

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«СЕВАСТОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
МОРСКОЙ ИНСТИТУТ
Кафедра «Энергоустановки морских судов и сооружений»

РЕМОНТ СУДОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Методические указания
к практическим занятиям по программе
«Подготовка квалифицированного моториста»
в центре подготовки и аттестации плавсостава

Севастополь
СевГУ
2020

УДК 621.431.7: 656.5 (076.5)
ББК 39.455.5-08я73
Р38

Р е ц е н з е н т:

Г.В. Гоголев – к.т.н. доцент кафедры
«Энергоустановки морских судов и сооружений»

Ответственный за выпуск:

К.Ю. Федоровский – заведующий кафедрой
«Энергоустановки морских судов и сооружений»

Составители: С.Е. Бабышев, В. Ю. Латышев

Р38 Ремонт судовых двигателей внутреннего сгорания: методические указания к практическим занятиям по программе «Подготовка квалифицированного моториста» в центре подготовки и аттестации плавсостава / Сост. С.Е. Бабышев, В.Ю. Латышев ; Министерство науки и высшего образования РФ, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», Морской институт. – Севастополь : СевГУ, 2020. – 12 с. – Текст : непосредственный.

Целью методических указаний является оказание студентам необходимой методической помощи при подготовке к практическим занятиям при подготовке квалифицированных мотористов морских судов для получения свидетельства «Квалифицированный моторист» в соответствии с требованиями Правила III/5 МК ПДНВ78 с поправками, Раздела А-III/5 и таблицы А-III/5 Кодекса ПДНВ.

УДК 621.431.7: 656.5 (076.5)
ББК 39.455.5-08я73

Рассмотрено и рекомендовано на заседании кафедры «Энергоустановки морских судов и сооружений» Морского института Севастопольского госуниверситета в качестве методических указаний, протокол заседания кафедры № 7 от 14 марта 2019 г.

Изд. № 148/19. Объем 0,75 п.л.
РИИЦМ ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет

© ФГАОУ ВО «Севастопольский
государственный университет», 2020

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗАНЯТИЕ № 19

№ ПЗ	Тема ПЗ, номер раздела по УТП, выполняемые задания	Объем часов	Формируемые (оцениваемые) компетенции	Используемые ТСО
19	Ремонт судовых двигателей внутреннего сгорания	1	подготовка вахтенных мотористов морских судов для получения свидетельства «Квалифицированный моторист» в соответствии с требованиями Правила III/5 МК ПДНВ78 с поправками, Раздела А-III/5 и таблицы А-III/5 Кодекса	Лаборатория тренажерного и лабораторного практикума по техническому обслуживанию и ремонту судовых ДВС (ауд.139) используя дизель Mark 9ДМ

ТЕМА: Ремонт судовых двигателей внутреннего сгорания

Достигаемые компетенции: Занятие направлено на формирование компетенции подготовка вахтенных мотористов морских судов для получения свидетельства «Квалифицированный моторист» в соответствии с требованиями Правила III/5 МК ПДНВ78 с поправками, Раздела А-III/5 и таблицы А-III/5 Кодекса.

Учебная цель: отработка навыков по ремонту ДВС, изучение приёмов выполнения ремонтных работ, применение на практике полученных теоретических знаний, производство замеров трущихся деталей, дефектовка.

Ожидаемые результаты: формирование знаний:

- 1) Технология проведения ремонта ДВС;
- 2) Мероприятия техника безопасности перед началом ремонтных работ;
- 3) Изучение характерных видов износа ответственных деталей;
- 4) Изучение инструмента, спецприспособлений, такелажа при проведении ремонта;
- 5) Порядок разборки дизеля;
- 6) Техника производства замеров трущихся деталей.

Содержание:

- Сборка двигателей внутреннего сгорания. Общий порядок сборки СДВС по деталям и узлам.
- Регулировочные работы и испытания дизелей после ремонта.
- Правила техники безопасности и противопожарные меры при ремонте СДВС.

Ремонт судовых двигателей внутреннего сгорания.

По результатам оценки технического состояния деталей и узлов ЦПГ и КШМ дизеля, прежде всего, делается выбор методов ремонта. Далее рассматриваются вопросы восстановления детали по форме и размерам, а также возможные пути их реализации. Последовательность постановки и решения задач, на данном этапе следующая:

- 1) выбираются методы устранения дефектов деталей и узлов (замена, восстановление на ремонтный размер или путём нанесения слоя покрытия до соответствующего номинального размера);
- 2) выбираются номинальные значения ремонтных размеров деталей в соединениях;
- 3) назначаются допуски и посадки на размеры, отклонения формы и расположения поверхностей деталей и узлов;
- 4) назначаются виды финишной обработки восстанавливаемых деталей;
- 5) определяется, исходя из фактических припусков на обработку, структура технологического процесса восстановления деталей.

При выборе принципиальных решений о методах ремонта деталей необходимо учитывать следующие обстоятельства.

Восстановление детали производится либо с целью восстановления зазоров (натягов), гарантирующих нормальную работу соединений, либо с целью устранения дефектов в самих деталях. При нормальной эксплуатации дефектами деталей, изнашивающихся от трения, обычно являются изменение диаметра и искажения геометрической формы в продольном и поперечном сечениях: конусность и овальность.

Детали ЦПГ обладают значительным запасом прочности, а абсолютные значения износов сравнительно невелики. Даже наиболее значительные износы, встречающиеся в практике эксплуатации машин, не создают угрозы потери прочности деталей. Поэтому ремонт таких деталей удобнее всего производить механической обработкой с использованием системы стандартных ремонтных размеров. При этом одну из деталей, входящих в соединение, восстанавливают путём механической обработки на стандартный ремонтный размер, а другую – сопряженную – заменяют сменной деталью соответствующего ремонтного размера.

Ремонтные работы по восстановлению подшипников с баббитовым антифрикционным покрытием, дефекты которых устраняются заваркой, наплавкой и перезаливкой.

Необходимо выбрать вариант, который позволит произвести ремонт с наименьшими затратами средств и времени. Если решается вопрос о том, какая из деталей соединения должна быть заменена, следует учитывать стоимость деталей. Необходимо также иметь в виду, что обработка отверстий всегда более трудоёмка и дорога, нежели обработка валов. Кроме того, в практике ремонта судовых дизелей, как правило, не практикуется восстановление поршневых колец и пальцев.

Перед разборкой ДВС: необходимо вывести его из эксплуатации, надёжно перекрыть текущие клапана подачи топлива, сжатого воздуха, охлаждающей жидкости. Выключить соответствующий щит автоматики, повесить на все органы управления, предупреждающие таблички, получить разрешение на производство работ от ответственного за оборудование.

Во время разборки любого двигателя рекомендуется соблюдать следующие общие правила:

- аккуратно демонтировать контрольно измерительные приборы, промаркировать и сложить отдельно, во избежание повреждения.
- детали и трубы систем и приборы укладывать на заранее подготовленные места;
- разборку производить только специально предназначенными для этой цели инструментами и приспособлениями;
- при разборке не применять чрезмерных усилий, а если узел не поддается разборке, выяснить причины;
- все открытые полости закрывать специальными крышками (использование в качестве заглушек пакли и ветоши запрещается);
- концы трубок глушить деревянными пробками или специальными заглушками;
- если деталь крепится несколькими гайками, то сначала последовательно ослабить их, а уже потом отвертывать; гайки после разборки наворачивать обратно на болты или шпильки, а если этого сделать нельзя, то гайки с каждого узла собирать на отдельную проволоку с биркой.

Следующий этап — поддетальная разборка, т. е. разборка узлов на отдельные детали.

Иногда при ремонте двигателя в цехе в целях уменьшения массы двигателя и предотвращения возможных повреждений его узлов и деталей при выгрузке с судна и транспортировке в цех производят демонтаж отдельных узлов на судне и отправляют их в цех. Облегченный двигатель отсоединяют от судового фундамента и также направляют в цех.

Рассмотрим технологию разборки некоторых наиболее ответственных узлов двигателя.

Выпрессовку втулок цилиндров производят для их замены, а иногда для очистки водяного пространства. Втулки выпрессовывают с помощью приспособления, показанного на рис. 1. Снизу к торцу втулки подводится диск 8, имеющий по окружности четыре отверстия, в которые заводят стержни 7. Сверху на шпильки цилиндра устанавливают четыре подставки 6 и два гидравлических домкрата 5. На головки плунжеров домкратов помещают жесткие прокладки 4, которые упираются в скобу 3, насаженную на стержень 7 и закрепленную гайками. На две другие подставки 6 устанавливают скобу 2, соединенную с двумя другими стержнями 7; под эту скобу заводят клинья 1. Установив приспособление, в зарубашечное пространство впускают пар низкого давления для подогрева цилиндра и

облегчения выпрессовки втулки, слегка подбивают клинья и вводят в действие домкраты, с помощью которых и выпрессовывают втулку.

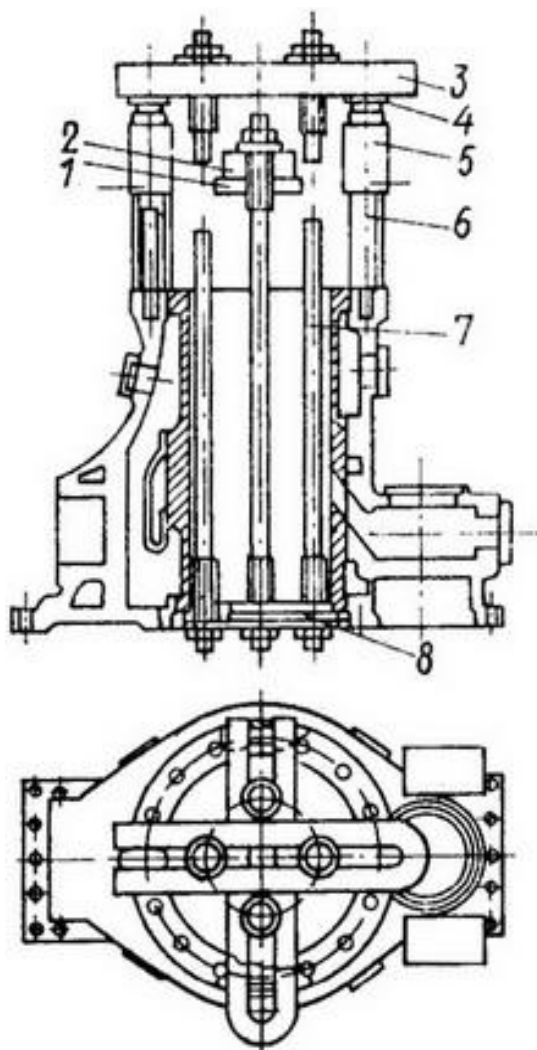


Рис. 1. Приспособление для гидравлической выпрессовки втулок

Последовательность разборки поршней зависит от их конструкции. Разборка большинства поршней двигателей крейцкопфного типа сводится к отсоединению штока поршня от его головки и снятию поршневых колец с поршня. Отсоединение поршня тронкового двигателя производится путем выпрессовки поршневого пальца с помощью специального приспособления, позволяющего избежать ударов по пальцу. На рис. 2 показано простейшее приспособление для выпрессовки пальца 1 из поршня 2. Через пустотелый палец поршня пропущен болт 4, под головку которого подложена шайба 5. Вторым концом болт проходит через отверстие П-образной скобы 3, опирающейся на поверхность поршня. Навертывая гайку на болт 4, выпрессовывают палец и отсоединяют шатун от поршня. Если палец плавающий, а поршень силуминовый, то снимают заглушки, фиксирующие палец, нагревают поршень в масле до $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ (523 K) и вынимают палец из

поршня. Поршневые кольца снимают при помощи несложных приспособлений, предохраняющих их от поломки.

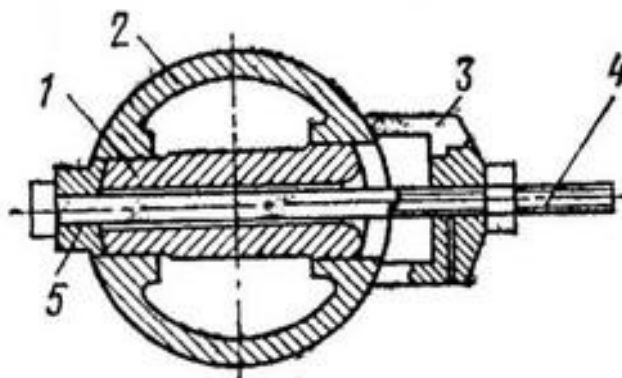


Рис. 2. Приспособление для выпрессовки поршневых пальцев

Разборка шатуна тронкового типа сводится к выпрессовке втулки головного подшипника с предварительным высверливанием стопоров, а также удалению вкладышей мотылевого подшипника.

Разбирая коленчатый вал, спрессовывают шестерню привода распределительного вала и маховик, снимают заглушки, обеспечивающие герметичность масляных полостей шеек вала; при необходимости снимают противовесы.

При разборке распределительного вала спрессовывают передаточную шестерню, а в случае необходимости и кулачковые шайбы. Если вал состоит из нескольких частей, их разъединяют.

Перед дефектацией разобранные детали двигателя чистят и моют для удаления нагара, коррозии, жирового слоя и накипи. Очистку производят химическим, механическим и ультразвуковым способами.

Дефектация деталей — ответственный этап технологического процесса ремонта ДВС. Задачей дефектации является проверка цельности деталей (обнаружение наружных и внутренних трещин, обломков и т. п.) и определение степени износа, деформации, нарушений взаимного расположения поверхностей и их чистоты.

От того, как организована дефектация, зависят качество и стоимость ремонта. При недостаточно внимательном контроле может снизиться его качество, а чрезмерно жесткий контроль может вызвать перерасход запасных деталей. Дефектация позволяет разделить все детали на три группы.

К 1-й группе относят детали, имеющие допустимый износ, а также прошедшие необходимые виды проверки;

ко 2-й группе — детали, которые имеют предельный износ и изменение геометрической формы поверхности, но восстановление которых возможно;

к 3-й группе относят детали, имеющие признаки окончательного брака и непригодные к восстановлению.

При дефектации деталей производят внешний осмотр, проверку на специальных приборах для выявления невидимых глазом дефектов, проверку

герметичности, измерение размеров и проверку для выявления отклонений от первоначальной геометрической формы.

Внешний осмотр предшествует всем остальным проверкам и производится с помощью лупы. Он позволяет обнаружить трещины, раковины и другие дефекты, а также изменения поверхностного слоя металла (например, перегрев — по наличию цветов побежалости). До применения лупы производят визуальную проверку, а места, недоступные осмотру, проверяют обстукиванием для выявления трещин. Для обнаружения в деталях пороков, невидимых простым глазом, на предприятиях применяют магнитную дефектоскопию, просвечивание рентгеновскими лучами, гамма - дефектоскопию, ультразвуковой и люминесцентный контроль.

При дефектации деталей ДВС (исключая детали топливной аппаратуры) необходимы следующие контрольно-измерительные инструменты, приборы и приспособления: микрометрические скобы с пределами измерений 0...25 мм, 25...50 мм и более в зависимости от размеров поршневых пальцев, шеек коленчатого вала и поршней; индикаторный нутрометр со вставками различной длины; микрометрический нутрометр (штихмас); индикатор линейный со штативом; щупы; штангенциркули; уровень слесарный с ценой делений 0,05...0,20 мм на 1 м длины; резбомеры; проверочная линейка стальная; приспособление для измерения расхождения щек кривошипа; грузы и тонкая стальная проволока для отвесов; металлические рулетки и метр.

На специализированных предприятиях наряду с обычным инструментом широко применяют браковочные калибры и специальные измерительные приборы. Контроль с помощью калибров высокопроизводителен. Калибры иногда необходимы при проверке размеров труднодоступных поверхностей. Для определения размеров деталей прецизионных пар топливной аппаратуры внедряется пневматический метод измерений. Пневматические приборы отличаются высокой производительностью и большей точностью, чем индикаторные.

Измеряя детали, пользуются определенной методикой, учитывающей конструктивные особенности и условия работы каждой детали. Диаметр цилиндрических поверхностей трения проверяют в нескольких поясах, определяя отклонения от цилиндрической формы по длине (конусность, бочкообразность, корсетность). Диаметр проверяют в нескольких взаимно-перпендикулярных плоскостях, определяя отклонения от цилиндрической формы по поперечному сечению (овальность). Записав данные измерений в карту замеров и обработав их, делают заключение о том, к какой группе по степени дефектности следует отнести данную деталь двигателя.

В связи с тем, что износ канавок поршневых колец приводит к изменению геометрической формы их профиля и к неплоскостности опорных поверхностей при замене поршневого кольца, необходимо предусматривать обязательную проточку канавок, т.е. кольца в любом случае должны заменяться на увеличенные по высоте. Исключение составляют лишь случаи, когда предыдущий ремонтный размер явился предельным. В этом случае

необходимо попытаться восстановить профиль канавок в пределах размера, характеризующего их наибольший износ.

При выборе ремонтного размера соединения необходимо стремиться к тому, чтобы одноимённые детали во всех цилиндрах имели одинаковые ремонтные размеры. Этим облегчается подбор сменных и запасных деталей для последующей возможной замены в период эксплуатации.

При ремонте шеек коленчатого вала применяется переход на уменьшенный диаметр шейки при соответствующей замене подшипников.

Раскепом коленчатого вала называется разность расстояний между щеками мотыля в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Измерение расстояний следует производить на наибольшем возможном расстоянии от шатунной шейки.

Степень подвижности (неподвижности) сопряжений и точность сборки деталей характеризуются следующими параметрами:

отклонение от соосности поршня и втулки рабочего цилиндра выражается в перекосе или смещении поршня;

перекос поршня – непараллельность осей поршня и втулки на длине, равной высоте поршня или его направляющей (тронка);

смещение поршня – расстояние между осью втулки и точкой, находящейся на оси поршня, посередине высоты поршня или его направляющей (тронка); при положительных значениях величин перекоса и смещения поршень наклонен или смещен в сторону носа, при отрицательных – в сторону кормы; перекос и смещение поршня в цилиндре определяют при положении поршня в верхней и нижней мертвых точках;

При назначении ремонтных размеров на детали следует учитывать, что зачастую в условиях ремонтного производства не удаётся обеспечить качество точности, который требуется по техническим условиям, принятым при постройке. Ряд деталей ЦПГ дизелей на машиностроительных заводах изготавливается с размерами по 6-7 квалитетам точности. Технологические же возможности судоремонтных предприятий и судовых мастерских таковы, что в большинстве случаев позволяют обеспечить 7-8 квалитеты точности при обработке валов и 8-9 квалитеты при обработке отверстий. В связи с этим при назначении размеров на обработку следует принимать поля допусков в соответствии с указанной технологически достижимой в судоремонте точностью обработки.

В судоремонте приходится иметь дело с деталями, чистота поверхности которых определяется не видом завершающей обработки при постройке или предыдущем ремонте, а приработкой деталей в эксплуатации. Детали после эксплуатации имеют эксплуатационную шероховатость, которая меньше технологической шероховатости, полученной при обработке в предыдущем ремонте (постройке). Если выбирается припуск для детали, имеющей эксплуатационную шероховатость, его можно принять в пределах 70 - 80 % от величины припуска на завершающую обработку детали.

Ремонт судовых двигателей внутреннего сгорания.

По результатам оценки технического состояния деталей и узлов ЦПГ и КШМ дизеля, прежде всего, делается выбор методов ремонта. Далее рассматриваются вопросы восстановления детали по форме и размерам, а также возможные пути их реализации. Последовательность постановки и решения задач на данном этапе следующая:

1) выбираются методы устранения дефектов деталей и узлов (замена, восстановление на ремонтный размер или путём нанесения слоя покрытия до соответствующего номинального размера);

2) выбираются номинальные значения ремонтных размеров деталей в соединениях;

3) назначаются допуски и посадки на размеры, отклонения формы и расположения поверхностей деталей и узлов;

4) назначаются виды финишной обработки восстанавливаемых деталей;

5) определяется, исходя из фактических припусков на обработку, структура технологического процесса восстановления деталей.

При выборе принципиальных решений о методах ремонта деталей необходимо учитывать следующие обстоятельства.

Восстановление детали производится либо с целью восстановления зазоров (натягов), гарантирующих нормальную работу соединений, либо с целью устранения дефектов в самих деталях. При нормальной эксплуатации дефектами деталей, изнашивающихся от трения, обычно являются изменение диаметра и искажения геометрической формы в продольном и поперечном сечениях: конусность и овальность.

Детали ЦПГ обладают значительным запасом прочности, а абсолютные значения износов сравнительно невелики. Даже наиболее значительные износы, встречающиеся в практике эксплуатации машин, не создают угрозы потери прочности деталей. Поэтому ремонт таких деталей удобнее всего производить механической обработкой с использованием системы стандартных ремонтных размеров. При этом одну из деталей, входящих в соединение, восстанавливают путём механической обработки на стандартный ремонтный размер, а другую – сопряженную – заменяют сменной деталью соответствующего ремонтного размера.

Ремонтные работы по восстановлению подшипников с баббитовым антифрикционным покрытием, дефекты которых устраняются заваркой, наплавкой и перезаливкой.

Необходимо выбирать вариант, который позволит произвести ремонт с наименьшими затратами средств и времени. Если решается вопрос о том, какая из деталей соединения должна быть заменена, следует учитывать стоимость деталей. Необходимо также иметь в виду, что обработка отверстий всегда более трудоёмка и дорога, нежели обработка валов. Кроме того, в практике ремонта судовых дизелей, как правило, не практикуется восстановление поршневых колец и пальцев.

Измеряя детали, пользуются определенной методикой, учитывающей конструктивные особенности и условия работы каждой детали. Диаметр цилиндрических поверхностей трения проверяют в нескольких поясах, определяя отклонения от цилиндрической формы по длине (конусность, бочкообразность, корсетность). Диаметр проверяют в нескольких взаимно-перпендикулярных плоскостях, определяя отклонения от цилиндрической формы по поперечному сечению (овальность). Записав данные измерений в карту замеров и обработав их, делают заключение о том, к какой группе по степени дефектности следует отнести данную деталь двигателя.

В связи с тем, что износ канавок поршневых колец приводит к изменению геометрической формы их профиля и к неплоскостности опорных поверхностей при замене поршневого кольца, необходимо предусматривать обязательную проточку канавок, т.е. кольца в любом случае должны заменяться на увеличенные по высоте. Исключение составляют лишь случаи, когда предыдущий ремонтный размер явился предельным. В этом случае необходимо попытаться восстановить профиль канавок в пределах размера, характеризующего их наибольший износ.

При выборе ремонтного размера соединения необходимо стремиться к тому, чтобы одноимённые детали во всех цилиндрах имели одинаковые ремонтные размеры. Этим облегчается подбор сменных и запасных деталей для последующей возможной замены в период эксплуатации.

При ремонте шеек коленчатого вала применяется переход на уменьшенный диаметр шейки при соответствующей замене подшипников.

Раскепом коленчатого вала называется разность расстояний между щеками мотыля в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Измерение расстояний следует производить на наибольшем возможном расстоянии от шатунной шейки.

Степень подвижности (неподвижности) сопряжений и точность сборки деталей характеризуются следующими параметрами:

- **отклонение от соосности поршня и втулки рабочего цилиндра** выражается в перекосе или смещении поршня;
- **перекос поршня** – непараллельность осей поршня и втулки на длине, равной высоте поршня или его направляющей (тронка);
- **смещение поршня** – расстояние между осью втулки и точкой, находящейся на оси поршня, посередине высоты поршня или его направляющей (тронка); при положительных значениях величин перекоса и смещения поршень наклонен или смещен в сторону носа, при отрицательных – в сторону кормы; перекос и смещение поршня в цилиндре определяют при положении поршня в верхней и нижней мертвых точках;

При назначении ремонтных размеров на детали следует учитывать, что зачастую в условиях ремонтного производства не удаётся обеспечить качество точности, который требуется по техническим условиям, принятым при постройке. Ряд деталей ЦПГ дизелей на машиностроительных заводах изготавливается с размерами по 6-7 квалитетам точности.

Технологические же возможности судоремонтных предприятий и судовых мастерских таковы, что в большинстве случаев позволяют обеспечить 7-8 квалитеты точности при обработке валов и 8-9 квалитеты при обработке отверстий. В связи с этим при назначении размеров на обработку следует принимать поля допусков в соответствии с указанной технологически достижимой в судоремонте точностью обработки.

В судоремонте приходится иметь дело с деталями, чистота поверхности которых определяется не видом завершающей обработки при постройке или предыдущем ремонте, а приработкой деталей в эксплуатации. Детали после эксплуатации имеют эксплуатационную шероховатость, которая меньше технологической шероховатости, полученной при обработке в предыдущем ремонте (постройке). Если выбирается припуск для детали, имеющей эксплуатационную шероховатость, его можно принять в пределах 70 – 80 % от величины припуска на завершающую обработку детали.

Сборка ДВС производится в обратном порядке с заменой отбракованных деталей. При сборке замеряются зазоры в ответственных деталях с записью в формуляр двигателя. При сборке применяется только штатный инструмент, затяжка болтов и гаек производится при помощи динамометрического ключа или при помощи гидравлики с соблюдением заводских рекомендаций по затяжке.

Критерии оценивания правильности выполнения: инструктор на основе ответов на контрольные вопросы и практической демонстрации навыков оценивает результат выполнения поставленных задач и делает вывод об успешности занятия.

Форма занятия – семинар в лаборатории ДВС.

Время занятия – 1 час.

Рекомендации по подготовке к выполнению заданий или упражнений: при подготовке к выполнению заданий обучающимся рекомендуется дополнительно изучить материалы лекций и справочный материал настоящих методических указаний.

Контрольные вопросы

1. Последовательность постановки и решения задач.
2. Правила разборки двигателя.
3. Последовательность разборки поршней.