

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АЭРОКОСМИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ имени академика С. П. КОРОЛЕВА

ЗАПУСК И ОПРОБОВАНИЕ
ТУРБОВИНТОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ТВ2-117
НА ВЕРТОЛЕТЕ МИ-8

Методические указания к практической работе

САМАРА 2003

Составители: М. Е. Князев, Н. Н. Игонин,
Г. А. Новиков

УДК 629.745

Запуск и опробование турбовинтовых двигателей ТВ2-117 на вертолете МИ-8: Метод. указания к лаб. работе /Самар. гос. аэрокосм. ун-т; Сост. М. Е. Князев, Н. Н. Игонин, Г. А. Новиков Самара, 2003. 19 с.

Приведена последовательность выполнения запуска и опробования двигателя ТВ2-117 на вертолете МИ-8, лопасти несущего винта которого снабжены специальными тормозными щитками; отражены вопросы техники безопасности при проведении практической части работы; описывается работа двигателя и его систем в процессе запуска и на эксплуатационных режимах.

Используются при выполнении комплекса практических и лабораторных работ студентами специальности 13.03 применительно к условиям учебного аэродрома института.

Подготовлены преподавателями кафедры эксплуатации летательных аппаратов и двигателей.

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

Рецензент: В. А. Хитов

Цель работы — привить студентам инженерные навыки в оценке работоспособности силовой установки вертолета по штатным параметрам при выполнении на ней комплекса практических работ.

Работа предусматривает:

1. Изучение технологии запуска и опробования двигателей ТВ2-117А и его систем.
2. Выполнение практической части работы.
3. Оценку работоспособности силовой установки вертолета по штатным параметрам.
4. Оформление и сдачу письменного отчета.

ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

1. Запуск и опробование двигателей ТВ2-117А производится на вертолете, лопасти несущего винта которого оборудованы специальными тормозными щитками (рис. 1). Несущий винт с такими щитками при работе на минимальном шаге обеспечивает необходимую загрузку двигателей. При этом тяга, создаваемая винтом, недостаточна для отрыва вертолета от земли при работе двигателей на всех режимах.

2. Запуск двигателей на таком вертолете производится в обычном порядке без дополнительного регулирования и ограничений.

3. Запуск двигателей осуществляется системой СПЗ-15, работающей в режиме $U - 2U$. Запуск производится от двух источников постоянного тока с напряжением 24—30 В и может быть осуществлен от двух блоков бортовых аккумуляторных батарей 12-САМ-28 (автономный запуск) с электроемкостью не менее 80-А·ч каждый или от аэродромных источников питания типа АПА-2М, АПА-50М, АПА-35-2 и других с располагаемой электрической мощностью не менее 15 кВт. Кроме этого, запуск двигателя можно производить от генератора работающего соседнего двигателя с использованием одного из блоков бортовых аккумуляторных батарей.

4. Продолжительность запуска двигателей зависит от напряжения источников питания и должна быть;

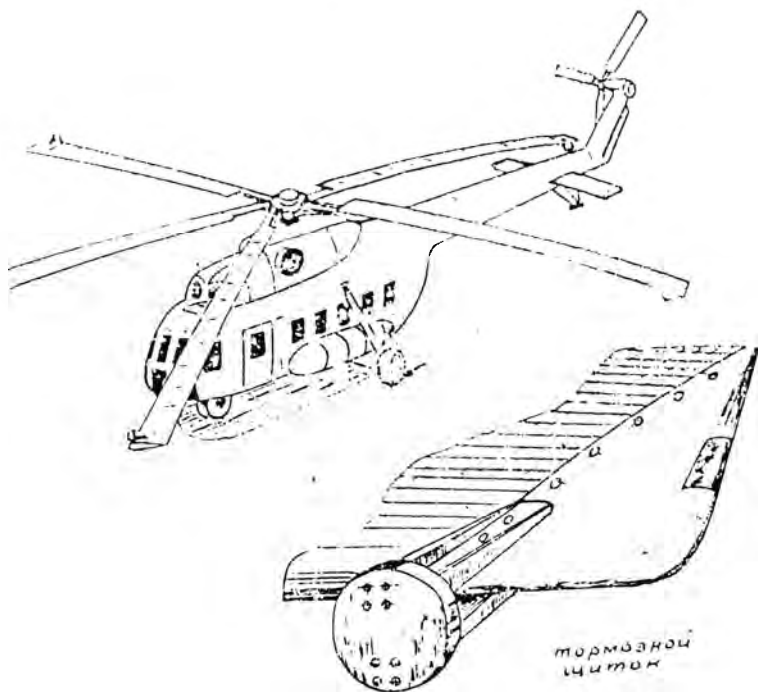


Рис. 1. Несущий винт вертолета, оборудованный тормозными щитками

при запуске от бортовых аккумуляторных батарей—не более 40 с;

при запуске от наземных источников электропитания — не более 30 с.

5. «Заброс» температуры газов перед турбиной при запуске не должен превышать 500°C при частоте вращения ротора турбокомпрессора ниже 40 %; 600°C -- при частоте вращения ротора турбокомпрессора выше 40 %.

6. После неудавшегося запуска перед последующим запуском производится холодная прокрутка (продувка) двигателя.

7. Повторный запуск производить после полной остановки ротора турбокомпрессора, выявления и устранения причины незапуска.

8. При запуске следить за нарастанием давления масла в двигателе, которое при n более 45 % должно быть не менее 0,1 МПа (1 кгс/см^2).

9. Обслуживание двигателей и главного редуктора на вертолете,

лопасти несущего винта которого снабжены специальными тормозными щитками, только *раздельное*. Режимы работы двигателя задаются рычагами раздельного управления (РРУ) 1 (рис. 2). Ручка «Шаг—газ» 2 должна находиться на нижнем упоре, что соответствует минимальному установочному углу лопасти 1° по указателю УШВ-1.

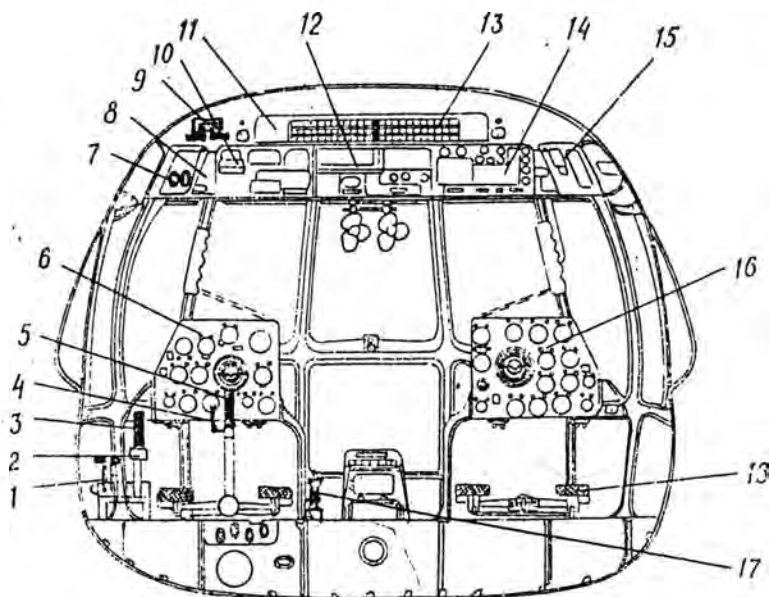


Рис. 2. Схема размещения оборудования и органов управления в кабине пилотов вертолета: 1—рычаги раздельного управления двигателями; 2—ручка «Шаг—газ»; 3—рукоятка коррекции управления двигателями; 4—рычаг управления тормозами колес; 5—ручка управления; 6—левая приборная доска; 7—левая боковая панель электропульты; 8—левый щиток электропульты; 9—рычаги стоп-кранов; 10—левая панель электропульты; 11—левая панель АЗС электропульты; 12—средняя панель электропульты; 13—правая панель АЗС электропульты; 14—правая панель электропульты; 15—правая боковая панель электропульты; 16—правая приборная доска; 17—ручка тормоза несущего винта; 18—педаль ного управления

10. Запуск двигателей на вертолете можно производить в следующих случаях:

вертолет обдувается ветром со скоростью до 8 м/с в любом направлении;

вертолет обдувается ветром от 10 м/с до 20 м/с спереди и слева. При скорости ветра свыше 20 м/с запуск двигателей не производится.

ПОДГОТОВКА К ЗАПУСКУ

Подготовка к запуску двигателей включает подготовку места стоянки и самого вертолета.

Для подготовки стоянки необходимо:

1. Проверить состояние швартовочных приспособлений (привязи), надежность крепления тросов к вертолету и якорям стоянки.

2. Убедиться в наличии и исправности наземных противопожарных средств.

3. Убрать посторонние предметы в радиусе 25 м от вертолета. Попадание посторонних предметов в двигатель может не только привести к забросу температуры газов при запуске, но и вызвать механические повреждения проточной части. Особое внимание следует обращать на присутствие легких предметов (пыль, снег, бумага, ветошь и т. д.), которые могут подниматься работающим несущим винтом и засасываться в двигатель. Стоянку на пыльных площадках желательнее полить водой.

Для подготовки вертолета к запуску необходимо:

1. Расчехлить вертолет.

2. Снять заглушки с входных туннелей двигателей, вентилятора и выхлопных устройств.

3. Снять швартовочные приспособления с несущего винта вертолета.

4. Провести внешний осмотр вертолета в объеме стартового осмотра, обратив особое внимание на отсутствие течи топлива, масла, жидкости в системах вертолета.

5. Убедиться в отсутствии механических повреждений несущего и хвостового винтов вертолета.

6. Проверить правильность зарядки амортизаторов и пневматиков шасси по обжатю; величина обжатия (в мм) соответственно основного и переднего шасси должна быть следующей:

Амортизаторы	180—200,	100—120
Пневматики	50—70,	20—40.

7. В кабине вертолета обратить особое внимание на состояние системы управления вертолетом, контрольно-измерительных приборов двигателей, редукторов, несущего винта;

8. Проверить зарядку бортовых воздушных баллонов по манометру, установленному на левой боковой панели 7 электропульты (рис. 2).

9. Загормозить колеса основного шасси, прижав рычаг управления тормозом 4 к ручке управления 5, и зафиксировать стопором. Убедиться при этом в наличии давления воздуха непосредственно в тормозах по манометру, расположенному также на левой

боковой панели 7 электропульты. Давление при этом должно быть 2,5—3 МПа (25—30 кгс/см²).

10. Растормозить несущий винт вертолета, переместив для этого ручку тормоза 17 вниз до упора.

11. Подсоединить к бортовым розеткам № 1 и № 2 вилки наземного источника электропитания.

12. Установить переключатель «Аэродромное питание — аккумулятор», расположенный на правой панели 14 электропульты, в положение «Аэродромное питание» и переключатель «Сеть на аккумулятор» в положение «Выключено». Если запуск двигателей производится от блоков бортовых аккумуляторных батарей, то переключатель «Аэродромное питание — аккумулятор» ставится в положение «Аккумулятор», а выключатель «Сеть на аккумулятор» в положение «Включено».

13. Замерить напряжение в электросети вертолета, установив для этого переключатель вольтметра, расположенный на правой панели 14 электропульты, по очереди в положение «Розетки № 1 и № 2» и «Аккумуляторная шина»; напряжение должно быть в пределах 24—30 В.

14. Включить на левой и правой панелях 11, 13 электропульты следующие автоматы защиты сети (АЗС): «Запуск», «Зажигание», «Индикаторы двигателей и редуктора», «Ограничение температуры двигателей», «Насосы топливных баков», «Топливомер», «Проверка ламп, мигалка», «Генератор переменного тока», «Преобразователь 115 В», «Гидросистема», «Указатель винта», «Триммеры» «Противопожарная система».

15. Проверить исправность системы сигнализации пожаротушения в следующей последовательности (рис. 3):

убедиться в том, что выключатель «Выключение системы», расположенный на щитке «Противопожарная система» (рис. 3) средней панели 12 (см. рис. 2) электропульты, находится в положении «Выключено»;

установить переключатель 5 (рис. 3) «Огнетушение — контроль датчиков» в положение «Контроль датчиков»;

установить выключатель «Мигалка» на левой боковой панели 7 (см. рис. 2) электропульты в положение «Включено»;

включить противопожарную систему при помощи выключателя «Включение системы» (рис. 3), при этом должно мигать световое табло 6 «Контроль датчиков»;

установить поочередно переключатель 7 «Контроль датчиков» в положение 1, 2, 3 (левый двигатель); 1, 2, 3 (правый двигатель); 1, 2, 3, 4 (редукторный отсек); 1, 2 (отсек обогревателя). Перемещение переключателя производить с выдержкой не менее одной секунды в каждом положении. При исправных цепях системы сигнализации должно мигать соответствующее табло четырех отсеков

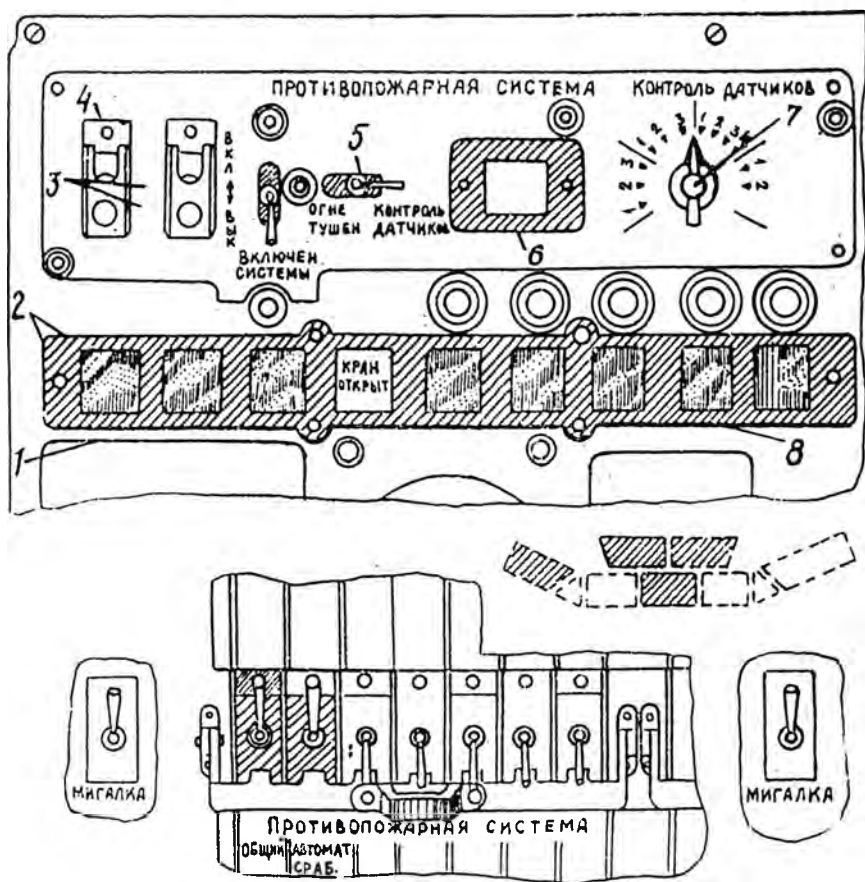


Рис. 3. Щиток противопожарной системы: 1—табло «Кран открыт»; 2—табло «Пожарный кран закрыт»; 3—переключатель «Пожарный кран»; 4—выключатель противопожарной системы; 5—переключатель «Огнетушение—контроль датчиков»; 6—табло «Контроль датчиков»; 7—переключатель «Контроль датчиков»; 8—табло отсеков пожаротушения

и гореть непрерывно, табло «Кран открыт», свидетельствующее об открытии распределительного крана проверяемого отсека. Если табло 1 «Кран открыт» мигает, то необходимо выключить и через 5 с включить систему «Автомат сработал» на левой панели АЗС. Если табло продолжает мигать, то это свидетельствует о неисправности распределительного крана или электрических цепей прове-

ряемого отсека. При этом необходимо выявить неисправности цепи и крана, затем устранить ее:

установить переключатель «Контроль датчиков» в крайнее левое (исходное) положение и убедиться, что табло «Кран открыт» не горит;

установить переключатель «Огнетушение — контроль датчиков» в положение «Огнетушение», при этом световое табло «Контроль датчиков» должно прекратить свое мигание;

выключить систему «Мигалка» выключателем на левой панели электропульты.

16. Установить ручку «Шаг—газ» 2 (см. рис. 2) в крайнее нижнее положение (на упор), рукоятку коррекции 3 — в крайнее левое положение и рычаги 1 раздельного управления двигателями — в нейтральное положение (на защелку).

17. Убедиться в том, что рычаги стоп-кранов 9 находятся в крайнем заднем положении (на себя).

18. Установить переключатели гидросистемы «Основная», «Дублирующая» на средней панели электропульты в положение «Включено».

19. Открыть топливный пожарный кран запускаемого двигателя, установив переключатель 3 (рис. 3) «Пожарный кран» на панели электропульты в положение «Открыто». При этом световое табло 2 «Пожарный кран закрыт» должно погаснуть.

20. Установить переключатель «Преобразователь 115 В — генератор 115 В» на правой панели электропульты в положение «Преобразователь 115 В», а переключатель «Преобразователь 36 В» в положение «Основной».

21. Установить выключатель «Топливонасосы» на левой панели 10 электропульты (см. рис. 2) в положение «Включено». При этом должны загореться световые табло «Расходный бак», «Левый бак» и «Правый бак», что будет свидетельствовать о работе этих насосов.

22. Установить переключатель топливомера на правой приборной доске 16 в положение «Расходный». При этом прибор будет показывать количество топлива в расходном баке.

23. Установить переключатель «Левый—правый» на щитке запуска, расположенного на средней панели электропульты, в положение, соответствующее первому запускаемому двигателю.

24. Убедиться, что переключатель «Прокрутка—запуск» находится в положении «Запуск».

25. Замерить температуру наружного воздуха по термометру, расположенному на каркасе фонаря кабины пилотов, или получить значение температуры от диспетчера метеослужбы.

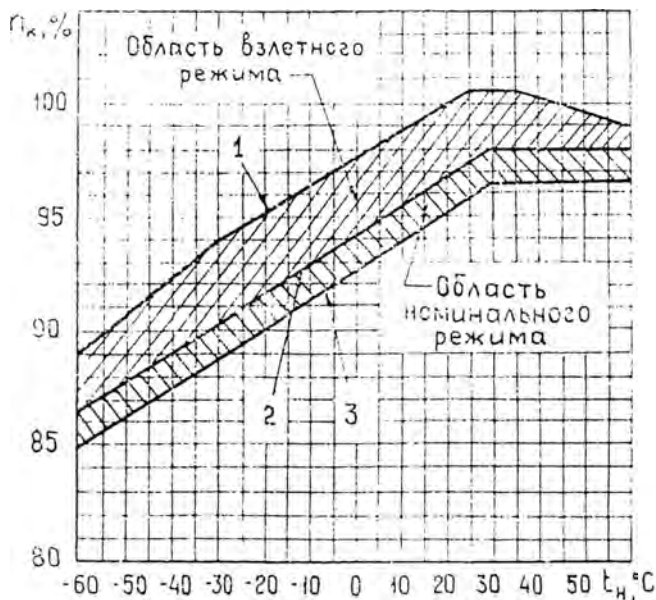


Рис. 4. Зависимость частоты вращения ротора компрессора от температуры наружного воздуха ($H = 0$; $V = 0$); 1, 2, 3 -- границы максимальных режимов

26. Определить по графику (рис. 4) частоту вращения ротора турбокомпрессора на крейсерском, номинальном и взлетном режимах, соответствующую замеренной $t_n, ^\circ\text{C}$.

27. Установить секундомер бортовых часов в нулевое положение.

ЗАПУСК ДВИГАТЕЛЕЙ

Запуск первого двигателя производится в следующей последовательности:

1. Подать команду «От винтов».
2. Получив ответ наблюдающего «Есть от винтов», нажать на 2—3 с кнопку «Запуск», расположенную на щитке запуска, и включить секундомер. При нажатии кнопки «Запуск» на щитке запуска должно загореться световое табло «Автомат включен», что будет свидетельствовать о включении в работу автоматики запуска.

3. Перевести рычаг стоп-крана первого двигателя в положение «Открыто» (вперед). Двигатель должен автоматически выйти на

режим малого газа. Длительность выхода зависит от температуры наружного воздуха, напряжения источников электропитания и не должна превышать 40—50 с. В процессе выхода двигателя на режим необходимо контролировать работу электрической пусковой системы СПЗ-15. При нормальной работе СПЗ-15 на третьей и девятой секундах должно наблюдаться скачкообразное падение напряжения бортсети с последующим плавным возрастанием до прежней величины. Однако напряжение не должно падать ниже 16 В. При нормальном запуске двигателя на шестой секунде или частоте вращения ротора компрессора 19—20 % наблюдается повышение температуры газа по термометру ИТ-1 и давления топлива по указателю УИЗ-3. Давление масла в двигателе и главном редукторе при частоте вращения 45 % должно быть не менее 0,1 МПа (1 кгс/см²). При достижении частоты вращения ротора компрессора 57—63 % должно погаснуть световое табло «Автомат включен», что будет свидетельствовать об отключении стартера ГС-18МО от источников питания.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Запуск двигателя необходимо прекратить в случаях:

- заброса температуры газов перед турбиной выше 500 °С при частоте вращения ротора компрессора менее 40 %;

- заброса температуры газов перед турбиной T_4 °С выше 600 °С при частоте вращения ротора компрессора более 40 %;

- прекращения нарастания частоты вращения ротора компрессора (зависание оборотов) в течение более 3 с;

- отсутствия давления масла в двигателе и главном редукторе при достижении частоты вращения ротора компрессора 45 %;

- падения напряжения в бортсети вертолета ниже 16 В на время более 1 с;

- отсутствия давления жидкости в гидросистеме;

- получи команды наблюдающего о прекращении запуска.

Прекращение запуска осуществляется переводом рычага стоп-крана назад (на себя) с последующим нажатием кнопки «Прекращение запуска» на щитке запуска. При этом насос-регулятор НР-40 прекратит подачу топлива к форсушкам и отключится стартер-генератор.

После неудавшегося запуска перед повторным запуском необходимо произвести холодную прокрутку (продувку) двигателя. Она выполняется при закрытом стоп-кране и положении переключателя «Запуск—прокрутка» в положении «Прокрутка» путем нажатия кнопки «Запуск» на 2—3 с.

4. При выходе двигателя на режим малого газа остановить секундомер и замерить время выхода на режим. Запустить второй двигатель, для чего необходимо установить переключатель «Левый—правый» на щитке запуска в положение, соответствующее второму запускаемому двигателю. Дальнейшие операции по запуску выполняются аналогично запуску первого двигателя.

После выхода второго двигателя на режим малого газа необходимо:

- установить переключатель «Аккумулятор—аэродромное питание» в положение «Аккумулятор», выключатель «Сеть на аккумуля-

лятор» поставить в положение «Включено»;

отсоединить аэродромные источники электропитания от вертолета;

установить выключатели «Генераторы» на правой панели электропульты в положение «Включено»; световые табло «Отказ левого генератора», «Отказ правого генератора» должны погаснуть;

проверить напряжение, создаваемое генераторами, для чего переключатель вольтметра установить поочередно в положение «Левый» и «Правый», напряжение должно быть не менее 28,5 В, а разность напряжений не должна превышать 0,5 В. Если разность превышает данное значение, то необходимо отрегулировать его с помощью выносных сопротивлений ВС-25 В, установленных на правой панели электропульты.

Примечание. При необходимости можно запустить второй двигатель от генератора работающего двигателя и блока бортовых аккумуляторных батарей в следующей последовательности:

1. Установить переключатель «Аэродромное питание—аккумулятор» в положение «Аккумулятор», выключатель «Сеть на аккумулятор» поставить в положение «Включено».

2. Установить первому двигателю частоту вращения ротора компрессора 80 % перемещением вверх рычага раздельного управления двигателя.

3. Включить генератор работающего двигателя, проверить напряжение.

4. Нажать на кнопку «Запуск» на 2—3 с.

Двигатель должен выйти на режим малого газа аналогично первому двигателю. После выхода на режим малого газа второго двигателя первому двигателю установить режим малого газа.

ПРОГРЕВ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ.

ПРОВЕРКА ГИДРОСИСТЕМЫ

И УПРАВЛЕНИЯ ВЕРТОЛЕТОМ

Прогрев силовой установки производится на режиме малого газа до тех пор, пока температура масла в маслосистеме двигателя будет не менее +30°C, главного редуктора — не ниже 15°C, промежуточного и хвостового редуктора — не ниже 10°C. Во время прогрева силовой установки выполняется проверка работы гидросистемы и управления вертолетом.

Проверка гидросистемы производится в следующей последовательности:

1. Убедиться, что горит световое табло «Основная гидросистема» на средней панели электропульты.

2. Проверить давление жидкости основной гидросистемы по манометру. При перемещении органов управления оно должно быть в пределах 4,2—6,7 МПа (42—67 кгс/см²).

3. Установить переключатель «Основная гидросистема» в положение «Выключено», при этом световое табло «Основная гидро-

система» должно погаснуть, появиться давление в дублирующей системе и загореться световое табло «Дублирующая система». При перемещениях органов управления давление по манометру дублирующей гидросистемы должно находиться в пределах 42—67 кгс/см²). При этом в основной гидросистеме давление жидкости не должно изменяться.

4. Включить основную гидросистему и убедиться в падении давления в дублирующей системе до нуля.

Примечание. Если давление в основной и дублирующей гидросистемах будет часто колебаться в интервалах 4,2—6,7 МПа (42—67 кгс/см²), то необходимо выключить двигатели и установить причину неисправности.

Проверка управления вертолетом выполняется следующим образом:

1. Отклонить ручку управления вертолетом 5 (см. рис. 2) влево и вправо, вперед и назад до отказа.

2. Отклонить педали ножного управления 18 от нейтрального положения. Отклонение органов управления должно быть без заеданий, и усилия по мере отклонения их от нейтрального положе-

Таблица 1

Параметры работы двигателя

Параметры	Режим			
	малый газ	крейсерский	номинальный	взлетный
Частота вращения, % ротора компрессора несущего винта	63—65 45 ± 10	по графику (рис. 4) 95 ± 2 92—93		
Температура газов перед турбиной компрессора, °С, не более	600	810	860	875
Температура масла на выходе, °С:				
минимальная для запуска без подогрева	—40			
минимальная для выхода на режим выше малого газа	+ 30			
минимальная рекомендуемая			70	
максимальная			95—100	
			125	
Давление, кгс/см ² :				
топлива	16—35	не более 60		
масла	2	3—4		
Время непрерывной работы, мин.	20	неогран.	60	6

ния должны возрастать. При снятии усилий с органов управления последние должны возвращаться самостоятельно в первоначальное положение.

3. Проверить работу электромеханизмов тормоза (ЭМТ), для чего необходимо: отклонить ручку управления вертолетом от нейтрального положения; включить кнопку электротормоза на ручке управления. При этом ручка управления должна остаться в отклоненном положении.

Таким образом проделать эти операции в системе ножного управления. После проверки органы управления установить в нейтральное положение и снять усилия с загрузочных механизмов при помощи электротормоза ЭМТ.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ. Во избежание разворотов вертолета и появления колебаний «Земной резонанс» не допускать резких и быстрых отклонений от нейтрального положения органов управления.

После прогрева силовой установки замерить по приборам значение параметров работы двигателей и трансмиссии на режиме малого газа.

Значения параметров должны соответствовать данным табл. 1.

ОПРОБОВАНИЕ ДВИГАТЕЛЕЙ

Опробование двигателей производится по графику (рис. 5) и заключается в замере показаний приборов, контролирующих работу двигателей и редукторов на крейсерском, номинальном и взлетном режимах.

Так как лопасти несущего винта оборудованы тормозными щитками, то даже максимальной мощности одного двигателя недостаточно для получения частоты вращения $n_{нв} = 95\%$. Поэтому указанные в табл. 1 режимы работы н. в. обеспечиваются совместной работой двух двигателей согласно уравнению

$$N_{нв} = N_1 + N_2,$$

где $N_{нв}$ — мощность, потребляемая винтом;

N_1, N_2 — мощности двигателей.

Перераспределение мощностей N_1 и N_2 с помощью рычагов раздельного управления позволяет установить требуемый режим проверяемого двигателя.

Опробование каждого двигателя производится в следующей последовательности:

1. Перевести рычаг раздельного управления второго непробуемого двигателя вниз до отказа. Такое положение рычага будет соответствовать режиму малого газа этого двигателя.

2. Повернуть рукоятку коррекции управления двигателями

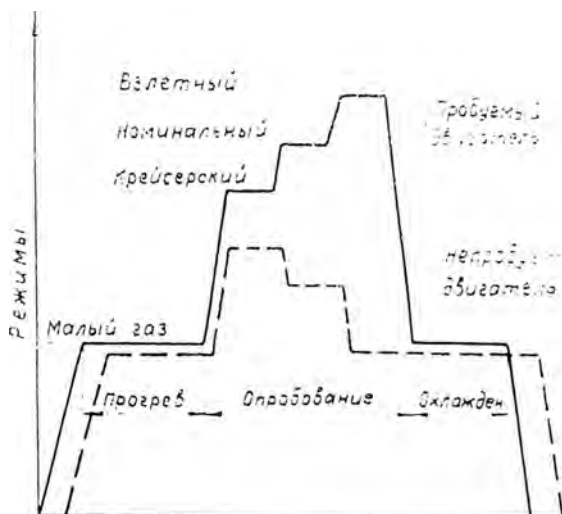


Рис. 5. График прогрева и опробования двигателя ТВ2-117А на вертолете

вправо до отказа, при этом будут увеличиваться частоты вращения ротора компрессора первого двигателя и несущего винта.

3. Установить первому пробному двигателю крейсерский режим, предварительно определенный по графику (см. рис. 4), для чего необходимо:

перевести рычаг отдельного управления первого двигателя вверх до начала поворота рукоятки коррекции влево;

перевести рычаг отдельного управления второго непробуемого двигателя вверх до получения частоты вращения ротора компрессора и несущего винта, соответствующей крейсерскому режиму первого пробного двигателя;

замерить параметры, контролируемые работу обоих двигателей, несущего винта и редукторов.

4. Установить первому двигателю номинальный режим, для чего необходимо:

перевести рычаг отдельного управления второго непробуемого двигателя вниз до получения частоты вращения компрессора и несущего винта, соответствующей номинальному режиму первого пробного двигателя;

замерить параметры, контролируемые работу обоих двигателей, несущего винта и редукторов.

5. Установить первому двигателю взлетный режим, для чего необходимо:

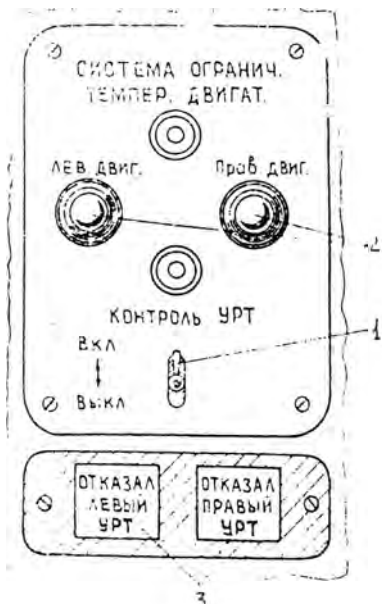


Рис. 6. Щиток управления УРТ-27:
1—выключатель; 2—сигнальные лампы левого и правого двигателя; 3—табло отказа УРТ

Примечание. При забросе температуры газов перед турбиной T_3 °С более чем $100 \pm 20^\circ\text{C}$ или неисправном УРТ-27 должно загореться световое табло 3 «Отказ УРТ». При этом необходимо немедленно уменьшить режим работы двигателя переводом рычага управления двигателем вниз.

7. Установить первому двигателю режим малого газа, для чего рукоятку коррекции повернуть влево до отказа, переместить рычаг раздельного управления вниз до отказа, установить рычаг раздельного управления второго двигателя в нейтральное положение (на защелку).

8. Произвести опробование второго двигателя. Опробование выполняется аналогично опробованию первого двигателя.

ОСТАНОВ ДВИГАТЕЛЕЙ

Перед остановом двигателей необходимо произвести их охлаждение, проработав для этого на режиме малого газа в течение 2—3 мин. Останов двигателей производится поочередно в следующей последовательности:

перевести рычаг раздельного управления второго двигателя вниз до получения частоты вращения турбокомпрессора и несущего винта, соответствующей взлетному режиму первого двигателя;

замерить параметры, контролирующую работу двигателей, несущего винта и редукторов.

6. Проверить работоспособность системы ограничения температуры (УРТ-27) каждого двигателя на взлетном режиме в следующей последовательности:

установить выключатель 1 (рис. 6), расположенный на правой боковой панели 15 (см. рис. 2) электронюльта, в положение «Включено», при этом частота вращения ротора турбокомпрессора должна упасть до значения $n_{\text{тк}} = 92-93\%$ и должна загореться или мигать лампочка 2;

поставить переключатель в положение «Выключено».

1. Отключить генераторы первого и второго двигателя выключателями «Генераторы». При этом должны загореться световые табло «Отказ генераторов».

2. Установить секундомер в нулевое положение.

3. Перевести рычаг стоп-крана первого двигателя назад (на себя) и включить секундомер.

4. Определить время выбега ротора турбокомпрессора. Время выбега считается от момента закрытия стоп-крана до полной остановки ротора (контролируется по указателю ИТЭ-2).

5. Закрыть топливный пожарный кран первого двигателя, установив переключатель пожарного электрокрана в положение «Закрыто», при этом должно загореться световое табло «Пожарный кран закрыт» (см. рис. 3).

6. Произвести останов второго двигателя в той же последовательности, что и первого.

7. Выключить топливные подкачивающие и перекачивающие насосы выключателями «Топливные насосы», при этом световое табло «Топливонасосы» должно погаснуть.

8. Выключить основную и дублирующую гидросистемы выключателями «Гидросистема».

9. Выключить систему пожаротушения выключателем 4 на щитке пожаротушения.

10. Выключить все автоматы защиты сети (АЗС) на панелях АЗС электроульта.

11. Выключить бортовое электропитание, установив выключатель «Сеть на аккумулятор» в положение «Выключено».

12. Растормозить колеса основного шасси, сняв для этого со стопора рычаг тормоза на ручке управления.

13. Затормозить несущий винт, переместив для этого ручку тормоза вверх.

ОЦЕНКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ ВЕРТОЛЕТА МИ-8

Оценка работоспособности силовой установки осуществляется путем сравнения основных рабочих параметров, контролирующих работу силовой установки, заданных техническими условиями, с полученными в результате запуска и опробования двигателей и систем.

Основными рабочими параметрами, характеризующими работоспособность силовой установки вертолета, являются:

$n_{нв}$ — частоты вращения несущего винта, в %; $n_{нв} = 100\%$

соответствует частоте вращения свободной турбины, равной 12 000 об/мин;

T_1 — температура газов перед турбиной компрессора, °С;

P_1 — давление топлива перед рабочими форсунками, кгс/см²;

$P_{дв}$ — давление масла в двигателе, замеренное за нагнетающей ступенью масляного насоса, кгс/см²;

$P_{р.г}$ — давление масла в главном редукторе, замеренное за нагнетающей ступенью масляного насоса, кгс/см²;

$t_{м.д}$ — температура масла в двигателе, замеренная на входе в масляный радиатор, °С;

$t_{р.г}$ — температура масла главного редуктора, замеренная на выходе из масляного радиатора, °С;

$t_{м.пр}$ — температура масла в промежуточном редукторе, °С;

$t_{м.хв}$ — температура масла в хвостовом редукторе, °С.

Значения параметров, характеризующих работоспособность силовой установки вертолета, получены в стендовых условиях при контрольно-сдаточных испытаниях и приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 2

Параметры работы главного редуктора

Параметры	Режимы			
	малый газ	крейсерский	номинальный	взлетный
Температура масла на входе, °С:				
минимальная для запуска без подогрева	--40			
минимально допустимая при выходе на режим выше малого газа	> --15			
минимально допустимая на длительной работе			> 30	
рекомендуемая			50 - 80	
максимальная			90	
Давление масла, кгс/см ²	0,5		3,5 - 0,5	

Температура масла для промежуточного и хвостового редукторов составляет --15°С (рекомендуемая) и +110°С (максимальная).

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЗАПУСКЕ И ОПРОБОВАНИИ ДВИГАТЕЛЕЙ

При выполнении запуска и опробования силовой установки вертолета необходимо руководствоваться следующими указаниями по технике безопасности:

1. Запуск и опробование выполняются после тщательного изучения данных методических указаний, непосредственного знакомства в кабине вертолета с органами управления, приборами контроля работы силовой установки и т. д.

2. Запуск и опробование выполняются на вертолете, пришвартованном к стоянке (на привязи), на лопастях несущего винта должны быть установлены специальные тормозные щитки.

3. Запуск и опробование производятся при наличии исправных наземных и бортовых средств пожаротушения.

4. Запуск и опробование выполняются при наличии наблюдающего с красным и белым флажками, находящегося на расстоянии 20--25 м впереди вертолета.

5. Перед запуском площадка, на которой установлен вертолет, в радиусе 25 м от него должна быть очищена от пыли, грязи, посторонних предметов и полита водой.

6. Запуск двигателей разрешается выполнять при скорости ветра любого направления относительно вертолета не более 8 м/с; до 20 м/с, если он обдувает вертолет спереди и слева; при скорости ветра более 20 м/с запускать двигатели запрещается.

7. Запускать двигатели с неисправными приборами, контролирующими работу двигателей и редуктора, запрещается.

8. При проверке органов управления на работающей силовой установке движения должны быть плавными и медленными.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

1. Кратко описать подготовительные работы к запуску вертолетных двигателей.

2. Составить укрупненную технологию выполнения запуска и опробования силовой установки.

3. Дать описание работы систем силовой установки во время выхода двигателей на малый газ и на рабочих режимах.

4. Составить таблицу рабочих параметров и дать заключение о работоспособности силовой установки вертолета.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

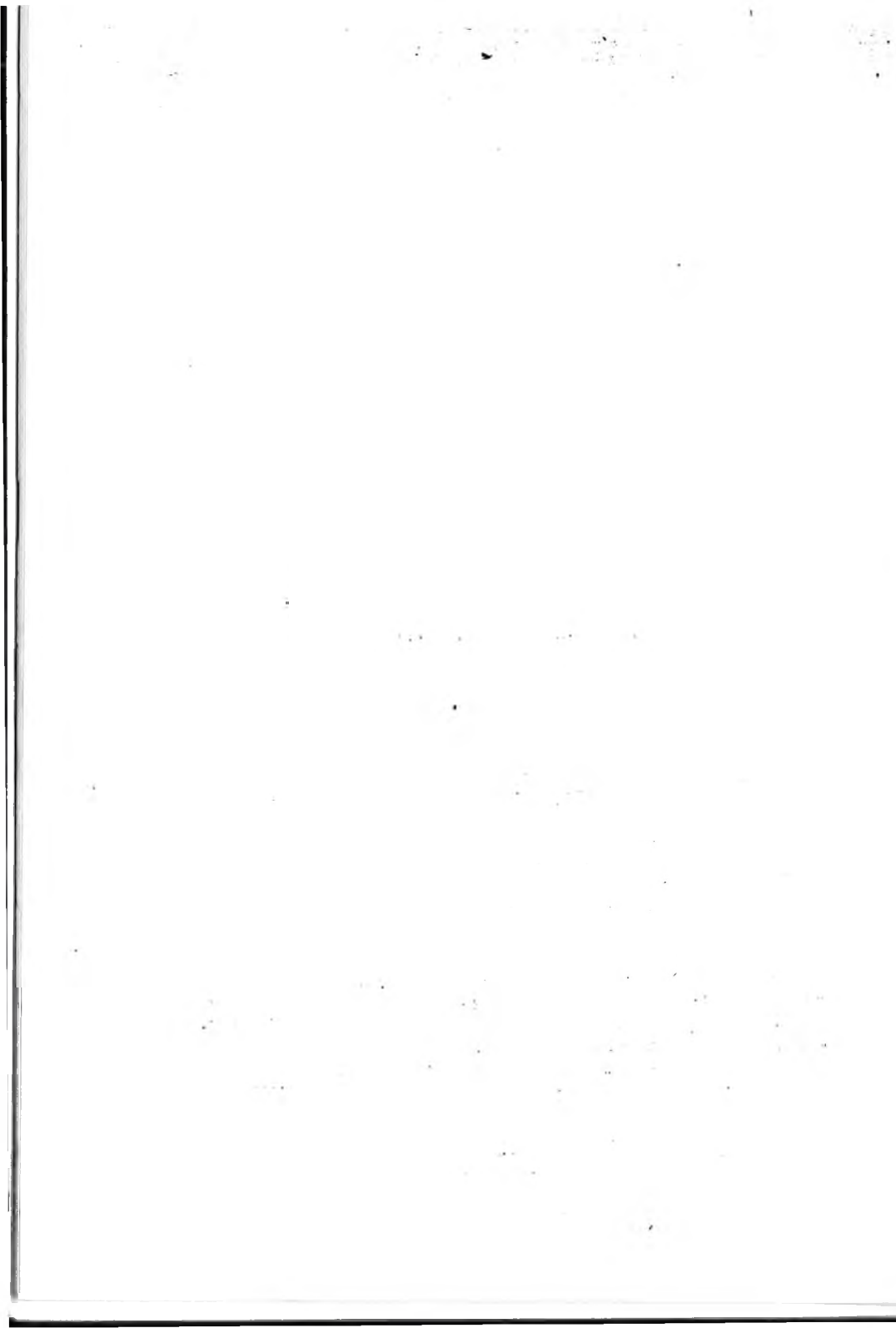
1. Романов А. И., Даческул Д. А. Авиационный турбовинтовой двигатель ТВ2-117А и редуктор ВР-8. М.: Машиностроение, 1967.

2. Тублянская Ф. Г. Вертолет Ми-8, кн. 1. М.: Машиностроение, 1972.

СОДЕРЖАНИЕ

Общие указания	1
Подготовка к запуску	4
Запуск двигателей	8
Прогрев силовой установки. Проверка гидро- системы и управления вертолетом	10
Опробование двигателей	12
Останов двигателей	14
Оценка работоспособности силовой установ- ки вертолета МИ-8	15
Техника безопасности при запуске и опробо- вании двигателей	16
Содержание отчета	17
Библиографический список	17





Учебное издание

ЗАПУСК И ОПРОБОВАНИЕ
ТУРБОВИНТОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ТВ2-117
НА ВЕРТОЛЁТЕ МИ-8

Методические указания

Составители: Михаил Егорович Князев
Николай Николаевич Игонин Герман Арсентьевич Новиков

Самарский государственный аэрокосмический университет
имени академика С. П. Королева
443086, г. Самара, Московское шоссе, 34