

Федеральное агентство по образованию
Дальневосточный государственный технический университет
(ДВПИ им. В.В. Куйбышева)

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

*Методические указания к лабораторным работам
Для студентов специальности 180103*



Издательство
ДВГТУ

Владивосток • 2010

УДК 629.12.011.546:004
Т 38

Т 38 Техническая эксплуатация судовых энергетических установок: метод. указания / сост. А.В. Куренский, В.И. Андрюхин, А.В. Макаревич. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2010. – 52 с.

Методические указания предназначены для студентов дневной и заочной форм обучения. Рассмотрены требования к составлению отчетов по лабораторным работам № 1–4, контрольные вопросы для самопроверки, даны задачи и порядок защиты лабораторных работ.

УДК 629.12.011.546:004

Печатается по решению учебно-методического совета ДВГТУ

© Куренский А.В., Андрюхин В.И.,
Макаревич А.В., составление, 2010
© ДВГТУ, изд-во ДВГТУ, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	4
<i>Лабораторная работа № 1. Знакомство с технической эксплуатацией судовых двигателей внутреннего сгорания.....</i>	<i>6</i>
<i>Лабораторная работа № 2. Знакомство с технической эксплуатацией дизель-генераторов.....</i>	<i>12</i>
<i>Лабораторная работа № 3. Правила технической эксплуатации компрессоров и сосудов под давлением.....</i>	<i>18</i>
<i>Лабораторная работа № 4. Изучение правил дефектовки и ремонт ДВС.....</i>	<i>21</i>
Приложения.....	30

ВВЕДЕНИЕ

Основными этапами эксплуатации судов морского флота являются: непосредственно *эксплуатационный период*, в течение которого суда используются по своему прямому назначению; *техническое обслуживание*, именуемое ремонтом и обеспечивающее техническую возможность эксплуатационного периода. Техническое обслуживание – составная часть технической эксплуатации морского транспорта, но относится к вспомогательной области в общей системе морского флота.

Современные суда представляют собой сложные технические сооружения, насыщенные разнообразным оборудованием, предназначенным для обеспечения хода и проведения основного технологического процесса, а также обеспечения комфортных условий для экипажа.

Большая энерговооруженность, жёсткие требования, предъявляемые к надёжности и безотказности судового оборудования, подразумевают совершенствование систем технического обслуживания. В соответствии с вышеизложенным, *первая задача* – совершенствование системы технического обслуживания, заключающаяся в обеспечении требуемого уровня работоспособности судов с минимальными затратами эксплуатационного времени и средств. Для ее решения на базах технического обслуживания флота и судоремонтных заводах внедряются новые производственные формы и методы организации технического обслуживания и ремонта, проводятся исследования по их совершенствованию. *Вторая задача* технической эксплуатации флота – изыскание и использование резервов увеличения эксплуатационного периода судов при обеспечении уровня их работоспособности в течение всего срока эксплуатации. Эксплуатационный период зависит от двух факторов: состава периодичности и объема работ, выполняемых для поддержания и восстановления требуемого уровня работоспособности; форм организации и методов выполнения технического обслуживания и ремонта.

Цель дисциплины – ознакомление студентов с методами совершенствования технической эксплуатации судов и организации ремонта элементов судовой энергетической установки.

В процессе изучения курса студенты должны: узнать основные принципы научной технической терминологии и классификации СЭУ, их состав, требования, предъявляемые к ним, основные факторы, определяющие надежность, методы и принципы организации грамотной эксплуатации и ремонта; иметь представление о судовой документации и правилах ее ведения; приобрести навыки по вводу в действие оборудования СЭУ.

В ходе лабораторных работ студент закрепляет теоретические знания по основным разделам курса. Для проведения лабораторных работ используются установки и приборы, выпускаемые промышленностью, а также разработанные на кафедре.

Тематика лабораторных работ соответствует типовой программе дисциплины «Техническая эксплуатация и ремонт СЭУ» и включает следующие раз-

дела: правила технической эксплуатации (ПТЭ) элементов СЭУ; ПТЭ главных судовых дизелей; техническая эксплуатация вспомогательных механизмов; техническая эксплуатация основных систем СЭУ; основные положения технического обслуживания; отчетная документация по технической эксплуатации.

Порядок проведения лабораторных работ

1. Самостоятельная подготовка студентов во внеурочное время с целью ознакомления с теоретическими основами лабораторной работы.
2. Изучение правил техники безопасности и оформление записей в журнале.
3. Вступительная беседа руководителя о цели, методике и порядке выполнения работы, характеристиках и особенностях объекта исследования.
4. Краткий опрос студентов.
5. Получение необходимых для выполнения лабораторных работ: оснастки, приборов, инструментов и т. п.
6. Распределение обязанностей между студентами.
7. Подготовка лабораторного стенда и места.
8. Проведение работы в соответствии с порядком ее выполнения.
9. Обработка результатов работы и согласование их с руководителем.
10. Сдача лабораторного оборудования, инвентаря, наведение порядка на рабочем месте.
11. Оформление отчета по лабораторной работе в соответствии с «Правилами оформления лабораторных работ в ДВГТУ».

Лабораторная работа № 1

ЗНАКОМСТВО С ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ СУДОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Цель: изучение систем и оборудования, обеспечивающего пуск и работу судового ДВС и правил ведения отчётной документации.

1.1. Программа работы

Программа лабораторной работы предусматривает:

- изучение компоновки систем и оборудования судового двигателя;
- выполнение принципиальной схемы систем;
- составление правил обслуживания двигателя внутреннего сгорания и его систем;
- заполнение бланков отчётной документации.

1.2. Общие сведения

Правила технической эксплуатации судовых дизелей устанавливают общие требования к содержанию и обслуживанию главных и вспомогательных дизелей всех назначений, установленных на судах морского флота, независимо от объема автоматизации, средств контроля, защиты и сигнализации. Техническая эксплуатация непосредственно включает обслуживание судовых дизелей, периодический контроль за их работой, профилактический уход, регулировку дизелей и устранение эксплуатационных неисправностей, испытания дизелей.

Под *технической эксплуатацией* понимают совокупность мероприятий, направленных на поддержание и повышение технического состояния, технико-эксплуатационных и экономических показателей установки. Основная задача технической эксплуатации дизелей – обеспечение минимального удельного расхода топлива, высокая надёжность двигателя и увеличение продолжительности их работы. Двигатели судов морского флота, особенно рыбопромысловых, работают в тяжёлых условиях, к которым следует отнести изменение в широких пределах частоты вращения и режимы нагрузки, непрерывную и длительную работу при номинальной мощности и долевых нагрузках, быстрые и частые пуски и реверсы при маневрировании. Такие условия эксплуатации предъявляют повышенные требования к технической эксплуатации. Задачи по поддержанию механизмов, систем, устройств энергетической установки в надлежащем состоянии и их готовность к эксплуатации расписывают по заведованию членам машинной команды.

Для учёта работы главного двигателя и вспомогательных механизмов, а также в целях постоянного контроля за их состоянием и ремонтом на каждом судне имеются технические, руководящие и отчётные документы по механической части.

Технические документы включают паспорт машинной установки, правила и инструкции по эксплуатации заводов-строителей всех механизмов, формуляры на все механизмы, специальные формуляры на сосуды, работающие под давлением, акты осмотров представителями инспекции Регистра и представителями других инспектирующих организаций, комплекты сборочных и рабочих чертежей на все механизмы, инвентарная книга запасных частей и сменных деталей, правила обслуживания судовых дизелей и ухода за ними, правила технической эксплуатации и устав службы на судах флота, правила техники безопасности, санитарные правила и правила пожарной безопасности на судах флота, наставление по борьбе за живучесть судна (НБЖС-80 или НБЖР-81), журналы технического состояния, вахтенный машинный журнал, журнал теплотехнического контроля, журнал индицирования и регулировки дизеля.

Руководящие документы включают приказы и распоряжения начальника управления, главного инженера и механико-судовой службы, различные инструкции и графики, разработанные службами управления по эксплуатации отдельных механизмов.

Отчётные документы включают рейсовые отчеты, теплотехнические топливные отчеты, акты расхода материалов и запасных частей, акты аварий и происшествий, ремонтные ведомости.

Вахтенный машинный журнал является важным техническим и юридическим документом. В нем указывают время пуска и остановки главного дизеля и вспомогательных механизмов, через каждый час вносят показания всех контрольно-измерительных приборов; кроме того, фиксируются все распоряжения, поступающие с мостика или от главного механика. Вахтенные механики в конце вахты производят специальные отметки и расписываются о приеме и сдаче вахты. В конце каждого суток в журнал вносят данные об остатках топлива, масла и технической воды для охлаждения двигателя и питания котельной установки. Вахтенный машинный журнал проверяют главный (старший) механик и капитан один раз в сутки, о чем в журнале делают специальную запись.

Журналы технического состояния служат для постоянного отражения технического состояния механизмов. В них указывают износы, дефекты, а также работы, выполненные по их устранению.

Подготовка дизеля к пуску заключается в приведении самого двигателя и обслуживающих его механизмов, устройств и систем в состояние, гарантирующее надёжную работу. Операцию по подготовке непосредственно выполняют мотористы под наблюдением и руководством вахтенного механика. Перед пуском двигатель тщательно осматривают. Объем осмотра зависит от того, был ли двигатель в ремонте или его не ремонтировали. При подготовке топливной системы проверяется наличие топлива в расходных цистернах и удаляется воздух и вода из топливной системы, производится ревизия фильтров. При подготовке системы охлаждения проверяют уровень охлаждающей воды в уравнивательной цистерне. После проверки исправности охлаждающего насоса через двигатель прокачивается тёплая вода, выходящая из вспомогательных двигателей. При подготовке масляной системы производится внешний осмотр и про-

верка плотности трубопроводов и насосов. Затем проверяется уровень масла в сточных танках, картерах, маслосборниках, газотурбонагнетателях, лубрикаторах (при необходимости масло добавляют до соответствующего уровня). Производится подогрев масла и смазывание всех трущихся деталей в соответствии с общими положениями и инструкцией по эксплуатации. Подготовка системы пуска заключается в проверке пусковых баллонов (наличие воздуха, его давление) и продувке системы трубопроводов и воздушных баллонов.

При подготовке валопровода проверяют отжатие его тормоза, определяют протечки воды из дейдвудного сальника. В зависимости от материала дейдвудных втулок обеспечивают прокачку водой или проверку на герметичность их уплотнений и уровня масла в напорных бачках. Проверяют уровень масла в ваннах опорных и выносных упорных подшипников, при необходимости масло добавляют. Проверяют систему охлаждения подшипников. На последнем этапе подготовки дизеля производят его пробный пуск на воздухе (после получения разрешения с мостика), а затем включают аварийно-предупредительную сигнализацию. По команде с мостика производится пробный пуск двигателя на холостом ходу и осуществляется контроль за работой вспомогательного оборудования. Перед включением нагрузки двигатель должен быть прогрет. Продолжительность прогрева указана в инструкции по эксплуатации и зависит от типа двигателя. Контроль за работой механизмов и обслуживание их в процессе работы осуществляют мотористы под руководством вахтенного механика.

Параметры характеристики работы главной судовой установки и двигателя:

- частота вращения коленчатого вала;
- частота вращения газотурбонагнетателя и гребного вала;
- давление и температура в различных точках масляной системы;
- уровень масла в сточных и напорных цистернах;
- температура и давление воды и масла для охлаждения цилиндров, поршней и форсунок;
- давление и температура продувочного воздуха;
- температура отходящих газов;
- температура подшипников валопровода.

Не реже чем через 30 минут проверяется состояние доступных для осмотра трущихся и движущихся деталей, а также температура закрытых движущихся частей.

Кроме общих положений по обслуживанию дизельной установки необходимо контролировать каждую систему в отдельности, как указано ниже.

Топливная система: проверяется уровень топлива в расходных цистернах с периодическим пополнением их из запасных цистерн, при этом выпускается из цистерн отстой воды и осадок; топливные фильтры периодически очищают и промывают чистым дизельным топливом; проверяют работу топливных насосов, нагнетательных трубок и форсунок на отсутствие посторонних шумов и протечек, следят за температурой.

Система смазки: поддерживается постоянная температура и давление масла; контролируется перепад давления масла до фильтра и после него; прове-

ряется уровень масла в картере или циркуляционной цистерне; один раз в десять дней определяется качество масла при помощи химических анализов по основным трем характеристикам (вязкости, температуре вспышки, кислотности).

Система охлаждения: поддерживаются в заданных пределах давление и температура охлаждающей воды, а также разность температур входящей в дизель воды и выходящей из него; количество циркулирующей воды проверяется по уровню ее в расширительной цистерне; контролируется работа насосов и состояние сальниковых уплотнений; выпускается воздух, попавший в систему охлаждения.

Система продувки, наддува и выпуска газов: наблюдаются давление и температура продувочного воздуха; контролируется частота вращения газотурбоагнетателя и чистота воздушных фильтров, а также температура охлаждающей воды на входе в воздухоохладитель и выходе из него; по штатным контрольно-измерительным приборам, навешанным на двигатель или дополнительно применяемым при контрольных замерах, проверяются температура и цвет уходящих газов.

1.3. Порядок выполнения работы

1. Изучение характеристик двигателя.
2. Выполнение эскизов систем двигателя (на 3–4 студента отдельная система).
3. Изучение технической документации и правил ее ведения.

1.4. Содержание отчёта

Отчет по данной работе должен включать:

- 1) наименование работы;
- 2) цель и порядок выполнения работы;
- 3) эскиз компоновки систем и расположения двигателя в машинном зале (арматура, приборы, оборудование);
- 4) схемы основных систем (топливной, масляной, водяной, воздушной, газовыхлопа);
- 5) основные требования Правил Регистра к системам машинных помещений.

1.5. Контрольные вопросы

1. Назовите объем визуального осмотра ДВС и его порядок.
2. Представьте перечень технических документов, заполняемых при технической эксплуатации ДВС.
3. Каков состав отчётных и руководящих документов?
4. Назовите параметры, вносимые в машинный журнал.
5. Каков порядок подготовки дизеля к пуску?
6. Каков порядок подготовки топливной системы дизеля к пуску?

7. Опишите порядок подготовки масляной системы дизеля к пуску.
8. Каков порядок подготовки воздушной системы дизеля к пуску?
9. Каков порядок подготовки системы охлаждения дизеля к пуску?
10. Назовите параметры и характеристики главной силовой установки.
11. Какова периодичность проверки параметров работы дизеля и осмотра трущихся и движущихся деталей?
12. Что понимают под системами судна?
13. Какие системы относятся к общесудовым?
14. Какие системы относятся к специальным?
15. Что представляют собой системы СЭУ?
16. Что понимают под СДУ?
17. Каково назначение главных механизмов СДУ?
18. Каково назначение вспомогательных механизмов?
19. Что понимают под продолжительностью пуска и реверсирования дизеля?
20. Какие требования предъявляются к пусковым и реверсивным качествам дизеля?
21. Каковы особенности воздушных систем пуска?
22. На кого возлагаются функции по технической эксплуатации (ТЭ) СДУ?
23. Кто может быть допущен к самостоятельному обслуживанию механизмов СДУ?
24. Что понимают под технической эксплуатацией СДУ?
25. Для чего нужна техническая документация, используемая для эксплуатации СДУ?
26. Что входит в состав документации СДУ?
27. Что представляет собой формуляр технического состояния СДУ?
28. Для чего нужны инструкции заводов-изготовителей и правила технической эксплуатации?
29. Что представляет собой документация Регистра РФ?
30. Для чего предназначен вахтенный машинный журнал?
31. Что представляет собой технический отчет?
32. Какие сведения приводятся в ремонтных ведомостях?
33. Что представляет собой отчет по топливоиспользованию?
34. Какие условия необходимы для обеспечения пуска судового дизеля?
35. Какие способы воздушного пуска дизеля существуют?
36. На какие этапы можно разбить процесс пуска дизеля?
37. По каким причинам может быть затруднен пуск дизелей?
38. От чего зависят пусковые качества дизеля?
39. Какие меры обеспечивают надежность пуска дизеля?
40. Для чего нужен прогрев дизеля после пуска и как он происходит?
41. Какими количественными показателями могут быть охарактеризованы пусковые качества судовых дизелей?
42. Что такое помпаж турбокомпрессора?
43. Какие меры необходимо соблюдать для предупреждения помпажа?
44. Каковы требования Регистра РФ к топливным системам СДУ?

45. Какой уровень топлива в расходной цистерне считается минимально допустимым?
46. Как происходит отстаивание топлива?
47. Как осуществляют фильтрацию топлива?
48. Как производят сепарацию топлива?
49. Как готовят к действию топливную систему дизеля?
50. Какие параметры топливной системы необходимо контролировать во время работы дизеля?
51. Каковы требования Регистра РФ к системам смазки?
52. Как производят отстаивание масла?
53. Как производят сепарацию масла?
54. С какой целью производят предпусковое прокачивание дизеля маслом?
55. Какие параметры масляной системы необходимо поддерживать в строго определенных пределах?
56. Как контролируют качество масла, циркулирующего в системе смазки дизеля?
57. Какие физико-химические показатели определяют необходимость смены масла?
58. Почему для охлаждения судовых дизелей стали применять только замкнутые системы охлаждения?
59. Из каких соображений Регистр устанавливает подачу циркуляционного водяного насоса?
60. Какие параметры системы охлаждения контролируют во время работы дизеля?
61. Почему при подготовке к действию системы охлаждения обязательно проверяют уровень воды в расширительной цистерне?
62. Как обеспечивается поддержание температуры и давления воды в системе охлаждения?
63. Почему необходимо поддерживать температурный режим системы охлаждения дизеля, указанный в инструкции по эксплуатации?
64. Почему при эксплуатации систем сжатого воздуха необходима очистка воздуха от воды и масла?

Библиографический список

1. *Вешкельский, С.А.* Справочник судового дизелиста. Вопросы и ответы. – Л.: Судостроение, 1990. – 368 с.
2. *Камкин, С.В. и др.* Эксплуатация судовых дизелей. – М.: Транспорт, 1990. – 344 с.
3. *Овсянников, М.К., Петухов, В.А.* Судовые дизельные установки: Справочник. – Л.: Судостроение, 1986. – 424 с.
4. *Овсянников, М.К., Петухов, В.А.* Эксплуатационные качества судовых дизелей. – Л.: Судостроение, 1982. – 208 с.

Лабораторная работа № 2

ЗНАКОМСТВО С ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИЕЙ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРА

Цель: изучение схем подключения дизель-генераторов (ДГ) к потребителям с помощью главного распределительного щита (ГРЩ) и ознакомление с принципами действия нагрузочных устройств, определение фактической нагрузки ДГ.

2.1. Задание

1. Изучить схему испытательного стенда.
2. Вычертить электрическую схему подключения ДГ к потребителям через ГРЩ.
3. Изучить принцип действия нагрузочных устройств и правила их эксплуатации.
4. Определить фактическую нагрузку на ДГ и расход топлива.

2.2. Теоретические основы работы

Электроэнергия, вырабатываемая судовой электростанцией, распределяется по судовым сетям между потребителями. Различают следующие судовые электросети: силовую, осветительную, аварийного освещения, аккумуляторного аварийного освещения, переносного освещения, электронavigационных приборов и т. д. От источников электроэнергии (генераторов) ток поступает на ГРЩ, который является центральным пунктом распределения электроэнергии между потребителями на судне. На ГРЩ устанавливают коммутационную аппаратуру для замыкания и размыкания электрических цепей, пусковую и регулирующую аппаратуру, защитную аппаратуру и контрольно-измерительные приборы. Существует магистральная, радиальная (фидерная) и смешанная системы распределения электроэнергии от ГРЩ к потребителям.

При *магистральной системе* питание подается от ГРЩ к потребителям через вторичные распределительные щиты (ВРЩ), объединенные одной магистралью. ВРЩ, устанавливаемые в определенных частях (носу, корме, средней части) питают групповые распределительные щитки отдельных потребителей.

При *радиальной системе* питание каждого ВРЩ, а также ответственных и мощных потребителей осуществляется от ГРЩ по отдельным фидерам.

Магистральная система проще и выгоднее, но менее надежна. Поэтому на судах обычно используется смешанная система отличающаяся тем, что в ней часть потребителей питается по магистральной системе, а часть по радиальной.

Экспериментальный стенд дизель-генератора представлен на рис. 2.1. Стенд состоит из двигателя *L4 NVD 24* производства комбината *SKL* (Германия). Мощность двигателя 65 кВт, частота вращения 750 об/мин. Двигатель приводит в движение электрогенератор постоянного тока мощностью 57 кВт напряжением 220 В. Генератор нагружается специальным устройством 8, состоящим из тэнов, омываемых водой. Коммутация осуществляется на щите 7. Топливная система состоит из расходной цистерны 1, мерной ёмкости 3, соединённых между собой и с двигателем трубопроводами. Трёхходовой кран 4 позволяет двигателю работать либо от расходной цистерны, либо от мерной ёмкости. Замер расхода топлива осуществляется весами 2.

Электрическая схема экспериментального стенда показана на рис. 2.2. Генератор постоянного тока 2, приводимый в движение двигателем 1, вырабатывает ток напряжением 220 В и посредством рубильника S_1 , расположенного на щите 3, соединяется с коммутационной системой S_2 , входящей в состав главного распределительного щита 3. Параметры тока определяются подключённой нагрузкой и фиксируются вольтметром 4 и амперметром 5. Переключатель нагрузки S_2 позволяет поочередно включать тэны, находящиеся в нагрузочном устройстве, с разными сопротивлениями электрическому току и в разных сочетаниях, тем самым изменяя нагрузку генератора, а следовательно и двигателя.

Схема измерения расхода топлива показана на рис. 2.3. Мерная ёмкость 2, заполненная топливом, устанавливается на весы 1 и соединяется с топливными насосами двигателя 9 трубопроводом через трёхходовой кран 4. Излишки топлива из форсунок возвращаются в систему трубопроводом 5 через фильтр 7. Время работы двигателя на режиме фиксируется ручным секундомером 3. Контроль частоты вращения коленчатого вала двигателя осуществляется штатным тахометром 8, установленным на двигателе.

2.3. Порядок выполнения работы

1. Ознакомьтесь с испытательным стендом, изучение технических характеристик дизель-генератора, ГРЩ и нагрузочных устройств.
2. Разработайте порядок работы для нагрузочных устройств.
3. Произведите требуемые измерения в соответствии с порядком выполнения работы.
4. Выполните эскиз электрической схемы испытательного стенда.
5. Определите фактическую нагрузку и постройте график расхода топлива на дизель-генератор в зависимости от нагрузки.

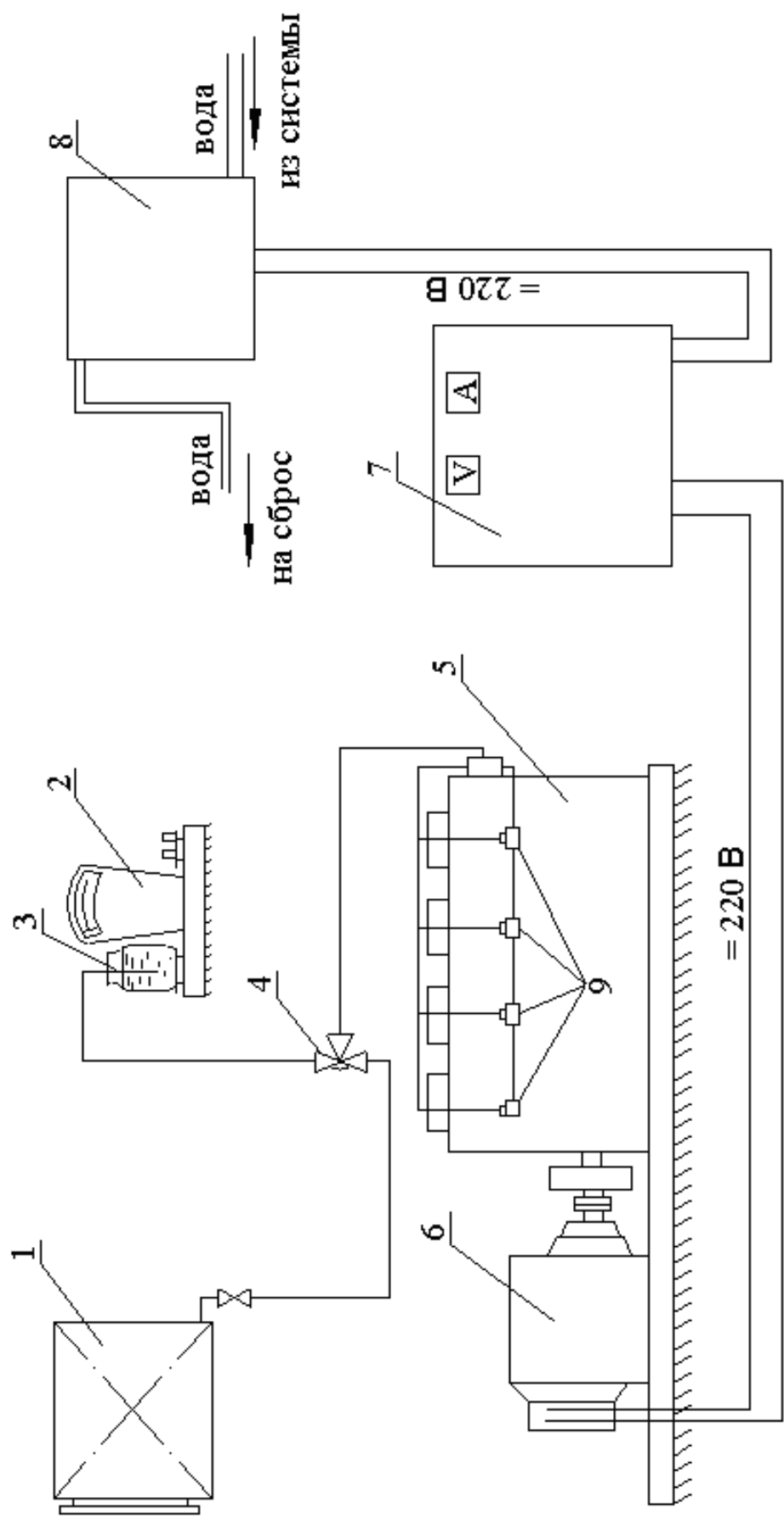


Рис. 2.1. Стенд экспериментальный.

- 1 – расходная цистерна; 2 – весы; 3 – ёмкость с топливом; 4 – трёхходовой кран; 5 – двигатель
 6 – генератор; 7 – ГРЩ (главный распределительный щит); 8 – нагнеточное устройство;
 9 – топливные насосы

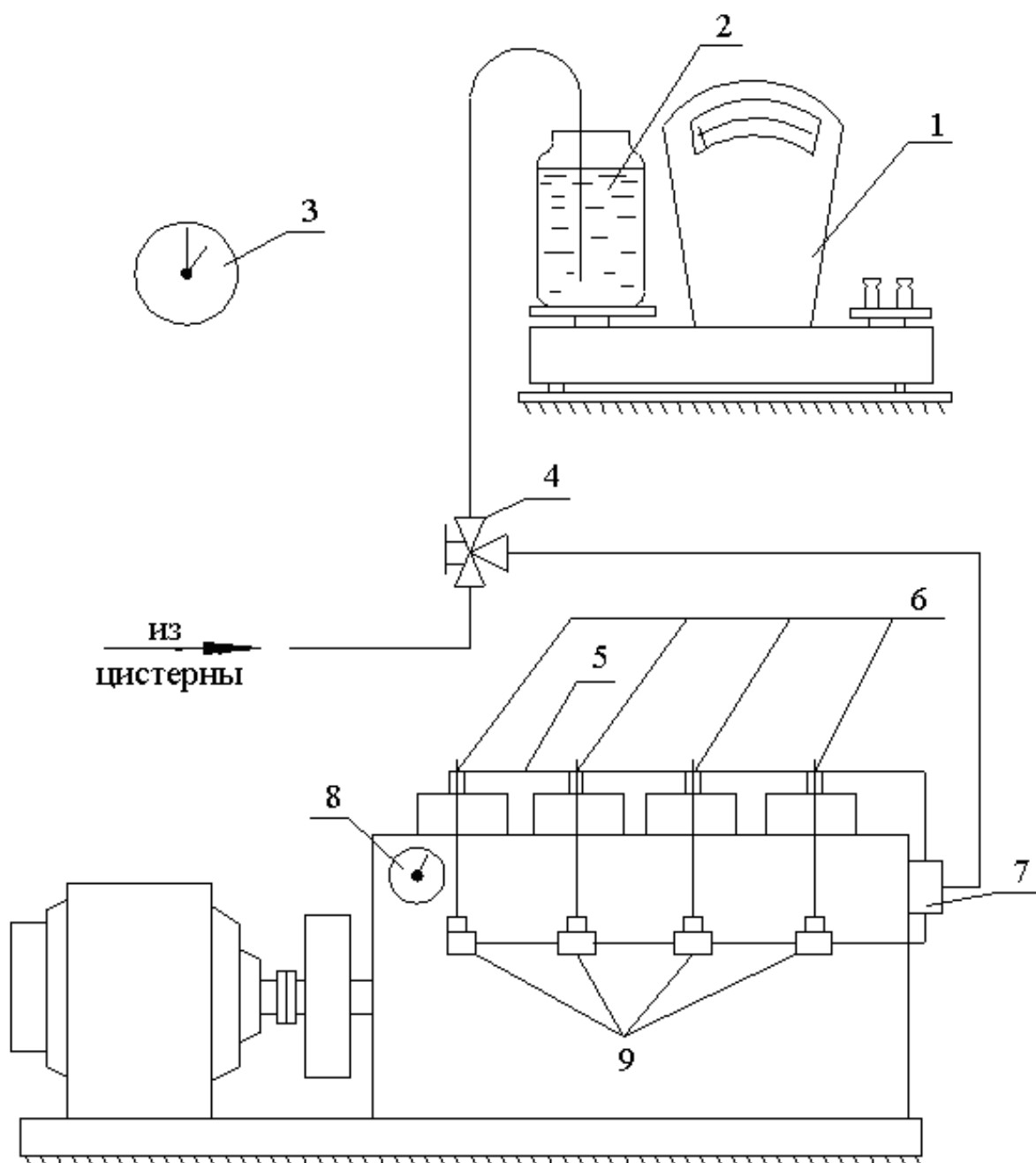


Рис. 2.3. Схема измерения расхода топлива:

- 1 – весы; 2 – ёмкость с топливом; 3 – секундомер; 4 – трёхходовой кран;
 5 – трубопровод излишков топлива; 6 – форсунка; 7 – ФТО (фильтр тонкой очистки);
 8 – тахометр; 9 – топливные насосы

2.4. Контрольные вопросы

1. Назовите основные системы распределения электроэнергии на судне.
2. Каково назначение и устройство ГРЦ?
3. Каково назначение ВРЦ?
4. Назовите достоинства и недостатки магистральных, фидерных и смешанных систем.
5. Какие приборы и аппаратура устанавливаются на ГРЦ?

6. Какова методика проведения замеров?
7. Какова методика обработки результатов измерений?
8. Опишите принцип работы электрического стенда.
9. Какие требования предъявляют к дизелям по удельному расходу топлива и к надежности их работы?
10. Что понимают под характеристиками дизеля и для чего они служат?
11. Какие существуют характеристики дизеля?
12. Что понимают под внешними характеристиками и как их получают?
13. Что понимают под винтовой характеристикой?
14. Что понимают под нагрузочной характеристикой?

Библиографический список

1. *Фрид, Е.Г.* Устройство судна. – Л.: Судостроение, 1970. – 368 с.
2. Правила классификации и постройки морских судов. Т 2. – СПб: Морской Регистр Судоходства, 1995. – 442 с.
3. *Хомяков, Н.М., Денисов, В.В.* Электрооборудование и электродвижение судов. – Л.: Судостроение, 1969. – 400 с.
4. *Вешкельский, С.А.* Справочник судового дизелиста. Вопросы и ответы. – Л.: Судостроение, 1990. – 368 с.

Лабораторная работа № 3

ПРАВИЛА ТЕХНИЧЕСКОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ КОМПРЕССОРОВ И СОСУДОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ

Цель: знакомство с правилами технической эксплуатации компрессоров и сосудов под давлением и изучение конструктивных особенностей трассировки систем сжатого воздуха.

3.1. Программа работы

Программа лабораторной работы предусматривает:

- 1) изучение компоновки систем сжатого воздуха (высокого и среднего давления);
- 2) выполнение схемы системы в лаборатории кафедры двигателей внутреннего сгорания;
- 3) изучение требований, предъявляемых к сосудам под давлением, системам сжатого воздуха и компрессорам.

3.2. Общие сведения

Компрессоры, компрессорные станции и сосуды под давлением относятся к судовому вспомогательному оборудованию, поэтому организации и лица, обеспечивающие техническую эксплуатацию и ремонт судовых силовых установок, а также наблюдающие за их проектированием, монтажом и ремонтом, должны руководствоваться «Правилами технической эксплуатации судовых вспомогательных механизмов и оборудования». В общем случае вышеуказанные «Правила ... » содержат следующие разделы: подготовка к действию и пуск, обслуживание во время работы и вывод из действия.

При *подготовке к действию* перед пуском производится наружный осмотр, при котором убеждаются, что пуск возможен. Далее производится проверка всех креплений (болтовых, шпилечных и т. п.). Необходимо убедиться в исправном состоянии всего оборудования и арматуры, наличии и исправности всех контрольно-измерительных приборов. Проверяется положение всех клапанов, клинкетов, при этом необходимо поставить их в положение, предусмотренное заводской инструкцией. Затем проверяется состояние сальников и плотность соединений, работающих под давлением. Данные положения относятся к общему классу вспомогательных механизмов.

Перед пуском компрессоров проверяется исправность муфты сцепления и воздушного фильтра и производится пробное проворачивание компрессора на два-три оборота. Предварительно открываются клапаны продувания на всех цилиндрах компрессора. Производится проверка системы охлаждения, системы продувания на водомаслоотделителе и на компрессоре, а также всех клапанов.

В случае, когда производится подготовка к пуску после сборки, выполняются дополнительные операции: прокачивается масляная система до появле-

ния масла в отданных штуцерах на цилиндрах; проверяется поступление масла в головные и мотылёвые подшипники; регулируется подача масла в соответствии с заводской инструкцией.

Сосуды под давлением периодически предъявляются к внутреннему освидетельствованию (гидравлическим испытаниям) и наружному осмотру в действии. Перед гидравлическими испытаниями сосуд освобождается от заполняющей его среды, отключается заглушками от всех трубопроводов и очищается изнутри. При проверке плотности сосудов руководствуются Правилами Российского морского регистра судоходства.

Обслуживание компрессора во время действия подразумевает поддержание уровня масла в картере в пределах контрольных рисков. Каждые 15–20 минут производится продувание водомаслоотделителей. Воздухохранители продуваются 2 раза за вахту. Производится контроль за всеми параметрами в соответствии с заводской инструкцией по эксплуатации.

Важно следить, чтобы давление воздуха не превышало значения, отмеченного красной чертой на шкале манометра для каждой ступени. При отклонении выходных параметров (производительности, температуры, давления и т. п.) необходимо выяснить причину этого и устранить её. Остановка компрессора заключается в выключении приводного двигателя, закрытии клапанов системы охлаждения через 2–3 минуты после остановки, закрытии запорного клапана воздухоохладителя и открытии клапанов продувания на компрессоре и на напорном трубопроводе. Рекомендуется провернуть коленчатый вал на 2–3 оборота вручную. При продолжительной стоянке необходимо запускать компрессор через каждые 4–5 дней на 2–3 минуты на холостом ходу.

3.3. Порядок проведения работы

1. Ознакомление с технической документацией и паспортами оборудования по теме лабораторной работы.
2. Конспектирование технических характеристик лабораторного оборудования.
3. Эскизирование схемы системы сжатого воздуха.
4. Измерение или расчёт параметров сжатого воздуха в характерных точках схемы.

3.4. Содержание отчёта

Отчет по лабораторной работе должен включать:

- 1) наименование работы;
 - 2) цель и порядок выполнения работы;
 - 3) технические характеристики лабораторного стенда;
 - 4) эскиз схемы системы сжатого воздуха;
 - 5) расчётные данные и заключение о производительности компрессора Q
- вычисляются по формуле

$$Q = \frac{V \cdot (P_2 - P_1) \cdot T_1}{t \cdot P_0 \cdot T_2}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где V – объем наполняемого воздухохранителя, м^3 ;

P_1 – давление в воздухохранителе на начало наполнения, МПа;

P_2 – давление в воздухохранителе на конец наполнения, МПа;

P_0 – давление воздуха, засасываемого компрессором, МПа;

T_1 – температура воздуха в воздухохранителе на начало наполнения, К;

T_2 – температура воздуха в воздухохранителе на конец наполнения, К;

t – время наполнения, в часах.

3.5. Контрольные вопросы

1. Назовите перечень сосудов подлежащих регистрации в инспекции Российского морского регистра судоходства.
2. Каковы основные этапы технической эксплуатации компрессоров?
3. Назовите общие правила контроля за эксплуатацией компрессоров и судов под давлением.
4. Каковы дополнительные требования к подготовке пуска компрессоров, после их сборки?
5. Назовите характерные неисправности и методы их устранения.
6. Каковы особенности воздушных систем пуска?
7. Какие специфические требования к системам пуска предъявляет Регистр РФ?
8. Почему при эксплуатации систем сжатого воздуха необходима очистка воздуха от воды и масла?
9. Каким видам испытаний подвергают воздушные баллоны?
10. Какие сведения включает в себя маркировка на корпусе баллона?
11. Как контролируют техническое состояние баллона?
12. Как осуществляют техническое обслуживание воздушного баллона?
13. Какую опасность для СДУ представляют газы, попадающие в трубы воздушной системы из цилиндров дизеля?
14. Какие меры следует принимать для предупреждения взрывов в системе сжатого воздуха?

Библиографический список

1. Правила технической эксплуатации судовых дизелей. – М.: Рекламинформбюро ММФ, 1970. – 1986.
2. Правила классификации и постройки морских судов. Т 2. – СПб.: Морской Регистр Судоходства, 1995. – 442 с.
3. Правила технической эксплуатации судовых вспомогательных механизмов и оборудования. – М.: Рекламинформбюро ММФ, 1970 – 1986.
4. *Вешкельский, С.А.* Справочник судового дизелиста. Вопросы и ответы. – Л.: Судостроение, 1990. – 368 с.

Лабораторная работа № 4

ИЗУЧЕНИЕ ПРАВИЛ ДЕФЕКТОВКИ И РЕМОНТА ДВС

Цель работы: изучение технологических основ разборки, дефектовки и сборки ДВС, принципов технической диагностики, приобретение практических навыков определения ремонтных размеров, ознакомление с предельно-допустимыми изменениями размеров и форм сопрягаемых деталей и узлов.

4.1. Задание

1. Изучите порядок дефектовочных операций.
2. Подберите необходимый измерительный инструмент, приспособления и калибры для дефектовки; отдефектовать заданную деталь.
3. Заполните дефектовочную ведомость на основании проведённых замеров (см. Приложение 1).

4.2. Теоретические основы работы

Дефектацию выполняют с целью уточнения ведомостей на ремонт двигателя. В ходе дефектации, кроме обнаружения дефектов, производится оценка пригодности изделия, детали к дальнейшей эксплуатации или ремонту, определяется метод ремонта, необходимые инструменты и приспособления, запасные части и материалы, выбираются технологические схемы ремонта и исполнители, рассчитывается трудоёмкость, стоимость и сроки ремонта. Перед ремонтом двигателя должен быть произведен контрольный выход судна в море для ознакомления представителей завода с состоянием узлов, подлежащих ремонту. Контрольный выход в море позволяет своевременно обнаружить и устранить такие дефекты как протечки воды, масла, топлива, воздуха, газа, нарушения в работе регуляторов. Испытания двигателя производятся на всех режимах, предусмотренных инструкцией завода-изготовителя. Следующим этапом является подготовка дизеля и машинного отделения к ремонту. Эта подготовка заключается в следующем:

1) должны быть очищены все льяла, пики, междудонные отсеки, цистерны, топливные танки, расходные цистерны и баки, вскрыты горловины отсеков, все машинное отделение должно быть очищено от мусора, грязи, все ёмкости для топлива и масла зачищены досуха, проветрены, дегазированы и предъявлены соответствующим органам для проверки, о чем заводу должна быть предъявлена справка;

2) из машинного помещения должно быть удалено все съёмное оборудование, инвентарь машинного отделения, мешающие производству ремонтных работ, лакокрасочные и любые другие легко воспламеняющиеся материалы;

3) из дизелей и систем, обслуживающих их, должны быть удалены: вода, масло, топливо, воздух высокого давления. Машины должны быть снаружи и внутри очищены, промыты и протерты, контрольные приборы и датчики аварийно-предупредительной сигнализации должны быть сняты;

4) должны быть проделаны все необходимые работы для выявления дефектов двигателей, сдаваемых в ремонт.

Разборка двигателя включает следующие технологические и организационные операции.

Для производства ремонта двигателя в сжатые сроки необходимо определить объем его разборки для выявления дефектов, а также выбрать удобный порядок общей разборки дизеля. Представители инженерных служб завода должны ознакомиться с записями, имеющимися в журнале технического состояния о работе дизеля и ремонтных работах, выполненных командой; обратить внимание на замену отдельных деталей или узлов, хотя бы в общих чертах выяснить причины, вызвавшие эту замену; составить перечень деталей, подлежащих замене.

Необходимо произвести подробный инструктаж среди членов бригады, назначенной на ремонт двигателя. Учитывая, что большинство деталей имеют значительный вес (например, шатун от 100 кг до 1000 кг и более, турбокомпрессор от 1000 кг и более), бригада, работающая на разборке дизеля, должна иметь навыки и знания для выполнения такелажных работ. Большое внимание нужно уделить вопросам техники безопасности. Все стропы и тали, а также другие приспособления должны пройти испытания и иметь соответствующую маркировку.

Все члены бригады должны знать конструктивные особенности снимаемых узлов, их уязвимые места и способы защиты от ударов, задигов и других повреждений, а также способы их укладки и транспортировки.

Следует обратить внимание на маркировку деталей и метки, нанесенные на сопрягаемые детали, перед началом разборки дизеля необходимо добиться положения судна на «ровный киль», в противном случае выемка поршней, цилиндровых втулок и подъем деталей из блока будут затруднены, следовательно, возрастет и трудоёмкость выполнения разборки. Кроме того, необходимо убедиться в том, что коленчатый вал двигателя ни при каких обстоятельствах не провернется (разъединение или стопорение). Для этого до начала каких-либо монтажных работ или производства контрольных обмеров необходимо выполнить следующее: открыть на всех цилиндрах индикаторные краны, убедиться, что ни в воздухохранителях, ни в пусковом трубопроводе нет воздуха высокого давления, и механизм автоматического выключения подачи обесточен.

Необходимо убедиться, что в дизеле нет масла, воды, т. к. вода очень быстро разрушает металл. Также необходимо обеспечить температуру в машинном помещении не ниже 10 °С.

Прежде всего с дизеля снимают все приборы: термпары с их проводами и указателями температуры (термоэлектрический комплект типа ТКД-50), термометры дистанционные, манометры вместе с трубками, температурное реле,

реле давления масла, регуляторы температуры, тахометр механический, датчик электротактометра. Одновременно должны быть сняты панели, служащие для прокладки проводов термопар и капилляров дистанционных термометров, все защитные кожухи приборов, а также противопожарный щиток над топливными насосами.

После снятия приборов необходимо снять коллекторы: выхлопные (верхний и нижний), водяной, отходящей воды, воздушно-пусковой, наддувочный. Все детали должны быть замаркированы краской с указанием номера дизеля и цилиндра. После снятия водяных коллекторов, отверстия для отлива воды из крышек следует заглушить деревянными или резиновыми пробками. Эта операция необходима для предохранения водяных полостей крышек цилиндров от засорения. Перед снятием наддувочного коллектора необходимо снять воздушно-пусковой коллектор. Отсоединив воздушно-пусковой коллектор от системы высокого давления и от пусковых клапанов на крышках цилиндров, необходимо снять его с дизеля. После этого окончательно отдается наддувочный коллектор, предварительно застропленный при помощи талей.

Сняв с дизеля все коллекторы, снимают трубопроводы подачи топлива высокого давления к форсункам, отлива просочившегося топлива от форсунок и топливного насоса, отлива масла из полостей корпусов приводов клапанов, поступающего из жиклеров на рычаги клапанов впуска и выпуска, трубки пускового воздуха. При этом все отверстия, в зависимости от диаметра и значения, следует либо заглушить деревянными конусными заглушками, либо обвязать куском чистой ветоши.

Крышки цилиндров ремонтируют на специализированных участках, поэтому с них не снимается арматура, кроме форсунок. После удаления форсунки, необходимо ее гнездо закрыть чистым картоном или бумагой, надеть нажимной фланец и навернуть гайки так, чтобы сверху было 2–3 нитки резьбы.

Сняв мешающие трубопроводы, приступают к демонтажу корпусов приводов клапанов. Сняв корпус приводов клапанов, приступают к снятию цилиндрических крышек. Крышки цилиндров опускают на деревянную подставку на плитах. Сняв крышки и убедившись в отсутствии трещин и забоин, большого коробления и что они могут быть допущены к последующей эксплуатации, накладывают их одну на другую привалочными плоскостями, проложив бумажную прокладку, затем стягивают их двумя монтажными болтами. В таком виде крышки отправляют на склад.

Перед выемкой поршней с шатунами из цилиндров необходимо открыть доступ к мотылёвым подшипникам. Для этого необходимо снять крышки смотровых люков станины, блока или рамы двигателя. При снятии крышек смотровых люков необходимо проверить их прилегание к блоку или фундаментной раме. Для этого каждый люк в отдельности после отдачи очищают от старой прокладки и придвигают вплотную к поверхности горловины. В этом положении пластина щупа 0,3 мм не должна проходить в разъем. В противном случае крышку люка пригоняют. Снятые крышки маркируют и, уложив привалочными плоскостями одна на другую, стягивают двумя или несколькими фальшболтами.

Сняв крышки люков, приступают к одной из самых ответственных операций – проверке положения коленчатого вала в постелях фундаментной рамы, которую необходимо произвести до снятия деталей движения дизеля. Температура дизеля не должна превышать 40 °С. Установка дизеля на фундаменте должна соответствовать норме (согласно инструкциям завода-изготовителя).

Основной характеристикой прямолинейности оси коленчатого вала является величина упругих раскёпов его мотылей, измеряемая раскёпником, представляющим собой оправку со вставленным в нее индикатором часового типа. Раскёпник вставляется в специальные лунки, нанесенные с внутренней стороны мотыля. Если таких лунок нет, то применяют раскёпник другой конструкции (с распорным устройством) и ставят его между щеками коленчатого вала так, чтобы замер производился на уровне крайней от шатунной шейки образующей рамовой шейки.

Иногда невозможно установить раскёпник в стандартном (вышеуказанном) месте, тогда раскёпник ставят где возможно, но производят пересчёт замеров по соотношению расстояния от оси шатунной шейки.

Установив раскёпник, несколько раз проворачивают его вокруг оси для очищения лунок от грязи, затем подводят исследуемый мотыль к н.м.т., насколько позволит шатун, приближающийся к раскёпнику, где на часах индикатора устанавливают ноль против стрелки. После этого медленно, без рывков, вращают коленчатый вал, фиксируя показания индикатора раскёпника через 90° до положения, которое позволит шатун у н.м.т. Из двух замеров у н.м.т. определяют среднее – это будет замер в н.м.т. Если при положении мотыля в в.м.т. стрелка индикатора пошла влево, раскёп считается положительным, т.к. расстояние между щеками увеличилось, если вправо – отрицательным. Для получения фактического раскёпа по бортам (при раскёпах на разноименных бортах одного знака) из большого вычитается меньший, при раскёпах с разным знаком их величины складываются. Одновременно с раскёпом мотылей определяется осевой разбег коленчатого вала. Для этого на небольших двигателях вал при помощи ломика передвигается до упора (удар недопустим) в сторону масляного насоса, после чего щупом, заводимым между передним буртом опорно-упорного вкладыша и гребнем коленчатого вала определяют зазор. При этом необходимо убедиться, что зазор находится в пределах нормы. Выполнив эти проверки, приступают к замеру масляных зазоров между шейками коленчатого вала и их подшипниками. Определяют два зазора: нормальный на масло и в «усах» – у «холодильника».

Для замера зазоров в рамовых (коренных) подшипниках мотыль ставят в н.м.т. затем на тех двигателях, где позволяет инструкция или конструктивное исполнение (нет противовесов) в зазор вводят набор пластин щупа, не прилагая усилий. Щуп вводят на всю длину. Зазор на масло проверяют на дуге 120°, а в «усах» на расстоянии 30 мм от разъема. Обмер производят с обоих концов подшипника (кроме первого и последнего, т. к. этому могут мешать приводная шестерня насосов и отбойный масляный диск, или упорный подшипник). В формуляр вносят величины зазора. Затем определяют прилегание коренных вклады-

шей к постели и крышке и шейки коленчатого вала к вкладышу. Прилегание вкладыша к постели и крышке проверяют щупом 0,03 мм, который не должен проходить более чем на 6 мм с каждой стороны вкладыша в средней части на дуге и более 10 мм в остальных местах. На расстоянии 40 мм от каждого разъема в обе стороны щуп 0,06 мм может заходить на расстояние до 60 мм. Зазор в стыках вкладышей и между торцами крышек и фундаментной рамой не должны превышать 0,03 мм. Прилегание шейки к коренному подшипнику проверяют также щупом. На дуге 90° нижнего вкладыша щуп 0,03 мм не должен проходить более чем на 15 мм с любой стороны подшипника. Проверку прилегания шейки к вкладышу производят в четырех положениях мотыля.

Замеры зазоров в шатунных подшипниках производят так же, как коренных до разборки шатунов и выемки поршней или по замерам диаметров шатунных шеек коленчатого вала и диаметров в подшипниках во вновь собранных шатунах.

Дополнительно необходимо определить разбег шатунного подшипника по шейке коленчатого вала. После этих проверок отдают крышки рамовых подшипников. Перед выемкой крышки необходимо при помощи щупа проконтролировать ее положение относительно фундаментной рамы. Вынув крышки рамовых подшипников и верхние вкладыши, а также выкатив часть нижних вкладышей, проверяют рамовые шейки на биение специальным приспособлением, а подвергаемые трещинам места коленчатого вала ультразвуковым дефектоскопом УЗД-56М или визуально, при помощи лупы с увеличением не менее чем в 5 раз. После замера раскеев с «движением» производят выемку поршней.

Поршень с шатуном ставят в в.м.т., выворачивают шатунные болты (если двигатель бескрейцкопфный). Одновременно с этим на торце поршня закрепляют приспособление для выемки поршня. На удаленные шатунные болты навинчивают гайки, связывают их комплектами и отправляют на дефектацию. При помощи талей вынимают поршень с шатуном, вынимают вкладыши из шатуна и крышки шатуна и, проверив маркировку, отправляют для выявления дефектов. Подняв поршень, надевают на него защитный «жилет» и, перестропив за нижнюю головку шатуна, опускают узел поршнем вниз. Для предохранения центрального канала в шатуне от загрязнения его перед транспортировкой закрывают конической деревянной пробкой. После этого поршень вместе с крышкой нижней головки шатуна передают в цех для обнаружения дефектов.

Вынув поршень, приступают к демонтажу коренных подшипников. Для этого снимают с крышек рамовых подшипников маслоподводящие трубки. Свободные концы трубок обворачивают чистой бумагой и обвязывают шпагатом. Освобождают крышки рамовых подшипников и устанавливают приспособления для снятия и вывода крышек в колодцы мотылей, приподнимают крышки на 30–35 мм и выворачивают верхние вкладыши коренных подшипников, которые сами падают на шейки вала. После этого крышки снимают со шпилек и выводят в колодцы мотылей и затем по доскам через смотровые окна блока или рамы двигателя наружу для дальнейшей дефектовки. Нижние вкла-

дыши выводят вращением коленчатого вала при помощи специального штифта, вставляемого в отверстие масляного канала рамовых шеек. При этом необходимо иметь в виду, что при выкатке нижних рамовых вкладышей вал необходимо вращать только по часовой стрелке или как предусмотрено в заводской инструкции, иначе будут смяты фиксирующие выступы и вкладыши будут выведены из строя. Сняв основные узлы и детали дизеля и определив их дефекты, снимают навешенные агрегаты. К навешенным механизмам относят водяные, масляные насосы, секции топливных насосов. Воздухонагнетатель является отдельно стоящим агрегатом, поэтому его разборка и выявление дефектов могут быть произведены в любое время. При капитальном ремонте также снимают крышку привода шестерен газораспределения и сами шестерни, блок дизеля и коленчатый вал. Выполнив перечисленные работы, приступают к подготовке блока дизеля к подъему. Для этого необходимо отсоединить от масляной магистрали все трубки, подающие масло к опорам распределительного вала, трубки, подающие масло к осям рычагов толкателей. Все открытые отверстия трубок и штуцеров необходимо предохранить от грязи: отсоединить от блока трубу, подводящую воду охлаждения, снять верхнюю часть корпуса уплотнения коленчатого вала и корпус привода газораспределения, ослабить все шпильки, связывающие блок с фундаментной рамой. Затем блок отдают, сначала ослабив, гайки анкерных и сшивных шпилек (или болтов). Как правило, для подъема блока цилиндров имеются специальные обухи или рымы, или приспособления, устанавливаемые на шпильках крышек цилиндра, за которые крепят тали. Освободив блок от креплений, его демонтируют и опускают на выложенные клетки из деревянных брусков.

Коленчатый вал застропливают, защищая шейки от возможных повреждений. Отвинчиваются и выпрессовываются болты, соединяющие фланец коленчатого вала с валопроводом или генератором. При помощи талей и оттяжек коленчатый вал поднимается и отводится в сторону. При разборке дизеля все детали, начиная от блока и фундаментной рамы и кончая деталями крепежа, должны подвергаться внимательному осмотру в том виде, в каком они только что сняты с дизеля, т. е. характер расположения на детали натиров, нагара, масляных потёков, коррозионных поражений позволяет опытному технологу определить дефекты, которые он может не заметить на промытой и очищенной детали. Обнаруженные дефекты должны быть отмечены в предремонтном формуляре и в процессе демонтажа и выявления дефектов должны быть выяснены причины их появления. Кроме того, на деталях должна быть маркировка. При снятии коллекторов и других узлов дизеля необходимо сохранять прокладки и определять их толщины, особое внимание следует обращать на места, где могут встретиться неравномерные по толщине прокладки.

После выемки поршней и снятия навешенных механизмов (при капитальном ремонте дизеля) необходимо обязательно произвести гидравлическое испытание блока до выемки цилиндрических втулок, иначе эти испытания будут возможны только после ремонта блока и замены цилиндрических втулок, а для устранения трещин и свищей потребуется заново проделать большой объем демонтажных, ремонтных и монтажных работ.

Перед снятием масляного насоса обязательно проверяют состояние основных деталей, зазоры между ними и в приводе масляного насоса для выяснения необходимости демонтажа привода вместе с насосом.

Для подъема более тяжёлых узлов, например, турбокомпрессора, на судне должны быть тали грузоподъемностью до 3 т.

В том случае, если выяснилась необходимость ремонта дизеля с подъемом блока и выемкой коленчатого вала, то дополнительно к указанным необходимо иметь еще две тали грузоподъемностью по 5 т и две – грузоподъемностью по 1 т.

Для захвата и транспортировки некоторых узлов должны применяться специальные приспособления, а для подъема корпусов приводов клапанов при демонтаже и транспортировке с судна и на судно служит специальный захват, заводимый за коромысло.

Для подъема крышек цилиндров из машинного отделения и транспортировки в цех используется приспособление, которое надежно предохраняет уплотнительный бурт от повреждений. При отдаче шатунных болтов, выемке поршней и других операциях приходится часто проворачивать коленчатый вал.

Для этой цели могут быть использованы валоповоротные устройства.

Для выкатки нижних рамовых вкладышей используется специальный штифт, который состоит из стального конического пальца, припаянного медным припоем к медной упорной пластине с углом, равным наклону оси сверления масляного канала к образующей шейки. Толщина пластины не должна превышать толщину вкладыша, однако она не должна быть и слишком малой, т. к. в этом случае будет соскальзывать с торца вкладыша и попадать в холодильник вкладыша, что приводит к выходу вкладыша из строя.

Определение ремонтных размеров производится на основании расчётов.

При этом определяют минимально допустимые размеры диаметров деталей на основании заводской документации или ТУ или РД, одобренных Регистром.

Число ремонтных размеров определяется по выражению

$$n = \frac{D_{ном} - D_p}{S_i + m_i},$$

где S_i – предельно допустимый износ шеек валов (эллипс, бой, конусность), мм (принимается по нормативным документам);

m_i – величина снимаемого припуска при i -ом ремонте, зависящая от вида обработки (шлифование, точение, шабрение и т. п.), мм;

$D_{ном}$ – номинальный размер в соответствии с рабочим чертежом детали, мм;

D_p – минимальный размер, вычисленный из условий прочности.

4.4. Порядок выполнения работы

1. Ознакомьтесь с общей организацией слесарно-монтажных работ.
2. В соответствии с дефектовочными ведомостями (Приложение 1) осуществите обмеры согласно заданию.
3. На основе полученных данных, сравнив с полем допуска нормативно-технической документации (НТД), принимается решение о способе ремонта (восстановления или замены).

4.5. Контрольные вопросы

1. Что понимается под ремонтом дизеля?
2. Для чего вводится ТО и ремонт механизмов СДУ по их фактическому техническому состоянию?
3. Почему диагностированию деталей ЦПГ уделяется особое внимание, какие устройства применяются для диагностирования ЦПГ?
4. Какие сведения приводятся в ремонтных ведомостях?
5. Какова закономерность процесса изнашивания сопряженных деталей, какая величина служит мерой изнашивания деталей, какой показатель характеризует процесс изнашивания деталей механизмов СДУ?
6. Как отражается износ деталей на состоянии механизмов СДУ?
7. Что понимают под предельным износом, как определяют износ деталей СДУ?
8. Для каких деталей установлены нормативные скорости изнашивания?
9. Каков характер изнашивания втулок цилиндров, поршня и поршневого пальца, поршневых колец, коленчатого вала?
10. На основании каких документов выполняют ремонт судна?
11. Как осуществляется ремонт дизелей на судоремонтном предприятии?
12. Каков порядок работы после получения задания на ремонт дизеля на месте его установки?
13. В чем состоит задача дефектации, какие существуют методы дефектации?
14. Что собой представляет магнитная дефектоскопия?
15. Для чего применяют просвечивание рентгеновскими и гамма-лучами?
16. В чем сущность люминесцентной дефектоскопии?
17. С какой целью проводят гидравлические испытания деталей?
18. Какие инструменты используют при дефектации деталей?
19. Каковы основные требования к демонтажу и разборке двигателя, в какой последовательности разбирают двигатель, каковы основные правила разборки?
20. Какие возможны дефекты фундаментных рам, как ремонтируют фундаментные рамы?
21. Как устраняют дефекты картеров?
22. Какие встречаются дефекты вкладышей подшипников коленчатого вала и каковы причины их появления и как их устраняют?
23. Какие дефекты могут иметь втулки рабочих цилиндров, как ремонтируют втулки цилиндров?

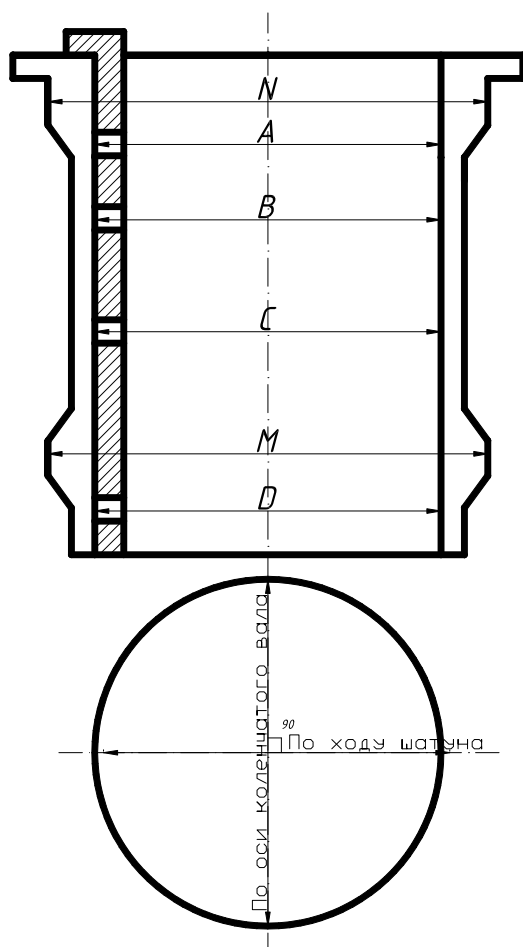
24. Какие причины могут привести к поломке коленчатого вала?
25. Насколько опасна для вала его временная деформация в виде изгиба или прогиба?
26. Как определяют упругий прогиб вала?
27. Устранимы ли трещины в коленчатых валах?
28. Насколько опасно скручивание вала?
29. Устранимы ли следы задиров на шейках вала?
30. Как определяют и устраняют искажения формы шеек вала?
31. В каких случаях производят замену поршней и возможен ли ремонт поршней?
32. Как ремонтируют поршневые кольца?
33. Как проверяют и ремонтируют поршневые пальцы?
34. Как ремонтируют штоки поршней у крейцкопфных дизелей?
35. Какие операции включает ремонт шатунов?
36. Как проверяют шатунные болты?
37. Какие виды сборки применяют в настоящее время?
38. Как комплектуют сборочные единицы из деталей кривошипно-шатунного механизма (КШМ)?
39. Какова последовательность сборки корпусных конструкций дизелей?
40. Каковы особенности сборки ВОД?

Библиографический список

1. *Вешкельский, С.А.* Справочник судового дизелиста. Вопросы и ответы. – Л.: Судостроение, 1990. – 368 с.
2. *Камкин, С.В. и др.* Эксплуатация судовых дизелей. – М.: Транспорт, 1990. – 344 с.
3. *Блинов, И.С.* Справочник технолога механо-сборочного цеха судоремонтного завода. – М.: Транспорт, 1969. – 680 с.
4. *Дорошенко, П.А. и др.* Технология производства судовых энергетических установок. – Л.: Судостроение, 1988. – 440 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Лист 1



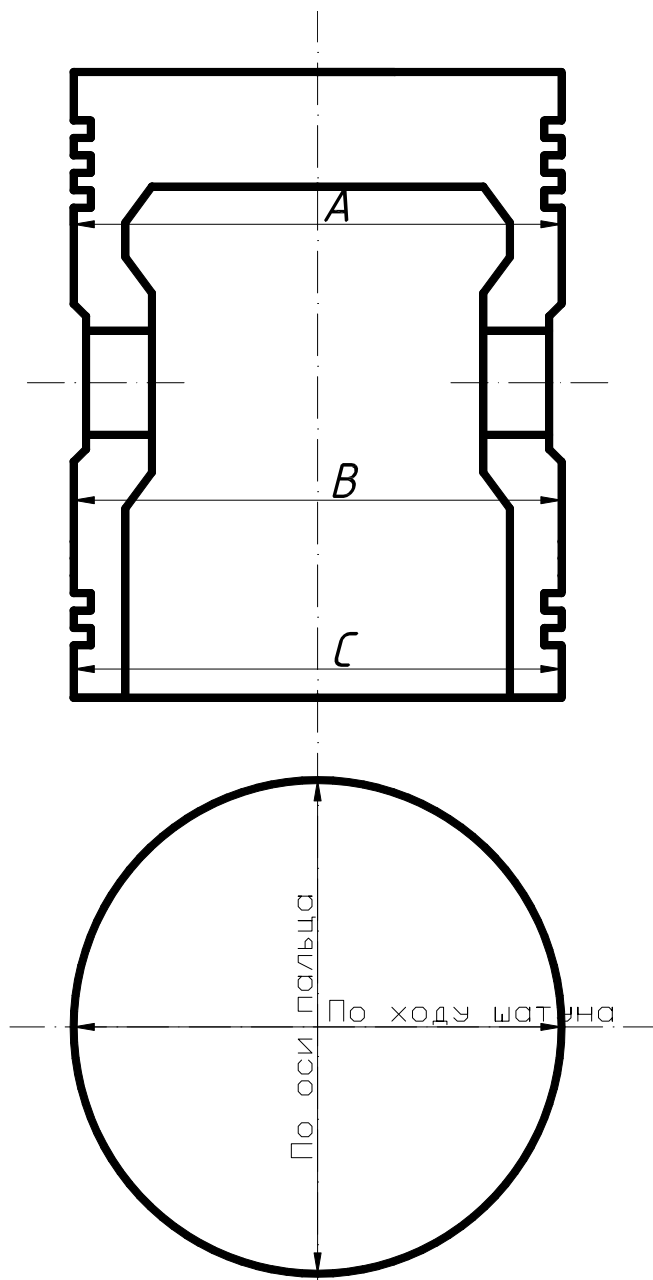
Примечание: места и количество уровней замеров определяются по заводской инструкции или по шаблону.

№№ цил. Место замера	Внутренний диаметр в мм $\pm 0,00$ мм											
	1		2		3		4		5		6	
	0	X	0	X	0	X	0	X	0	X	0	X
A												
B												
C												
D												
Конусность												
Наиб. Эллипс- ность												
Посадочный пояс N												
Посадочный пояс M												

Номинальный диаметр в мм _____

Мастер _____ Дата _____

Бригадир _____ Дата _____



Примечание: обмер поршня производится по уровням, указанным в руководстве по уходу за двигателем завода-изготовителя или в руководящем документе.

Поршень (тронк)

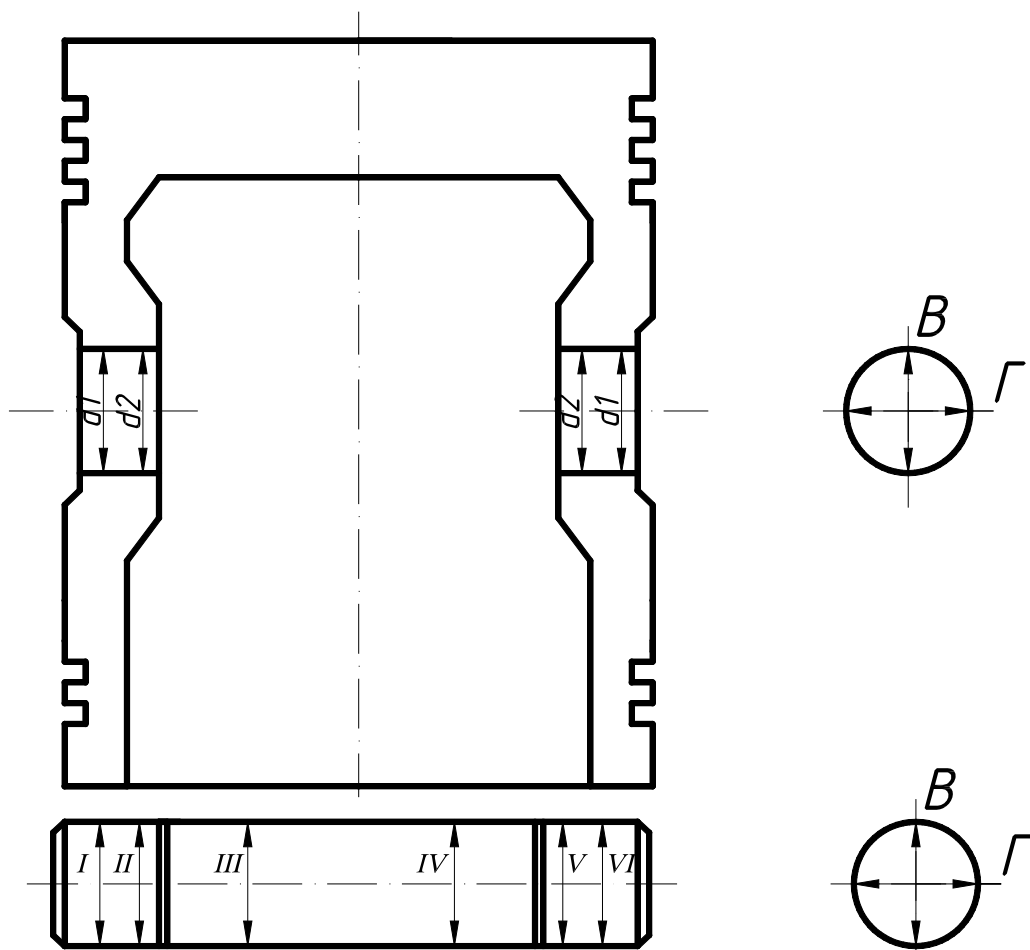
№№ цил. Место замера	Диаметр тронка, мм $\pm 0,00$ мм											
	1		2		3		4		5		6	
	О	Х	О	Х	О	Х	О	Х	О	Х	О	Х
А												
В												
С												

Температура в помещении при обмере _____

Номинальный диаметр в мм _____

Мастер _____ Дата _____

Бригадир _____ Дата _____



Лист 3 продолжение

Поршень

№№ цил.	Палец; диаметр, мм ± 0,00 мм										Проушины; диаметр, мм ± 0,00 мм					
	I		II		III		IV		V		VI		d1		d2	
	В	Г	В	Г	В	Г	В	Г	В	Г	В	Г	В	Г	В	Г
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																

Номинальный диаметр в мм пальца_____проушины_____

Мастер_____Дата_____

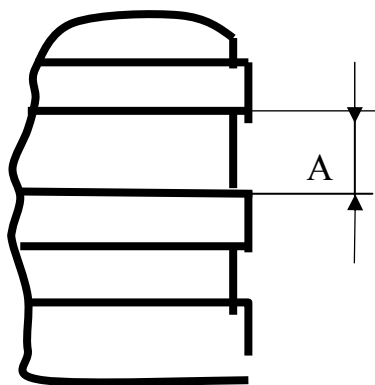
Бригадир_____Дата_____

Размеры ручья

№№ цил.	Размер (А), мм $\pm 0,00$ мм					
	№№ колец (счёт сверху)					
	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Мастер _____
 Бригадир _____

Дата _____
 Дата _____

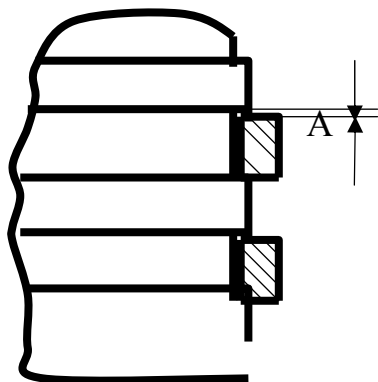


Зазоры колец в поршневых канавках

№№ цил.	Зазор (А), 0,00 мм					
	№№ колец (счёт сверху)					
	1	2	3	4	5	6
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

Мастер _____
 Бригадир _____

Дата _____
 Дата _____

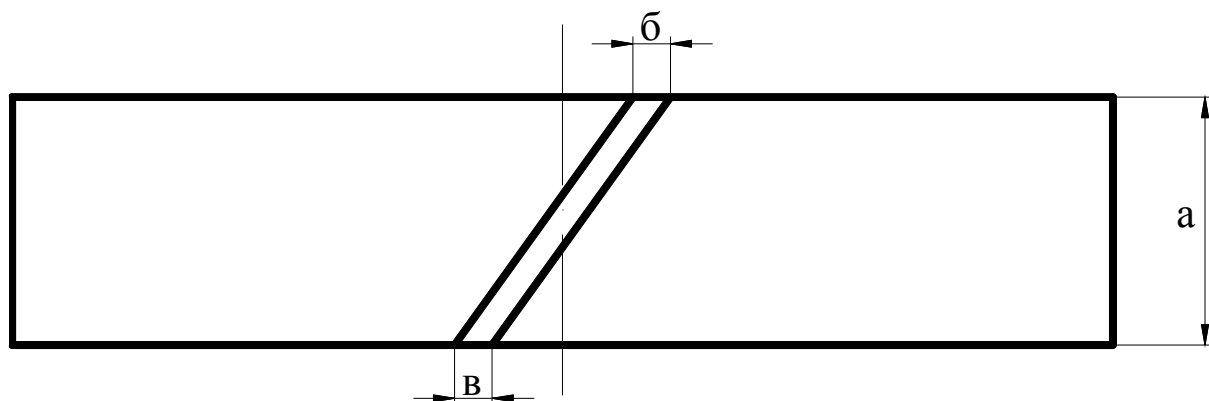


Кольцо поршневое

№№ цили.	Зазор в замке во втулке (б)/ в свободном состоянии (в), мм $\pm 0,00$ мм												Высота кольца (а), мм $\pm 0,00$ мм					
	№№ колец												№№ колец					
	1		2		3		4		5		6		1	2	3	4	5	6
	б	в	б	в	б	в	б	в	б	в	б	в						
1																		
2																		
3																		
4																		
5																		
6																		
7																		
8																		
9																		
10																		

Мастер _____
 Бригадир _____

Дата _____
 Дата _____



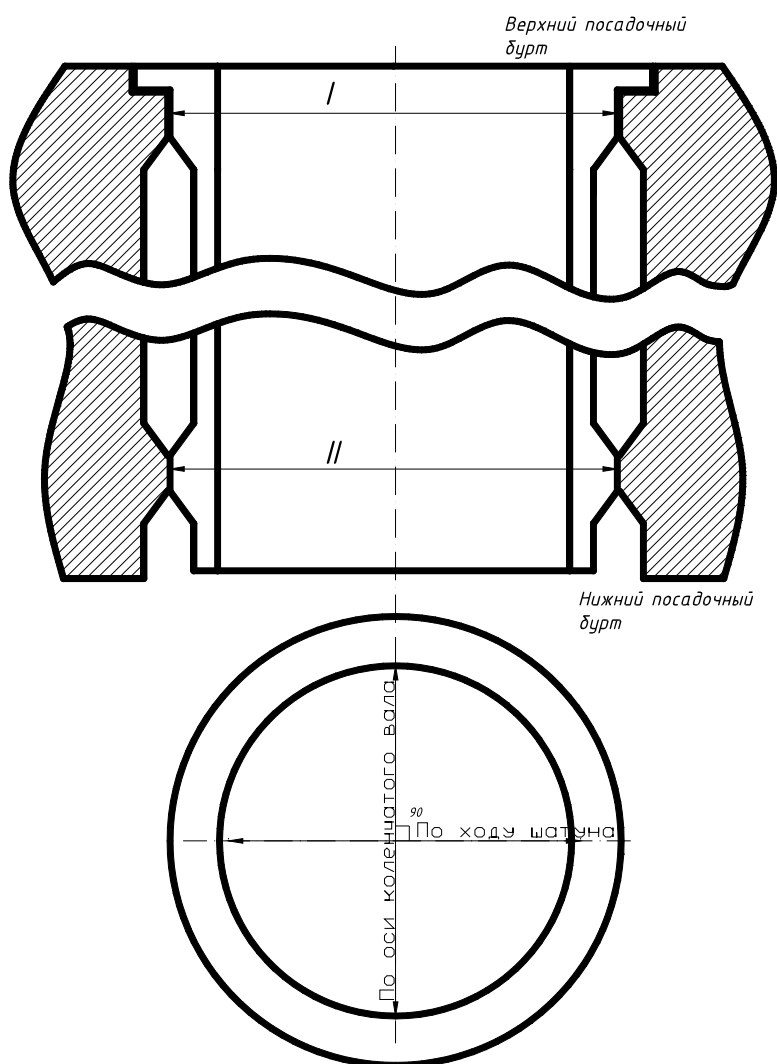
Посадочные пояса для втулок в блоке цилиндров

№№ цил.	Диаметр, мм ± 0,00 мм				Примечания
	I		II		
	О	Х	О	Х	
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					

Номинальный диаметр в мм _____

Мастер _____ Дата _____

Бригадир _____ Дата _____



Шатун

№№ цил.	Диаметр нижней головки, мм $\pm 0,00$ мм									Зазор в верхней головке $\pm 0,00$ мм	
	I			II			III			Г	Д
	А	Б	В	А	Б	В	А	Б	В		
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											

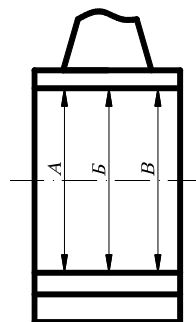
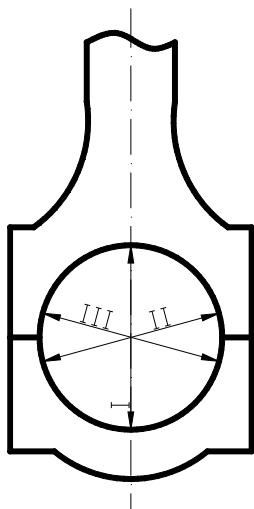
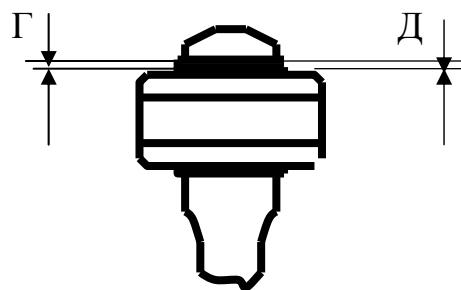
Номинальный диаметр нижней головки шатуна в мм _____

Мастер _____

Дата _____

Бригадир _____

Дата _____

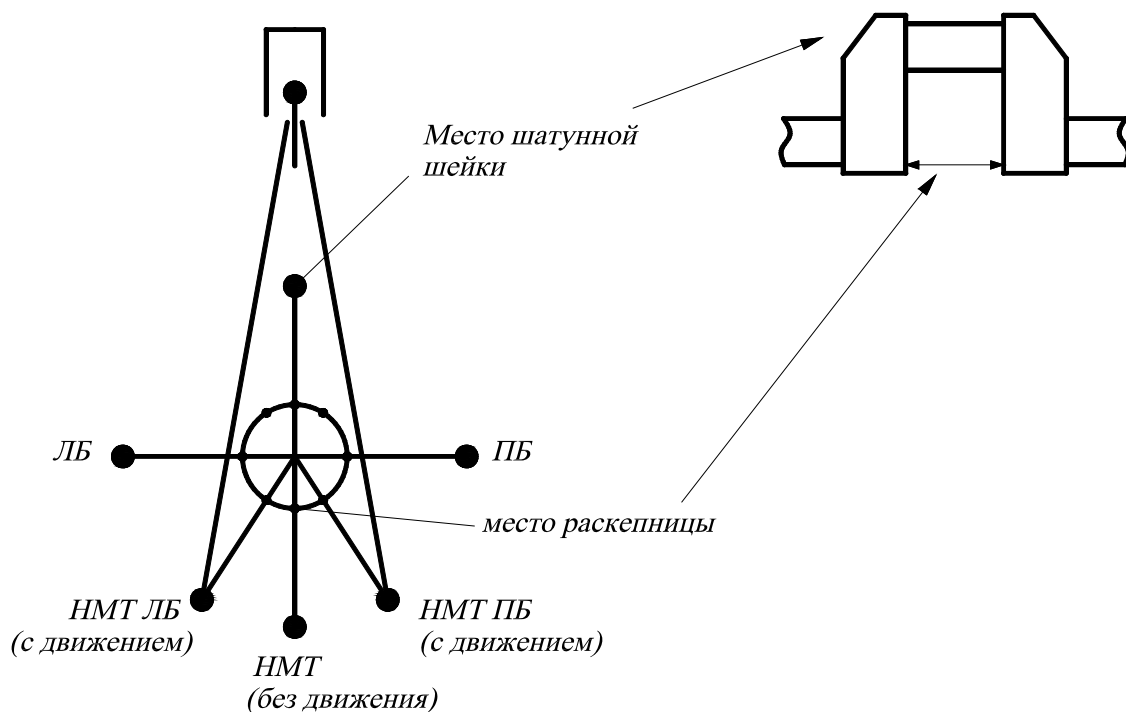


Коленчатый вал

№№ цил.	Положение мотыля $\pm 0,00$ мм									
	С движением						Без движения			
	НМТ ЛБ	ЛБ	ВМТ	ПБ	НМТ ПБ	Среднее НМТ	НМТ	ПБ	ВМТ	ЛБ
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

Мастер _____
 Бригадир _____

Дата _____
 Дата _____



Шатунные шейки коленчатого вала

№ шейки	Диаметр шеек, мм $\pm 0,00$ мм					
	Нос		Середина		Корма	
	В	Г	В	Г	В	Г
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

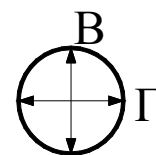
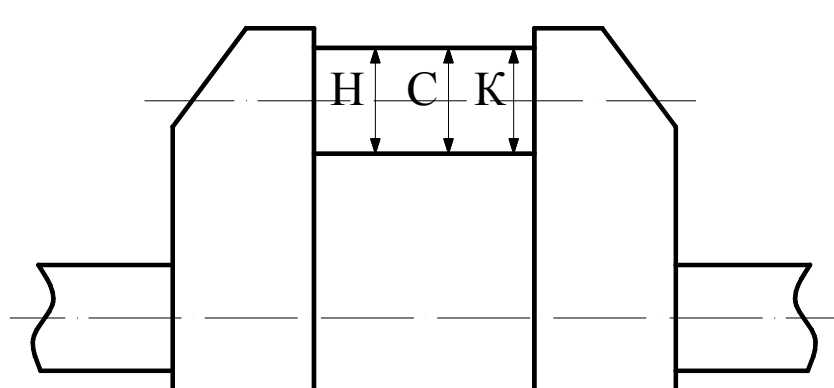
Номинальный диаметр шейки в мм _____

Мастер _____

Дата _____

Бригадир _____

Дата _____



Рамовые шейки коленчатого вала

№ шейки	Диаметр шеек, мм $\pm 0,00$ мм					
	Нос		Середина		Корма	
	В	Г	В	Г	В	Г
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

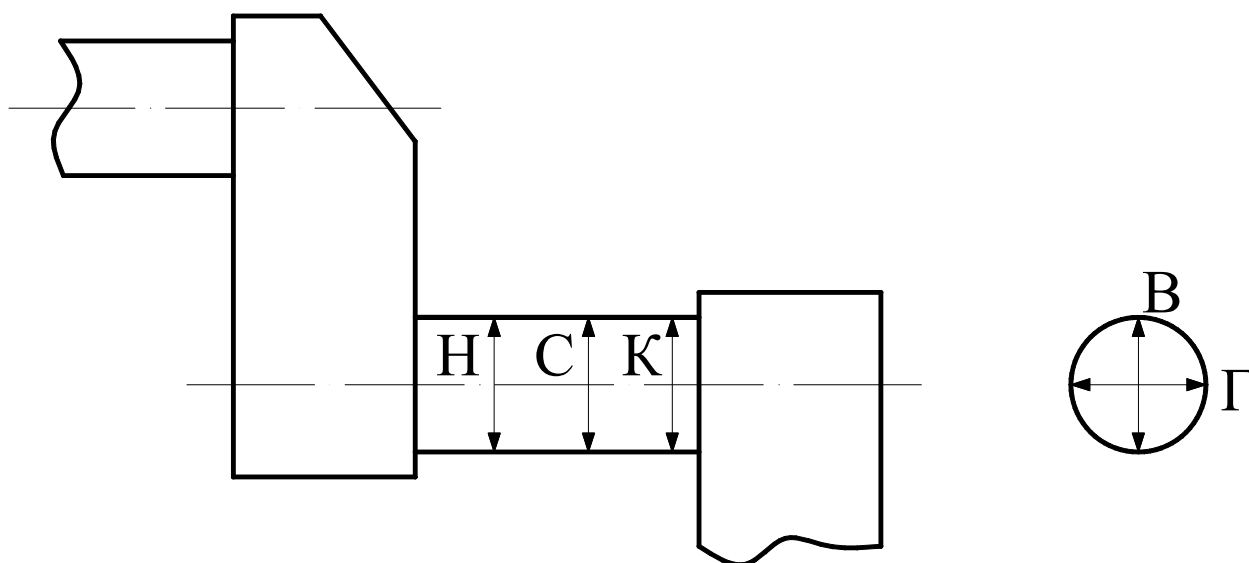
Номинальный диаметр шейки в мм _____

Мастер _____

Дата _____

Бригадир _____

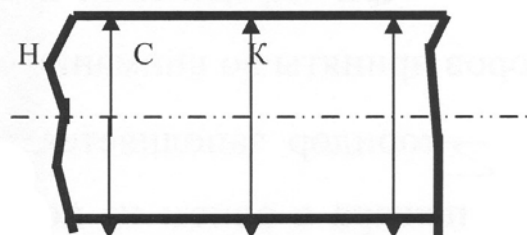
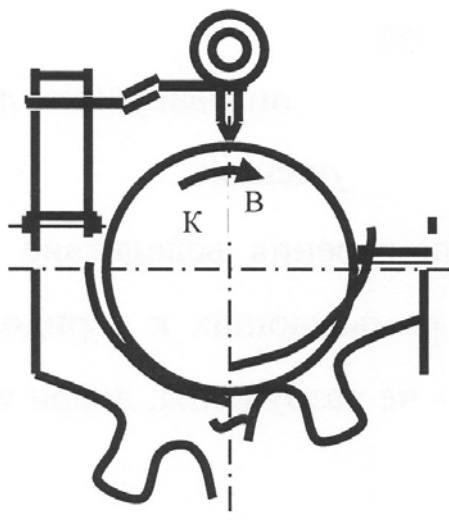
Дата _____



Биение рамовых шеек коленчатого вала

№№ шеек Поло- жение обмера	Отклонение стрелки индикатора в $\pm 0,00$ мм																	
	1			2			3			4			5			6		
	Н	С	К	Н	С	К	Н	С	К	Н	С	К	Н	С	К	Н	С	К
ВМТ																		
ПБ																		
НМТ																		
ЛБ																		

Мастер _____ Дата _____
 Бригадир _____ Дата _____



Обмер толстостенных вкладышей рамовых подшипников

№ цил.	Верхний рамовый						Нижний рамовый					
	I		II		III		I		II		III	
	Нос.	Кор.	Н	К	Н	Н	Н	К	Н	К	Н	К
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

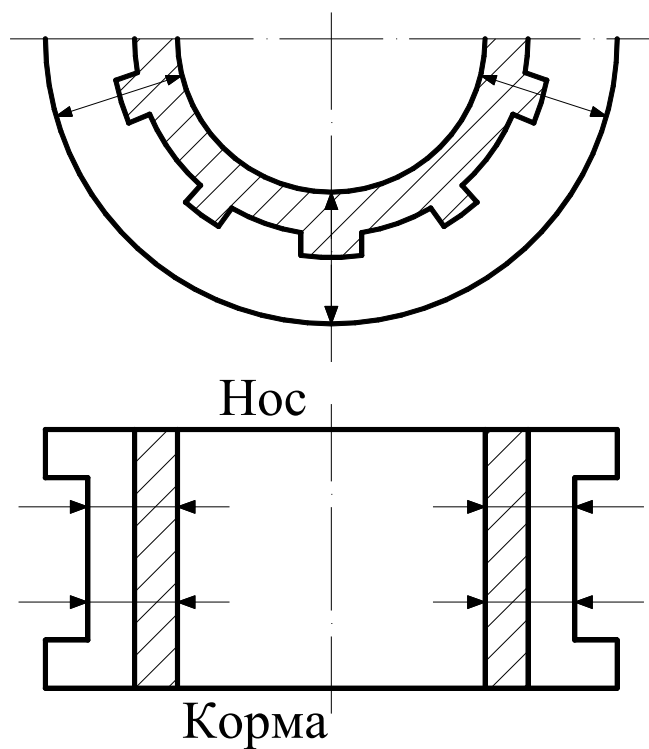
Номинальный размер рамового вкладыша в мм _____

Мастер _____

Дата _____

Бригадир _____

Дата _____



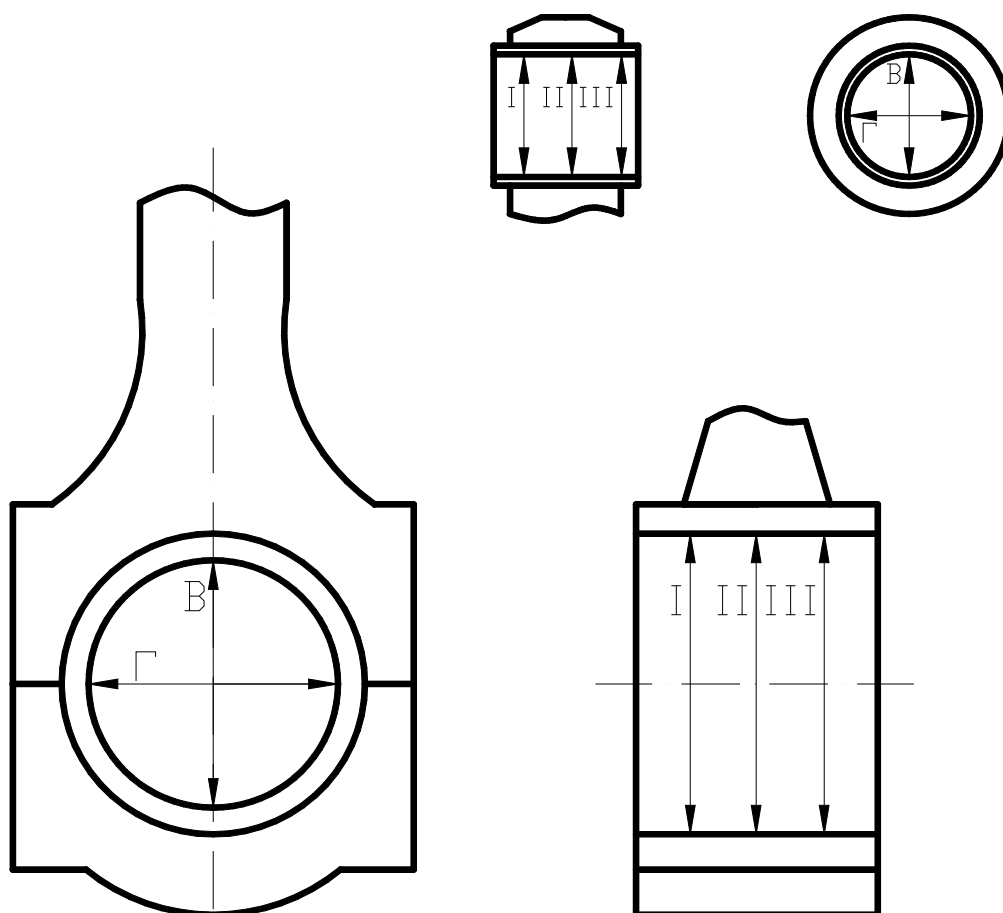
Обмер вкладышей шатунных подшипников

№ цил.	Верхний шатунный						Нижний шатунный					
	I		II		III		I		II		III	
	Верт.	Гориз.	В	Г	В	Г	В	Г	В	Г	В	Г
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												

Номинальный размер шатунного вкладыша в мм верхнего _____ нижнего _____

Мастер _____ Дата _____

Бригадир _____ Дата _____

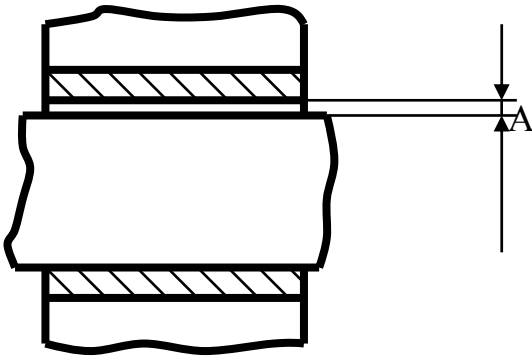


Зазоры

№ подш. цил.	Рамовый подшипник		Шатунный подшипник		Головной подшипник		Подшипники р/вала		Примечание
	Нос	Корма	Нос	Корма	Нос	Корма	Нос	Корма	

Мастер _____
Бригадир _____

Дата _____
Дата _____

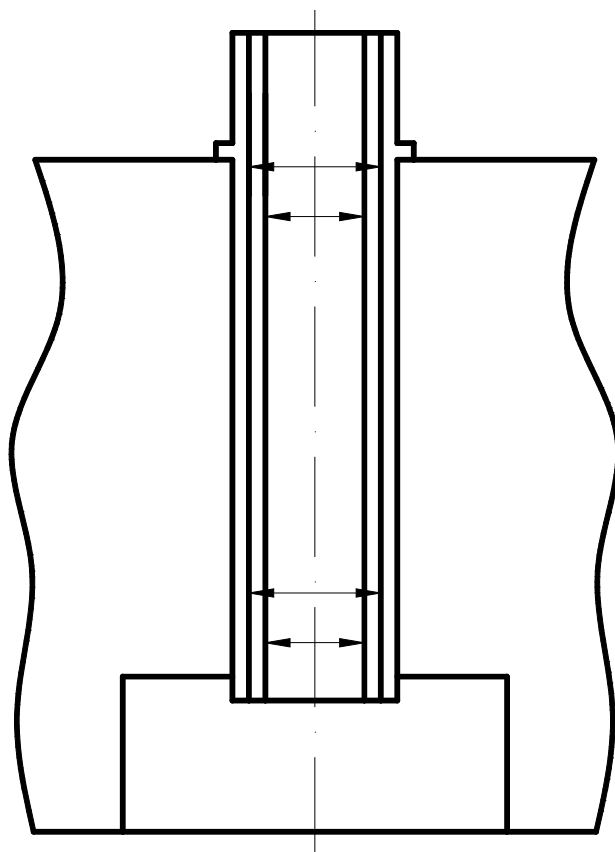


Клапан

№ цилиндра	Шток всасывающего клапана				Шток выхлопного клапана			
	Зазор шток клапана – втулка, мм $\pm 0,00$ мм							
	Низ		Верх		Низ		Верх	
	max	min	max	min	max	min	max	min
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Номинальный диаметр штока: _____
 состояние уплотнительной поверхности поля клапана _____

Мастер _____ Дата _____
 Бригадир _____ Дата _____



Клапан

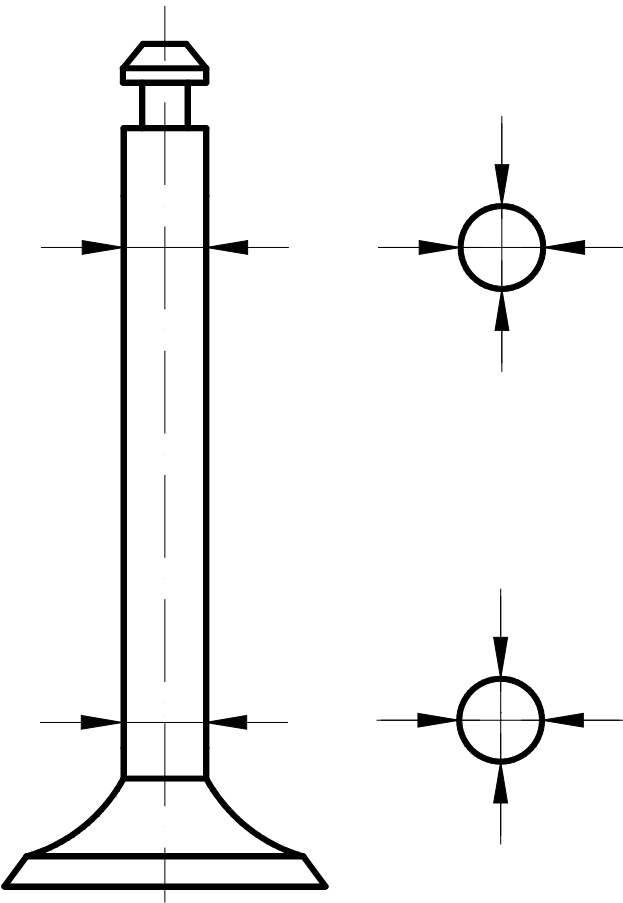
№ цилиндра	Шток всасывающего клапана				Шток выпускного клапана			
	Диаметр штока, мм ± 0,00 мм							
	Низ		Верх		Низ		Верх	
	max	min	max	min	max	min	max	min
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								

Мастер

Бригадир

Дата

Дата



Клапан

№ цилиндра	Всасывающий клапан, мм $\pm 0,00$ мм		Выхлопной клапан, мм $\pm 0,00$ мм	
	I	II	I	II
1	$\varnothing a$			
	$\varnothing б$			
	в			
2	$\varnothing a$			
	$\varnothing б$			
	в			
3	$\varnothing a$			
	$\varnothing б$			
	в			
4	$\varnothing a$			
	$\varnothing б$			
	в			
5	$\varnothing a$			
	$\varnothing б$			
	в			
6	$\varnothing a$			
	$\varnothing б$			
	в			

Номинальный внутренний диаметр клапанной тарелки а) _____

Номинальный внешний диаметр клапанной тарелки б) _____

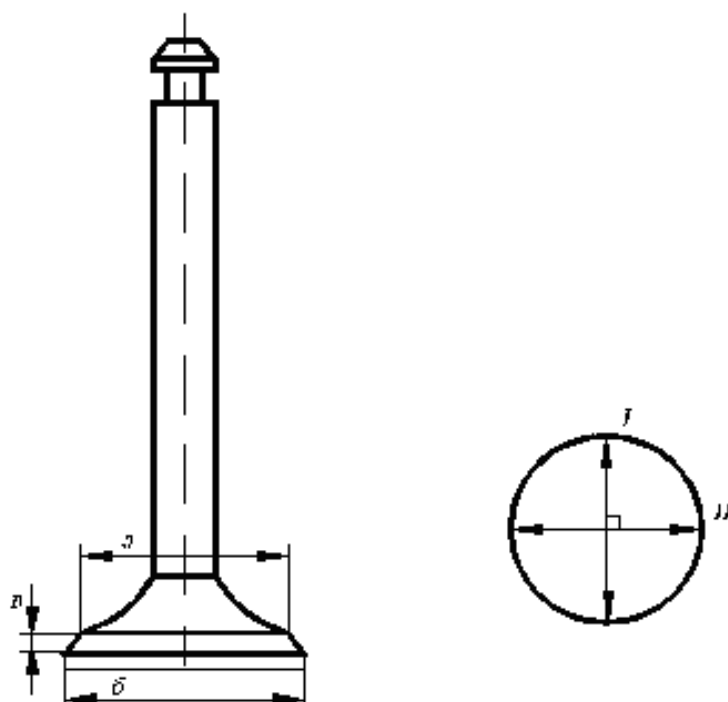
Номинальная высота цилиндрического пояса в) _____

Мастер _____

Дата _____

Бригадир _____

Дата _____



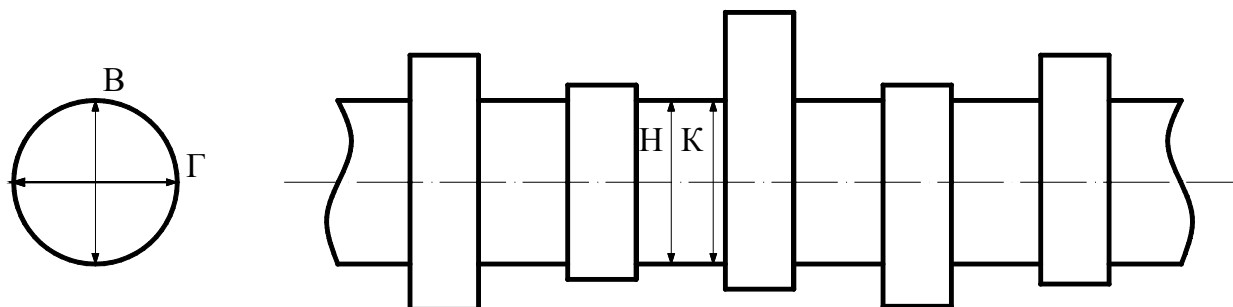
Шейки распределительного вала

№ шейки	Диаметр шейки, мм $\pm 0,00$ мм			
	Нос		Корма	
	Вертик	Горизонт	Вертик	Горизонт
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Номинальный диаметр шейки _____

Мастер _____ Дата _____

Бригадир _____ Дата _____

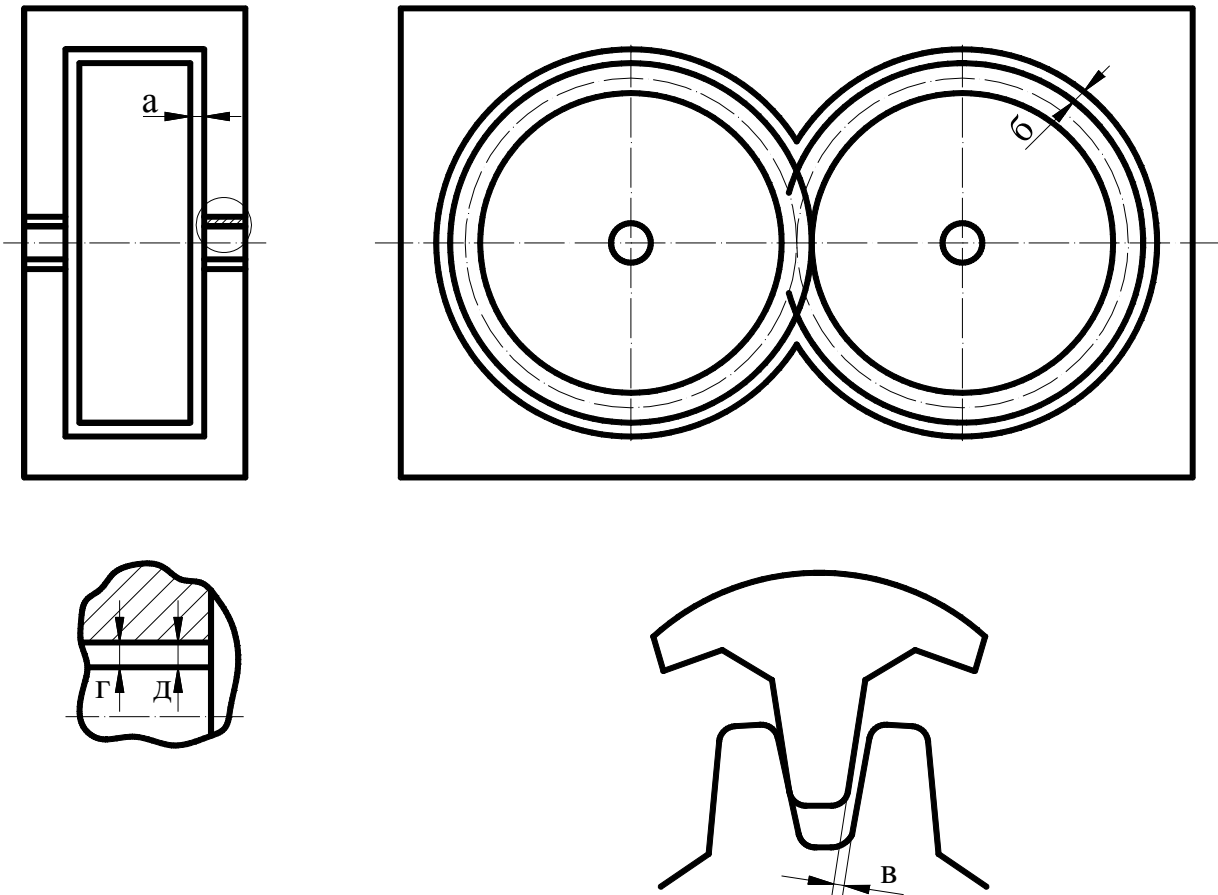


Масляный насос

Наименование зазора	Торцевой зазор между корпусом и шестерней	Радиальный зазор между корпусом и шестерней	Зазор в зацеплении шестерен	Зазор в носовой втулке оси шестерни	Зазор в кормовой втулке оси шестерни
Наименование шестерни	а	б	в	г	д
Ведущая					
Ведомая					

Мастер _____ Дата _____

Бригадир _____ Дата _____



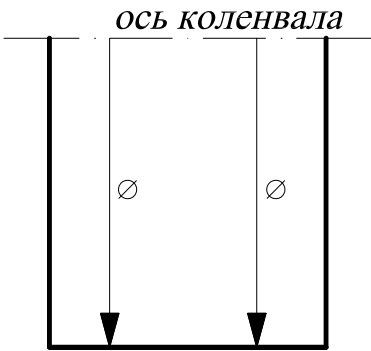
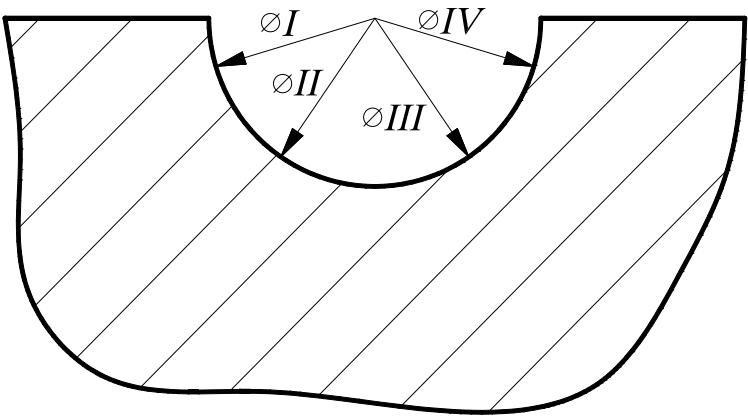
Постели рамовых подшипников

Диаметр постелей рамовых подшипников, мм ± 0,00 мм													
№№ постелей Замеры		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I	Нос												
	Корма												
II	Нос												
	Корма												
III	Нос												
	Корма												
IV	Нос												
	Корма												

Номинальный диаметр в мм _____

Мастер _____
Бригадир _____

Дата _____
Дата _____



Учебное издание

**ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ СУДОВЫХ
ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК**

Методические указания к лабораторным работам

Составители: **Куренский** Алексей Владимирович
Андрюхин Владимир Иванович
Макаревич Андрей Васильевич

Редактор В.В. Прищепа
Компьютерная верстка М.Н. Евсеенко

Подписано в печать 20.05.2010. Формат 60х84/16

Усл. печ. л. 3,02. Уч.-изд. л. 2,81

Тираж 100 экз. Заказ 051

Издательство ДВГТУ, 690990, Владивосток, ул. Пушкинская, 10
Типография ДВГТУ, 690990, Владивосток, ул. Пушкинская, 10