

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

МОРСКОЙ ИНСТИТУТ

Кафедра энергоустановок морских судов и сооружений

А.Ю. Гаршин

ИЗУЧЕНИЕ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ ГТД-3Ф, ПОРЯДКА ПУСКА, ОСТАНОВКИ И КОНТРОЛЯ РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ

Методические указания
по выполнению лабораторной работы

Севастополь
СевГУ
2020

УДК 629.5.03-135 (076)

ББК 39.455я73

Г21

Р е ц е н з е н т:

Е.В. Хромов – канд. техн. наук, доцент каф. ЭМСС

Гаршин А.Ю.

Г21 Изучение газотурбинного двигателя ГТД-3Ф, порядка пуска, остановки и контроля рабочих параметров: метод. указания по выполнению лабораторной работы / А.Ю. Гаршин. – Севастополь: СевГУ, 2020. – 15 с.

Рассматривается лабораторная работа по изучению газотурбинного двигателя ГТД-3Ф, порядка пуска и остановки, контроля рабочих параметров, выполняемая при изучении курса «Судовые турбомашин».

Предназначены для студентов очной и заочной форм обучения Севастопольского государственного университета, Морского института, специальности 26.05.06 – Эксплуатация судовых энергетических установок.

Выполнение лабораторной работы направлено на изучение следующих профессионально-специализированных компетенций (Конвенция ПДНВ):

ПСК-2: Способен исполнять процедуры безопасности и порядок действий при авариях; переход с дистанционного/автоматического на местное управление всеми системами.

ПСК-6: Способен осуществлять подготовку, эксплуатацию, обнаружение неисправностей и меры, необходимые для предотвращения причинения повреждений следующим механизмам и системам управления: 2. Паровой котел и связанные с ним вспомогательные механизмы и паровые системы; 3. Вспомогательные первичные двигатели и связанные с ними системы; 4. Другие вспомогательные механизмы, включая системы охлаждения, кондиционирования воздуха и вентиляции.

ПСК-7: Способен осуществлять эксплуатацию систем: топливных, смазочных, балластных и других насосных систем и связанных с ними систем управления.

ПСК-37: Способность сформировать цели проекта (программы), разработать обобщенные варианты ее решения, выполнить анализ этих вариантов, прогнозирование последствий, нахождение компромиссных решений.

ПСК-38: Способность разработать проекты объектов профессиональной деятельности с учетом физико-технических, механико-технологических, эстетических, экологических, эргономических и экономических требований, в том числе с использованием информационных технологий.

УДК 629.5.03-135 (076)

ББК 39.455я73

Рассмотрены и рекомендованы кафедрой энергоустановок морских судов и сооружений Морского института Севастопольского госуниверситета в качестве методических указаний к выполнению лабораторной работы по дисциплине «Судовые турбомашин» для студентов специальности 26.05.06 – Эксплуатация судовых энергетических установок, протокол № 1 от 31 августа 2018 г.

© ФГАОУВО «Севастопольский
государственный университет», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
Лабораторная работа. Изучение газотурбинного двигателя ГТД-3Ф, порядка пуска, остановки и контроля рабочих параметров	5
1. Основные данные двигателя, его элементов и систем	5
2. Описание узлов двигателя	6
3. Описание систем двигателя	7
4. Проведение внешнего осмотра двигателя	9
5. Подготовка к пуску двигателя	10
6. Пуск, опробование, остановка и контроль работы двигателя	10
7. Обслуживание и наблюдение за механической установкой на ходу	13
8. Обслуживание после остановки двигателей	14
9. Оформление отчета	14
10. Контрольные вопросы	14
Литература	15

ВВЕДЕНИЕ

Целью лабораторных работ является закрепление теоретического материала по дисциплине «Судовые турбомашинны» и получение практических навыков по замерам экспериментальных параметров лабораторных установок, их обработке и построению энергетических характеристик, а также приобретение навыков по эксплуатации судовых турбоустановок.

К лабораторным работам допускаются студенты, прошедшие инструктаж по технике безопасности в лабораториях кафедры ЭМСС.

За время проведения лабораторных работ студенты знакомятся с лабораторными установками, получают допуск к проведению экспериментов, проведению замеров и эксплуатации установок. Проводят замеры параметров по приборам, записывают их в отчет, производят обработку опытных данных, оформляют результаты исследований и записывают полученные результаты.

Для получения допуска к выполнению работ необходимо:

- иметь оформленный отчет о работе;
- знать теоретические основы по теме работы;
- знать схему лабораторной установки, порядок проведения опыта

или эксплуатации установки.

Отчет должен содержать:

- наименование работы, цель, схему и краткое описание установки;
- основные формулы и формулировки;
- таблицы опытных данных;
- таблицы с результатами расчетов;
- необходимые графики и выводы.

Во время защиты лабораторных работ преподаватель проверяет правильность полученных студентом результатов и его теоретические знания.

Методические указания содержат контрольные вопросы, способствующие закреплению теоретического материала при самостоятельной работе студентов.

Лабораторная работа

ИЗУЧЕНИЕ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ ГТД-3Ф, ПОРЯДКА ПУСКА, ОСТАНОВКИ И КОНТРОЛЯ РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ

Целью лабораторной работы является закрепление студентами теоретических знаний, изучение конструкции и систем газотурбинного двигателя ГТД-3Ф, приобретение навыков в эксплуатации газотурбинного двигателя, контроле рабочих параметров.

1. Основные данные двигателя, его элементов и систем

Двигатель ГТД-3Ф является турбовинтовым, вырабатываемая энергия передается через трансмиссии и редуктор на винт. Двигатель состоит из следующих основных узлов:

1. лобового картера;
2. компрессора;
3. камеры сгорания;
4. компрессорной турбины;
5. свободной турбины;
6. топливной системы;
7. системы запуска;
8. системы смазки двигателя;
9. противообледенительной системы.

Конструктивная схема - двухвальная, с семиступенчатым осецентробежным компрессором, двухступенчатой осевой компрессорной турбиной, одноступенчатой свободной турбиной (рис. 1).

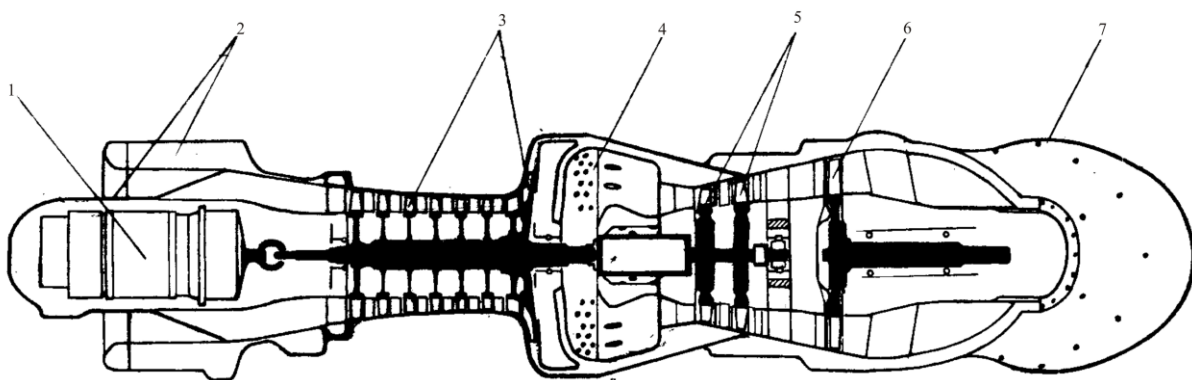


Рисунок 1 - Схема турбовинтового двигателя ГТД-3Ф:

- 1 – пусковой электродвигатель; 2 – воздухозаборник;
3 – осецентробежный компрессор; 4 – камера сгорания;
5 – турбина компрессорная; 6 – турбина свободная; 7 – патрубок выхлопной

Направление вращения роторов, если смотреть на двигатель со стороны турбины: компрессора - левое, свободной турбины - правое.

Компрессор, производительностью 4,65 кг/с, повышает давление воздуха в 6,5 раз и подает его в камеру сгорания. В камере сгорания воздух смешивается с распыленным топливом, поступающим через рабочую вращающуюся форсунку. Воспламенение смеси при запуске происходит от запального устройства, состоящего из пусковой форсунки и электрической свечи, образовавшиеся в камере сгорания газы при температуре 869 °С и давлении 0,635 МПа поступают в турбину компрессора (степень понижения давления 2.83), а затем на турбину винта (степень понижения давления 1,98).

Номинальная частота вращения компрессорной турбины 430 с⁻¹, частота вращения свободной турбины на всех режимах 320 с⁻¹.

2. Описание узлов двигателя

Лобовой картер - служит для размещения переднего шарикоподшипника ротора компрессора и для установки приводов агрегатов, обслуживающих двигатель. Установленные спереди бак и обтекатель стартер-генератора совместно с корпусом картера образуют кольцевой канал для входа воздуха в компрессор (воздухозаборник).

На правой крышке лобового картера размещены насос - регулятор и датчик тахометра, а на левой - масляный насос и центробежный суфлер. Спереди к корпусу лобового картера крепится стартер-генератор. В верхней части корпуса имеется прилив, к которому монтируется масляный фильтр тонкой очистки. На заднем фланце внизу устанавливается сигнализатор давления.

Компрессор - осецентробежный, семиступенчатый (последняя ступень - центробежная). Ротор компрессора барабанно-дисковой конструкции. Соединение лопаток с дисками ротора осуществляется с помощью замков типа «ласточкин хвост». Передний подшипник - шариковый, задний - роликовый. Статорные лопатки в корпусе закреплены консольно при помощи цилиндрических хвостиков с резьбой, которые входят в радиальные отверстия корпуса и затем затягиваются гайками. На среднем корпусе компрессора расположены: автомат запуска и разгона, кран аварийного управления, две катушки зажигания. На заднем корпусе компрессора расположены топливный фильтр тонкой очистки, клапан постоянного давления и электромагнитный клапан для управления перепускным клапаном.

Камера сгорания - кольцевая с вращающейся центробежной форсункой открытого типа состоит из силового корпуса, наружного и внутреннего кожухов. На силовом корпусе установлены два запальных

устройства, состоящих из топливной форсунки и свечи, дренажный клапан и автоматически работающий клапан перепуска воздуха за компрессором.

Подвод топлива во вращающуюся форсунку осуществляется через топливные отверстия в неподвижной лабиринтной втулке.

Компрессорная турбина - двухступенчатая, осевая служит для привода компрессора и агрегатов. Турбина состоит из ротора, сопловых аппаратов первой и второй ступени и корпуса турбины с корпусом подшипника. Передней опорой ротора является цилиндрическая шейка заднего вала компрессора. Задней - роликовый подшипник. Осевые усилия ротора турбины передаются замком «пушечного» типа ротору компрессора. Соединение рабочих лопаток с дисками осуществляется с помощью замков "елочного" типа, охлаждаемых воздухом. Сопловой аппарат первой ступени состоит из 21 полый лопатки, приваренных к наружному кольцу. Внутри лопаток проходит воздух в первичную зону горения камеры сгорания. Сопловой аппарат второй ступени сборной, неохлаждаемый. Силовые элементы корпуса защищены от действия высоких температур экранами, под которыми циркулирует охлаждающий воздух.

Свободная турбина - осевая, одноступенчатая, вырабатываемую энергию передает через редуктор винта. Состоит из ротора, соплового аппарата, корпуса турбины и корпуса подшипников. Передний подшипник шариковый, задний - роликовый, сопловые лопатки приварены к наружному кольцу. На корпусе турбины имеется привод для регулятора числа оборотов и подкачивающего насоса. Для охлаждения ротора, подшипниковых опор и других деталей свободной турбины на конце вала ротора установлен центробежный вентилятор. На шлицевом вале ротора устанавливается муфта. Полость, образованная кожухом и горячими частями двигателя, продувается наружным воздухом от отдельно расположенного вентилятора.

3. Описание систем двигателя

Топливная система и система автоматического регулирования (рис. 2) предназначены для автоматического запуска двигателя и регулирования подачи топлива на установившихся и переходных режимах его работы. Топливная система включает в себя: топливные баки, подкачивающие насосы, фильтр грубой очистки, установленные на судне или вертолете и, установленные на двигателе подкачивающий насос, фильтр тонкой очистки, клапан постоянного давления, топливный насос-регулятор, автомат запуска и разгона, регулятор оборотов свободной турбины, кран аварийного управления топливом, форсунки запальных устройств, центробежную форсунку и трубопроводы.

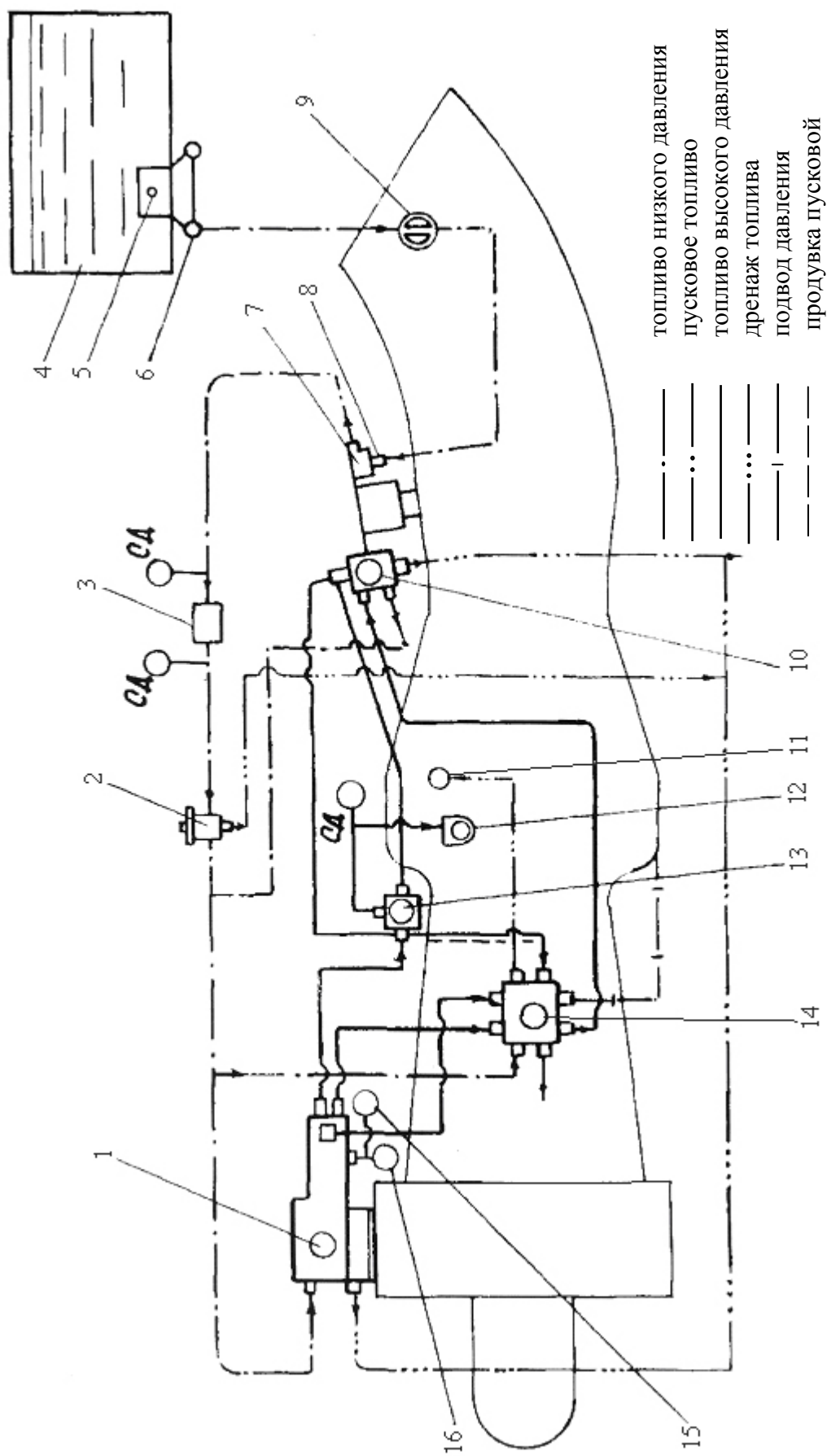


Рисунок 2 – Топливная система ГТД-3Ф:

1 – насос-регулятор, 2 – клапан постоянного давления, 3 – фильтр тонкой очистки, 4 – топливный бак, 5 – фильтр грубой очистки топлива, 6 – подающий центробежный насос, 7 – насос подкачки, 8 – штуцер подвода топлива к двигателю, 9 – пожарный кран, 10 – основной регулятор, 11 – запальное устройство, 12 – основная форсунка, 13 – кран аварийного управления, 14 – автомат запуска и разгона, 15 – сигнализатор давления (для клапана перепуска), 16 – сигнализатор давления (для отключения СТГ-6М)

Система запуска - обеспечивает запуск от аккумуляторов. Включает в себя: стартер-генератор, катушки зажигания, пусковые свечи, сигнализатор давления и, установленные отдельно, автоматическую панель пуска стартер-генератора, регулятор напряжения, выносное сопротивление, автомат защиты от перенапряжения, комплексный аппарат, контакторы, кнопки, выключатели, переключатели и электропроводку.

Система смазки - состоит из маслобака, маслососа, имеющего одну нагнетающую и четыре откачивающих ступеней, фильтров грубой и тонкой очистки, центробежного суфлера, трубопроводов, установленных на двигателе и маслорадиаторе, установленного отдельно.

Противообледенительная система – предназначена для предотвращения образования льда на элементах входного устройства двигателя в условиях низких температур и большой влажности воздуха. Система включает в себя: обогрев входной части и внутренней поверхности маслобака; обогрев обтекателя и стоек обтекателя стартера-генератора электрическим нагревательным элементом; обогрев лопаток входного направляющего аппарата компрессора горячим воздухом.

ПОРЯДОК ПУСКА, ОСТАНОВКИ И КОНТРОЛЬ РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ НА ПРИМЕРЕ ДВИГАТЕЛЯ ГТД-3Ф

4. Проведение внешнего осмотра двигателя

Перед каждым пуском необходимо проверить (визуально):

- крепление двигателя состояние, подвески;
- состояние двигателя и навешанного оборудования;
- состояние и крепление трубопроводов топливной и масляной систем;
- плотность закрытия крышек наливной втулки и вентиляционных патрубков запасных цистерн;
- состояние огнетушителей;
- состояние и частоту воздухоприемного устройства двигателя;
- слить отстой из маслобаков и маслорадиаторов и убедиться в отсутствии воды;
- слить отстой из фильтра-сепаратора топливной системы;
- проверить уровень масла в маслобаке и, при необходимости, произвести его дозаправку;

5. Подготовка к пуску двигателей

Перед пуском двигателя необходимо:

1. Освободить двигатель от чехлов и заглушек, закрыть все лючки.
2. Убедиться в отсутствии посторонних предметов вблизи двигателя.
3. Включить все автоматы защиты сети на пульте механика.
4. Открыть топливный кран расходной цистерны, включить подкачивающий насос Н2 и открыть топливный кран запускаемого двигателя.

5. На пусковой панели переключатели «Холостая прокрутка-запуск» установить в положении «Запуск»; «Ложный запуск» установить в положении «Запуск».

6. На панели управления режимами двигателя установить переключатели «Автоматическая работа-холостой ход-стоп» в положение «Холостой ход».

6. Пуск, опробование, остановка и контроль работы двигателя

Система пуска двигателя дистанционная, автоматическая с пульта управления.

Подробное описание запуска и опробования двигателей приведено в инструкции по эксплуатации и техническому обслуживанию двигателей, а также в описаниях и инструкциях по обслуживанию дистанционно-автоматизированных систем управления техническими средствами и в описаниях и инструкциях по обслуживанию систем управления.

6.1. При запуске двигателя необходимо:

Кратковременно на 2-3 с нажать на кнопку «Запуск», после чего на пусковой панели должны загореться сигнальная лампа «Стартер включен», и двигатель автоматически за 45...60 с должен выйти на режим холостого хода, которому соответствуют параметры:

- число оборотов турбокомпрессора (ТК) - 65...70 %;
 - обороты свободной турбины (ТС) двигателя винта 70...80 %;
- давление масла на входе в маслосистему ТК не менее 2 кг/см²;
- давление масла на входе в маслосистему ТС не менее 2 кг/см².

6.2. В процессе запуска необходимо контролировать:

- давление масла на входе в маслосистему ТК, которое должно появиться при оборотах ТК $n_{\text{ТК}} = 18\%$;
- давление масла на входе в маслосистему ТС;
- отключение стартера, которое происходит автоматически на оборотах ТК - $n_{\text{ТК}} = 41\% \pm 1.5\%$. и если стартер не отключился до $n_{\text{ТК}} = 45\%$, отключить его вручную нажатием на кнопку «Прекращение запуска»;
- время выхода двигателя на режим холостого хода.

– максимальную температуру газов за турбиной компрессора (не более 530 °С);

– нарастание оборотов ТК.

Примечание - Если во время запуска имеется зависание оборотов (обороты ТК не меняются в течение 10...20 с), запуск прекратить.

6.3. Аварийное прекращение запуска - нажатие на кнопку «Аварийный стоп» производится в следующих случаях:

- отсутствие показаний на приборах, контролирующих параметры двигателя на запуске;

- падение напряжения сети ниже 16 В;

- температура газа за турбиной компрессора более 530 °С;

- отсутствие роста температуры газа в течении 10...15 с работы стартера;

- отсутствие давления масла в системах смазки ТК или ТС.

6.4. Если в процессе запуска не произошло воспламенение топлива, необходимо произвести холодную прокрутку двигателя, после чего запуск повторить.

6.5. Допускаются две попытки запуска, после чего запуски прекратить и устранить неисправность.

Примечание: а) повторное включение стартера разрешается производить не ранее 3-х минут после его отключения; б) после каждого трех включений делать перерыв не менее - 15 минут для охлаждения стартера.

6.6. Ложный запуск (запуск без воспламенения топлива) производится при проведении консервации и расконсервации.

При ложном запуске переключатель «Запуск - Ложный запуск» устанавливается в положение «Ложный запуск», в остальном порядок действия такой же, как при нормальном запуске.

6.7. **Холодная прокрутка** производится без подачи топлива и без зажигания и предусматривает прокрутку двигателя стартером с целью проверки вращения ротора ТК, наличия давления масла в системе смазки ТК и удаления остатков топлива из газо-воздушного тракта двигателя при неудавшемся запуске. Холодная прокрутка производится перед первым запуском вновь установленного двигателя, после производства монтажных работ по маслосистеме двигателя, после каждого ложного запуска, после расконсервации и вначале каждого рабочего дня перед выходом.

Холодная прокрутка производится в следующей последовательности:

– включить систему электрозапуска;

– переключатель «Автоматическая работа-холостой ход-стоп» в положение «Стоп»;

– переключатель «Холодная прокрутка – запуск» в положение «Холодная прокрутка»;

- переключатель «Ложный запуск – запуск» в положение «Запуск»;
- нажать на кнопку «Запуск» в течение 1-2 с. Время цикла, автоматически обрабатываемого при холодной прокрутке, 19 - 21 с.

Во время холодной прокрутки проследить появление давления масла в системе ТК, давление должно быть не менее 0,2 кг/см².

6.8. Прогрев и опробование работы двигателя проводится в следующем порядке:

- после запуска проработать на режиме холостого хода до достижения температуры масла на входе в двигатель не ниже +20 °С, при этом время прогрева должно быть не менее 3 - 4 мин;
- переключатель «Автоматическая работа – холостой ход – стоп» установить в положение «Автоматическая работа» (что при нулевом шаге винтов соответствует режиму «Малого газа»);
- перемещением РУВ трижды вывести двигатель на режим 0,6 номинала, контролируя режим по оборотам ТК, для прогрева масла во втулке винта;
- вывести двигатель на номинальный режим, проконтролировать показания приборов согласно таблице 7 и убрать РУВ до нулевого шага;
- проверить приемистость двигателя переводом РУВ за 1 с в положение номинального режима, проработать на этом режиме 10 - 15 с/время приемистости считается от начала движения РУВ до момента набора ТК числа оборотов 91 % и проконтролировать показания приборов. Время приемистости должно быть не более 5 с. Убрать РУВ в положение нулевого шага;
- перевести РУВ за положение нулевого шага и проверить работу двигателя и винта в режиме реверса и установить РУВ в положение нулевого шага, при котором производить охлаждение двигателя в течение 2 мин.

6.9. Остановка двигателя

Остановку двигателя производить следующим образом:

1. Перевести РУВ в положение нулевого шага;
2. Перевести переключатель «Автомат – Работа – Холостой ход – Стоп» в положение «Холостой ход» и проработать 1-2 минуты;
3. Установить переключатель «Автомат – Работа – Холостой ход – Стоп» в положение "Стоп";
4. После выключения двигателя время выбега ротора ТК с оборотов $n_{ТК} = 16$ % должно быть не менее 40 с. Во время выбега убедиться в отсутствии посторонних шумов в двигателе и плавности вращения ротора ТК, винта;
5. Закрыть топливный кран двигателя, выключить подкачивающий насос после закрытия кранов.

Таблица 1

**Режимы работы и значения параметров двигателя
при $t_{нв} = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$, $P_0 = 760\text{ мм рт. ст.}$**

Параметры	Режимы			
	номин.	0,9 ном	0,6 ном	Холостой ход
Обороты ТК, %	89-91	86-88	81-83	65-70
Температура газов за турбиной без отбора воздуха, $^{\circ}\text{C}$ (не более)	620	600	560	510
Температура масла на входе, $^{\circ}\text{C}$	Рекомендуемая 60 - 70			
Давление топлива перед форсунками, кг/см^2	На максимальном режиме не более 12 кг/см^2			
Давление масла на входе, кг/см^2 В маслосистему ТК В маслосистему ТС	2,5-4 2,5-3,5	2,5-4 2,5-3,5	2,5-4 2,5 - 3,5	2 2
Расход масла, кг/час	В маслосистеме ТК не более 0,3 В маслосистеме ТС не более 0,2			
Допустимое время непрерывной работы, мин.	не более 120	не огранич.	не огранич.	не более 30
Приёмистость	От режима малого газа до режима номинала (по n_{TK}) не более 5 с			

Двигатель может быть остановлен с любого режима нажатием кнопки «Аварийный стоп» в следующих случаях:

- резкое падение давления масла в маслосистемах ТК и ТС;
- резкое повышение температуры газов за ТК;
- сильное выбивание пламени из выхлопной трубы;
- резкое падение оборотов ТК;
- появление опасной, в пожарном отношении, течи топлива или масла.

7. Обслуживание и наблюдение за механической установкой на ходу

На ходу необходимо производить наблюдение:

- за работой двигателя по приборам контроля на пульте механика;
- за уровнем масла в маслобаках — по световым сигналам. При необходимости регулирования температуры масла в системах

- пользоваться нажимными переключателями «Створки маслорадиатора ТС» и «Створки маслорадиатора ТК»;
- за расходом топлива – по световому табло на пульте механика и указателю расходомера. При необходимости с автоматического на ручное управление топливной системой установить переключатель «АУ» - «ДУ» в положение «ДУ».

8. Обслуживание после остановки двигателей

После остановки необходимо:

1. Закрыть все топливные краны;
2. Закрыть заслонки маслорадиаторов;
3. Выключить электропитание пульта управления;
4. Установить заглушки в выхлопные патрубки двигателей;
5. По необходимости произвести промывку двигателей и водоотделительных устройств, руководствуясь Инструкцией по промывке проточной части двигателя ГТД-3Ф и водоотделительных устройств.
6. Обслуживание двигателей после остановки производить, руководствуясь Инструкцией по эксплуатации и техническому обслуживанию двигателя ГТД-3Ф.

9. Содержание отчета

Отчет должен содержать краткое описание двигателя, его элементов и систем, краткое описание установки, данные о ее пуске, работе, остановке, параметрах функционирования.

10. Контрольные вопросы

1. Каковы конструктивные особенности двигателя?
2. Охарактеризуйте основные элементы двигателя.
3. Дайте характеристику системам двигателя.
4. Опишите основные этапы приготовления ГТД-3Ф к пуску;
5. Перечислите случаи аварийной остановки двигателя при пуске и во время работы.
6. Назовите в соответствии с какими нормативными документами осуществляется эксплуатация судовых ГТД;
7. Перечислите способы очистки от отложений в проточной части ГТД.

ЛИТЕРАТУРА

1. Российский морской регистр судоходства. Правила классификации и постройки морских судов. – Л.: РМРС, 2008. – 834 с.
2. *Слободянюк Л.И.* Судовые паровые и газовые турбины и их эксплуатация/ Л.И. Слободянюк, В.И. Поляков. – Л.: Судостроение, 1983. – 354 с.
3. *Артемов Г.А.* Судовые газотурбинные установки/ Г.А. Артемов, В.П.Бойко, А.Г. Гильмутдинов. - Л.: Судостроение, 1978. – 246 с.
4. *Зайцев В.И.* Судовые паровые и газовые турбины/ В.И. Зайцев и др. - М.: Транспорт, 1981. – 311 с.
5. *Беляев И.Г.* Эксплуатация судовых утилизационных установок/ И.Г. Беляев. – М.: Транспорт, 1987. – 172 с.
6. *Горбов В.М.* Основы технической эксплуатации судовых газотурбинных установок/ В.М. Горбов. – Н.: УГМТУ, 1996. – 233 с.
7. Правила технической эксплуатации судовых технических средств и конструкций. Часть VI Судовые паровые турбоагрегаты: РД 31.21.30-97, 1997. – 369 с.
8. Газотурбинные установки. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования. Стандарт Организации ОАО РАО «ЕЭС России». – М., 2008. – 23 с.

Гаршин Александр Юрьевич

**ИЗУЧЕНИЕ ГАЗОТУРБИННОГО
ДВИГАТЕЛЯ ГТД-3Ф, ПОРЯДКА ПУСКА,
ОСТАНОВКИ И КОНТРОЛЯ РАБОЧИХ ПАРАМЕТРОВ**

*Методические указания
по выполнению лабораторной работы*

В авторской редакции

Изд. № 270/19. Объем 1 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет»