

**ЧАСТНОЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГАЗПРОМ ТЕХНИКУМ НОВЫЙ УРЕНГОЙ»**

УТВЕРЖДЕНЫ
Учебно-методическим советом
ЧПОУ «Газпром техникум
Новый Уренгой»
Протокол № 5 от «28» августа 2023 г.

Направление: ТРАНСПОРТИРОВКА ГАЗА

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
по выполнению практических работ
на натурном средстве обучения «Транспорт газа»
учебно-технологического участка «Компрессорная станция»
Учебного полигона ЧПОУ «Газпром техникум Новый Уренгой»**

Специальности: 21.02.03 Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и
газонефтехранилищ

Квалификация: техник

Новый Уренгой 2023

АННОТАЦИЯ

Методические указания для выполнения практических работ разработаны в соответствии с требованиями рабочих программ профессиональных модулей на основе ФГОС СПО по специальностям 21.02.03 «Сооружение и эксплуатация газонефтепроводов и газонефтехранилищ», и с учетом профессиональных стандартов:

– 19.010, «Специалист по эксплуатации трубопроводов газовой отрасли», (утвержден приказом Минтруда России 29 сентября 2020 г. № 674н), регистрационный номер 405 в реестре;

– 19.013, «Специалист по эксплуатации компрессорных станций и станций охлаждения газа газовой отрасли», (утвержден приказом Минтруда России 18 июля 2019 г. № 509н), регистрационный номер 408 в реестре;

– 19.031, «Работник по эксплуатации трубопроводов газовой отрасли», (утвержден приказом Минтруда России 31 июля 2019 г. № 536н), регистрационный номер 707 в реестре.

Содержат требования по подготовке, выполнению и защите результатов практических работ.

Методические указания по выполнению практических работ адресованы студентам очной и заочной форм обучения.

Сведения о документе:

1 РАЗРАБОТАНЫ

2 УТВЕРЖДЕНЫ И

ВВЕДЕНЫ В ДЕЙСТВИЕ

ЧПОУ «Газпром техникум Новый Уренгой»

на заседании кафедры нефтегазовых специальностей и рекомендованы к применению
Протокол № 9 от «11» 09 2023 г.

Заведующий кафедрой нефтегазовых специальностей _____ Д.В. Сборщиков

3 СРОК ДЕЙСТВИЯ

5 лет

4 ВВЕДЕНЫ ВПЕРВЫЕ

«01» сентября 2023 года

© Разработка ЧПОУ «Газпром техникум
Новый Уренгой»

Распространение настоящего документа осуществляется в соответствии с действующим законодательством и соблюдением правил, установленных ПАО «Газпром».

Список исполнителей:

заведующий кафедрой нефтегазовых
специальностей

Д.В. Сборщиков

преподаватель профессионального цикла

А.В. Мамонтов

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|---|----|
| Введение..... | 5 |
| Критерии оценивания защиты практических работ | 6 |
| 1 Охрана труда при проведении работ..... | 7 |
| 2 Краткие теоретические сведения по теме «Газотурбинная установка для компримирования газа» | 9 |
| 3. Действующее наглядное пособие «Аппарат воздушного охлаждения (АВО)» | 14 |
| Практическая работа №1 | 15 |
| Практическая работа №2 | 20 |
| Практическая работа №3 | 23 |

Введение

Компримирование газа с помощью газотурбинной установки является неотъемлемой частью технологического процесса подготовки и транспортировки углеводородного сырья.

К работам по эксплуатации аппаратов воздушного охлаждения допускаются лица, не моложе 18 лет, не имеющие медицинских противопоказаний, прошедшие обучение и проверку знаний по безопасным методам работы при эксплуатации технологического оборудования.

Методические указания определяют требования по организации и проведению практических занятий, регламентируют порядок их защиты.

Учебно-технологический участок «Газотурбинная установка» включает в себя устройство, состоящее из двух основных частей, расположенных в одном корпусе, – газогенератора и силовой турбины. В газогенераторе, включающем в себя камеру сгорания и турбокомпрессор, создается поток газа высокой температуры, воздействующего на лопатки силовой турбины.

– Содержание практических занятий предусматривает выполнение определенных видов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью и направленных на формирование, закрепление, развитие следующих практических навыков и компетенций:

- обеспечение понимания назначения, состава и принципа работы газотурбинной установки;
- изучение основных узлов двигателя НК-16СТ;
- ручная прокрутка ротора ВД на один оборот;
- осмотр ГВТ двигателя НК-16СТ;
- отработка приемов безопасной работы;
- формирование навыков использования средств индивидуальной защиты.

Приступая к выполнению заданий, Вам необходимо ознакомиться с краткими теоретическими материалами по теме практических работ, ответить на вопросы для закрепления теоретического материала.

Все задания к практической работе необходимо выполнять в соответствии с инструкцией.

Защита выполненной работы проводится путем развернутой беседы с анализом результатов, полученных в ходе занятия.

Желаем успехов!!!

Критерии оценивания защиты практических работ

| Оценка | Критерии |
|-----------------------|---|
| «Отлично» | Студент обладает системными теоретическими знаниями (знает методику выполнения практических навыков), без ошибок самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений. При необходимости умело пользуется справочным материалом. Обучающийся отвечает на вопросы, грамотно и логически излагает ответ. Правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами решения практических задач. |
| «Хорошо» | Студент обладает теоретическими знаниями, самостоятельно демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые неточности (малозначительные ошибки), которые самостоятельно обнаруживает и быстро исправляет. Студент не допускает существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач. |
| «Удовлетворительно» | Студент обладает удовлетворительными теоретическими знаниями (знает основные положения методики выполнения практических навыков), демонстрирует выполнение практических умений, допуская некоторые ошибки, которые может исправить при коррекции их преподавателем. Студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения последовательности в изложении теоретического материала и испытывает трудности в выполнении практических заданий. |
| «Неудовлетворительно» | Студент не обладает достаточным уровнем теоретических знаний (не знает методики выполнения практических навыков) и/или не может самостоятельно продемонстрировать практические умения или выполняет их, допуская грубые ошибки. |

1 Охрана труда при проведении работ

В ходе подготовки и проведения практических работ необходимо соблюдать требования по технологической последовательности выполнения операций, методы и объемы проверки качества работ.

Оборудование в условиях эксплуатации обладает следующими видами и источниками опасности:

- вращающиеся механизмы;
- повышенный шум и вибрация;
- наличие электрооборудования высокой мощности;
- оборудование находящееся под давлением и содержащее пожароопасные вещества;
- наличие резьбовых и фланцевых соединений, сварных стыков – наиболее вероятных мест утечек взрывопожароопасных продуктов;
- применение в процессах легковоспламеняющихся жидкостей и горючих веществ, взрывопожароопасных продуктов.

При выполнении практических работ необходимо учитывать вредные и опасные факторы, которые могут возникнуть при производственной эксплуатации оборудования.

Меры безопасности перед началом работ:

До начала выполнения работ необходимо подготовиться (надеть специальную одежду) и провести визуальный осмотр средств индивидуальной защиты на предмет трещин, разрывов. Комплектность и целостность рабочего инструмента. Проверить исправность запорных устройств, надежность крепления всех деталей и узлов. Заземление электрооборудования.

Меры безопасности во время работы:

- соблюдение правил безопасности при работе;
- выполнение работ в соответствии с заданием;
- правильное использование средств индивидуальной защиты (СИЗ) и средств индивидуальной защиты органов дыхания (СИЗОД);

Меры безопасности после выполнения работы:

- проверить целостность всех составляющих и привести их в исходное состояние.

Характерные опасности, которые могут возникнуть при работе оборудования данного типа, приведены в таблице 1

Таблица 1 – Характерные опасности и причины их возникновения

| Наименование опасности | Причина опасности |
|---|--|
| 1) Опасности от веществ: - взрывоопасность; - пожароопасность; - опасность отравления | - при утечке газа или газовой смеси; - при разгерметизации трубопроводов; - при разрушении трубопроводов, корпуса; - отсутствие или неисправность средств контроля и автоматизации параметров; - при накоплении заряда статического электричества; - при нарушении техники безопасности |
| 2) Опасности механического воздействия | - при недостаточной прочности применяемых материалов; - при отсутствии защитных ограждений, лестниц и площадок обслуживания; - при нарушении техники безопасности во время перемещения, монтажа, ремонта оборудования |
| 3) Опасности электрические (от электрического тока, поступающего к электроприводам, контрольно-измерительным приборам и автоматике) | - при отсутствии заземления; - при ошибках монтажа; - при нарушении техники безопасности; - при отсутствии защитных блокировок электрооборудования |
| 4) Опасности, вызванные нарушениями технологического процесса | - при некорректных или неверных действиях операторов; - при отсутствии контрольно-измерительных и регулирующих устройств |
| 5) Опасности, возникающие при пренебрежении эргонометрическими принципами | - при неправильной конструкции, расположении и опознании рабочих органов |

2 Краткие теоретические сведения по теме «Газотурбинная установка для компримирования газа»

Газоперекачивающий агрегат ГПА-Ц-16

Агрегат ГПА-Ц-16 предназначен для транспортирования природного газа по магистральным газопроводам при рабочем давлении 5,2 - 7,5 МПа.

Газоперекачивающий агрегат (ГПА) полностью автоматизирован, устанавливается в индивидуальном контейнере и может эксплуатироваться при температуре окружающего воздуха от -55 до + 45 °С.

Агрегат состоит из отдельных функционально завершенных блоков и сборочных единиц полной заводской готовности, стыкуемых между собой на месте эксплуатации.

В состав ГПА входят:

- турбоблок с газотурбинным двигателем НК-16СТ и центробежным нагнетателем НЦ-16;
- воздухоочистительное устройство (ВОУ);
- шумоглушитель всасывающего тракта;
- всасывающая камера;
- промежуточный блок;
- блок вентиляции;
- два блока маслоохладителей;
- выхлопной диффузор;
- выхлопная шахта;
- шумоглушители выхлопного тракта;
- блок автоматики;
- блок маслоагрегатов;
- блок фильтров топливного газа;
- система подогрева циклового воздуха;
- система пожаротушения.

Общий вид (Рисунок 1)

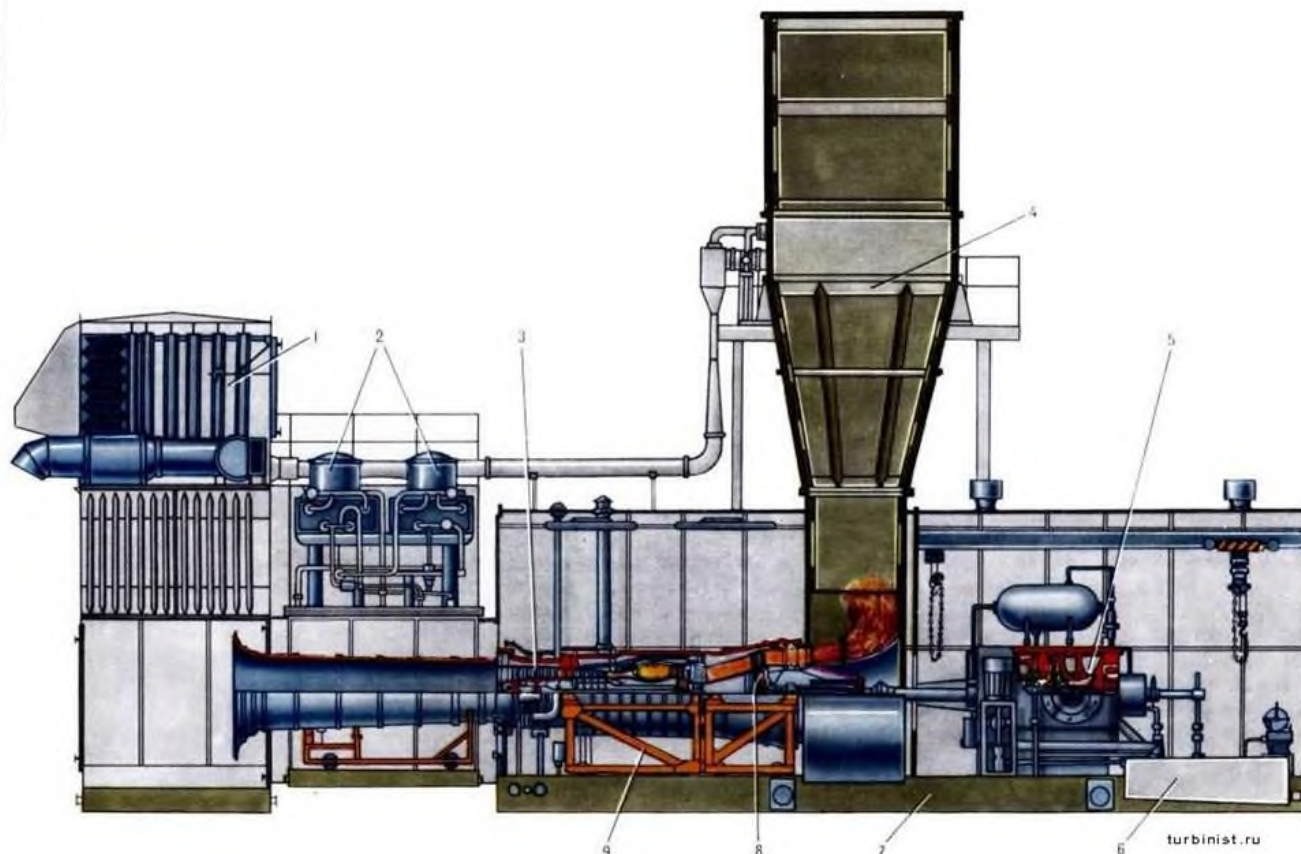


Рисунок 1.

Общий вид агрегата ГПА - Ц - 16: 1. Камера всасывания; 2. Шумоглушители; 3. Устройство воздухоочистительное; 4. Система подогрева циклового воздуха; 5. Утилизатор; 6. Шумоглушители выхлопа; 7. Диффузор; 8. Опора выхлопной шахты; 9. Турбоблок; 10. Блок АСП; 11. Блок маслоагрегатов.

Базовой сборочной единицей агрегата является турбоблок, устанавливаемый на монолитном железобетонном фундаменте. Над турбоблоком на отдельной опоре установлены сборочные единицы выхлопного устройства двигателя и системы подогрева циклового воздуха. Забор воздуха для двигателя НК-16СТ осуществляется через воздухоочистительное устройство, шумоглушители, всасывающую камеру и патрубок промежуточного блока.

С целью обеспечения удобства обслуживания агрегата основные узлы маслосистемы размещены в отдельном блоке маслоагрегатов, а приборы и щиты системы автоматического управления агрегатом - в блоке автоматики.

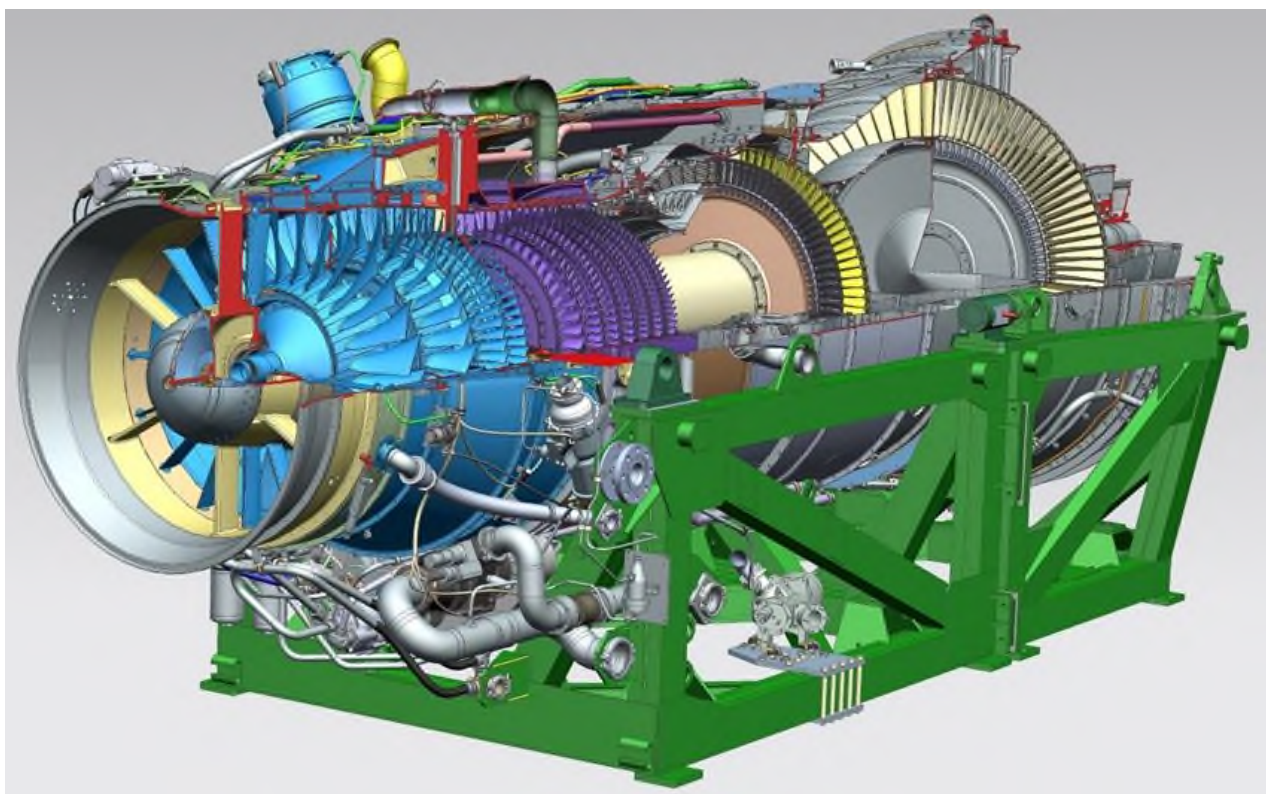
Для повышения компактности ГПА блоки вентиляции и маслоохладителей размещены соответственно на промежуточном блоке и блоке маслоагрегатов. Для повышения надежности двигателя НК-16СТ в состав агрегата введен блок

фильтров топливного газа. Обогрев блоков ГПА осуществляется горячим воздухом из общестанционного коллектора. Стыковка всех блоков производится через гибкие переходники, позволяющие компенсировать неточности установки при монтаже агрегата.

Основные технические данные двигателя НК 16 СТ

Двигатель НК-16СТ конструкции ОКБ Кузнецова создан на базе авиационного двухконтурного двигателя НК-8-2У семейства двигателей НК. Двигатель НК-16СТ предназначен для работы в составе газоперекачивающего агрегата ГПА-Ц-16/76 разработки Сумского машиностроительного научно-производственного объединения (СМНПО) им. Фрунзе по заказу Министерства газовой промышленности. Конструктивно двигатель состоит из 2-х модулей - газогенератора (собственно базового двигателя с доработками) и силовой турбины. Каждый модуль имеет свою раму для крепления, что позволяет при необходимости заменять двигатель целиком или отдельно ГГ и СТ.

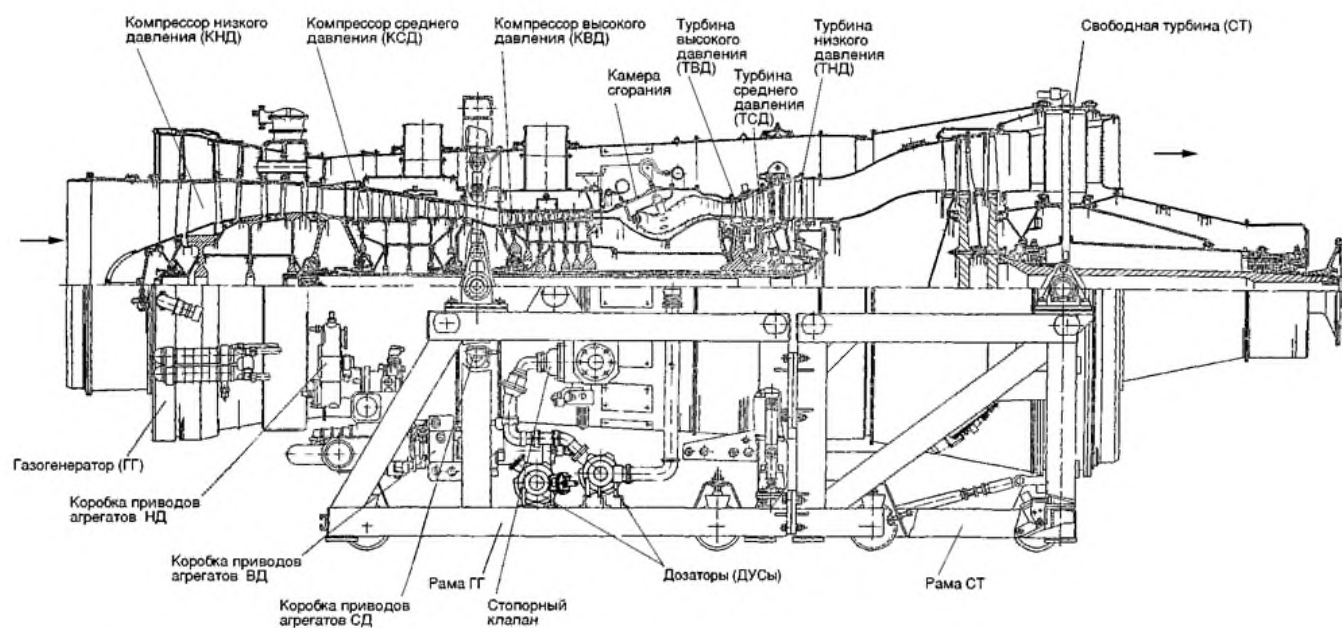
Общий вид (Рисунок 2).



Двигатель состоит из следующих основных узлов:

1. передней опоры;
2. осевого двухкаскадного компрессора (КНД и КВД);
3. средней опоры с корпусом центрального привода вспомогательных агрегатов;
4. камеры сгорания;
5. осевой двухступенчатой турбины (ТВД и ТНД);
6. задней опоры;
7. осевой одноступенчатой свободной турбины (СТ);
8. опоры свободной турбины;
9. подмоторной рамы газогенератора;
10. подмоторной рамы свободной турбины.

Рисунок 3.



Параметры двигателя

| | |
|--|-------------|
| Максимальная мощность на приводном валу силовой турбины (СТ) без отбора воздуха за компрессором ВД и при стандартных атмосферных условиях*, МВт | 16 |
| Максимальная мощность на приводном валу СТ без отбора воздуха за компрессором высокого давления (ВД) и при температуре воздуха на входе в двигатель-6° С и ниже, МВт | 19,2 |
| Эффективный КПД двигателя при мощности 16 МВт без отборов воздуха за компрессорами низкого и высокого давления и потерь в системах всасывания и выхлопа, % | 29 |
| Эффективный КПД двигателя при мощности 19,2 МВт без отборов воздуха за компрессорами НД и ВД и потерь в системах всасывания и выхлопа, % | 31,5 |
| Частота вращения ротора НД, об/мин: | 5270+_ 50 |
| Частота вращения ротора ВД, об/мин: | 6910+_ 70 |
| Частота вращения ротора СТ, об/мин: | 3975...5300 |
| Температура газа перед СТ на режиме максимальной мощности, °С не более | 620 |
| Расход воздуха через двигатель, кг/с | 96 |
| Температура газов на выхлопе двигателя, °С | 370 |
| Температура наружных поверхностей двигателя, °С, не более | 200 |
| Масса двигателя с рамой, т | 7,8 |
| Масса газогенератора с рамой, т | 4,0 |
| Масса силовой турбины с рамой, т | 3,8 |
| Габаритные размеры, мм | |
| длина | 6196,5 |
| ширина | 2164 |
| высота | 2210 |

Принцип работы двигателя НК-16С

Атмосферный воздух через входное очистительное устройство (ВОУ) и камеру всасывания ГПА (рис. 1) входит в двигатель. В компрессорах НД и ВД сжимается и поступает в камеру сгорания. В камере сгорания в потоке воздуха сжигается топливо (природный газ), поступающее через форсунки. Из камеры сгорания горячие газы направляются на лопатки турбин. В турбине ГГ часть тепловой энергии газового потока превращается в механическую энергию вращения роторов турбин ВД и НД. Мощность турбины ВД расходуется на вращение ротора компрессора ВД, турбина НД вращает ротор компрессора НД. Оставшаяся часть тепловой энергии газового потока, поступившего в силовую турбину, превращается с механическую энергию вращения ротора СТ и жестко связанного с ним ротора нагнетателя.

3. Действующее наглядное пособие «Аппарат воздушного охлаждения (АВО)»

ФОТО АГРЕГАТА НА ПОЛИГОНЕ

Практическая работа №1

«Изучение основных узлов двигателя НК-16СТ, принцип работы»

Цели занятия:

- изучить расположение основных узлов двигателя НК-16СТ;
- изучить принцип работы двигателя НК-16СТ;
- закрепить знания расположения основных узлов и принципа работы двигателя.

Порядок выполнения работы:

- ознакомиться с общими сведениями;
- приступить к изучению агрегата.

Общие сведения:

А. Двигатель НК-16СТ предназначен для привода нагнетателя газоперекачивающего агрегата ГПА-Ц-16.

Б. Газотурбинный двигатель НК-16СТ, работает на природном газе и очищенном нефтяном газе, создан на базе авиационного двигателя НК-8-2У и состоит из двух модулей:

- 1) Двигателя НК-16СТ (газогенератора);
- 2) Свободной турбины 16СТ, с выходного вала, которой снимается мощность на привод нагнетателя ГПА.

В. Газогенератор и свободная турбина имеют собственные рамы, что позволяет, при необходимости, заменять как двигатель в целом, так и отдельно газогенератор или свободную турбину.

Г. На двигателе предусмотрены системы запуска, контроля, защиты и сигнализации, обеспечивающие автоматический запуск, обнаружение неисправностей и отклонений параметров на работающем двигателе, а также система противообледенения, позволяющая работать двигателю в любых метеоусловиях.

Д. На двигателе расположены смотровые лючки, которые позволяют оптическими приборами контролировать состояние газозоодушного тракта.

Конструкция:

Основные узлы:

А. Конструктивно двигатель включает в себя следующие узлы:

- переднюю опору;
- входной направляющий аппарат;

- среднюю опору;
- компрессор осевой десятиступенчатый, двухкаскадный, состоящий из компрессора низкого давления и компрессора высокого давления;
- блок камеры сгорания;
- турбину газогенератора - двухступенчатую;
- заднюю опору;
- оболочки;
- силовую проставку;
- свободную турбину - одноступенчатую осевую;
- опору свободной турбины.

1) Передняя опора ротора компрессора низкого давления, вмонтирована во входной направляющий аппарат.

2) Входной направляющий аппарат выполнен в виде кольца со вставленными в него двенадцатью радиально расположенными лопатками, к нижним полкам которых крепится опора ротора компрессора низкого давления.

3) Средняя опора включает в себя:

- узел задней опоры ротора компрессора НД с шариковым подшипником и деталями, уплотнения;
- узел собственно средней опоры с шариковым подшипником;
- узел регулируемого направляющего аппарата;
- корпус центрального привода;
- детали уплотнения.

4) Осевой десятиступенчатый, двухкаскадный компрессор включает в себя:

- узел четырехступенчатого двухопорного ротора компрессора НД;
- узел статора компрессора НД, состоящий из лопаточных направляющих аппаратов и рабочих колец;
- узел шестиступенчатого двухопорного ротора компрессора БД;
- узел статора компрессора ВД, состоящий из лопаточных направляющих аппаратов, рабочих колец и механизма клапанов перепуска воздуха с ресивером отбора воздуха.

5) Блок камеры сгорания включает в себя наружный корпус, камеру сгорания, внутренний корпус и два воспламенителя.

6) Компрессоры двигателя вращает двухкаскадная, двухступенчатая турбина газогенератора.

Первая ступень турбины вращает ротор компрессора ВД, а вторая ступень-ротор компрессора НД. В узел турбины входит узел статора, состоящий из лопаточных сопловых аппаратов и рабочих колец.

7) Задняя опора с роликовым подшипником является опорой ротора турбины НД. Опорой ротора турбины ВД служит роликовый подшипник, расположенный между валами турбины низкого и высокого давления. Узел задней опоры является одновременно и опорой ротора турбины ВД.

8) Оболочки, устанавливаемые между корпусами средней и задней опор, являются силовым элементом и одновременно служат тепловым экраном. На наружных поверхностях оболочек располагаются агрегаты механизации компрессора, фланцы отбора воздуха и арматура электропроводки и трубопроводов.

9) Силовая проставка над задней опорой является задним силовым поясом крепления двигателя на раме. Через люк на силовой проставке проходит проушина крепления двигателя.

10) Одноступенчатая осевая свободная турбина конструктивно состоит из ротора (вал и рабочее колесо) и статора.

Статор представляет собой кольцевой лопаточный сопловой аппарат и рабочее кольцо со вставками.

11) Опора свободной турбины включает в себя передний роликовый и задний шариковый и роликовый подшипники. В опоре через одно из ее ребер проходит рессора для привода коробки приводов агрегатов.

Б. На двигателе установлены агрегаты масляной и топливной систем, агрегаты системы регулирования, контроля работы и защиты, жгуты электропроводки с выходными соединителями, трубопроводы масляной и топливной систем, трубопроводы отбора воздуха из компрессора на нужды самого двигателя и ГПА.

В. Двигатель устанавливается и крепится на разъемной раме, с которой он поставляется на газоперекачивающую станцию при этом:

1) Крепление газогенератора к раме производится в двух поясах:

- за цапфы, расположенные в горизонтальной плоскости на средней опоре;

- за проушину, расположенную сверху над задней опорой газогенератора.

2) Крепление узла свободной турбины к своей раме производится в двух поясах:

- за цапфы, расположенные в горизонтальной плоскости на корпусе опоры свободной турбины;

- за цапфы, расположенные на силовой проставке.

Г. Соединение узла свободной турбины с задней опорой газогенератора - телескопическое.

Д. Соединение рамы газогенератора с рамой свободной турбины - жесткое, болтовое.

Принцип работы двигателя НК-16СТ:

А. Атмосферный воздух через входное очистительное устройство и камеру всасывания газоперекачивающего агрегата входит в двигатель. В компрессорах низкого и высокого давления воздух сжимается и поступает в камеру сгорания. В камере сгорания в потоке воздуха сжигается топливо (природный газ, очищенный нефтяной газ), поступающее через форсунки. Из камеры сгорания горячие газы направляются на лопатки турбин.

В турбине газогенератора тепловая энергия газового потока превращается в механическую энергию вращения роторов турбин. Мощность первой ступени турбины расходуется на вращение ротора компрессора высокого давления, вторая ступень турбины вращает ротор компрессора низкого давления. Мощность, полученная на валу свободной турбины, расходуется на привод нагнетателя газоперекачивающего агрегата или нагнетатель газлифтной компрессорной станции.

Б. Отработанный газ через выхлопное устройство газоперекачивающего агрегата выбрасывается в атмосферу.

Кинематическая схема двигателя НК-16СТ:

А. В конструкции двигателя предусмотрены приводы к агрегатам систем, которые обслуживают двигатель. Вращение приводов, расположенных в коробках, осуществляется системой передач, конструктивно выполненных в виде отдельных узлов.

Б. От роторов газогенератора и ротора свободной турбины осуществляются следующие передачи:

1) От ротора компрессора низкого давления - к индукторам датчиков частоты вращения ДЧВ-2500А (ДЧВ-2500);

- к откачивающему насосу передней опоры.

2) От ротора компрессора высокого давления через центральный привод, расположенный в средней опоре:

- к приводу нагнетающего насоса свободной турбины;

- к приводу суфлера и насосов опоры свободной турбины;

- к индуктору датчиков частоты вращения ДЧВ-2500А (ДЧВ-2500) и ДТА-10Е;

- к приводу суфлера опор компрессоров;

- к приводу нагнетающего и подкачивающего насосов газогенератора;
- к приводу центрифуг и откачивающего насоса;
- к приводу ручной прокрутки ротора высокого давления;
- к приводу стартера;
- к приводу насоса "888".

3) От ротора свободной турбины:

- к приводу ограничителя оборотов ОГ-16;
- к индуктору датчика частоты вращения ДЧВ-2500А (ДЧВ-2500).

В. Агрегаты, получающие вращение от ротора высокого давления, располагаются на коробках приводов. Коробки приводов смонтированы на средней опоре.

Г. Детали центрального привода располагаются внутри средней опоры. От центрального привода вращение к агрегатам передается через шестерни коробок приводов.

Содержание отчета:

1. Общие сведения о двигателе Нк-16СТ.
2. Основные элементы конструкции двигателя.
3. Краткое описание принципа работы двигателя.
4. Выводы.

Контрольные вопросы по результатам выполнения практической работы № 1:

1. Основное назначение газоперекачивающего агрегата.
2. Из каких модулей состоит двигатель Нк-16СТ.
3. Что относится к основным узлам двигателя.
4. Кинематическая схема двигателя НК-16СТ.

Практическая работа №2

Ручная прокрутка ротора ВД на один оборот

Цели занятия:

- научиться определять места установки инструмента для прокрутки ротора в ручную;
- отработать навыки проведения операции по прокрутке ротора ВД на один оборот.

Порядок выполнения работы:

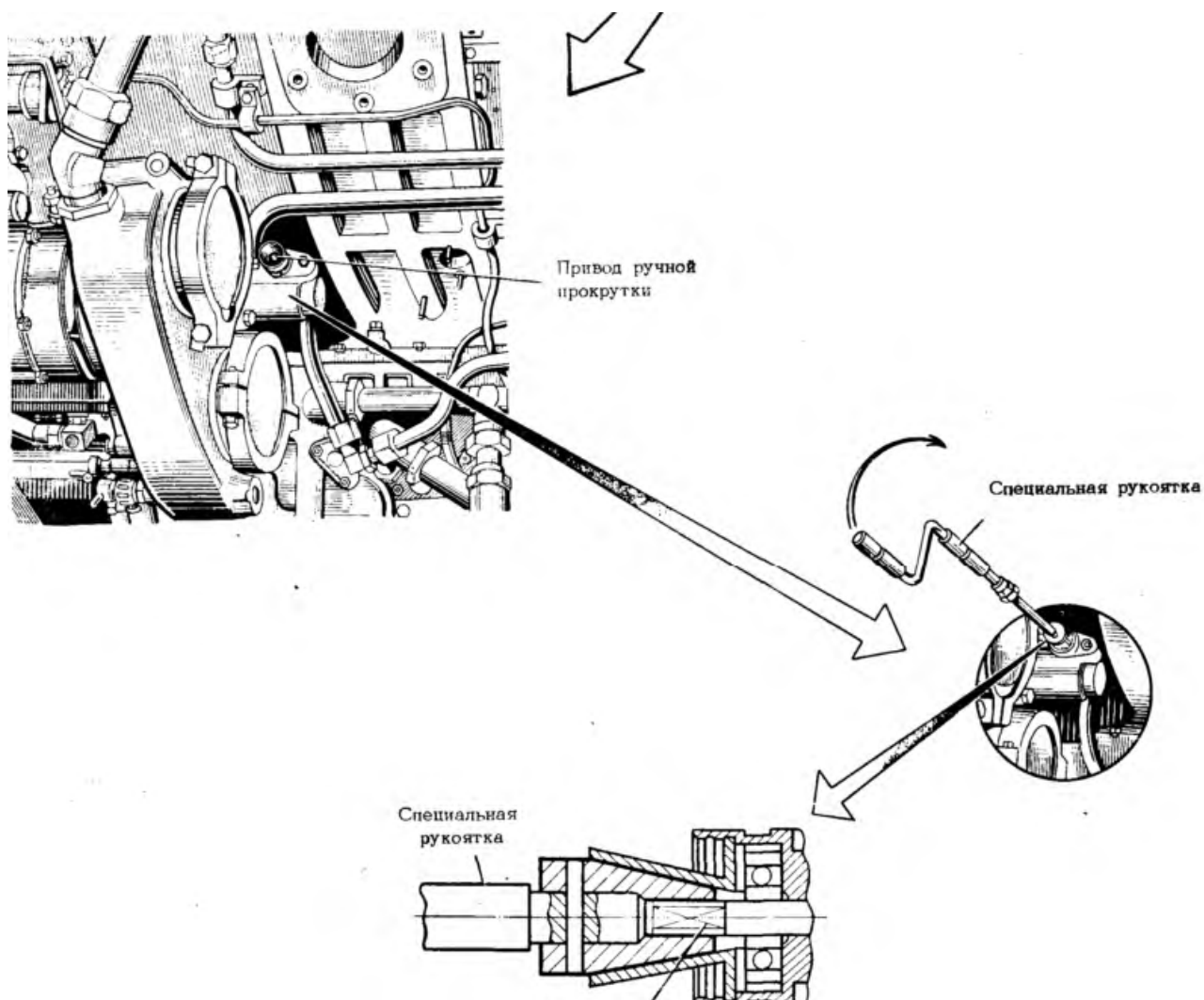
- ознакомиться с общими сведениями об операции;
- приступить к проведению операции.

Общие сведения:

1) Привод ручной прокрутки служит для прокрутки ротора ВД при проверке плавности вращения ротора ВД, при осмотре рабочих лопаток компрессора, турбины и зачистке рабочих лопаток компрессора.

2) Привод ручной прокрутки расположен на задней стенке КПА слева.

3) Привод ручной прокрутки работает следующим образом: вращение специальной рукоятки, установленной в квадрат привода ручной прокрутки, передается на вал ротора ВД через храповую муфту и систему цилиндрических шестерен КПА, систему конических шестерен КПМА и центрального привода средней опоры. Рисунок 4.



Ход проведения операции и технические требования:

Прокрутка ротора производится специальной рукояткой.

- 1) Наденьте рукоятку на квадрат привода ручной прокрутки;
- 2) Прокрутите рукоятку на 25 оборотов по часовой стрелке.

ПРИМЕЧАНИЕ: Привод ручной прокрутки войдет в зацепление с храповой муфтой рукоятки, после трех оборотов рукоятки, оставшиеся 22 оборота рукоятки соответствуют одному обороту ротора ВД.

- 3) Для вывода храповой муфты привода из зацепления поверните рукоятку против часовой стрелки не менее чем на четыре оборота.
- 4) Снимите рукоятку.

Содержание отчета:

1. Цель практической работы.
2. Общие сведения об операции.
3. Описание хода выполнения работ.
4. Выводы.

Контрольные вопросы по результатам выполнения практической работы № 2:

1. Для чего служит привод ручной прокрутки.
2. Что используют для прокрутки привода.
3. Принцип работы ручной прокрутки.
4. Сколько оборотов необходимо сделать при прокрутке.

Практическая работа №3 «Осмотр ГВТ двигателя НК-16СТ»

Цели занятия:

- отработать навыки осмотра газо-воздушного тракта (ГВТ);
- научиться производить осмотр лопаток I ступени ротора компрессора низкого давления через входной направляющий аппарат (/ВНА);
- научиться производить осмотр лопаток II ступени ротора компрессора низкого давления;
- отработать навыки использования оптического аппарата при осмотре камеры сгорания.

Порядок выполнения работы:

- ознакомиться с общими сведениями об операциях;
- приступить к проведению операций.

Ход работы:

Осмотр лопаток I ступени ротора компрессора НД через ВНА.

- 1) Постелите в воздухозаборнике мат.
- 2) Возьмите переносную лампу с направленным светом и подключите ее к источнику питания.
- 3) Осветите через ВНА направленным светом переносной лампы рабочие лопатки I ступени.
- 4) Плавно поворачивая рабочее колесо за лопатки, осмотрите входные кромки и перо каждой лопатки для выявления дефектов (Во избежание травмирования рук исполнителя при проворачивании ротора компрессора низкого давления от руки ротор вращайте медленно, не допуская его вращения по инерции).
- 5) При обнаружении дефектов запишите их размеры и координаты.
- 6) Произведите сравнительную оценку величин дефектов с допустимыми. Если, величина в допустимых пределах, проведите контроль лопаток в местах дефектов на отсутствие трещин методом цветной дефектоскопии (делается по типовой технологии).
- 7) При необходимости выполните ремонт лопаток по ремонтной технологии.

8) При обнаружении забоин, превышающих допустимые нормы, или при наличии трещин двигатель снимите с эксплуатации с отметкой в Формуляре о причинах съема.

9) Уберите мат из воздухозаборника

Осмотр лопаток II ступени ротора компрессора НД

Осмотр рабочих лопаток II ступени производится одновременно с осмотром выходных кромок рабочих лопаток I ступени.

Осмотр входных кромок рабочих лопаток II ступени и выходных кромок рабочих лопаток I ступени производится через лючок ЛКНД1-2.

Осмотр производят два человека.

1) Обеспечьте свободный и безопасный доступ к лючку.

2) Постелите в воздухозаборнике мат.

3) Подключите лампу с отражателем к источнику электрического тока.

4) Застопорите ротор компрессора от проворачивания, установив между лопатками ВНА и лопатками I ступени компрессора два деревянных клина.

5) Произведите демонтаж заглушки смотрового лючка ЛКНД1-2.

6) Осветите светильником через воздухозаборник рабочие лопатки I и II ступеней в районе смотрового лючка ЛКНД1-2.

7) Снимите клинья и плавно проверните рабочее колесо I ступени за лопатки. Найдите на перемычке между пазами диска номер 84.259.021.

ПРИМЕЧАНИЕ:

1. Отсчет лопаток ведите по часовой стрелке, если смотреть на рабочее колесо спереди, считая первой лопатку, расположенную справа от номера.

2. Освещение светильником и поворот рабочего колеса производит второй работающий.

8) Плавно проворачивая ротор НД, предварительно проверьте визуально через лючок ЛКНД1-2 входные кромки лопаток II ступени и выходные кромки I ступени на отсутствие забоин и трещин. Поврежденные лопатки запишите.

9) Подведите к лючку ЛКНД1-2 лопатку II ступени с дефектами.

10) Вставьте в лючок ЛКНД1-2 эндоскоп и подключите его к источнику электрического тока.

11) Вставьте светильник между лопатками ВНА и осветите рабочие лопатки II ступени в районе смотрового лючка ЛКНД1-2.

ВНИМАНИЕ:

1. СЛЕДИТЕ, ЧТОБЫ СВЕТИЛЬНИК НЕ КАСАЛСЯ РАБОЧИХ ЛОПАТОК I СТУПЕНИ ПРИ ПРОВОРАЧИВАНИИ РАБОЧЕГО КОЛЕСА.

2. ЗАПРЕЩАЕТСЯ ВСТАВЛЯТЬ В ЛЮЧОК ПАЛЬЦЫ, А ТАКЖЕ ИНСТРУМЕНТЫ И ПРЕДМЕТЫ, НЕ ПРЕДУСМОТРЕННЫЕ В ДАННОЙ ТЕХНОЛОГИИ.

3. ПРИДЕРЖИВАЙТЕ ЭНДОСКОП ТАК, ЧТОБЫ ОН НЕ ВЫСТУПАЛ ЗА ПРЕДЕЛЫ ЛОПАТОК НАПРАВЛЯЮЩЕГО АППАРАТА, ВО ИЗБЕЖАНИЕ ЗАДЕВАНИЯ И ПОЛОМКИ ЭНДОСКОПА ПРИ ПРОВОРАЧИВАНИИ РОТОРА.

12) Настройте эндоскоп на резкость и осмотрите входные кромки лопаток II ступени и выходные кромки лопаток I ступени, определите координаты и степень повреждения и запишите в тетрадь.

13) Выньте из лючка эндоскоп и отключите его от источника питания электрическим током.

14) Осмотрите степень повреждения лопаток.

ВНИМАНИЕ:

1. ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ ЗАБОИН, ПРЕВЫШАЮЩИХ ДОПУСТИМЫЕ ЗНАЧЕНИЯ, ИЛИ ПРИ НАЛИЧИИ ТРЕЩИН ДВИГАТЕЛЬ ПОДЛЕЖИТ СЪЕМУ С ОТМЕТКОЙ ОБ ЭТОМ В ФОРМУЛЯРЕ ДВИГАТЕЛЯ.

2. ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ ЗАБОИН В ПРЕДЕЛАХ ДОПУСКА ПРОИЗВЕДИТЕ ТЕКУЩИЙ РЕМОНТ ЛОПАТОК I И II СТУПЕНЕЙ.

15) Если текущий ремонт рабочих лопаток ротора компрессора не требуется, то выполните следующие работы:

а) Уберите из воздухозаборника мат.

б) Отключите фару и светильник от источника электрического тока.

в) Произведите монтаж заглушки смотрового лючка ЛКНД1-2.

Осмотр камеры сгорания оптическими приборами

Осмотр оптическими приборами подвергаются следующие узлы:

- сопла форсунок, лопатки завихрителей, кромки диффузоров горелок, нижняя и верхняя кромки корпуса головки, наружное и внутреннее кольца головки и головка заклепок крепления колец;

- наружный и внутренний конус, наружное и внутреннее уплотнительные кольца;

- шов приварки внутреннего уплотнительного кольца к внутреннему кожуху;

- шов приварки наружного уплотнительного кольца к наружному кожуху;

- места приварки карманов к внутреннему и наружному кожухам.

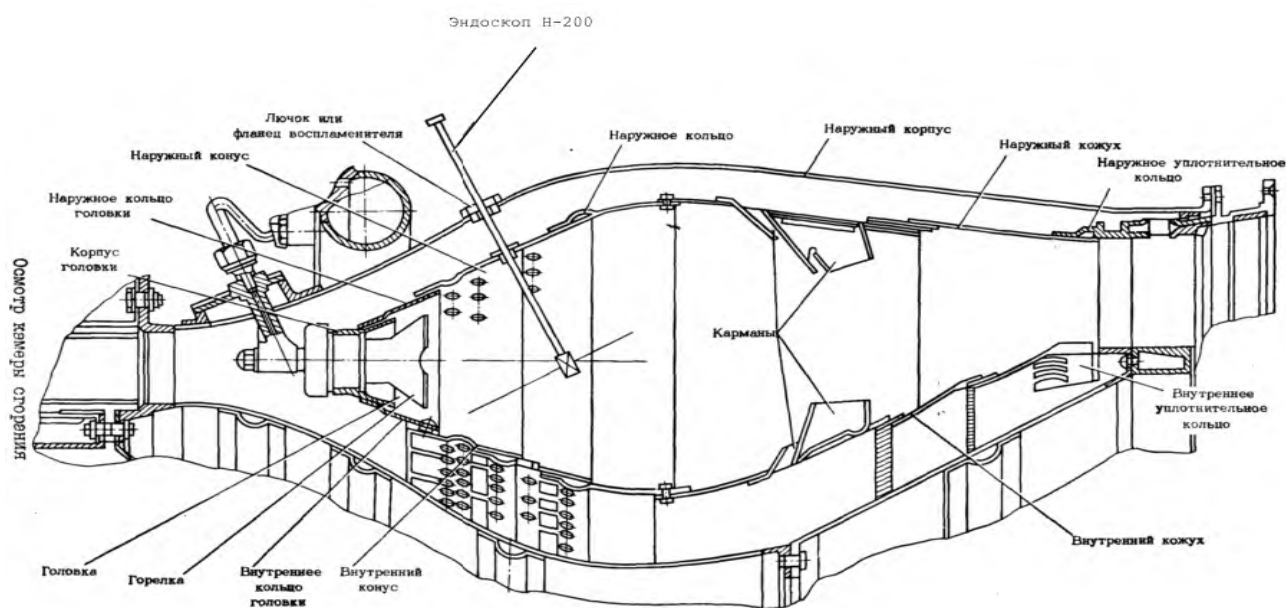
Наружный корпус камеры сгорания осматривается визуально.

1) Снимите кожухи газогенератора.

2) Произведите демонтаж заглушек смотровых лючков ЛКС2.

3) Произведите демонтаж воспламенителей.

4) Введите эндоскоп поочередно в имеющиеся отверстия смотровых лючков и воспламенителей и осмотрите поверхности камеры сгорания по окружности на 360°, поворачивая призму прибора по сектору осмотра в зоне видимости.



Осмотр камеры сгорания производите в следующем порядке:

а) осмотрите сопла форсунок, лопатки завихрителей, кромки диффузоров горелок, кромки корпуса головки, наружное и внутреннее кольца головки для выявления обгаров, трещин, короблений, а также обрыва головок заклепок крепления колец.

ДОПУСКАЮТСЯ:

- растрескивания согласно допустимым дефектам.

- прогары величиной менее 20x40 мм;

- оплавления на кромках диффузоров горелок до 10 мм;

- обгар кромок наружного и внутреннего кольца головки согласно допустимым дефектам.

- оплавление и трещины на кромках корпуса головки согласно допустимым дефектам.

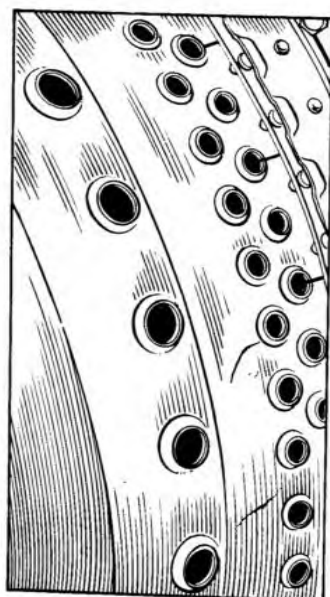
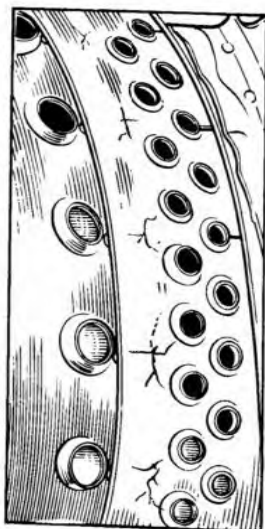
ВНИМАНИЕ: ПРИ ОБНАРУЖЕНИИ ОБРЫВА ЗАКЛЕПОК КРЕПЛЕНИЯ КОЛЕЦ ГОЛОВКИ ПРОИЗВЕДИТЕ ОСМОТР ЛОПАТОК ТУРБИНЫ ГАЗОГЕНЕРАТОРА И СВОБОДНОЙ ТУРБИНЫ.

б) Осмотрите поверхности наружного и внутреннего конуса и наружного кольца. ДОПУСКАЮТСЯ:

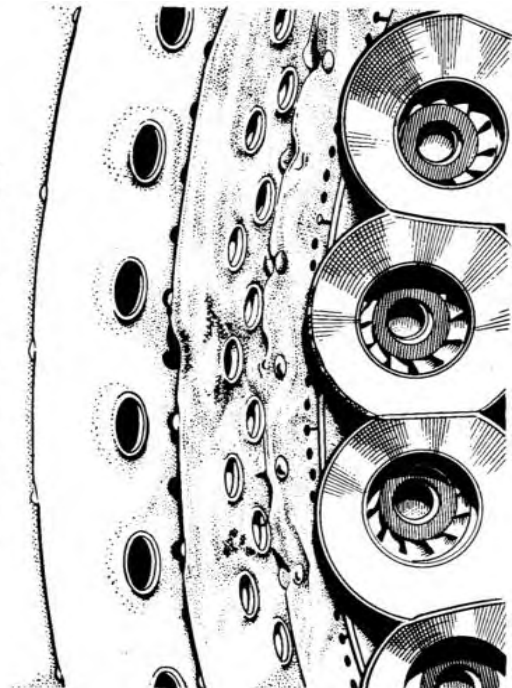
- коробления, трещины, прогары согласно допустимым дефектам.

Допустимые дефекты на элементах камеры сгорания

Трещины и растрескивания на внутреннем конусе

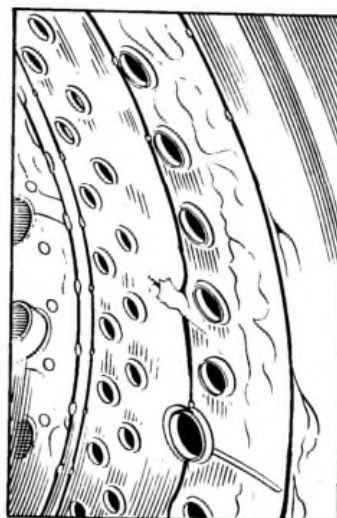
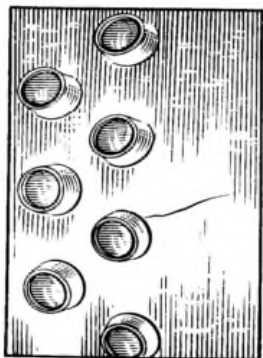


Обгары сопел форсунок и кромок диффузора, Обгары, трещины и коробления на наружном и внутреннем кольцах головок

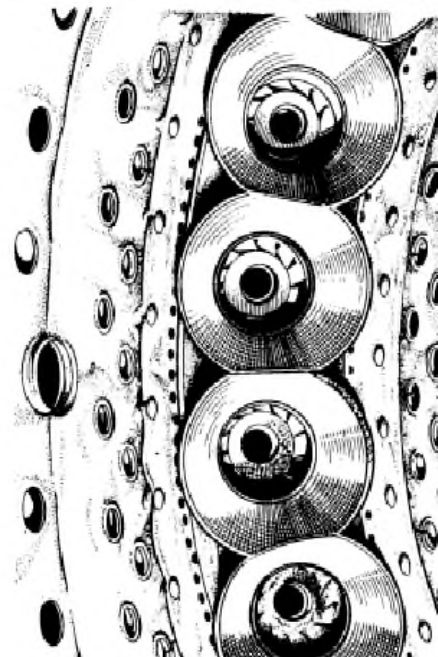


Допустимые дефекты на элементах камеры сгорания

Трещины и растрескивания на наружном конусе



Обгары сопел форсунок и кромок диффузора, Обгары, трещины и коробления на наружном и внутреннем кольцах головок



в) Осмотрите наружное и внутреннее уплотнительные кольца, и места их приварки к кожухам камеры сгорания.

НЕ ДОПУСКАЮТСЯ:

- трещины по сварным швам;
- продольные трещины на уплотнительных кольцах.

г) осмотрите сварные швы передней кромки карманов, между карманами и места крепления карманов к кожухам. На внутреннем кожухе осмотреть 24

кармана, расположенных непосредственно перед смотровыми лючками (по 6 карманов на каждый лючок). На остальных карманах внутреннего кожуха, расположенных в зоне видимости, осмотрите сварные швы передней кромки карманов.

НЕ ДОПУСКАЮТСЯ:

- трещины и прогары по перемычкам между карманами.

ВНИМАНИЕ: ПРИ НАЛИЧИИ ПРОГАРОВ, ОБГАРОВ, ТРЕЩИН И ДРУГИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ ВЕЛИЧИНОЙ БОЛЕЕ УКАЗАННЫХ НОРМ, ДВИГАТЕЛИ ПОДЛЕЖАТ СЪЕМУ С ЭКСПЛУАТАЦИИ.

5) По окончании осмотра выньте эндоскоп, установите воспламенители, закройте смотровые лючки, установите кожухи.

6) Произведите запись в Формуляре двигателя о проведенной работе с указанием обнаруженных дефектов.

Содержание отчета:

1. Цель практической работы.
2. Результат осмотра лопаток I ступени ротора компрессора НД.
3. Результат осмотра лопаток II ступени ротора компрессора НД.
5. Результат осмотра камеры сгорания.
6. Выводы.

Контрольные вопросы по результатам выполнения практической работы № 3:

1. Основные дефекты, выявляемые при осмотре лопаток I ступени ротора.
2. Основные дефекты, выявляемые при осмотре лопаток II ступени ротора.
3. Сколько человек проводит осмотр.
4. Основные дефекты выявляемые при осмотре камеры сгорания.
5. Какие узлы подвергаются осмотру с помощью оптических приборов.