте вращения ротора $n_{\text{ВД}}$ ниже $38,5\%$;

невоспламенения топлива (нет роста температуры газов) в течение 40 секунд с момента нажатия кнопки «Запуск»;

если давление масла в двигателе не достигнет $0,25$ МПа ($2,5$ кгс/см²) в течение одной минуты после выхода двигателя на режим малого газа.

5. В процессе запуска допускается кратковременное загорание табло «Вибрация велика», при этом уровень вибраций (по указателю) не должен быть выше 65 м/с.

После прогрева двигателя на оборотах малого газа в течение одной минуты табло «Вибрация велика» должно погаснуть.

6. В случае неудавшегося запуска, когда в двигатель подавалось топливо и оно не воспламенилось, дальнейший запуск производить только после холодной прокрутки двигателя от стартера.

4. После выхода двигателя на режим малого газа необходимо выключить секундомер, зафиксировать продолжительность запуска и убедиться, что параметры работы двигателя соответствуют техническим требованиям (ГТ), а именно:

частота вращения ротора ВД $55,5-53\%$;

частота вращения ротора НД $29-33\%$;

давление масла не менее $0,35$ МПа ($2,5$ кгс/см²);

давление топлива перед форсунками $0,25-0,6$ МПа ($2,5-6,0$ кгс/см²).

Затем на панели запуска установить главный выключатель, выключатель обогрева запального устройства, переключатель выбора запускаемого двигателя в положение «Выключено», если не производится запуск последующего двигателя.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Установку главного выключателя запуска в выключенное положение необходимо производить сразу после запуска двигателя (двигателей), так как при выключенном положении главного выключателя снимается блокировка автоматического останова ВСУ по предельным параметрам.

5. Подключить генератор переменного тока ГТ-40П запущенного двигателя к бортсети самолета, для чего необходимо:

на панели энергоузла переменного тока включить соответствующий выключатель «Генераторы» и по выключению сигнальной лампы убедиться в подключении генератора к бортсети самолета;

установить переключатель «ВСУ-РАП» в нейтральное положение;

проконтролировать по частотомеру, вольтметру и амперметру частоту, напряжение и ток в сети I и III;

на панели энергоузла «Сеть 27 В» включить выключатели выпрямительных устройств «№ 1» и «№ 2» и переключатель «ВСУ-РАП» установить в нейтральное положение;

проконтролировать работу выпрямительных устройств по амперметрам и вольтметру. Напряжение должно быть 27—28 В, и амперметры должны показывать ток нагрузки.

6. Останов ВСУ ТА-6А. Перед выключением ВСУ необходимо:

закрыть отбор воздуха от ВСУ, установив переключатель «Отбор воздуха» в положение «Закр.» на время 7—8 с до загорания табло «Готов к запуску»;

поработать на холостом ходу 1—2 мин, а затем выключить двигатель нажатием кнопки «Стоп».

В процессе уменьшения частоты вращения двигателя замерить время «выбега» с частоты вращения от 30 до 10% по указателю тахометра. Нормальный «выбег» у прогретого двигателя должен составлять не менее 15 с.

После останова двигателя на панели «Запуск ВСУ» установить переключатель «Запуск — холодная прокрутка» в положение «Хол. прокр.», переключатель управления перекрывным топливным краном — в положение «Закрыто», главный выключатель «Питание» — в положение «Выкл.».

3. ЗАПУСК ДВИГАТЕЛЯ ОТ АЭРОДРОМНОГО ИСТОЧНИКА СЖАТОГО ВОЗДУХА (АГРЕГАТ УВЗ)

Для запуска двигателя от установки воздушного запуска (УВЗ) необходимо:

выполнить подготовительные работы, указанные в разделе «Запуск двигателя НК-8-2»;

убедиться, что агрегат УВЗ подсоединен к бортовому штуцеру запуска;

дать команду по СПУ студенту, руководящему запуском на земле, о запуске двигателя УВЗ и включении подачи воздуха на запуск двигателей.

В дальнейшем запуск производить, как указано в пп. 1—5 раздела «Запуск двигателя НК-8-2».

4. ЗАПУСК ДВИГАТЕЛЯ ОТ КОМПРЕССОРА РАБОТАЮЩЕГО ДВИГАТЕЛЯ

Для запуска двигателя от компрессора работающего двигателя необходимо дать команду по СПУ «Приготовиться к запуску» и, получив ответ «Есть к запуску», приступить к запуску;

установить работающему двигателю режим, соответствующий положению РУД 70—77° по индикатору ИП21-08;
открыть (на панели системы кондиционирования) кран отбора воздуха от работающего двигателя;
открыть крышку панели запуска двигателей;
включить главный выключатель запуска;
установить переключатель рода работ в положение «Запуск»;
установить переключатель выбора в положение запускаемого двигателя.

В дальнейшем запуск производить, как указано в разделе «Запуск двигателя НК-8-2».

5. ХОЛОДНАЯ ПРОКРУТКА ДВИГАТЕЛЯ

Холодную прокрутку двигателя выполняют:

после неудавшегося запуска;

перед повторным запуском при температуре наружного воздуха более +35°С и в перерыве между остановом двигателя и его запуском менее 20 мин;

при загорании топлива и масла после останова.

При выполнении холодной прокрутки от ВСУ необходимо:

проверить, что подготовительные работы выполнены;

установить главный выключатель запуска в положение «Запуск»;

переключатель выбора двигателя — в положение прокручиваемого двигателя;

переключатель рода работ — в положение «Холодная прокрутка»;

рычаг управления двигателем — в положение «Малый газ», а рычаг останова — в положение «Останов»;

включить выключатель «Отбор воздуха» от ВСУ;

дать команду по СПУ «От двигателя»;

получив ответ «Есть от двигателя», нажать на кнопку «Запуск».

Примечание. Параметры полного процесса холодной прокрутки: частота вращения ротора ВД не ниже 19%, длительность 60 с.

ПРОГРЕВ И ОПРОБОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЯ

Прогрев и проверку работы двигателя проводить в соответствии с графиком, показанным на рис. 9, результаты измерений занести в протокол испытания (приложение).

1. После запуска прогреть двигатель на режиме малого газа в течение 30 с и затем плавным увеличением режима работы двигателя до 0,4 номинала перемещением рычага управления двигателем ($\alpha_{руд} = 68 \pm 2^\circ$).

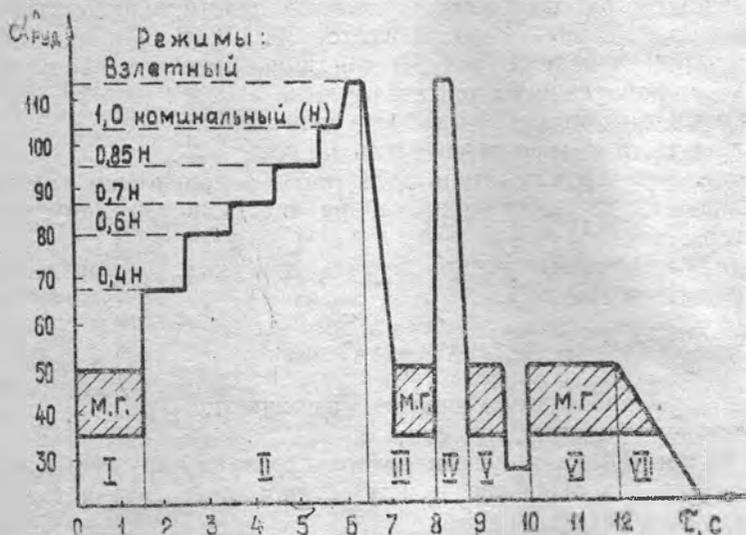
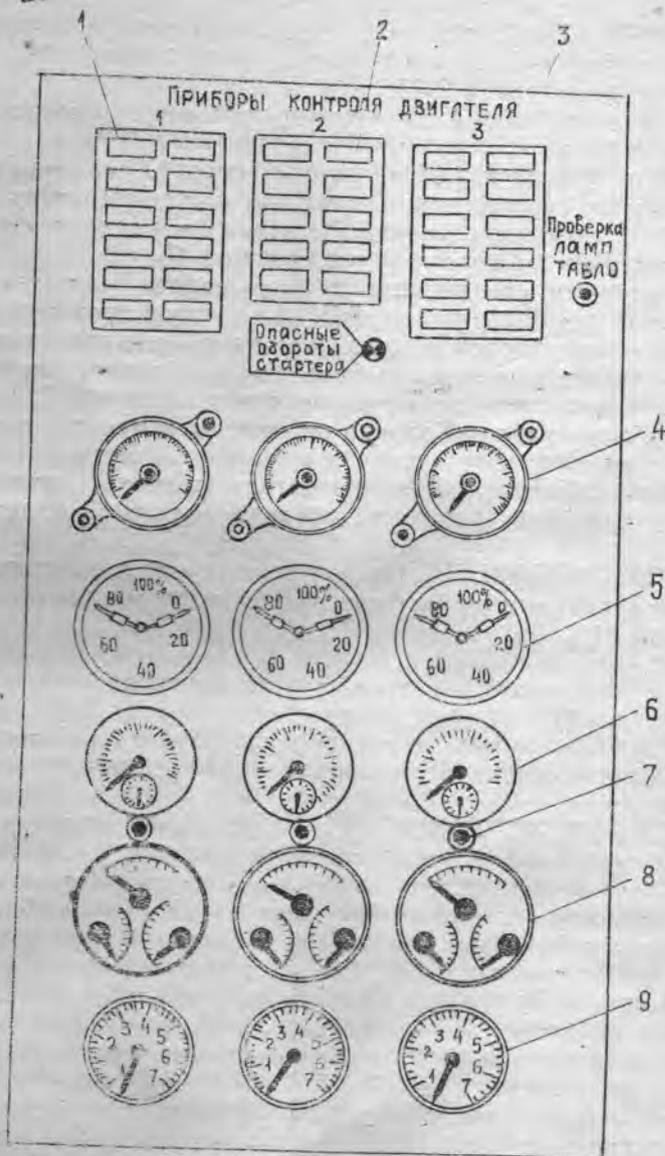


Рис. 9. График прогрева и проверки работы двигателя

2. В процессе увеличения режима проверить частоту вращения ротора низкого давления, при которой происходит перестройка регулируемого направляющего аппарата (РНА) с угла запуска на рабочий угол. При перестройке РНА гаснет световое табло «РНА закрыт» и происходит увеличение частоты вращения ротора низкого давления примерно на 6—8%. В момент погасания табло «РНА закрыт» замерить частоту вращения и величину прироста частоты вращения ротора низкого давления. Частота перестройки РНА зависит от температуры наружного воздуха и должна находиться в поле допуска на регулировку РНА (рис. 10).



Рис. 10. Зависимость замеренной частоты вращения $n_{нд}$ перестройки РНА от температуры наружного воздуха



Р и с. 11. Расположение элементов контроля режимов работы двигателей на панели «Приборы контроля двигателя»: 1, 2, 3 — световые табло; 4 — указатели положения РВД; 5 — указатели частоты вращения двигателя; 6 — указатели температуры газов за турбиной; 7 — кнопки проверки работоспособности измерителей температуры газов за турбиной; 8 — 3-стрелочные указатели давления масла, топлива и температуры масла; 9 — указатели расходомеров

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Не допускается работа двигателя на частотах вращения ротора низкого давления свыше 46%, если не произойдет перестройка РНА.

3. На режиме работы двигателя 0,4 номинала замерить по указателям приборов контроля работы двигателя (рис. 11) значения параметров: частоту вращения ротора высокого давления $n_{вд}$; частоту вращения ротора низкого давления $n_{нд}$; температуру газов за турбиной $t_{г*}$; давление топлива $P_{т}$; давление и температуру масла в двигателе $P_{м}$ и $t_{м}$; часовой расход топлива $G_{т}$.

4. Медленным увеличением режима работы двигателя проверить частоту вращения ротора ВД, при которой происходит закрытие клапанов перепуска воздуха. В момент закрытия клапанов перепуска воздуха гаснет сигнальное табло «Клапана перепуска» и происходит понижение температуры газов на 10—20°C. При погасании светового табло «Клапана перепуска» замерить частоту вращения ротора высокого давления и понижение температуры газов за турбиной. Частота вращения ротора высокого давления при закрытии клапанов перепуска воздуха должна соответствовать $75,5 \pm 1,5\%$.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Не допускается работа двигателя с открытыми клапанами на частотах вращения ротора высокого давления свыше 81%.

5. На режиме работы двигателя 0,6 номинала ($\alpha_{руд} = 80 \pm 2^\circ$) замерить значения параметров, контролирующих работу двигателя (см. пункт 3).

6. Проверить работу двигателя на режиме 0,7 номинала ($\alpha_{руд} = 86 \pm 2^\circ$) и замерить значения параметров, контролирующих работу двигателя.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Выход на режим 0,7 номинала и выше разрешается при температуре масла более -5°C .

7. При работе двигателя на режиме 0,7 номинала проверить работоспособность системы отбора воздуха на противообледенители двигателя и воздухозаборника. Для проверки включить на панели «Противообледенители» (см. рис. 7) выключатели 1 управления заслонками отбора воздуха на обогрев «1 дв.», «2 дв.», «3 дв.». При открытии заслонок подачи воздуха в системы обогрева двигателей и воздухозаборников загораются сигнальные лампы 2 и температура газов повышается на 10—15°C. После проверки выключатели управления положения заслонок отбора воздуха на обогрев установить в положение «Закрыто».

8. Проверить работу двигателя на номинальном режиме, установив РУД в положение $104 \pm 1^\circ$. В течение 10—20 с замерить параметры, контролирующие работу двигателей.

9. Перемещением РУД вывести двигатель на взлетный режим и в течение 10—20 с замерять значения параметров двигателя.

10. Плавным перемещением РУД (за 15—20 с) перевести двигатель на режим малого газа. В процессе снижения режима замерить частоты вращения роторов высокого и низкого давления, при которых происходят открытие клапанов перепуска воздуха и перенастройка РНА. Клапаны перепуска должны открываться на частоте вращения $n_{вд}$ не ниже 70% и перестройка РНА — на $n_{нд} = 40 — 43\%$.

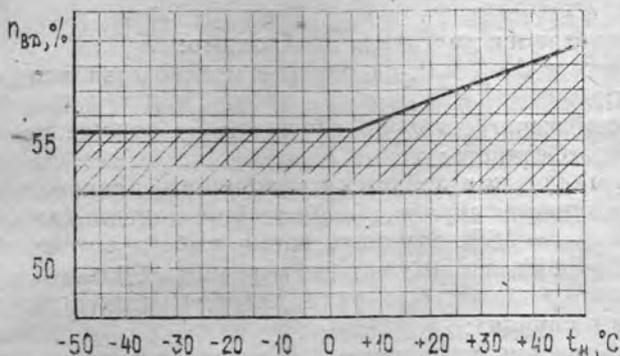


Рис. 12. Зависимость частоты вращения ротора ВД на режиме малого газа от температуры наружного воздуха

11. Проверить работу двигателя на режиме малого газа. Частота вращения ротора ВД должна соответствовать значениям заштрихованной области графической зависимости (рис. 12). Оценить значения других параметров двигателя.

12. Проверить приемистость двигателя перемещением РУД из положения «Малый газ» до взлетного в течение одной секунды. Время с начала перемещения РУД до выхода ротора низкого давления на 2% ниже частоты вращения взлетного режима должно быть 8—10 с.

13. После выдержки двигателя на взлетном режиме в течение 10 секунд перевести примерно за одну секунду РУД в положение «Малый газ». Время с начала сброса до снижения частоты вращения $n_{нд}$ на 6% выше частоты вращения малого газа должно быть не более 10 с.

14. Проверить включение реверса тяги, для этого необходимо поработать на режиме малого газа в течение 20—30 с и затем перемещением рычага управления реверсом примерно за одну секунду до угла 27—29° вывести двигатель на режим обратной тяги. При переводе рычага управления реверсом происходит увеличение режима работы двигателя и должны переложиться створки реверса в течение одной секунды. Перекладка створок реверса в положение

обратной тяги контролируется загоранием сигнального табло «Створки реверса» и кратковременно «Замок реверса». Через 5—10 с перевести рычаг управления реверсом в положение «Реверс выключен». При этом сигнальное табло «Створки реверса» гаснет, загорается кратковременно табло «Замок реверса» и двигатель выходит на режим прямой тяги.

ОСТАНОВ ДВИГАТЕЛЯ

1. Для останова двигателя необходимо:

проработать 2—3 мин на режиме малого газа для охлаждения двигателя;

перевести рычаг останова двигателя из положения «Запуск» в положение «Останов»;

после выключения двигателя прослушать плавность выбега роторов. Посторонних шумов и скрежета не должно быть. С частоты вращения $n_{вд} = 13\%$ замерить время выбега ротора НД до его полной остановки, оно должно быть не менее 90 с.

2. Двигатель может быть остановлен рычагом останова с любого режима в случаях:

резкого падения давления масла на входе в двигатель;

появления (опасной в пожарном отношении) течи топлива или масла;

возникновения пожара;

резкого повышения температуры (сверх допустимой) газов за турбиной;

выброса пламени (факеление) на срезе реактивного сопла;

появления тряски двигателя выше допустимой;

неожиданного срыва самолета с упорных колодок или тормозов.

Дальнейшая эксплуатация двигателя, остановленного в вышеуказанных случаях, разрешается только после определения причины неисправности.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Останов двигателя закрытием пожарного (перекрывного) крана запрещается во избежание выхода из строя агрегатов топливной автоматики двигателя при работе их без топлива.

3. После останова двигателя необходимо:

закрыть перекрывной (пожарный) кран и выключить самолетные подкачивающие и перекачивающие топливные насосы;

установить все выключатели, включенные во время запуска и сробования двигателей, в положение «Выключено»;

осмотреть двигатель, убедиться в отсутствии течи топлива и масла;

осмотреть входной канал, лопатки РНА, просматриваемые лопатки 1-го каскада компрессора НД;

осмотреть реактивное сопло и реверс;

открыть створки капотов и осмотреть крепление и контровку узлов крепления двигателя и всех его агрегатов, а также коммуникаций. Закрыть створки капота;

после осмотра двигателя поставить заглушки во входной канал, а после охлаждения — на реактивное сопло и верхнее окно реверса (для боковых двигателей).

ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ

Определение вида технического состояния (двигатель работоспособный, неработоспособный) заключается в том, что измеренные значения основных функциональных параметров проверяемого двигателя сравниваются со значениями тех же параметров, замеренных на исправном двигателе при одинаковых режимах и внешних условиях работы. В результате сравнения вычисляются отклонения измеряемых параметров. Двигатель считается работоспособным, если параметры его работы не выходят за пределы допусков на отклонения, установленных заводом-изготовителем.

К основным измеряемым параметрам двигателя относятся частоты вращения роторов ВД и НД, температура газов за турбиной $t_{г*}$, давление $P_{т}$ и расход топлива $G_{т}$, давление масла $P_{м}$ и частоты вращения роторов при перестройке РНА и закрытия (открытия) клапанов перепуска воздуха. Значения основных параметров исправного двигателя в зависимости от температуры и давления наружного воздуха на различных режимах его работы определяются по графикам, приведенным на рис. 10, 12, 13—16.

Для определения вида технического состояния двигателя необходимо:

1. По замеренным значениям температуры и давления наружного воздуха определить и занести в таблицу протокола испытания (см. прил.) значения основных параметров исправного двигателя. Поправки на основные параметры при отклонении давления $P_{н}$ от 760 мм рт. ст. ($P_{н0}$) определить по уравнениям $n_{вд} = n_{вд0} + 0,025 (760 - P_{н})$; $n_{нд} = n_{нд0} + 0,05 (760 - P_{н})$ $t_{г*} = t_{г*0} + 0,5 (760 - P_{н})$, где $n_{вд0}$, $n_{нд0}$, $t_{г*0}$ — соответственно частоты вращения и температура газов при $P_{н} = 760$ мм рт. ст. (температура наружного воздуха ниже $+5^{\circ}\text{C}$ для крейсерских режимов и $+30^{\circ}\text{C}$ для взлетного режима работы двигателя).

2. По результатам расчета построить графические зависимости $n_{вд} = f(a_{руд})$ и $n_{нд} = f(a_{руд})$ для исправного двигателя.

3. Нанести на соответствующие графики найденные значения частот вращения проверяемого двигателя и методом графической аппроксимации провести кривую эквидистантно кривой для исправного двигателя.

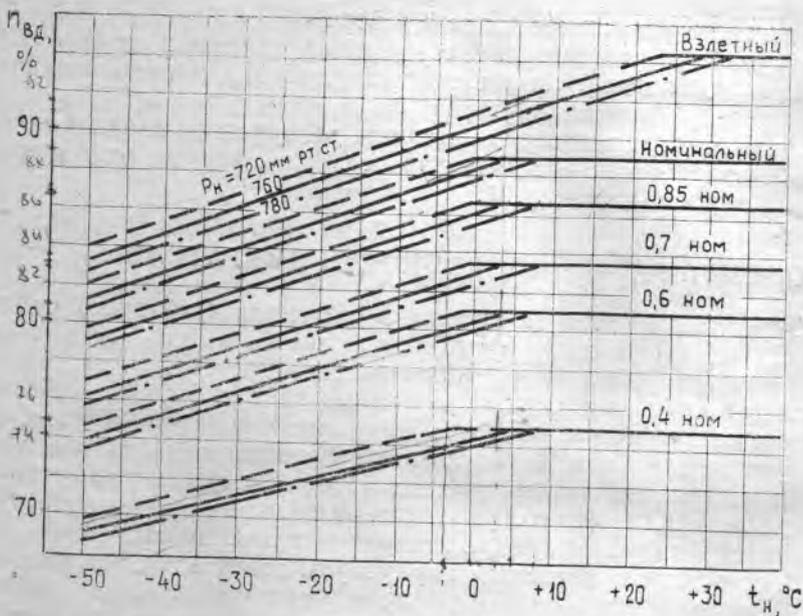


Рис. 13. Зависимость частоты вращения ротора ВД по режимам от температуры наружного воздуха

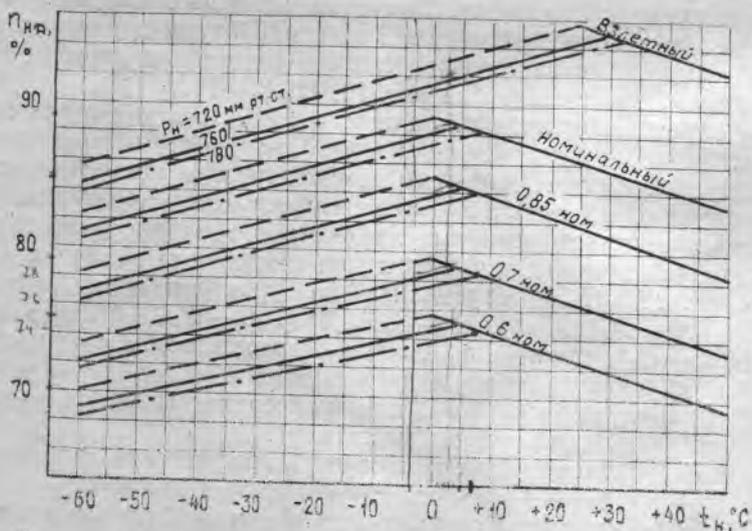


Рис. 14. Зависимость частоты вращения ротора НД для двигателя с реверсом тяги по режимам от температуры наружного воздуха ($H = 0$, $V = 0$, $P_n = 720-780$ мм рт. ст.)

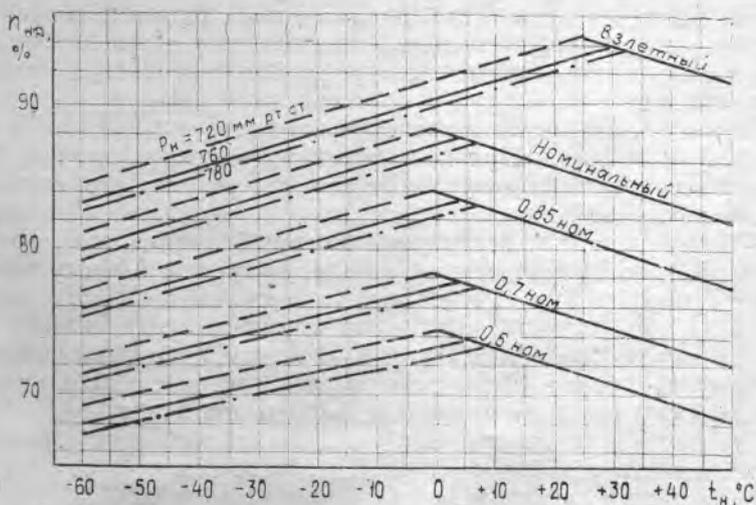


Рис. 15. Зависимость частоты вращения ротора НД для двигателя с соплом по режимам от температуры наружного воздуха ($H = 0$, $V = 0$, $P_H = 720-780$ мм рт. ст.)

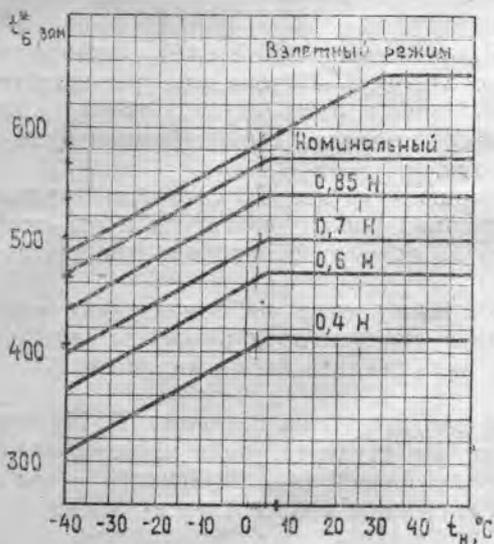


Рис. 16. Зависимость максимально допустимой температуры газов за турбиной двигателя по режимам от температуры наружного воздуха

4. Используя полученные графические функции, определить среднюю величину отклонений $\Delta n_{вд}$ и $\Delta n_{нд}$. При Δn более 2% двигатель следует признать неработоспособным и его необходимо подвергнуть дополнительным проверкам для определения причины неисправности.

5. Сравнить замеренные значения параметров t_r^* , P_T с их предельными значениями. При превышении замеренных значений параметров их предельно допустимых величин считать, что двигатель неработоспособен.

6. Провести анализ отклонений значений остальных замеренных параметров от технической нормы, а именно: частоту вращения КНД перестройки РНА, частоту вращения КВД (допуск $74 \pm 1,5\%$) при закрытии (открытии) клапанов перепуска воздуха, давление масла 0,35—0,4 МПа (3,4—4 кгс/см²), уровень вибраций (при вибрации более 40 мм/с загорается световое табло «Вибрация велика») и внешним признакам работы двигателя.

7. На основании анализа значений отклонений основных параметров от технической нормы дается общее заключение о техническом состоянии двигателя.

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

1. Запуск и опробование двигателей студентами производится под руководством учебного мастера или преподавателя.

2. При выполнении работы студент обязан строго соблюдать и выполнять общие правила техники безопасности при работе на учебном аэродроме.

3. К выполнению работы допускаются студенты, изучившие конструкцию, принцип работы двигателя и его систем, технологические указания по запуску и опробованию двигателя и сдавшие зачет.

4. В процессе выполнения работы студент обязан выполнять только те операции, которые предусмотрены данными методическими указаниями, и проявлять бережное отношение к авиационной технике.

5. В запуске двигателей на самолете Ту-154 принимают участие как минимум два студента, один из которых (запускающий) находится в кабине, второй (наблюдающий) — на специально отведенном месте впереди и правее (левее) оси самолета. При этом обязательно выполнение следующих условий:

запускающий должен четко знать правила запуска и предельно допустимые значения параметров двигателя; в случаях превышения предельных значений параметров двигателя или возникно-

вления аварийных ситуаций обязан прекратить запуск и опробование двигателя;

наблюдающий обязан, начиная с момента подготовки к запуску и до полного останова двигателя, следить за состоянием самолета и силовых установок, своевременно сообщать запускающему по СПУ (а также с помощью визуальной сигнализации) о замеченных недостатках и неисправностях, не допускать к самолету посторонних лиц, спецтранспорт.

6. В случаях возникновения пожара студенты обязаны применять бортовые и наземные средства пожаротушения в соответствии с инструкцией по пожарной безопасности.

7. Выполнять и подавать команды в соответствии с наставлением по технической эксплуатации воздушных судов (НТЭВС).

8. Визуальное дублирование сигналов по СПУ обязаны производить следующим образом. Разрешение на запуск дается наблюдающим путем поднятия белого флажка, запрещение — поднятием красного флажка, немедленный останов — перекрещиванием над головой сигнальных флажков. Сигнал «Внимание» подается поднятием над головой вертикально двух флажков.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Краткое описание процесса запуска и опробования двигателя.
2. Методика оценки работоспособности.
3. Протокол испытания (см. приложение).
4. Графические зависимости $n_{вд}$ и $n_{нд}$ в функции режима работы двигателя ($\alpha_{руд}$).
5. Выводы по работе.

Приложение

Протокол испытания двигателя НК-8-2 № _____ самолета Ту-154
от _____ при $P_H =$ _____ $t_H =$ _____

Режим	$\alpha_{руд}, ^\circ$	$P_{ВД}, \%$		$P_{НД}, \%$		$t_{г}^*, ^\circ C$		$P_T, \frac{кгс}{см}$		$P_M, \frac{кгс}{см}$		$G_T, \frac{кг}{час}$
		по ТТ	изм.	по ТТ	изм.	по ТТ	изм.	по ТТ	изм.	по ТТ	изм.	изм.
м.г.	35-50							10		более 2,5		
0,4Н	56							15		4-0,5		
0,6Н	78							20		4-0,5		
0,7Н	84							25		4-0,5		
0,85Н	94							30		4-0,5		
1,0Н	104							35		4-0,5		
Взлетн.	113							50		4-0,5		
Обратная тяга	10							28		более 2,5		

- Температура масла на всех режимах, $^\circ C$ _____
- Вибрации по передней и задней опорам _____
- Частота вращения $P_{НД}$ перестройки РНА, % _____, $\Delta P_{НД}, \%$ _____, $\Delta t_{г}^*, ^\circ C$ _____
- Частота вращения $P_{ВД}$ закр. (откр) клапанов, % _____, $\Delta P_{НД}, \%$ _____
- Максимальная $t_{г}^*$ в процессе запуска, $^\circ C$ _____
- Время запуска, с _____
- Время выбега, с _____

СОДЕРЖАНИЕ

Порядок выполнения работы	1
Подготовка самолета к запуску двигателей	2
1. Подготовка стоянки	2
2. Подготовка самолета	2
3. Подготовка кабины	3
Запуск двигателя	12
1. Общие указания	12
2. Запуск двигателя от ВСУ	13
3. Запуск двигателя от аэродромного источника сжатого воздуха (агрегата УВЗ)	18
4. Запуск двигателя от компрессора работающего двигателя	18
5. Холодная прокрутка двигателя	19
Прогрев и опробование двигателя	19
Останов двигателя	24
Оценка работоспособности двигателя	25
Техника безопасности	28
Содержание отчета	29
Приложение	30

**ЗАПУСК И ПРОВЕРКА
РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ НК-8-2
НА САМОЛЕТЕ Ту-154**

Составители: Игонин Николай Николаевич
Милов Евгений Акимович
Стенгач Сергей Дорифеевич

Редактор Л. Я. Чегодаева
Техн. редактор Г. А. Усачева
Корректор Т. П. Жбанникова

Сдано в набор 28.01.92 г. Подписано в печать 4.03.92 г.
Формат 60×84 1/16. Гарнитура литературная.
Бумага оберточная. Печать высокая.
Усл.печ.л. 1,86. Усл.кр.-отг. 1,98. Уч.-изд.л. 1,9.
Тираж 350 экз. Заказ 63. Бесплатно.

Самарский ордена Трудового Красного Знамени
авиационный институт имени академика С. П. Королева,
443086 Самара, Московское шоссе, 34.

Тип. ЭОЗ Самарского авиационного института.
443001 Самара, Ульяновская, 18.