МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА СССР

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА СУДОВ. ОСНОВНОЕ РУКОВОДСТВО

РД 31.20.50—87

Москва
В/О «Мортехинформреклама»
1988

МИНИСТЕРСТВО МОРСКОГО ФЛОТА СССР

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА СУДОВ. ОСНОВНОЕ РУКОВОДСТВО

РД 31.20.50—87

Москва
В/О «Мортехинформреклама»
1988

Комплексная система технического обслуживания и ремонта судов. Основное руководство. РД 31.20.50—87. — М.: В/О «Мортехинформреклама», 1988. — 220 с.

РАЗРАБОТАН Центральным ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательским и проектно-конструкторским институтом морского флота (ЦНИИМФ)
Заместитель директора, руководитель проблемы С. Н. Драницын
Заведующий отделом стандартизации и управления качеством продукции А. П. Вольваченко
Главный метролог М. М. Валдаев
Руководитель темы Г. Ш. Розенберг
Балтийским ордена Ленина и ордена Октябрьской Революции морским пароходством
Главный инженер Э. К. Блинов
Начальник технического отдела В. Н. Щенников
Ответственные исполнители:
ЦНИИМФ: Е. С. Голуб, Е. З. Мадорский, А. Н. Неелов, М. Л. Винницкий, В. А. Сорокин, А. С. Брикер, Е. А. Калязин, Л. П. Иванов, Д. Т. Чапкис
БМП: Ю. Р. Поляк, О. С. Цветков, В. П. Спирова
ЛВИМУ: М. М. Гальперин, Н. И. Денисенко, С. Н. Голубев
ЮжНИИМФ: В. П. Львовский, Б. А. Гликин
ОИИМФ: С. Б. Иванов, Е. Н. Комраков

СОГЛАСОВАН Главным управлением Регистра СССР
Главный инженер В. А. Овчинников

ВНЕСЕН В/О «Мортехсудоремпром»
Первый заместитель председателя Ю. П. Бабий

МИНИСТЕРСТВО
МОРСКОГО ФЛОТА
(МИНМОРФЛОТ)
30.11.87
№ 202
г. МОСКВА

**Руководителям предприятий
и организаций**

О ВВЕДЕНИИ В ДЕЙСТВИЕ РД 31.20.50—87

Руководством Минморфлота утвержден РД 31.20.50—87 «Комплексная система технического обслуживания и ремонта судов. Основное руководство», направленный на совершенствование организационных и методических основ системы технического обслуживания и ремонта.

Внедрение РД 31.20.50—87 позволит расширить масштабы и упорядочить применение средств диагностирования и неразрушающего контроля на судах в процессе их технического обслуживания и ремонта, что будет способствовать снижению трудоемкости, предотвращению отказов, уменьшению бюджета ремонтного времени.

ПРЕДЛАГАЮ:

1. Ввести в действие с 01.01.88 РД 31.20.50—87 «Комплексная система технического обслуживания и ремонта судов. Основное руководство».

2. Начальникам пароходств:

2.1. При выполнении технического обслуживания и ремонта судов руководствоваться РД 31.20.50—87.

2.2. До 01.03.88 разработать план организационно-технических мероприятий по внедрению РД 31.20.50—87, предусмотрев в нем в соответствии с требованиями руководящего документа:

2.2.1. Снабжение судов комплектами универсальных переносных средств диагностирования и неразрушающего контроля, методическими материалами.

2.2.2. Организацию работы контрольно-диагностических и дефектовочных групп.

2.2.3. Изучение РД 31.20.50—87 всеми заинтересованными работниками пароходств, СРЗ, БТОФ и членами судовых экипажей.

3. В/О «Мортехсудоремпром» совместно с ЦНИИМФом и пароходствами принять меры к обеспечению всех судов нового пополнения, поступающих с отечественных и зарубежных верфей, переносными комплектами средств диагностирования и неразрушающего контроля и встроенными системами диагностирования главных двигателей.

4. ЦНИИМФу:

4.1. Направить до 20.11.87 в Балтийское пароходство и до 25.12.87 в В/О «Мортехинформреклама» подготовленный к изданию РД 31.20.50—87.

4.2. Направить до 01.12.87 во все пароходства по одному экземпляру РД 31.20.50—87.

4.3. Оказывать методическую помощь пароходствам по внедрению РД 31.20.50—87 на основе заключаемых хозяйственных договоров, обобщать опыт технического обслуживания и ремонта судов по комплексной системе с целью корректировки РД в 1990 г.

4.4. Продолжить совместно с ФПК ЛВИМУ систематическое проведение курсов обучения специалистов пароходств, призванных решать задачи организации и проведения технического обслуживания и ремонта судов по состоянию.

5. В/О «Мортехинформреклама» в 1988 г. издать и разослать:

5.1. РД 31.20.50—87 по разнарядке, подготовленной В/О «Мортехсудоремпром».

5.2. РД 31.28.30—88 по разнарядке, подготовленной ЦНИИМФом.

6. Балтийскому пароходству до 01.02.88 издать и разослать 300 экземпляров РД 31.20.50—87 по разнарядке, составленной ЦНИИМФом.

7. С введением РД 31.20.50—87 считать утратившими силу: РД 31.20.82—83 «Инструкция по предремонтной дефектации судов», письмо Минморфлота от 17.12.86 № 162.

8. Контроль за исполнением настоящего письма возложить на В/О «Мортехсудоремпром».

Заместитель министра *Б. А. ЮНИЦЫН*

Приложение
к письму Минморфлота
от 30.11.87 № 202

Комплексная система технического обслуживания и ремонта судов. Основное руководство

РД 31.20.50—87
Вводится впервые

Срок введения в действие установлен с 1 января 1988 г.

Настоящий РД устанавливает единые для морского флота технико-организационные и методические основы комплексной системы технического обслуживания и ремонта судов (по состоянию и расписанию). Он является обязательным для пароходств, судов, баз технического обслуживания флота, судоремонтных заводов, других предприятий, организаций и подразделений, занимающихся технической эксплуатацией флота. РД состоит из двух частей: ч. I. Технико-организационные основы системы, ч. II. Методические основы системы (включая средства диагностирования и неразрушающего контроля).

ЧАСТЬ I

ТЕХНИКО-ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ ОСНОВЫ СИСТЕМЫ

1. Общие положения

1.1. Комплексная система технического обслуживания и ремонта судов представляет собой дальнейшее развитие технической эксплуатации морского флота и направлена на обеспечение исправного состояния и высокой эксплуатационной надежности судов при минимальных расходах всех видов ресурсов (времени, труда, средств и материалов) за нормативные сроки службы. По структурно-функциональному построению она является комплексной, непрерывной, планово-предупредительной.

1.2. Комплексность системы предполагает применение двух основных видов технического обслуживания и ремонта судов, судовых технических средств и конструкций (или их элементов): по состоянию и расписанию.

Техническое обслуживание и ремонт по состоянию применяются для судовых технических средств и конструкций, состояние которых можно определять без разборки освоенными методами и средствами диагностирования и неразрушающего контроля.

Техническое обслуживание и ремонт по расписанию применяются для судовых технических средств и конструкций, состояние которых невозможно определить без разборки или разборка которых обязательна при освидетельствовании Регистром СССР.

К судовым техническим средствам и конструкциям, выходы из строя которых не влияют на безопасность мореплавания, живучесть судов и безопасность труда, не приводят к остановкам в море, прекращению грузовых операций, ухудшению условий обитаемости и увеличению затрат на восстановление, применимы техническое обслуживание и ремонт по отказам.

Соотношение применяемых на судах видов технического обслуживания и ремонта меняется в зависимости от наличия средств диагностирования и неразрушающего контроля, надежности судовых технических средств и конструкций и опыта обслуживающего персонала.

1.3. Непрерывность системы предполагает планомерный уход за судами, контроль их состояния и выполнение работ по освидетельствованию судовых технических средств и конструкций и вос-

становлению их технико-эксплуатационных характеристик в максимально возможных объемах в процессе эксплуатации.

1.4. Планово-предупредительность системы предполагает заблаговременное восстановление технико-эксплуатационных характеристик судовых технических средств и конструкций с целью предупреждения их интенсивных износов, старения, выходов из строя и повышения эксплуатационной надежности и, как следствие, снижения общих затрат на техническое обслуживание и ремонт.

1.5. Динамичность системы предполагает периодический или непрерывный контроль и прогноз изменения состояния судовых технических средств и конструкций и оперативное планирование (регулирование) на этой основе сроков, содержания, объемов технического обслуживания и ремонта, своевременно согласуемых, если они поднадзорны, с Регистром СССР. Применение планового контроля состояния для планово-предупредительного технического обслуживания и ремонта делает режимы технического обслуживания и ремонта гибкими и эффективными. Эксплуатационно-ремонтные циклы судов не остаются, как прежде, постоянными. Они непрерывно регулируются (уточняются и изменяются) по результатам контроля и прогнозам изменения состояния судовых технических средств и конструкций.

2. Основные средства и задачи контроля состояния

2.1. Контрольно-измерительную основу системы технического обслуживания и ремонта судов по состоянию составляют:

универсальные переносные средства диагностирования и неразрушающего контроля;

судовые штатные контрольно-измерительные приборы (включая средства сигнализации и защиты);

встроенные средства диагностирования (где эти средства имеются);

береговые средства анализа продуктов износа в маслах.

2.2. Универсальные переносные средства диагностирования и неразрушающего контроля объединены в комплекты: судовой и береговой. В состав комплектов входят универсальные переносные средства диагностирования и неразрушающего контроля, освоенные и выпускаемые промышленностью (ч. II настоящего РД).

2.3. Судовой комплект универсальных переносных средств диагностирования и неразрушающего контроля является принадлежностью судна, включается в табель инвентарного снабжения и используется судовым экипажем в повседневной работе. Он поставляется на судно по возможности комплектно с инструкциями по использованию входящих в него средств после их метрологической поверки, осуществляемой уполномоченным на то подразделением судовладельца.

Дополнение судового комплекта вновь создаваемыми средствами диагностирования и неразрушающего контроля, в том числе приобретаемыми за рубежом, производится по мере их освоения и разработки методик применения.

При заказе и строительстве судов должна быть обеспечена их комплектация универсальными переносными средствами диагностирования и неразрушающего контроля, а также встроенными системами диагностирования главных и вспомогательных дизелей.

2.4. Береговой комплект универсальных переносных средств диагностирования и неразрушающего контроля (по своему составу более расширенный, чем судовой) является принадлежностью пароходств (баз технического обслуживания флота, производственных лабораторий автоматизации этих баз и других предприятий и подразделений пароходств), судоремонтных заводов, осуществляющих контроль состояния судовых технических средств и конструкций на судах по заявкам (запросам) судовой администрации и указаниям службы технической эксплуатации флота и предремонтную дефектацию судов, находящихся в эксплуатации, перед постановкой их на ремонт.

2.5. Контроль состояния судовых технических средств и конструкций осуществляется периодически или непрерывно. Периодический контроль технического состояния осуществляется:

универсальными переносными средствами диагностирования и неразрушающего контроля, входящими в состав судового или берегового комплекта;

встроенными средствами диагностирования;

судовыми штатными контрольно-измерительными приборами;

осмотровым методом с выборочной, частичной или полной разборкой и при необходимости с обмером деталей (узлов);

береговыми средствами анализа продуктов износа в пробах масла, отбираемых систематически из судовых технических средств.

Непрерывный контроль состояния осуществляется:

судовыми штатными контрольно-измерительными приборами;

встроенными средствами диагностирования.

2.6. Основными задачами, решаемыми по результатам контроля состояния, являются регулирование режимов технического обслуживания и ремонта, безразборное освидетельствование и предремонтная дефектация, проводимая в процессе эксплуатации. Все эти задачи решаются на основе единой методической базы (ч. II настоящего РД).

2.7. Смысл и содержание регулирования заключаются в назначении режимов последующего (очередного) контроля состояния или технического обслуживания и ремонта в зависимости от состояния, установленного при контроле, и прогноза изменения этого состояния с учетом функционально-конструктивных и эксплуатационных особенностей судовых технических средств и конструкций.

2.8. Безразборное освидетельствование производится методами и средствами, согласованными и одобренными Регистром СССР. Основанием для согласования и одобрения являются результаты сравнения данных о состояниях, полученных без разборки (методами и средствами диагностирования и неразрушающего контроля) и с разборкой. Результаты сравнения оформляются в виде ак-

та произвольной формы, в котором отражаются наименование, характеристика, тип проверяемого объекта, тип системы или средства (прибора) диагностирования, результаты измерений, заключение о соответствии показаний приборов нормам и фактическому состоянию объекта, условия и сроки действия безразборного освидетельствования. Регистр СССР сохраняет за собой право произвести освидетельствование с разборкой, несмотря на благоприятные результаты безразборного освидетельствования.

2.9. Предремонтная дефектация, проводимая в процессе эксплуатации, представляет собой завершающую стадию контроля состояния перед ремонтом. Она осуществляется в сроки, обеспечивающие своевременную подготовку судоремонтного производства к ремонту, и предназначается для определения содержания, объема и технологии ремонта, составления или уточнения на этой основе ремонтных ведомостей.

2.10. Все встроенные системы диагностирования должны иметь одобрение Регистра СССР с точки зрения их устойчивости в отношении судовых условий эксплуатации. Универсальные средства диагностирования могут быть допущены на суда, если они аттестованы и периодически поверяются метрологической службой Госстандарта СССР или ведомственной метрологической службой.

3. Организационные основы системы

3.1. Общее руководство и организация работ по обеспечению нормального функционирования системы технического обслуживания и ремонта осуществляются службой технической эксплуатации флота пароходства. Эта работа возглавляется заместителем начальника службы технической эксплуатации флота и проводится через механиков-наставников и групповых инженеров по закрепленным за ними группам судов и через существующие или вновь создаваемые, по усмотрению пароходств, подразделения.

3.2. Служба технической эксплуатации флота:

разрабатывает план перевода судов на комплексную систему технического обслуживания и ремонта, утверждаемый руководством пароходства;

обеспечивает составление заявок для службы материально-технического обеспечения на универсальные переносные средства диагностирования и неразрушающего контроля (по согласованию со службой метрологии пароходства), входящие в судовой и береговой комплекты, и организует распределение этих средств;

организует обучение и проверку знаний судовых экипажей и инженерно-технического персонала пароходства в области использования универсальных переносных средств диагностирования, неразрушающего контроля и встроенных средств диагностирования;

организует предремонтную дефектацию судов, находящихся в эксплуатации, перед постановкой их на плановый ремонт (в том числе на судоремонтные заводы других пароходств и ведомств и на загранбазы);

организует контроль и учет надежности и технического состояния флота, планирует техническое обслуживание и ремонт судов, контролирует затраты на их выполнение; организует перевод этих работ на электронно-вычислительные машины.

3.3. Технический отдел пароходства обеспечивает с привлечением научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций разработку или корректировку действующих судовых планов-графиков технического обслуживания, приспосабливая их для контроля состояния, планирования и регулирования на судах технического обслуживания и ремонта судовых технических средств и конструкций по состоянию, совмещаемых с освидетельствованиями.

3.4. Служба главного метролога пароходства организует проверку исправности и метрологическое обеспечение универсальных переносных средств диагностирования и неразрушающего контроля и встроенных средств диагностирования с выдачей надлежащим образом оформленных свидетельств о поверке.

Техническое обслуживание и ремонт средств диагностирования по заявкам метрологической службы пароходства проводят производственные лаборатории автоматизации или специализированные предприятия промышленности.

3.5. Для осуществления контроля состояния, освидетельствований и предремонтной дефектации судов в пароходствах создаются контрольно-диагностические и дефектовочные группы (партии). Эти группы (партии) могут входить в состав баз технического обслуживания флота, производственных лабораторий автоматизации этих баз или других подразделений пароходства.

Основное назначение контрольно-диагностических и дефектовочных групп (партий) пароходств: проведение контроля состояния и освидетельствование судов, не укомплектованных средствами диагностирования; проведение предремонтной дефектации для своевременного составления ремонтных ведомостей (в том числе при направлении судов на ремонт на загранбазы и предприятия других ведомств).

Они оснащаются береговыми комплектами универсальных переносных средств диагностирования и неразрушающего контроля.

Количество контрольно-диагностических и дефектовочных групп (партий), их квалификационный и численный состав устанавливаются пароходством исходя из особенностей своей производственной деятельности и задач, возлагаемых на эти группы или партии (контроль состояния, освидетельствование или предремонтная дефектация в процессе эксплуатации).

3.6. В составе судоремонтных заводов создаются группы специалистов для работы в дефектовочных партиях пароходств или свои самостоятельные дефектовочные группы (партии).

Эти группы (партии) предназначены для предремонтной дефектации судов, находящихся в эксплуатации до постановки их на судоремонтный завод.

Они оснащаются береговыми комплектами универсальных переносных средств диагностирования и неразрушающего контроля.

Количество и квалификационно-численный состав дефектовочных групп (партий) устанавливаются судоремонтным заводом исходя из необходимости получения полной информации об объеме и характере предстоящих судоремонтных работ.

В основном дефектовочные группы (партии) судоремонтных заводов выполняют предремонтную дефектацию судов, находящихся в эксплуатации и подлежащих ремонту на этом судоремонтном заводе (независимо от принадлежности судна тому или иному пароходству). Они организуются, оснащаются и обеспечиваются всем необходимым для своей работы судоремонтными заводами.

3.7. Руководство контрольно-диагностическими и дефектовочными группами (партиями) пароходств осуществляется одним из подразделений службы технической эксплуатации флота.

3.8. На судне общее руководство и организация комплексного технического обслуживания и ремонта обеспечиваются старшим (главным) механиком (через ответственных за заведования). Суда переводятся на систему технического обслуживания и ремонта по состоянию, если они:

оснащены судовым комплектом универсальных переносных средств диагностики и неразрушающего контроля с инструкциями по его использованию и надлежащим образом оформленными свидетельствами о поверке, подтверждающими метрологическую пригодность (средства диагностирования и контроля находятся по принадлежности в ведении второго механика и электромеханика, которые несут ответственность за их сохранность, исправность и метрологическую пригодность), или имеют гарантированное обеспечение своевременного контроля состояния судовых технических средств и конструкций контрольно-диагностическими и дефектовочными группами (партиями);

обеспечены судовыми планами-графиками (разработанными или откорректированными действующими), предусматривающими проведение части работ по техническому обслуживанию по результатам контроля состояния судовых технических средств и конструкций и совмещенными с освидетельствованиями;

снабжены настоящим РД и изданными (при необходимости) на его основе стандартами предприятия или технологическими инструкциями с методиками контроля состояния судовых технических средств и конструкций универсальными переносными средствами диагностирования и неразрушающего контроля, встроенными средствами диагностирования (при их наличии) и судовыми штатными контрольно-измерительными приборами;

укомплектованы судовыми специалистами, прошедшими обучение, подготовку и проверку знаний по использованию средств диагностирования и неразрушающего контроля для определения состояния и освидетельствований судовых технических средств и конструкций.

3.9. Рекомендуется осуществлять перевод на комплексную си-

стему технического обслуживания и ремонта серии судов. До перевода серии судов на эту систему судовладельцем производится проверка применимости единых средств, методов и норм состояния для однотипных судовых технических средств и конструкций.

Суда новой постройки после окончания гарантийного периода переводятся на комплексную систему технического обслуживания и ремонта (если полностью выполнены условия, необходимые для такого перевода).

4. Организация работы контрольно-диагностических и дефектовочных групп (партий)

4.1. Контрольно-диагностические и дефектовочные группы (партии) баз технического обслуживания флота, производственных лабораторий автоматизации этих баз или других подразделений пароходства и дефектовочные группы (партии) судоремонтных заводов (именуемые в дальнейшем контрольно-диагностическими и дефектовочными группами или партиями) создаются приказом или распоряжением по пароходству (судоремонтному заводу) и действуют на основании утвержденных положений об этих группах (партиях), согласованных с Регистром СССР.

Состав контрольно-диагностических и дефектовочных групп (партий) по возможности должен быть постоянным. В зависимости от условий эксплуатации судов, на которых намечается проведение работ, а также в зависимости от содержания, объемов и технологий проводимых работ он может меняться. По отношению к основному составу групп (партий) должен соблюдаться принцип преемственности. Для выполнения вспомогательных технологических работ при предремонтной дефектации судов, находящихся в эксплуатации (очистка, мойка, разборка и т. д.), в состав групп (партий) могут включаться рабочие (желательно имеющие опыт по дефектации судовых технических средств и конструкций). Эти работы могут выполняться также членами судовых экипажей.

По своему усмотрению или по заявке судовладельца Инспекция Регистра СССР направляет на суда (в рейс) инспекторов для проведения освидетельствований поднадзорных объектов с использованием средств диагностирования.

За качество и полноту предремонтной дефектации и составление ремонтной ведомости ответственность несет судовладелец.

4.2. Контрольно-диагностические и дефектовочные группы (партии) и инспектора Регистра СССР оформляются и направляются на суда в рейсы установленным порядком. Оформление обеспечивается отделом кадров по представлению службы технической эксплуатации флота пароходства. В период нахождения на судах контрольно-диагностические и дефектовочные группы (партии) приравниваются к направляемым в рейсы судовым ремонтным бригадам, подчиняются правилам внутреннего распорядка судна и находятся в ведении старшего (главного) механика.

Все работы по контролю состояния, дефектации и освидетельствованию проводятся только по согласованию со старшим (главным) механиком судна или с уполномоченным им членом судово-

го экипажа (желательно в присутствии ответственных за свои заведования).

4.3. Судовая администрация обеспечивает контрольно-диагностическим и дефектовочным группам (партиям) необходимые условия работы, включая нормальные условия труда и быта. Она должна произвести подготовку судовых технических средств и конструкций к контролю состояния, освидетельствованиям и предремонтной дефектации:

обеспечить доступ, освещение и технологическую оснастку;

предоставить необходимую судовую эксплуатационную, учетную и техническую документацию и информацию о замеченных неисправностях в эксплуатации.

4.4. Направление на суда контрольно-диагностических и дефектовочных групп (партий) осуществляется по заявкам (заказам) службы технической эксплуатации флота. Копии заявок (заказов) направляются на суда. Они являются основанием для приема судовой администрацией контрольно-диагностических и дефектовочных групп (партий). Объем работ согласовывается руководителем группы со старшим (главным) механиком судна.

5. Контроль состояния, планирование и регулирование технического обслуживания и ремонта судов, находящихся в эксплуатации

5.1. Основным судовым документом, определяющим контроль состояния, планирование и регулирование технического обслуживания и ремонта судовых технических средств и конструкций в эксплуатации, является план-график (табл. 1).

Он отражает планирование режимов (сроков, содержания и объемов) технического обслуживания и ремонта судовых технических средств и конструкций в эксплуатации, как это принято по расписанию, регулирование (непрерывную корректировку и изменение) этих режимов на основе последовательно осуществляемого контроля состояния универсальными переносными средствами диагностирования и неразрушающего контроля, встроенными средствами диагностирования и судовыми штатными контрольно-измерительными приборами; учет трудоемкости выполненных работ по техническому обслуживанию и ремонту судовых технических средств и конструкций в эксплуатации. План-график по возможности должен вестись с помощью персональных электронно-вычислительных машин. До их установки на судах он ведется вручную судовыми экипажами.

План-график технического обслуживания и ремонта разрабатывается (или корректируется) научно-исследовательскими и проектно-конструкторскими организациями или судовым экипажем (по усмотрению пароходства) и утверждается главным инженером пароходства или начальником СТЭФ. Он ведется ответственными за заведования и контролируется старшим механиком. Контроль состояния, техническое обслуживание и ремонт совмещаются в плане-графике с освидетельствованиями судовых технических средств

Типовая форма плана-графика

1. Главный

Наименование технических средств Наименование технологических операций технического обслуживания и ремонта	Номер по ведомости типовых работ	Периодичность работ, ч	Исполнитель	Трудоемкость одной работы, чел-ч	год :					
					Квартал			Квартал		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Цилиндропоршневая группа					1700	2100	2400	3000	3500	3980
Контроль технического состояния: проверка плотности, осмотр через окна, осмотр эндоскопом клапанов, анализ температур выпускных газов, измерений P_i и т.д. (см. раздел 6, ч. II)	1.3.1	2000 / 1000	СЭ	2		1900 / 800 12.07 2СЭ				3980 / – 28.06 2СЭ
С.Моточистка цилиндра № . . .	1.3.16	Не реже 12000	СЭ / БТО	64						
С.Переборка выпускного клапана № . . .	1.3.7	4000 ÷6000	СЭ	16						
С.Переборка выпускного клапана № . . .	1.3.12	6000 ÷9000	СЭ	16						
Р.Ревизия предохранительных клапанов	1.3.15	1 год	СЭ / БТО	32	5м	6м	7м	8м	9м	10м

Таблица 1

технического обслуживания

двигатель

ПЛАНИРОВАНИЕ И УЧЕТ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТ

. . . . . .

Квартал			Квартал			Квартал			Квартал			Квартал			Квартал		
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
4500	5100	5600	6183	6800	7276												
			6100 / 83 / 20.10 / 2СЭ		7020 / 256 / 10.12 / 2СЭ												
					7020 / 256 / 15.12 / 62БТО												
			6100 / 83 / 21.10 / 13СЭ														
11м	12м / 18.08 / 32СЭ	1м	2м	3м	4м												

и конструкций с учетом сроков по учетному листу и плану непрерывного освидетельствования Регистра СССР.

5.2. По результатам контроля состояния судовых технических средств и конструкций ответственным за заведование принимается решение о времени проведения последующего контроля состояния или технического обслуживания и ремонта. Это решение принимается в зависимости от обнаруженной при контроле категории состояния и отражается в плане-графике. Устанавливаются четыре категории состояния судовых технических средств и конструкций:

I категория — состояние хорошее (годное), характеризуется отсутствием каких-либо неисправностей; техническое обслуживание и ремонт не требуются, назначается последующий контроль состояния с периодичностью, близкой к нормальной;

II категория — состояние удовлетворительное (годное), характеризуется появлением признаков возможного начала развития повреждений; назначается последующий контроль состояния с сокращенной периодичностью или планируется техническое обслуживание или ремонт;

III категория — состояние неудовлетворительное (ограниченно годное или негодное), характеризуется появлением признаков повреждений; последующий контроль состояния не требуется, назначается или проводится техническое обслуживание или ремонт;

IV категория — состояние отказа (негодное), характеризуется появлением признаков ненормальной работы; требуется немедленная остановка, техническое обслуживание или ремонт.

Взаимосвязь категорий состояния с параметрами и дефектами, а также возможные пределы изменения параметров, определяющие категории состояния судовых технических средств и конструкций, изложены в методических основах системы (ч. II настоящего РД).

5.3. Типовая форма плана-графика отражает информацию о планировании, регулировании и выполнении контроля состояния, технического обслуживания и ремонта судовых технических средств и конструкций в эксплуатации. Она содержит:

наименование судовых технических средств и конструкций и наименование работ (технологических операций) по контролю состояния, техническому обслуживанию и ремонту судовых технических средств и конструкций;

шифр (номер) выполняемой работы по ведомости типовых работ;

периодичность работ — контроля состояния, технического обслуживания и ремонта судовых технических средств и конструкций;

трудоемкость работ — контроля состояния, технического обслуживания и ремонта;

календарное время в месячном, квартальном и годовом исчислении (ответственными за заведования указываются год и месяц).

5.4. В план-график включаются все судовые технические средства и конструкции, техническое обслуживание и ремонт которых технологически и безопасно выполнимы в процессе эксплуатации.

По каждому судовому техническому средству и конструкции указываются технологические операции технического обслуживания и ремонта, обеспечивающие их исправное состояние. Технологические операции, если это необходимо, совмещаются с освидетельствованиями. В планы-графики не включаются технологические операции по уходу за судовыми техническими средствами и конструкциями, входящие в обязанности судовой вахтенной службы.

Для судовых технических средств, обслуживаемых по состоянию, контроль состояния предшествует технологическим операциям по обслуживанию.

Перед названием технологической операции ставится индекс «С» или «Р» в зависимости от того, проводится ли она по результатам контроля состояния или по расписанию.

Содержание технологических операций определяется по ведомости типовых работ технического обслуживания и ремонта судовых технических средств и конструкций, шифр (номер) которых указывается в плане-графике.

5.5. Приводимая в графе «Периодичность работ» периодичность технического обслуживания и ремонта судовых технических средств и конструкций, проводимых по расписанию, определяется на основе инструкций заводов-изготовителей, проработок научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций и опыта эксплуатации.

5.6. В графе «Периодичность работ» периодичность технического обслуживания, проводимого по результатам контроля фактического состояния, приводится в виде минимального и максимального пределов (или указывается максимальный предел, например: не реже 12 000 ч). За минимальный предел периодичности технического обслуживания по состоянию принимается предел периодичности технического обслуживания этого средства, если бы его обслуживание проводилось по расписанию.

За максимальный (допустимый) предел периодичности технического обслуживания и ремонта судовых технических средств и конструкций по состоянию принимается периодичность их технического обслуживания и ремонта по расписанию, увеличенная в 1,4—1,5 раза, учитывая опыт эксплуатации судовых технических средств и конструкций (см. ч. II).

5.7. В колонке «Периодичность работ» периодичность контроля указывается для двух категорий технического состояния в виде дроби: числитель I категория (хорошее техническое состояние), знаменатель — II категория (удовлетворительное).

Периодичность контроля состояния судовых технических средств и конструкций определяется их типом, категорией состояния, максимально возможной скоростью старения и износа (развитием повреждений), наработкой и сроками освидетельствований и приведена в ч. II в методиках определения состояния судовых технических средств и конструкций.

Периодичность контроля для I категории технического состояния является нормальной. Она должна совпадать с периодичностью

осмотровых операций и не превышать двух третей (65—70%) обычно принятой периодичности технического обслуживания и ремонта по расписанию.

С переходом судовых технических средств и конструкций из I во II категорию технического состояния последующая периодичность контроля состояния (если принимается решение на контроль, а не на техническое обслуживание и ремонт) уменьшается в 1,5—2,0 раза. Старший (главный) механик с ответственным за заведование, исходя из состояния, установленного при контроле, конструктивных и эксплуатационных особенностей, могут назначать более частый и переменный по периодичности контроль состояния судовых технических средств и конструкций, особенно при появлении признаков ухудшения их технического состояния.

Во всех случаях при удовлетворительном состоянии судовых технических средств и конструкций не следует превышать максимальный предел периодичности технического обслуживания и ремонта по состоянию. При хорошем состоянии судовых технических средств и конструкций, влияющих на безопасность мореплавания и труда, максимальный предел периодичности технического обслуживания и ремонта по состоянию может быть скорректирован старшим (главным) механиком в сторону его увеличения по согласованию со службой технической эксплуатации флота. Если максимальный предел периодичности технического обслуживания совпадает со сроками освидетельствования, то его увеличение должно быть согласовано с Инспекцией Регистра СССР.

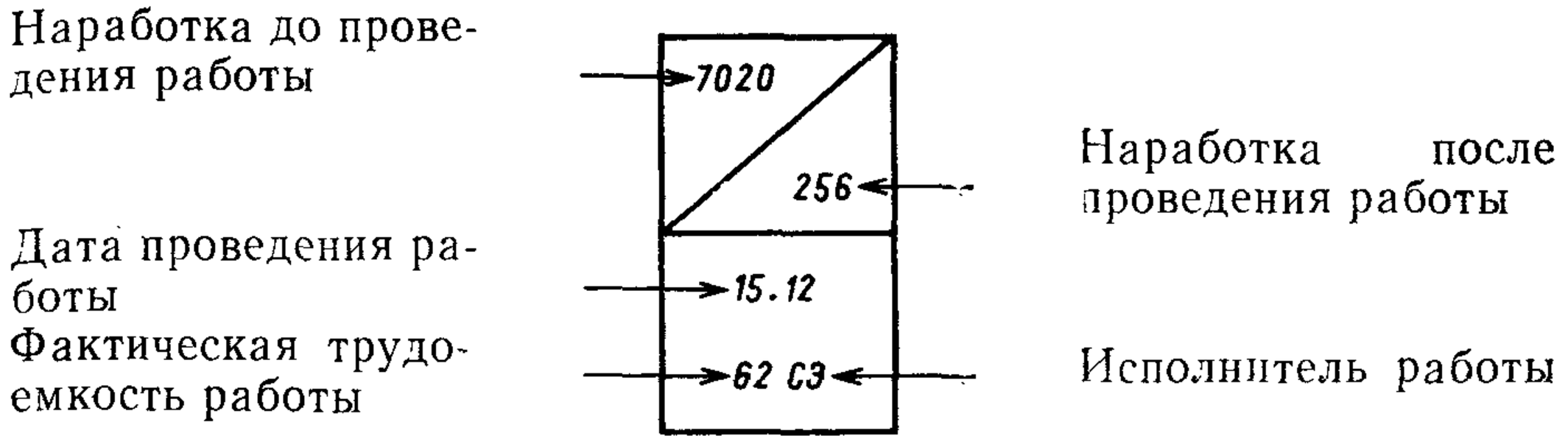
5.8. Планирование сроков выполнения контроля состояния, технического обслуживания и ремонта судовых технических средств и конструкций осуществляется обычно принятым методом с использованием единых обозначений (как показано в табл. 1, например, делением клеток определенным цветом).

Планирование технического обслуживания по результатам контроля состояния показано для примера пунктиром в табл. 1.

После проведения технического обслуживания или ремонта по состоянию проводится контроль технического состояния для определения качества проведенных работ и для получения базы для последующего контроля состояния.

5.9. Учет наработки судовых технических средств, планирование контроля и технического обслуживания которых ведется в часах, проводится в часах ежемесячно и фиксируется в строках, соответствующих наименованию средства (или его элемента). Если планирование осуществляется по календарным срокам, то в соответствующих местах отмечается с нарастающим итогом число месяцев после технического обслуживания.

Учет выполненных работ по контролю состояния и техническому обслуживанию проводится обычно принятым методом: в клетке, соответствующей месяцу выполнения работы, указываются наработка до и после проведения технического обслуживания (если учет наработки проводится в часах), дата проведения работы, трудоемкость и исполнитель, например:



5.10. Допускается техническое обслуживание и ремонт по состоянию отдельных элементов судовых технических средств и конструкций, техническое обслуживание и ремонт которых в целом осуществляется по расписанию.

5.11. Нормативная трудоемкость технологических операций, входящих в техническое обслуживание и ремонт судовых технических средств и конструкций, определяется действующими нормативно-техническими документами, проработками научно-исследовательских и проектно-конструкторских организаций и опытом эксплуатации.

5.12. На начальном этапе перевода судов на комплексную систему технического обслуживания и ремонта для контроля состояния, планирования и регулирования технического обслуживания и ремонта технических средств и конструкций по состоянию в эксплуатации допускается использование действующих судовых планов-графиков, разработанных для технического обслуживания и ремонта по расписанию, но при этом в них должны планироваться контрольные операции для судовых технических средств, обслуживаемых по состоянию, и вестись учет работ в соответствии с подразд. 5.5—5.9.

5.13. Результаты контроля состояния судовых технических средств и конструкций в эксплуатации заносятся лицом, ответственным за заведование, в действующие судовые документы учета технического состояния либо в специальные карты планирования и учета контроля состояния судовых технических средств и конструкций, отражающие также оценку состояния средствами диагностирования и неразрушающего контроля (формы карт приведены в ч. II настоящего РД).

Результаты контроля технического состояния судовых технических средств, поднадзорных Регистру СССР, должны быть представлены инспектору Регистра СССР при освидетельствовании и подписаны старшим (главным) механиком судна.

5.14. В плане-графике также учитываются незапланированные работы по ремонту судовых технических средств, вызванные их внезапными отказами и проведенные в процессе эксплуатации.

5.15. Форма плана-графика, принятая в пароходстве и отличающаяся от приведенной в табл. 1, при ее применении для комплекс-

ной системы технического обслуживания и ремонта может сохраняться с учетом рекомендаций настоящего раздела.

6. Контроль состояния, планирование и регулирование ремонта судов

6.1. Основным документом, определяющим планирование и регулирование ремонта судов, является план ремонта флота пароходства, который отражает сроки предстоящих очередных ремонтов судов, устанавливаемые по опыту эксплуатации и исходя из фактического состояния судна (прежде всего его основных элементов — корпуса, главного двигателя, движительного комплекса и рулевого устройства); действующие нормативы докового ремонта, согласуемые с периодичностью освидетельствований Регистра СССР (если освидетельствование не может быть выполнено без ремонтных работ); объем предстоящих работ и их продолжительность.

6.2. План ремонта флота пароходства разрабатывается, ведется и контролируется по сериям судов. Ведение и контроль осуществляются с помощью электронно-вычислительных машин, для чего разрабатывается проект комплексной задачи автоматизированного контроля и учета состава, надежности и состояния флота. До разработки проекта план ремонта ведется и контролируется вручную.

7. Организация предремонтной дефектации судов, находящихся в эксплуатации

7.1. Предремонтная дефектация судов, находящихся в эксплуатации, проводится по плану в сроки, согласованные со службой технической эксплуатации флота и обеспечивающие подготовку судоремонтного завода к ремонту судна. В отдельных случаях предремонтная дефектация может выполняться в последнем перед ремонтом эксплуатационном рейсе или, как исключение, в процессе подготовки судна к ремонту.

7.2. Необходимость и порядок участия представителя Регистра СССР или лица, признанного Регистром СССР своим доверенным в этой дефектации, определяются Инспекцией Регистра СССР с учетом конструктивных и эксплуатационных особенностей судов (их назначения и возраста, скорости изнашивания судовых технических средств и конструкций).

В процессе предремонтной дефектации представитель Регистра СССР, если он принимает в ней участие, рассматривает рабочие документы, результаты дефектации, уточняет при необходимости содержание и объем дефектации, согласовывает акты дефектации и ремонтные ведомости.

Регистр СССР сохраняет за собой право контроля предремонтной дефектации, проведенной без его представителя, при освидетельствовании судов в период их ремонта.

7.3. Руководитель дефектовочной группы (партии) до начала работ на судне (перед выходом в рейс) должен подготовить необ-

ходимую для дефектации документацию по судну, бланки рабочих документов (в качестве которых рекомендуется использовать применяемые на судоремонтных заводах формы технологических документов), совместно со службой технической эксплуатации флота согласовать с Регистром СССР объемы и порядок проведения дефектации с учетом предстоящих освидетельствований судна.

При проведении предремонтной дефектации используются имеющиеся на судоремонтном заводе технические условия на ремонт судна данной серии.

7.4. Если к началу предремонтной дефектации ремонтные ведомости отсутствуют, то служба технической эксплуатации флота передает дефектовочной группе (партии) перечень судовых технических средств и конструкций, подлежащих дефектации.

Предремонтная дефектация, проводимая дефектовочными партиями пароходства, направлена на создание заранее (за 2—4 мес до ремонта) достоверной ремонтной ведомости.

7.5. Предремонтная дефектация корпусов морских судов, находящихся в эксплуатации, проводится в соответствии с РД 31.28.30—88 «Методика дефектации морских транспортных судов», разд. 4 ч. II настоящего РД и Специальными нормами допускаемых износов и деформаций основных корпусных связей судов по сериям судов. При этом определяются объем и технология ремонта, а также вспомогательные работы для его осуществления.

7.6. Дефектация судовых технических средств проводится без их разборки по методикам, изложенным в ч. II настоящего РД. При этом определяется только необходимость ремонта судового технического средства.

Частичная или полная разборка судовых технических средств для предремонтной дефектации проводится только в тех случаях, когда их сборка не требуется до ремонта, когда частичная разборка позволяет выполнить необходимые обмерные операции за время, обеспечивающее нормальную эксплуатацию судна.

7.7. Предремонтная дефектация трубопроводов проводится по методике, изложенной в ч. II настоящего РД. При этом определяются объем и технология ремонта, а также вспомогательные работы для его осуществления.

7.8. Предремонтная дефектация корпуса судна подразделяется на частичную — обследование ограниченных участков корпуса в пределах отдельных перекрытий или поперечных сечений и на полную — подробное планомерное обследование всех элементов корпуса. Решение о проведении частичной или полной предремонтной дефектации принимается службой технической эксплуатации флота по согласованию с Регистром СССР. По согласованию с Регистром СССР допускается уменьшить объем частичной предремонтной дефектации судовых конструкций на основании достоверной информации об их техническом состоянии. Полная предремонтная дефектация по согласованию с Регистром СССР может выполняться в уменьшенном объеме измерений по предварительно разработанной схеме, основанной на учете обобщенных данных о ско-

ростях коррозионного изнашивания связей корпуса судов данной серии и дефектуемого судна, о типичных деформациях и местах возможного появления трещин. В процессе предремонтной дефектации могут применяться технические средства, одобренные Регистром СССР для освидетельствования подводной части судна.

7.9. Общий принцип предремонтной дефектации судовых технических средств, не перечисленных в ч. II настоящего РД, осуществляется в соответствии с действующими традиционными методами (без применения средств диагностирования) и заключается в следующем:

осмотр судовых технических средств и сопоставление их внешнего вида и характеристик с паспортными, приведенными в технической документации;

оценка по судовой документации технического состояния, зафиксированного при предыдущих ремонтах, непрерывном освидетельствовании и техническом обслуживании, по износам, наработкам и частоте отказов в предшествующий период, трудозатратам на техническое обслуживание;

проверка в работе по своему назначению при максимальных и минимальных нагрузках (в соответствии с инструкцией по эксплуатации) с записью значений параметров, характеризующих функционирование судовых технических средств;

определение размеров изнашиваемых деталей без разборки судовых технических средств;

определение размеров изнашиваемых деталей с частичной или полной разборкой судовых технических средств;

сопоставление полученных результатов измерений с предыдущими и подготовка актов (отчетов) с рекомендациями по объему и технологии ремонта.

7.10. Предварительно обработанные результаты предремонтной дефектации и основные выводы согласовываются руководителем группы с судовой администрацией до завершения работы группы на судне. Полное оформление материалов может быть закончено на берегу.

7.11. Предремонтная дефектация завершается, как правило, составлением актов дефектации с приложением таблиц с результатами, технологических документов и ремонтных ведомостей. Эта документация должна быть согласована с Регистром СССР. Согласование проводится руководителем дефектовочной группы (партии) до постановки судна на ремонт. После согласования документация оформляется и размножается предприятием (организацией), в составе которого находится дефектовочная группа (партия), и направляется в Регистр СССР, службу технической эксплуатации флота, на судоремонтные заводы и суда.

7.12. Акты дефектации с приложениями и ремонтные ведомости, выполненные с участием представителей (технологов) судоремонтных заводов, на которых будет производиться ремонт судов, используются на заводе в составе технологической и калькуляционной документации без дополнительных уточнений.

Если предремонтная дефектация осуществлялась без участия представителей (технологов) судоремонтных заводов, на которых будет производиться ремонт судов, то акты дефектации и ремонтные ведомости могут уточняться технологическими службами судоремонтных заводов применительно к их возможностям и принятым технологиям ремонта.

7.13. Порядок и условия оплаты за предремонтную дефектацию, выполняемую БТОФ или СРЗ, устанавливаются в договорах (или заказах) между службой технической эксплуатации флота и БТОФ или СРЗ.

8. Правовые основы системы

8.1. Перевод судов на комплексную систему технического обслуживания и ремонта судовых технических средств и конструкций осуществляется приказом или распоряжением начальника (главного инженера) пароходства по представлению службы технической эксплуатации флота. Служба технической эксплуатации флота несет ответственность за подготовленность судов к переводу на комплексную систему технического обслуживания и ремонта (оснащение средствами диагностирования и неразрушающего контроля, нормативно-технической и методической документацией, обучение и подготовка судовых экипажей).

Старшие (главные) механики и командный состав (ответственные за заведования) судов, переведенных на комплексную систему технического обслуживания и ремонта, устанавливают (после окончания гарантийного периода) режимы технического обслуживания и ремонта судовых технических средств, конструкций и судов в целом в соответствии с настоящим Руководством, издаваемыми при необходимости в пароходствах на его основе стандартами предприятий и специальными указаниями службы технической эксплуатации флота, учитывающими особенности и опыт эксплуатации судов. Они несут ответственность за своевременное и правильное проведение контроля состояния судовых технических средств и конструкций средствами, имеющими действующие свидетельства о поверке, за назначение и выполнение по его результатам технического обслуживания и ремонта.

8.2. В гарантийный период техническое обслуживание и ремонт судовых технических средств и конструкций осуществляется в строгом соответствии с заводскими инструкциями.

9. Требования безопасности

9.1. При выполнении работ по комплексной системе технического обслуживания и ремонта судовых технических средств и конструкций необходимо руководствоваться РД 31.81.10—75 «Правила техники безопасности на судах морского флота».

9.2. Требования безопасности при применении средств диагностирования и неразрушающего контроля.

9.2.1. Рекомендуется использовать средства диагностирования и неразрушающего контроля в варианте автономного питания от внутренних источников. Осветитель эндоскопа используется с подводом питания от судовой сети напряжением 24 В. При использовании питания напряжением 220 В для осветителя эндоскопа и ультрафиолетового облучателя подключение должно быть произведено через защитно-отключающее устройство.

Запрещается:

разбирать и ремонтировать приборы, находящиеся под напряжением или на подзарядке;

подзаряжать батареи, находящиеся в приборах;

применять приборы во взрывоопасных помещениях;

опускать смотровые трубки эндоскопов внутрь механизмов, не убедившись в их остановке и остывании до температуры ниже 60 °С.

Предохранители источников питания приборов должны быть исправны и соответствовать току, указанному в описании приборов.

9.2.2. При применении ультрафиолетового облучателя необходимо использовать средства индивидуальной защиты, предусмотренные инструкцией к прибору.

9.2.3. При применении химических препаратов необходимо соблюдать правила техники безопасности, оговоренные в инструкциях на приборы.

9.2.4. При проведении дефектации на палубах наливных судов и газовозов во время перевозки грузов запрещается использовать приборы, не выполненные во взрывобезопасном исполнении.

9.2.5. При использовании средств диагностирования и неразрушающего контроля необходимо соблюдать требования техники безопасности, изложенные в инструкциях к ним.

9.3. Общие требования безопасности при выполнении предремонтной дефектации судов.

9.3.1. Специалисты дефектовочной группы (партии) должны проходить инструктаж по технике безопасности на предприятии или в организации, работниками которых они являются, перед проведением работ на судне на стоянке или в рейсе.

Рабочие береговых предприятий, направляемые на суда для выполнения работ по предремонтной дефектации, проходят инструктаж в установленном на данном предприятии порядке.

9.3.2. Ответственность за соблюдение правил техники безопасности и пожаробезопасности при выполнении предремонтной дефектации несет руководитель дефектовочной группы (партии).

9.3.3. По прибытии на судно специалистов дефектовочной группы (партии) руководитель этой группы обязан получить инструктаж по технике безопасности и противопожарным мероприятиям у старшего механика или старшего помощника капитана. В инструктаже должна быть указана специфика производства работ на судне в конкретных условиях его эксплуатации.

В начале производства работ по дефектации старший (главный) механик или старший помощник капитана проводит инструк-

таж специалистов дефектовочной группы (партии) непосредственно на рабочих местах.

9.3.4. Руководитель дефектовочной группы (партии) получает разрешение на производство работ у старшего механика.

Он контролирует исправное состояние ограждений опасных мест, предохранительных устройств и других технических средств безопасного ведения работ, включая средства общего и местного освещения, проверяет соблюдение работающими инструкций по технике безопасности и применение ими безопасных приемов работы. Руководитель дефектовочной группы (партии) обеспечивает правильную и безопасную подготовку и организацию рабочих мест, чистоту и порядок на них, правильную расстановку людей в процессе выполнения ими дефектации, выполнение работ в соответствии с принятой технологией, точное соблюдение правил, норм, требований и инструкций по технике безопасности, пожаробезопасности и производственной санитарии.

9.3.5. Специалисты (члены) дефектовочной группы (партии) и рабочие обязаны быть в защитных касках при проведении разборки и сборки оборудования.

9.3.6. Ответственность за несчастные случаи, происшедшие со специалистами (членами) группы дефектации и рабочими, выполняющими работы, несет руководитель группы.

9.3.7. Для проведения дефектации подпалубного набора, переборок, бортовой обшивки наливных судов применяются плотики или надувные лодки (плотики). Полезная грузоподъемность плотиков должна быть не менее 200 кг, вместимость — 2 человека.

9.3.8. Для проведения дефектации элементов судна, находящихся на высоте более 0,5 м, необходимо применять рештования. Рештования должны иметь ограждение высотой не менее 1,1 м. Размеры рештований должны быть рассчитаны на нагрузку не менее 1,7 кН (170 кгс). Допускается производить работы по дефектации без рештования в соответствии с подразд. 2.9 Правил техники безопасности на судах морского флота.

9.4. Специальные требования к выполнению дефектации сухогрузных судов в процессе их эксплуатации.

9.4.1. В случае перевозки грузов на палубе, прежде чем приступать к работам по дефектации, необходимо получить разрешение на производство работ старшего помощника капитана.

9.4.2. При переходе сухогрузного судна в балласте либо с грузом, позволяющим проводить работы в трюмах, разрешается в них проводить дефектацию при закрытых лючинах. Помещения трюмов и твиндеков должны быть освещены люстрами. В период выполнения работ у входа в трюм должен находиться дежурный матрос.

Если углы крена при качке превышают 8°, то работать в трюмах запрещается.

9.4.3. Дефектация балластных танков, форпика, ахтерпика и трубопроводов в них (если она возможна в конкретных условиях эксплуатации) выполняется только по согласованию с капитаном судна.

9.5. Специальные требования к выполнению дефектации наливных судов в процессе их эксплуатации.

9.5.1. При подготовке к дефектации грузовых танков их необходимо очистить от нефтепродуктов и твердых отложений и определить концентрацию взрывоопасных паров.

9.5.2. Дефектация корпусных конструкций внутри грузовых танков наливных судов на высоте более 2 м от днища при наполнении танков водой может производиться с плотиков. При выполнении работ на плотиках угол крена при качке судна не должен превышать 2°, а величина размаха колебаний свободной поверхности воды у бортов должна быть не более $^1/_{40}$ его ширины. Угол статического крена во время работ не должен превышать 4°.

9.5.3. На плотике одновременно должны находиться 2 человека, на каждом из которых должны быть спасательный жилет и предохранительный пояс.

9.5.4. Измерения с плотиков выполняются при периодическом выкачивании воды из танков. Производить измерения при наполнении танков водой запрещается.

9.5.5. При всех операциях по выкачиванию воды из танков людям необходимо находиться на ближайшей, вышедшей из воды, площадке штатного трапа, оборудованного в танке.

ЧАСТЬ II

МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ СИСТЕМЫ

1. Общие положения

1.1. Методической основой комплексной системы технического обслуживания и ремонта судов (по состоянию и расписанию) являются методики определения технического состояния, которые применительно к конкретному виду технических средств и конструкций в общем случае регламентируют:

параметры, характеризующие техническое состояние, и способы их определения;

средства контроля технического состояния;

нормы параметров, характеризующих категории технического состояния;

виды работ по техническому обслуживанию, проводимые по результатам контроля фактического технического состояния;

перечень видов работ по техническому обслуживанию и ремонту, которые должны выполняться по расписанию;

периодичность выполнения контрольных операций;

способы учета результатов контроля с целью ретроспективного анализа и прогнозирования технического состояния.

1.2. Изложенные в настоящем Руководстве методики определения технического состояния судовых технических средств и конструкций основаны на использовании универсальных переносных средств диагностирования и неразрушающего контроля, освоенных и выпускаемых промышленностью (приложения 1—4), а также судовых штатных контрольно-измерительных приборов. При наличии на судах персональных ЭВМ могут применяться обобщенные оценки измерения технического состояния (приложение 6) по показаниям штатных контрольно-измерительных приборов и встроенных (бортовых) средств диагностирования (где эти средства имеются). При переводе судов на комплексную систему технического обслуживания и ремонта по состоянию и расписанию методики могут уточняться и конкретизироваться в зависимости от оснащенности судна приборами, а также конструктивных особенностей технических средств и их надежности как в части объема контроля и перечня работ, выполняемых по состоянию, так и в части нормативов по периодичности контроля и категории технического состояния.

Характеристики категорий

Категория технического состояния	Виды повреждений (по ГОСТ 27.002—83)	Значение параметра, характеризующего техническое состояние (по ГОСТ 19919—74)
I. Хорошее (годное). Техническое обслуживание и ремонт не требуются	Повреждения нет	Номинальное
II. Удовлетворительное (годное). Назначается последующий контроль состояния с сокращенной периодичностью или планируется техническое обслуживание или ремонт	Несущественное повреждение	От номинального до предельно допустимого
III. Неудовлетворительное (ограниченно годное или негодное). Назначается или проводится техническое обслуживание или ремонт	Существенное повреждение. Повреждение являющееся причиной частичного нарушения работоспособности	От предельно допустимого до предельно возможного
IV. Состояние отказа (негодное). Требуется немедленная остановка, техническое обслуживание или ремонт	Отказ. Событие, заключающееся в нарушении работоспособного состояния объекта, т. е. полная утрата объектом работоспособности	От предельно возможного до аварийного

Таблица 1.1

Виды технического состояния (по ГОСТ 20911—75)		
Виды исправности	Виды работоспособности	Виды функционирования
Исправное. Состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям, установленным НТД	Работоспособное. Состояние объекта, при котором значения всех параметров, характеризующих способность выполнять заданные функции, соответствуют требованиям нормативно-технической или конструкторской документации (НТД)	Правильное функционирование
Исправное	Работоспособное	Правильное функционирование
Неисправное. Состояние объекта, при котором он не соответствует *хотя бы одному из* требований, установленных НТД	Частичная утрата работоспособности. Ограниченная работоспособность	Ограниченное функционирование
Неисправное	Неработоспособное. Состояние объекта, при котором значение хотя бы одного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям, установленным НТД	Неправильное функционирование

1.3. Общие положения по комплектации судов средствами диагностирования и неразрушающего контроля, периодичности контроля и категориям технического состояния изложены в разд. 2 и 5 ч. I настоящего Руководства.

1.4. Методики предусматривают знание персоналом описаний и инструкций по устройству, принципу действия и использованию средств диагностирования и неразрушающего контроля.

1.5. Категории технического состояния судовых технических средств.

1.5.1. Взаимосвязь категорий технического состояния с дефектами и параметрами, их характеризующими, приведена в табл. 1.1.

1.5.2. Нормы для III категории технического состояния (неудовлетворительное состояние) установлены с таким расчетом, чтобы обеспечить вероятность ошибок первого рода — «пропуск повреждения» — 0,95, а ошибок второго рода — «ложная тревога» — 0,95.

1.5.3. Нормы для IV категории технического состояния (состояние отказа, аварийное состояние) превышают на 25% нормы для III категории технического состояния (кроме случаев, оговоренных в методиках, приводимых в ч. II настоящего РД) и определяют настройку систем защит (при их наличии).

1.6. При выполнении измерений с целью контроля технического состояния судовых технических средств должны соблюдаться общие правила (кроме случаев, оговоренных в методиках).

1.6.1. Измерения производятся на установившемся режиме работы технического средства при отсутствии или умеренной качке судна (на полном ходу или стоянке судна в зависимости от требований методики).

1.6.2. Количество отсчетов по показывающему прибору должно быть не менее трех с интервалом не менее 5 с. При колебании стрелки прибора (цифровой индикации) в момент измерения отсчет производится по среднему значению.

1.6.3. При разбросе результатов измерений менее чем в 1,5 раза в качестве конечного результата принимается максимальное значение.

При большом разбросе принимаются меры к его снижению путем изменения режима работы судовых технических средств или, в крайнем случае, количество отсчетов удваивается, а обработка результатов измерения ведется согласно приложению 7.

1.7. Методики определения технического состояния и средства (системы) диагностирования аттестуются базовой организацией Минморфлота по разработке и контролю методов и средств технического диагностирования судовых технических средств ЦНИИМФом. Правила аттестации и поверки средств диагностирования должны быть согласованы с базовыми организациями Госстандарта СССР. Поверка средств диагностирования и неразрушающего контроля обеспечивается метрологической службой пароходства (приложение 5).

1.8. Диагностические параметры отражают величины износов, зазоров и повреждений деталей и сборочных единиц, предъявляе-

мых при освидетельствованиях в соответствии с Руководством по техническому надзору за судами в эксплуатации Регистра СССР.

Периодичность измерения диагностических параметров отвечает требованиям Регистра СССР к периодичности измерений износов и зазоров судовых технических средств при их разборке.

Нормы по вибрации для III категории технического состояния вспомогательных механизмов установлены более жесткие, чем нормы, указанные в ч. II, разд. 28 Правил классификации и постройки морских судов Регистра СССР.

1.9. Учет результатов измерения параметров технического состояния.

1.9.1. Результаты измерения параметров технического состояния заносятся в соответствующие разделы действующих журналов учета технического состояния судовых технических средств по заведованиям (форма ЭД-4).

1.9.2. Для учета технического состояния рекомендуется применять Карту учета технического состояния (см. рис. 8.5). Карта включает методику определения технического состояния судового технического средства и может использоваться для его прогноза. На оборотной стороне карты делаются записи, аналогичные предусмотренным в соответствующих разделах журнала учета технического состояния. Карта либо вклеивается в соответствующие разделы действующих журналов учета технического состояния, либо используется самостоятельно. В последнем случае она может заменять как соответствующие разделы журнала учета технического состояния, так и планы-графики технического обслуживания.

1.9.3. Факт выполнения контроля технического состояния судовых технических средств отражается в планах-графиках технического обслуживания.

1.10. Работы по обнаружению и устранению нарушений функционирования судовых технических средств определяются инструкциями по эксплуатации, выполняются в процессе их технического использования и в планах-графиках технического обслуживания не отражаются.

1.11. При применении на судне персональных ЭВМ планирование и учет контроля технического состояния судовых технических средств (включая методики его определения и прогнозирования), планирование и учет технического обслуживания и ремонта, составление ремонтных ведомостей и оптимизация режима работы судовой энергетической установки производятся на основе машинно-ориентированных форм судовых документов.

2. Универсальные переносные средства диагностирования и неразрушающего контроля

2.1. Судовой и береговой комплекты.

2.1.1. Рекомендуемый судовой комплект универсальных переносных средств диагностирования и неразрушающего контроля приведен в приложении 1.

Комплект предназначен для оснащения судов I и II категорий (суда мощностью более 10 000 кВт и суда от 3000 до 10 000 кВт). Суда III категории (от 600 до 3000 кВт) оснащаются сокращенным комплектом приборов (пп. 1, 3, 4, 6 и 7 приложения 1), причем эндоскоп применяется с одной жесткой или полужесткой (гибкой) смотровой трубкой. Суда IV категории (мощностью менее 600 кВт) комплектами приборов не оснащаются.

2.1.2. Рекомендуемый комплект универсальных переносных средств диагностирования и неразрушающего контроля для БТОФ и СРЗ (береговой комплект) приведен в приложении 2.

Отличие комплекта для БТОФ и СРЗ от судового состоит в том, что он дополнен рядом специализированных дефектоскопов.

2.1.3. В приложении 4 приведены основные данные цветовых термоиндикаторов, которыми могут дополняться комплекты универсальных переносных средств диагностирования и неразрушающего контроля.

2.1.4. Приборы зарубежного производства, рекомендуемые для применения в составе судовых комплектов универсальных переносных средств диагностирования и неразрушающего контроля, приведены в приложении 3. Судовладелец может приобретать другие приборы с характеристиками, аналогичными указанным.

2.1.5. По мере разработок и испытаний новых типов приборов они будут включаться в рекомендуемые комплекты.

2.2. Метрологическое обеспечение.

2.2.1. Измерения должны выполняться приборами, аттестованными метрологической службой Госстандарта СССР или ведомственной службой и имеющими действующие свидетельства (клейма) о поверке.

2.2.2. Метрологическая поверка производится в соответствии с приложением 5.

2.3. Методические указания по применению универсальных переносных средств диагностирования и неразрушающего контроля.

2.3.1. ***Измерение ударных импульсов**.*

Средства диагностирования. Индикатор состояния подшипников ИСП-1 (модернизированные варианты — «Парус», «Звук 1») или измеритель ударных импульсов SPM 43A.

Метод основан на измерении амплитуды ударных высокочастотных механических импульсов, возникающих в работающем подшипнике вследствие механических ударов при точечном контакте шарика (ролика) с обоймами. Волна напряжений, проходящая через корпус подшипника, воспринимается специальным пьезоэлектрическим преобразователем на частоте порядка 30 кГц. В результате обработки сигнал волны напряжений преобразуется в аналоговый импульс, амплитуда которого является функцией скорости механического удара.

---

* При составлении методических указаний использованы рекомендации, приводимые в инструкциях к приборам ИСП-1 и SPM 43A, а также опыт ЦНИИМФа и БМП по применению приборов на судах.

Назначение. Определение технического состояния подшипников качения электрических машин, насосов, вентиляторов, турбокомпрессоров для наддува дизелей и т. д. и качества их смазки. Оценка состояния топливных насосов высокого давления дизелей, клапанов поршневых компрессоров. Возможно использование для определения утечек воздуха или газа.

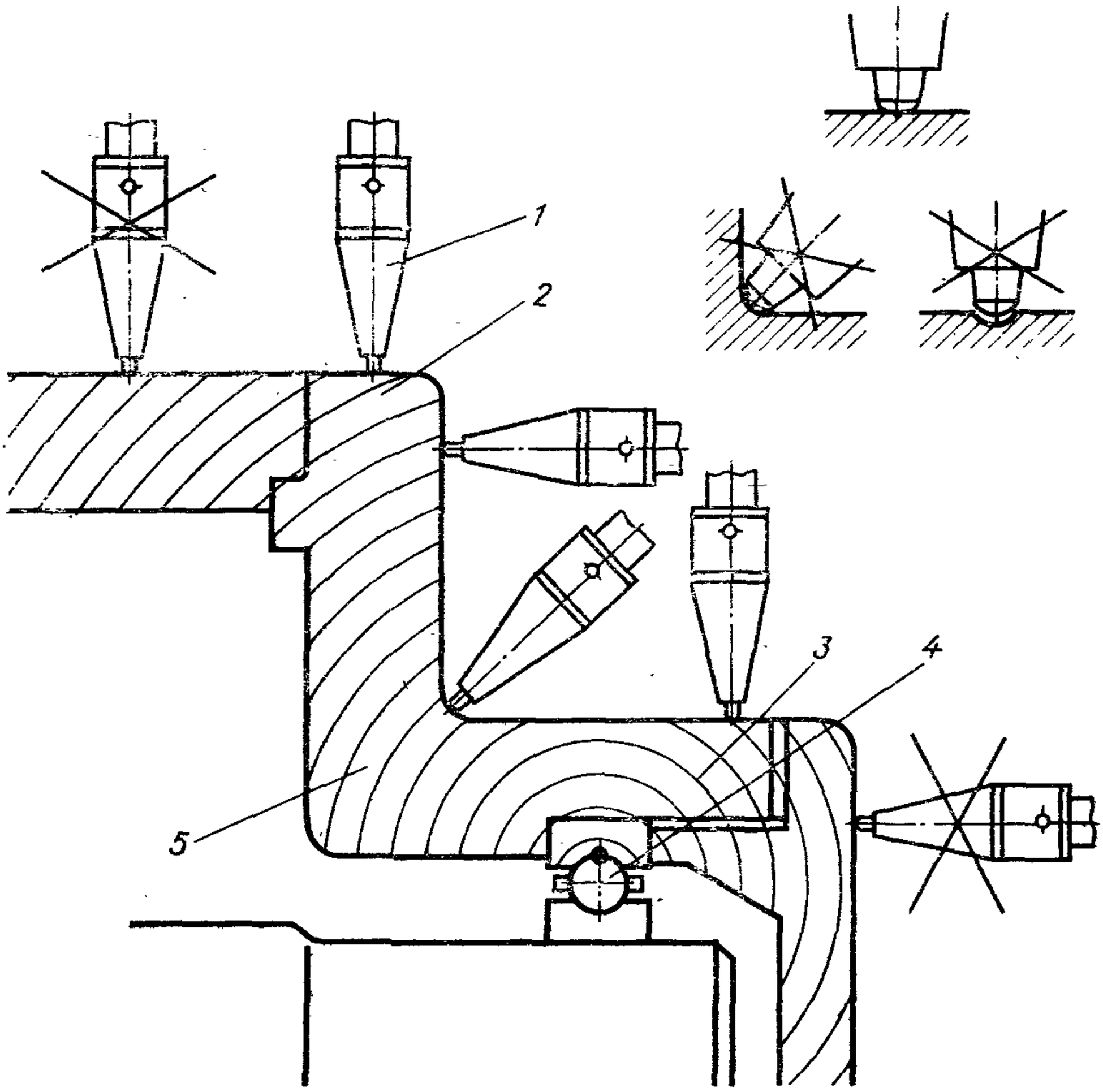


Рис. 2.1. Правила измерения ударных импульсов подшипников качения: *1* — индикаторный щуп прибора ИСП-1; *2* — корпус подшипника; *3* — распространение волн напряжений; *4* — подшипник качения с дефектом; *5* — зона действия ударных импульсов

Место и условия измерения. Измерения ударных импульсов должны производиться непосредственно на корпусе подшипника. При свободном доступе к корпусу подшипника измерения выполняются с помощью индикаторного щупа, как показано на рис. 2.1. Индикаторный щуп необходимо располагать таким образом, чтобы сигнал от наружной обоймы подшипника к щупу проходил кратчайшим путем по телу корпуса подшипника, не пересекая прокладки, демпферы и стыки деталей. Места измерений должны выбираться в зоне действия нагрузок на подшипник. Перед измерением

ударных импульсов необходимо рассмотреть чертеж конструкции механизма и убедиться в правильности выбора мест измерений, исходя из условий распространения ударных импульсов. Поверхность в месте измерения щупом должна быть ровной; если имеется толстый слой краски, то его следует удалить. По возможности измерения не должны производиться на тонкостенных частях подшипникового щита.

Индикаторный щуп располагают перпендикулярно к контролируемой поверхности (целесообразно при этом соблюдать и перпендикулярность к валу) и прижимают с усилием около 20 Н (около 2 кгс)*.

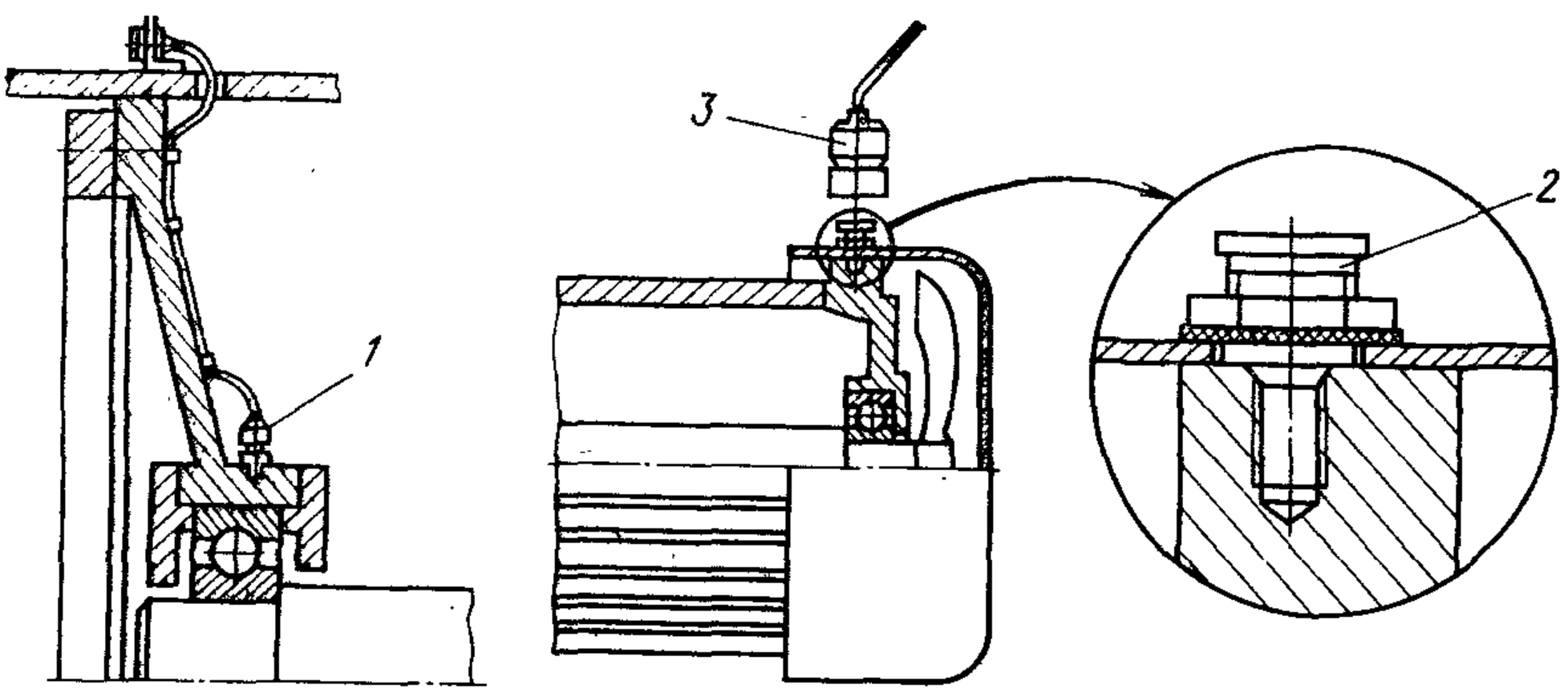


Рис. 2.2. Схема установки стационарного датчика и измерительного болта:
1 — стационарный датчик; *2* — измерительный болт; *3* — датчик с быстроразъемной муфтой

Измерять ударные импульсы в радиально-упорных подшипниках целесообразно как в плоскости вращения, так и в осевом направлении. Точки измерения ударных импульсов на узлах конкретных типов судовых технических средств указаны в методиках определения технического состояния настоящего Руководства.

Если к корпусу подшипника нет свободного доступа (закрыт кожухом, расположен в демпферных стаканах, подшипниковый щит имеет разъемы или подшипник установлен во втулке, закрытой подшипниковым щитом), измерения должны выполняться с помощью стационарного датчика** или специального измерительного болта и датчика с быстроразъемной муфтой***, которые размещаются на корпусе (втулке) подшипника внутри механизма (рис. 2.2). Измерительные болты длиной 24, 113, 202 и 291 мм, диаметром 11 мм с головкой под ключ 17 мм и резьбой М8 для крепления в корпусе подшипника изготавливаются из нержавеющей стали.

---

* В приборе «Звук 1» датчик имеет устройство, нормирующее усилие прижима.

** Для ИСП-1 в стадии разработки на основе высокочастотных пьезоэлектрических акселерометров типа АВС 034.

*** В комплекс ИСП-1 такой датчик не входит. Разработан опытный образец.

Размеры болтов определяются резонансной частотой пьезоэлектрического преобразователя. Для обеспечения хорошего контакта с конусом измерительного болта (для прохождения ударных импульсов без потерь) отверстие под резьбу в корпусе подшипника должно иметь точную соосную зенковку под углом 90° на глубину 1—3 мм. При монтаже болтов применяется технический вазелин. Усилие затяга болта 15 Нм (около 1,5 кГм). При отсутствии датчика с быстроразъемной муфтой измерения могут выполняться индикаторным щупом на поверхности головки измерительного болта.

Измерение ударных импульсов подшипника электродвигателя, закрытого кожухом вентилятора, можно проводить с помощью индикаторного щупа на штатных болтах (предварительно поставив прокладки и подтянув их) крепления кожуха. За результат принимается полученное максимальное значение.

Когда нет свободного доступа к корпусу подшипника, а также не установлены стационарные датчики и измерительные болты, измерения могут выполняться индикаторным щупом в точке, наименее удаленной от подшипника. Причем на пути прохождения ударных импульсов от подшипника до точки измерения должно быть минимальное количество разъемов. В этих случаях определение технического состояния подшипника имеет свои особенности (см. ниже).

Порядок работы. Устанавливают характеристики подшипника — внутренний диаметр и число оборотов, совмещая эти значения на внутреннем движке и правой шкале прибора. На левой шкале прибора внутренний движок укажет исходную характеристику подшипника dB_i, которую целесообразно запомнить и следить, чтобы эта величина не сбилась при перемещении наружного движка (основной шкалы dB_N).

Плавно перемещая движок шкалы dB_N (обязательно начиная с больших значений), добиваются положения, при котором появляется прерывистая сигнализация (редкие световые и звуковые сигналы). При этом на шкале dB_N фиксируются максимальные показания $dB_м$.

Перемещая далее движок шкалы dB_N, добиваются положения, когда сигнализация становится непрерывной (постоянные световой и звуковой сигналы), и фиксируют при этом показания на шкале dB_N. Эта величина далее называется фоновой и обозначается dB_c.

При измерении прибором ИСП-1 используют световую сигнализацию (звуковая сигнализация в условиях МКО не всегда слышна). При измерении прибором SPM 43A сигнализация — только звуковая.

Постоянное горение светового сигнала указывает на необходимость смены источника питания в приборе ИСП-1. Постоянное горение светового сигнала возможно при воздействии на прибор сильных магнитных полей (обычно в районе генераторов).

Определение состояния подшипника. Техническое состояние контролируемого подшипника определяется по уровню и соотноше-

нию двух измеренных величин: фоновой dB_c и максимальной $dB_м$. Фоновая величина dB_c характеризует общую шероховатость поверхности шариков (роликов) и дорожек качения и присуща всем подшипникам (в том числе и бездефектным). Фоновая величина повышается при недостаточной смазке подшипника.

Максимальная величина $dB_м$ характеризует наличие дефектов на шариках (роликах) и дорожках качения, а также загрязнение смазки.

При получении высоких значений ударных импульсов контролируемого подшипника необходимо убедиться в том, что эти значения действительно вызваны дефектом, а не другим источником (повреждение передачи, трение вала о корпус или крышку корпуса подшипника, задевание крылатки вентилятора за кожух, кавитация насоса и пр.). Для этого производится измерение на деталях, смежных с корпусом подшипника. Если величины, измеренные на них, ниже, чем на корпусе подшипника, значит источник повышенного сигнала — подшипник. Для выявления причины следует произвести смазку подшипника и через несколько часов работы механизма повторить измерение. Если же уровень сигнала на смежной детали окажется выше, то необходимо методом последовательных измерений (удаляясь от корпуса подшипника) найти источник сигнала.

Определение состояния подшипников по величинам $dB_м$ и dB_c производится в соответствии с рекомендациями, приведенными в табл. 2.1. Нормы по величине $dB_м$, соответствующие категориям состояния подшипника: I — хорошее <20 dB_N; II — удовлетворительное 20—40 dB_N; III — неудовлетворительное (необходима замена подшипника) >40 dB_N.

Нормы и значения, приводимые в табл. 2.1, соответствуют измерениям, выполненным непосредственно на корпусе подшипника с помощью индикаторного щупа, стационарного датчика или датчика с быстроразъемной муфтой и измерительным болтом. Техническое состояние подшипников, к корпусам которых нет свободного доступа (находящихся в демпферных стаканах, подшипниковых щитах с разъемом и т. п.), оценивается при измерении ударных импульсов индикаторным щупом двумя способами: по относительному изменению значений $dB_м$ и dB_c за период контроля или по приведенным выше нормам и значениям, указанным в табл. 2.1, на основе измеренных значений $dB_м$ и dB_c с учетом поправки на демпфирование. Величина поправки (10—20 дБ) зависит от степени демпфирования сигнала для каждой конкретной конструкции механизма и определяется опытным путем.

Особенности измерения ударных импульсов подшипников качения турбокомпрессоров для наддува дизелей, центробежных сепараторов, вихревых и шестеренных насосов, а также топливных насосов высокого давления и клапанов поршневых компрессоров указаны в соответствующих методиках определения технического состояния настоящего РД.

Определение утечек воздуха или газа. С помощью прибора ИСП-1 (при наличии кнопки повышения чувствительности) или SPM 43A можно установить наличие утечек воздуха или газа через неплотности внутри клапана или наружные утечки*.

Внутренний движок устанавливается на отметке величины $dB_i = -20$. Движок основной шкалы передвигается на режим максимальной чувствительности, т. е. до $dB_N = 0$. Щуп располагается в районе возможных утечек. На щупе нажимается кнопка максимальной чувствительности. Срабатывание световой сигнализации свидетельствует о наличии утечек воздуха или газа. В приборе SPM 43A для определения утечек имеется также специальный микрофон, подключаемый к прибору.

2.3.2. ***Измерение вибрации.***

Средства измерения. Измеритель шума и вибрации ВШВ-003 с преобразователями ДН-3 и ДН-4; виброметр VTM33. Допускается использование других типов виброметров, позволяющих измерять виброскорость и виброускорение в октавных или $^1/_3$-октавных полосах. Изложенные ниже рекомендации относятся к прибору ВШВ-003.

Назначение. Определение состояния электрических машин, насосов, вентиляторов, поршневых компрессоров, турбокомпрессоров для наддува дизелей, рулевых устройств и пр. по общему уровню виброскорости или виброускорения и на фиксированных частотах в октавных или $^1/_3$-октавных полосах (соотношения параметров вибрации даны в приложении 7).

Место и условия измерения. У судовых технических средств вибрация измеряется в направлениях: горизонтальном — траверзном, т. е. перпендикулярном диаметральной плоскости (ДП) судна, продольном (параллельном ДП) и вертикальном.

У насосов, электрических машин, вентиляторов, турбокомпрессоров вибрация измеряется в районе подшипников в плоскости вращения (см. рис. 6.2, 8.1, 11.1): у вертикально расположенных механизмов — в горизонтальных направлениях, т. е. траверзном и продольном; у горизонтально расположенных — в вертикальном и одном из горизонтальных направлений. Точки измерений на центробежных сепараторах показаны на рис. 10.1.

При измерениях вибрации прибором ВШВ-003 вибропреобразователь должен устанавливаться на гладкую (без шероховатостей) площадку диаметром 30 мм, очищенную от толстого слоя краски. Для крепления вибропреобразователя рекомендуется применять специально изготовленный магнит** или использовать поставляемые с прибором стандартную шпильку или воск. При использовании шпильки необходимо в точке измерения высверлить отверстие диаметром 4,2 мм, глубиной 8 мм, в котором нарезать резьбу М5×$\times$0,8. Если в районе измерения вибрации имеются болты крепления (крышек, фланцев и т. д.), то один из них может быть заменен

---

* В приборе «Звук 1» чувствительность увеличивается при нажатии кнопки на 30 дБ, в приборе SPM 43A — на 20 дБ.

** Магнит в комплект ВШВ-003 не входит.

Показания по шкале dB_N, дБ		Возможные источники повышенного сигнала	
$dB_м$	$dB_с$	Корпус подшипника	*Детали*, смежные с корпусом подшипника
Больше 35	10—15	Подшипник, смазка, незакрепленная крышка подшипника	Другие поврежденные подшипники: механические удары других деталей (муфта, зубчатая передача, осевые удары)
Около 30	10—20	Подшипник, смазка	Кавитация в насосе; зубчатая передача; муфта
Больше 35	25—30	То же	То же
Около 30 (группы сигналов через равные промежутки времени)	*Меньше 10*	*Вал, корпус и крышка подшипника*	*Вал, корпус и крышка* других подшипников; зубчатая передача; муфта; крылатка вентилятора
Около 30 (одиночные сигналы через равные промежутки времени)	Меньше 10	Ударные нагрузки от рабочего цикла механизма	Ударные нагрузки на фундамент от других механизмов; механические удары от рабочего цикла механизма; крылатка вентилятора
Около 0	Около 0	Необходимо проверить питание и исправность	сутствия показаний после проверки: замер подшипника скользит по валу; наружное кольцо

Таблица 2.1

по соотношению значений $dB_м$ и $dB_с$

Причины повышенного сигнала, выявленные после смазки подшипника		
Показания снижаются и не повышаются	Показания падают, но через несколько часов снова увеличиваются	Показания не падают
Посторонние частицы в смазке	Повреждение подшипника. Необходим контроль за развитием повреждения	Значительное повреждение подшипника, помехи от незакрепленной крышки подшипника
Недостаточная смазка	Недостаточная смазка, которая вызвала повреждение подшипника. Необходим контроль за развитием повреждения	Неправильная установка нового подшипника; кавитация в насосе; повреждение муфты зубчатой передачи
Отсутствие смазки	То же	Большие нагрузки на подшипник; кавитация в насосе; повреждение муфты зубчатой передачи
—	—	Трение вала о корпус или крышку подшипников; повреждение муфты зубчатой передачи; задевание крылатки вентилятора электродвигателя за кожух
—	—	Механические удары в подшипнике, вызванные ударными нагрузками; повреждение муфты зубчатой передачи; повреждение подшипника; задевание крылатки вентилятора электродвигателя за кожух

прибора, правильность выбора точки замера и установки датчика. Причины отпроизводится сразу после избыточной смазки подшипника; внутреннее кольцо подшипника скользит в корпусе.

на специально изготовленную шпильку — переходник для крепления вибропреобразователя. Измерения могут также проводиться с помощью штатного щупа в диапазоне частот от 10 до 600 Гц. В этом случае необходимо обратить внимание на правильность установки вибропреобразователя со щупом и кабеля согласно рис. 2.3.

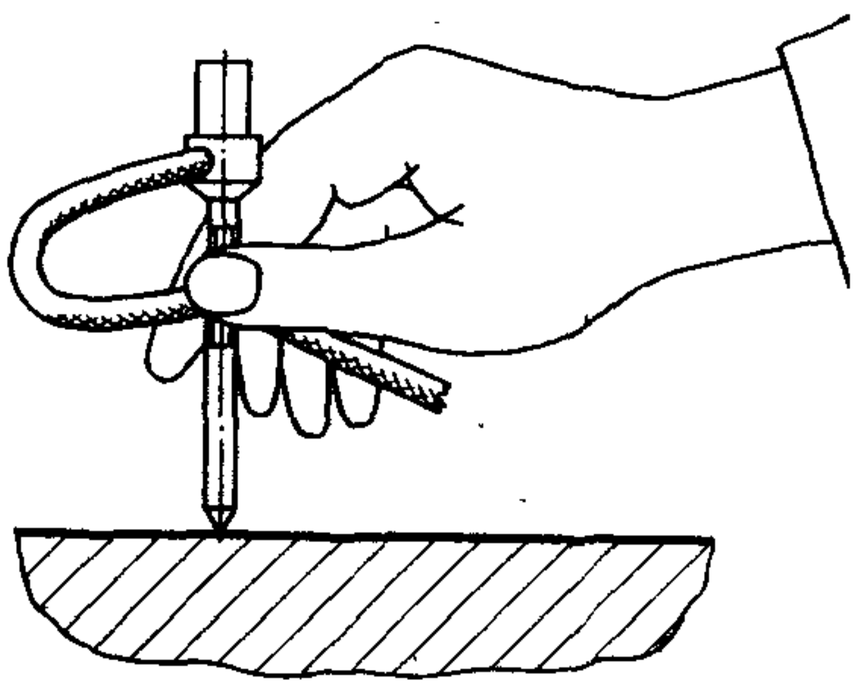


Рис. 2.3. Установка вибропреобразователя с помощью щупа

Рабочие условия эксплуатации вибропреобразователей: при креплении шпилькой и магнитом — до +70 °С; при креплении воском — до +40 °С.

Измерение вибрации прибором VTM33 проводится с помощью щупа.

Условия работы: вибропреобразователя — до +170 °С; кабеля — до +120 °С.

Контроль вибрации судовых технических средств может проводиться при волнении моря не более 4 баллов.

Измерению вибрации должно предшествовать измерение ударных импульсов, чтобы установить состояние подшипников и их влияние на вибрацию механизма.

Порядок работы. Подготовка к работе и электрическая калибровка измерителя ВШВ-003 проводится в соответствии с рекомендациями, приведенными в паспорте 5Ф2.745.009 ПС на прибор ВШВ-003.

Для измерения виброскорости используется вибропреобразователь ДН-3 (частотный диапазон 10—2800 Гц), для измерения виброускорения — ДН-4 (частотный диапазон 10—10 000 Гц). При электрической калибровке действительные значения коэффициента преобразования вибропреобразователей берутся из их паспортов. Измерение виброскорости и виброускорения производится в соответствии с указаниями, приведенными в паспорте 5Ф2.745.009 ПС на прибор ВШВ-003.

При измерениях вибрации в частотных диапазонах соответствующий октавный фильтр выбирается по табл. 2.2 с таким расчетом, чтобы требуемая частота попадала в границы октавы.

Таблица 2.2

Типичные октавные полосы

Средние геометрические частоты октавы, Гц	16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Границы октавы по частоте, Гц	11,05—22,1	22,1—44,25	44,25—88,5	88,5—177	177—345	345—707	707—1414	1414—2848	2848—5656	5656—11312

Подготовка виброметра VTM33 к работе заключается в проверке степени зарядки аккумулятора. При включении проверки стрел-

ка должна устанавливаться в зоне сектора «В». Если стрелка прибора устанавливается левее зоны, то с прибором работать нельзя — необходима подзарядка аккумулятора. Общий уровень вибрации объекта измеряется при установке переключателя фильтров в положение «10—1000 Гц». При установке переключателя фильтров в положение «/\» измеряется виброскорость на основной частоте (частоте вращения), а также определяются максимальный уровень вибрации и соответствующая ему частота. Для проверки балансировки ротора проводится измерение вибрации на основной частоте в двух положениях переключателя фильтров: «/\» и «V». Превышение величины вибрации, измеренной при нахождении переключателя фильтров в положении «/\», более чем в 2 раза величины вибрации, измеренной при нахождении переключателя фильтров в положении «V», свидетельствует о разбалансировке ротора.

Определение состояния. Рекомендуемые нормы вибрации для трех категорий технического состояния судовых технических средств приведены в соответствующих разделах настоящего РД. Нормы относятся к измерениям в октавных частотных полосах (при использовании ВШВ-003). За основу норм принят стандрат ISO 2372 (общепромышленный) для общего уровня виброскорости (мм/с) в частотном диапазоне 10—1000 Гц, который соответственным образом пересчитан.

Приведенные для судовых технических средств нормы вибрации относятся к случаям, когда воздействие вибрации от других источников на судне не превышает 1,5 мм/с (проверка осуществляется измерением вибрации на неработающем механизме). Для уменьшения воздействия вибрации от других источников рекомендуется определять вибрационное состояние механизма на стоянке судна.

При высоком уровне вибрации на неработающих механизмах (выше уровня норм III категории состояния) необходимо принять меры по его снижению.

2.3.3. ***Оптический контроль.***

Средства диагностирования. Комплект эндоскопа в составе: осветитель со световодным кабелем, 2 жесткие смотровые трубки длиной 550 и 1250 мм (на судах со среднеоборотными дизелями) или 1650 мм (на судах с малооборотными дизелями) и гибкая смотровая трубка длиной 1300 мм. Характеристики рекомендуемых эндоскопов даны в приложениях 1 и 2.

Назначение. Оптический контроль состояния внутренних полостей дизелей, редукторов и приводов распределительных валов, проточных частей турбин и турбокомпрессоров, трубных поверхностей котлов и теплообменников, трубопроводов и других судовых, технических средств.

Условия работы. При подготовке эндоскопов к работе необходимо проверить, чтобы температура в контролируемой зоне при применении жестких смотровых трубок не превышала 150 °С, при применении гибких смотровых трубок — 50 °С.

Осветитель эндоскопа устанавливают на горизонтальной поверхности с температурой не выше 40 °С. Необходимо обеспечить

свободный доступ воздуха к вентилятору осветителя. Непрерывное время работы осветителя — не более 1 ч, перерыв для остывания — 15—20 мин. При работе не допускаются резкие перегибы светопровода, толчки и удары по смотровым трубкам.

Порядок работы. Порядок применения эндоскопов определяют конструктивные особенности различных судовых технических средств.

Ниже приведены методические указания по использованию эндоскопов для контроля технического состояния мало- и среднеоборотных дизелей.

Оптический контроль цилиндров целесообразно совмещать с плановым снятием форсунок для ревизии и при подозрении о появлении неисправности.

Осмотр цилиндра осуществляется с помощью жесткой или гибкой смотровой трубки через отверстие для форсунки в крышке цилиндра. Могут также использоваться другие отверстия, например для пусковых клапанов.

При осмотре цилиндровой втулки поршень с помощью валоповоротного устройства устанавливают в нижней мертвой точке. Осматривают выхлопные и продувочные окна, перемычки между окнами, маслоподводящие отверстия (наиболее вероятные места появления трещин), оценивают состояние следов хонингования зеркала втулки для определения степени ее износа, обращают внимание на характер «языка» от маслоподводящих отверстий (каналов) для определения оптимальной подачи цилиндрового масла.

При осмотре донышка головки поршня устанавливают наличие трещин выгорания металла головки, а также количество нагара и следы попадания охлаждающей воды в цилиндр.

Осмотр днища крышки цилиндра производится гибкой или жесткой смотровой трубкой. При работе с гибкой смотровой трубкой управляемая головка поворачивается дистанционным механизмом управления для осмотра всей поверхности крышки и особенно перемычек между отверстиями для форсунки, клапана пускового воздуха и клапанов газораспределения (наиболее вероятные места появления трещин).

Впускные и выпускные клапаны (окна) дизелей осматривают с помощью гибкой или жесткой смотровой трубки. Контроль клапанов производится поочередно при полном их открытии при проворачивании валоповоротным устройством вала дизеля. Необходимо следить, чтобы смотровая трубка не была сломана движущимся поршнем. Устанавливают наличие раковин, коррозии, прогаров на посадочных поясках клапанов и седлах в крышке цилиндра.

Внутренние полости охлаждения втулок и крышек цилиндров, турбонагнетателей осматривают гибкой смотровой трубкой. Осмотр производится через лючки на корпусах цилиндров и турбонагнетателей после спуска охлаждающей воды. При осмотре оценивают качество обработки охлаждающей воды по наличию отложений и шлама.

Для осмотра приводов распределительных валов и редукторов

среднеоборотных двигателей применяют как гибкие, так и жесткие смотровые трубки. Осмотр производится через лючки на корпусах приводов и редукторов.

Рабочие лопатки турбонагнетателя осматривают через лючок на корпусе турбины с помощью жесткого эндоскопа, а сопловые лопатки — через отверстие для термометра или специальный лючок с помощью гибкого эндоскопа. При осмотре оценивают величину отложений на лопатках, целостность проволоки, связывающей рабочие лопатки, определяют наличие повреждений лопаток.

Для фотографирования обнаруженных в осматриваемом объекте дефектов применяется фотокамера «Зенит Е», которую присоединяют через переходник (входит в комплект поставки) к смотровой трубке. Для фотопленок чувствительностью 130—65 ед. ГОСТа устанавливается выдержка 0,5—1 с.

Определение состояния. Состояние судовых технических средств определяется по результатам осмотра.

2.3.4. ***Измерение температуры.***

Средства измерения. Контактные термопары: термометр цифровой ТТЦ-1-01 (0—200 °С) или ТТЦ-1-02 (0—600 °С). Бесконтактный инфракрасный измеритель температуры: “Thermopoint 80 SC” (от —30 до +\1100 °С) “Thermopoint 40” (от —18 до +870 °С) или “Pyrovar HPA” (от 0 до 500 °С). Допускается использование других типов контактных и бесконтактных измерителей температуры, имеющих аналогичные характеристики.

Термометры ТТЦ-1 состоят из цифрового прибора «Ватра» и сменных термопреобразователей, изготовленных на основе хромель-копелевых термопар. Характеристики термопреобразователей приведены в табл. 2.3. Основная погрешность цифрового прибора от верхнего диапазона измерений ±0,5%, класс точности 0,5, цена деления 0,1 °С для ТТЦ-1-01 и 1 °С для ТТЦ-1-02.

Таблица 2.3

Характеристика термопреобразователей

Обозначение термопреобразователя	Назначение	Диапазон измерений, °С	Основная погрешность термометра, °С	Тепловая инерция, с	Минимальный размер измеряемой поверхности, мм	Сопротивление термоэлектродов, не выше, Ом
ГХК 803-01	Измерение температуры жидкости и сыпучих веществ (глубина погружения 5—10 мм)	0—200 0—600	±5 ±8	2	—	5
ТХК 303-01	Измерение температуры поверхности	0—200 0—600	±12 ±16	5	20×10	15
ТХК 803-02	То же	0—200 0—600	±12 ±12	4	5	10
ТХК 803-03	»	0—200 0—600	±6 ±8	3	3×2	25

Назначение. Определение состояния СТС по уровню и изменению температуры поверхности. Измерение температуры среды (воздух, газ, вода, масло, топливо). Бесконтактный инфракрасный измеритель температуры, обладающий малой инерционной способностью, позволяет проводить оперативный контроль, в том числе труднодоступных и вращающихся поверхностей, деталей электрооборудования, находящихся под напряжением.

Место и условия измерения. Поверхности элементов дизелей (крышки картерных лючков, втулки цилиндров, крышки цилиндров, всасывающие и выпускные патрубки, корпуса турбокомпрессоров и пр.), турбин (корпуса, подшипники), поршневых компрессоров (клапанные крышки, патрубки подвода-отвода воздуха между ступенями сжатия); генераторов (подшипники), электродвигателей, насосов, валопровода; теплообменников (при отсутствии или неисправности штатных средств контроля температуры охлаждаемых и охлаждающих сред); контактных групп ГРЩ и силовых щитов и т. д. Точки контроля рекомендуется отметить краской для сопоставимости результатов последующих измерений.

При проведении измерений следует исключить местный обдув контролируемой поверхности.

Рабочие условия эксплуатации цифрового прибора термометров ТТЦ-1 — от 5 до 35 °С.

Рабочие условия эксплуатации "Thermopoint 80 SC" — от 0 до 50 °С. Минимальное расстояние между прибором и объектом 600 мм.

Порядок работы. При использовании термометров ТТЦ-1 термопреобразователь выбирают в зависимости от вида объекта. Термопреобразователь подсоединяют к ручке измерительного прибора. Для этого частично отвинчивают гайку ручки и, соблюдая полярность, вставляют термопреобразователь в отверстие гайки таким образом, чтобы он плотно вошел в паз, затем завинчивают гайку. Термопреобразователь ТХК 303 погружают в среду, а ТХК 803 прижимают к поверхности и включают прибор. Отсчет производят после появления установившегося показания. Для термопреобразователя ТХК 803 выбирают положение, при котором показание наибольшее. Контакт преобразователя с измеряемой средой составляет не более 20 с, а с включенным прибором — 10 с. Затем следует пауза, равная 50 с (нерабочее состояние термопреобразователя и прибора).

При работе с термопреобразователями ТХК 803-01 и ТХК 803-02 показания умножают на поправочный коэффициент 1,07, а при работе с термопреобразователем ТХК 803-03 — на коэффициент 1,06.

Продолжительность непрерывной работы термометров при полном заряде аккумуляторов не менее 2 ч. Предельное нижнее напряжение аккумуляторов (8,1±0,1) В, при этом начинает светиться светодиод. Зарядное устройство, входящее в комплект термометра, обеспечивает подзарядку аккумуляторов в течение 15 ч от сети 220 В (50 Гц).

Порядок работы с прибором "Thermopoint 80 SC" следующий. После включения прибора нажатием на кнопку «—» устанавливают значение излучательной способности ε контролируемой поверхности.

Излучательные способности поверхностей судовых механизмов: стальные детали, покрашенные масляной краской, — 0,94; стальные детали с окисленной поверхностью — 0,79; детали из алюминия — 0,55; детали, покрытые нагаром, — 0,98.

Затем нажимают на кнопку DISP — на дисплее под обозначением T_a °C появится значок △. Вводят в прибор температуру окружающей среды, нажимая на кнопку «+» или «—». После этого нажимают на кнопку MODE до появления над значком △ перевернутой буквы V (т. е. ▽). Нажимают на кнопку DISP для получения желаемой шкалы температуры (F° или °C). Значок △ при этом исчезает. Нажатием на кнопку MODE выбирается один из режимов измерения: средняя температура через каждые $^1/_4$ с, максимальная и минимальная температуры, разность максимальной и минимальной температур, средняя температура за время измерения. Прибор наводится на объект и нажимается кнопка измерения. Необходимо иметь в виду, что при любом режиме измерения прибор показывает среднюю по пятну визирования температуру. Диаметр пятна визирования равен расстоянию от прибора до объекта, разделенному на 30. Поэтому для получения точных результатов необходимо исключить попадание в пятно визирования других деталей. Минимальный диаметр пятна — 33 мм — может быть получен при расстоянии между прибором и объектом 1000 мм. После окончания измерения любая из перечисленных выше температур может быть вызвана на дисплей прибора с помощью кнопки "MODE".

Определение состояния элементов СТС. Состояние мотылевых подшипников дизелей определяется измерением температуры крышек картерных лючков. Превышение температуры (на 5—8 °C) крышки картерного лючка относительно средней температуры крышек остальных цилиндров свидетельствует о начале перегрева подшипника. Контроль за температурой крышек картерных лючков необходимо всегда проводить после ревизии и ремонта мотылевых подшипников. Аналогичным образом, т. е. путем измерения температуры всасывающих патрубков, определяется пропуск газов через всасывающие клапаны. При доступе к нижней части втулки дизеля (например, двигателя MAN K8Z/70/120) бесконтактный инфракрасный измеритель температуры "Thermopoint 80 SC" или контактные термопары цифрового термометра ТТЦ позволяют контролировать температуру нижней части втулки. Если ее температура превышает 65 °C, необходимо принимать меры по предотвращению возгорания отложений в подпоршневых полостях.

Состояние подшипников генераторов, электродвигателей, насосов, других вспомогательных механизмов, валопровода оценивается по температуре, измеренной на корпусе подшипника.

2.3.5. ***Определение плотности камеры сгорания цилиндра дизеля.***

Средства диагностирования. Модернизированный пневмоиндикатор ЛИВТа, изготовляемый ЦНИИМФом в двух модификациях: ПИ-1 и ПИ-Ц.

Назначение. Определение плотности камеры сгорания цилиндра, а также контроль геометрических углов подачи топлива ТНВД дизеля.

Место и условия определения. Для определения плотности камеры сгорания пневмоиндикатор подсоединяется к индикаторному крану цилиндра.

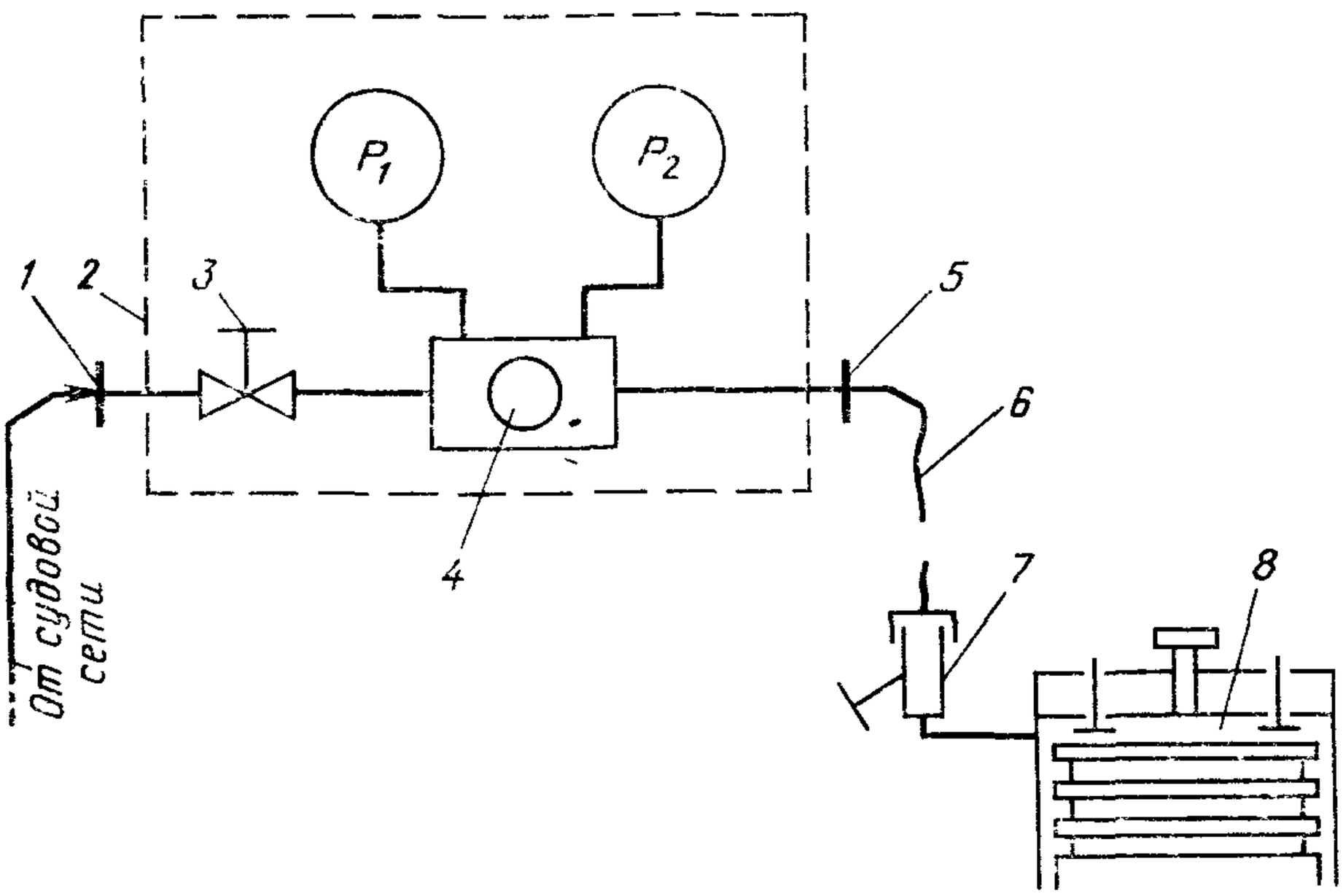


Рис. 2.4. Схема пневмоиндикатора ПИ-Ц

Определение плотности производится двумя способами: по утечке воздуха измерением давления в камере сгорания при подаче воздуха через расходомерное устройство, на котором поддерживается постоянный перепад, или измерением максимального значения давления в цилиндре при проворачивании вала ВПУ.

Первый способ рекомендуется для дизелей с диаметром цилиндров до 520 мм.

Для определения углов подачи ТНВД пневмоиндикатор подсоединяется к нагнетательному штуцеру насоса.

Порядок работы. Для определения плотности по утечке воздуха в зависимости от диаметра цилиндра выбирается расходомерная диафрагма (см. рис. 6.1, подпункт 6.2.2.2). Диафрагма устанавливается (рис. 2.4) в расходомерный блок *4* прибора *2*, подсоединяется воздушный шланг от судовой сети к штуцеру *1*. Давление воздуха должно быть не менее 0,55—0,6 МПа.

Правильность сборки прибора проверяется по его гидравлической характеристике при свободном истечении воздуха через штуцер *5*. Для этого с помощью крана *3* устанавливается постоянный перепад на расходомерном устройстве и определяется давление P_2. Оно должно быть в пределах гидравлической характеристики свободного истечения (см. рис. 2.5). Одновременно проверяется отсутствие воды в воздушной магистрали. Прибор подсоединяется шлангом *6* к индикаторному крану *7* (при этом прокладки в соединениях не должны перекрывать каналы. Необходимо убедиться, что индикаторный кран не забит нагаром, полностью открыт и в местах присоединения шланга нет протечек воздуха. Для этого измеряется давление P_2 при открытых газораспределительных органах цилиндра и постоянном перепаде $\Delta P = 0{,}15$ МПа на расходомерном устройстве. Давление P_2 должно быть в пределах гидравлической характеристики прибора с подсоединенным шлангом и индикаторным краном (рис. 2.5).

Порядок проведения проверки плотности камеры сгорания измерением максимального давления в цилиндре при проворачивании вала ВПУ описан в подпункте 6.2.2.3.

Определение состояния. Нормы плотности по величине давления P_2 для трех категорий состояния цилиндра приведены на рис. 6.1. Нормы относительно величины максимального давления зависят от скорости вращения вала ВПУ, рабочего объема цилиндра и степени сжатия и должны устанавливаться индивидуально для каждого типа дизеля. Для некоторых дизелей нормы приведены в табл. 2.4.

2.3.6. ***Определение воды в масле.***

Средства диагностирования. Индикатор воды в масле ИВМ, разработанный ЦНИИМФом, или зарубежные средства типа "Toetik" или "Perotec".

Назначение. Прибор предназначен для определения воды в маслах и топливах, применяемых в судовых технических средствах, в диапазоне от 0 до 3%. Основная погрешность составляет 4%. Принцип действия прибора основан на измерении давления в сосуде с пробой нефтепродукта при реакции воды с порошком гидрида кальция за счет выделения водорода.

Порядок работы. В корпус *1* индикатора (рис. 2.6, *а*), имеющего две тарированные выточки, наливают масло (топливо) до верхнего уровня выточки *2*, что соответствует 5 мл пробы. Затем добавляют в качестве растворителя обезвоженный керосин до верхнего уровня выточки *3*, что будет соответствовать 15 мл растворителя. В качестве растворителя применяется авиационный керосин (топливо для реактивных двигателей по ГОСТ 10227—62 или ГОСТ 12308—80). Далее в корпус *1* вставляют перфорированный цилиндр *4*, в который насыпают из ампулы порошок гидрида кальция (в ампуле содержится 0,95 г CaH_2). Закрывают сосуд *1* крышкой *5* с манометром *6*. При этом из сосуда *1* через прорезь *9* выходит часть воздуха (необходимо обратить внимание на наличие в приборе прокладок *7* и *8*). Затем в течение 2 мин покачивают индикатор

на 90° от вертикальной оси, чтобы манометр не оказывался ниже корпуса. Через 15 мин снимают показания с манометра и по графику (рис. 2.6, *б*) определяют процентное содержание воды в масле (топливе). Если содержание воды в нефтепродукте больше 1,5%, опыт прекращают и в прибор заливают 2,5 мл испытуемого масла

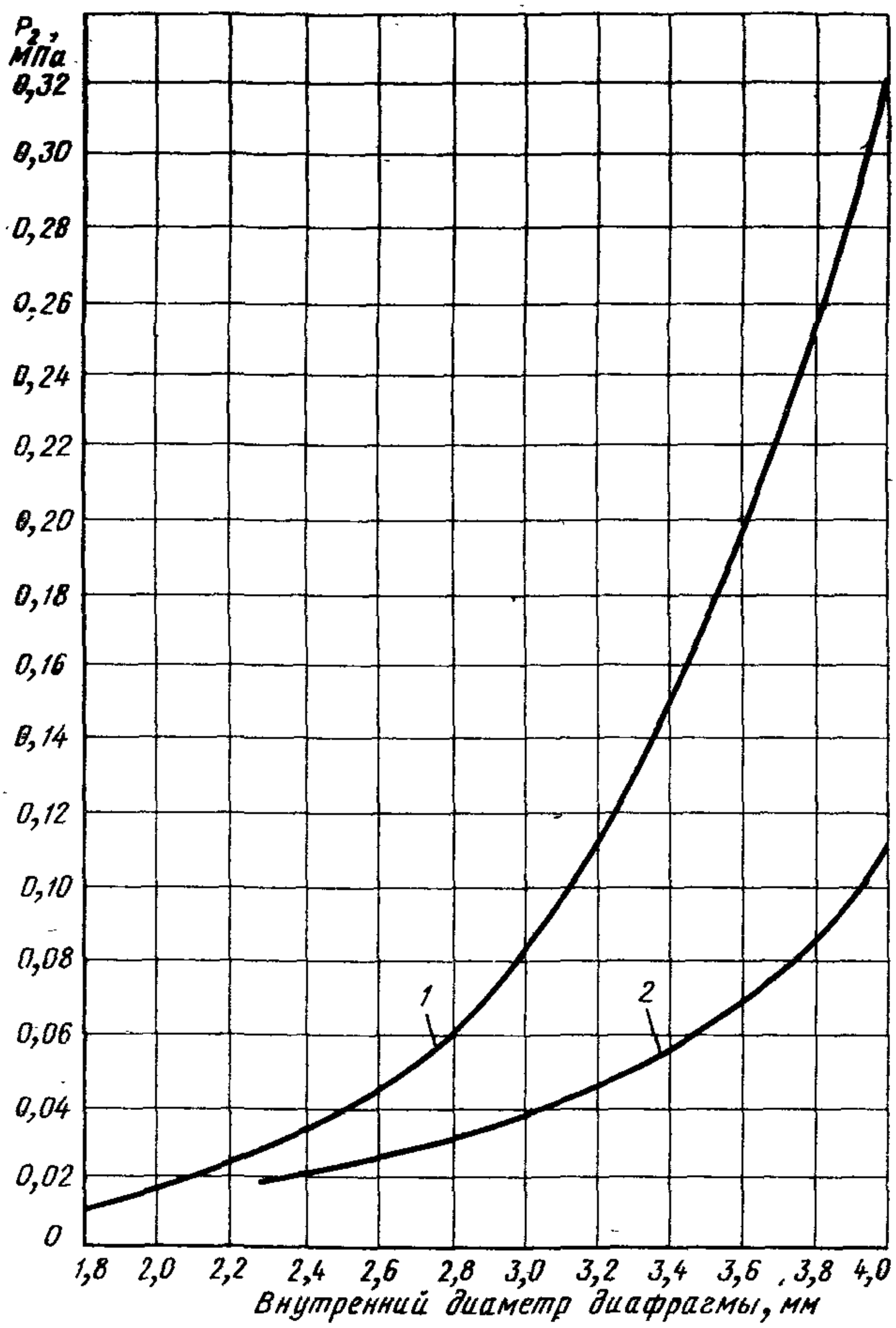


Рис. 2.5. Гидравлические характеристики пневмоиндикатора (при $\Delta P = 0{,}15$ МПа):
1 — свободное истечение с присоединенным шлангом и индикаторным краном; *2* — свободное истечение

(топлива) — до кольцевой проточки *11* и 20 мл растворителя — до кольцевой проточки *10* на корпусе. Далее повторяют определение. Показания, полученные по графику, умножают на 2. Возможно определение воды в нефтепродукте при содержании в нем воды более 3%. Для этого в сосуд *1* заливают 1 мл нефтепродукта и 20 мл растворителя и показание по графику умножают на 5.

Таблица 2.4

Марка дизеля	Хорошее состояние, МПа	Удовлетворительное состояние, МПа	Неудовлетворительное состояние, МПа
MAN 14V52/55A	>0,15	0,035—0,15	<0,035
«Пилстик 16PC2V-400»	>0,2	0,1—0,2	<0,1
«Пилстик 6PC2-34»			
MANK5SZ70/125B			
9 ДКРН80/160-4	>0,03	0,01—0,03	<0,01

Методы проверки изложены в приложении 5. Порошок гидрида кальция для пополнения прибора приготовляется и заполняется в ампулы в теплотехнической лаборатории пароходства по специальной инструкции ЦНИИМФа.

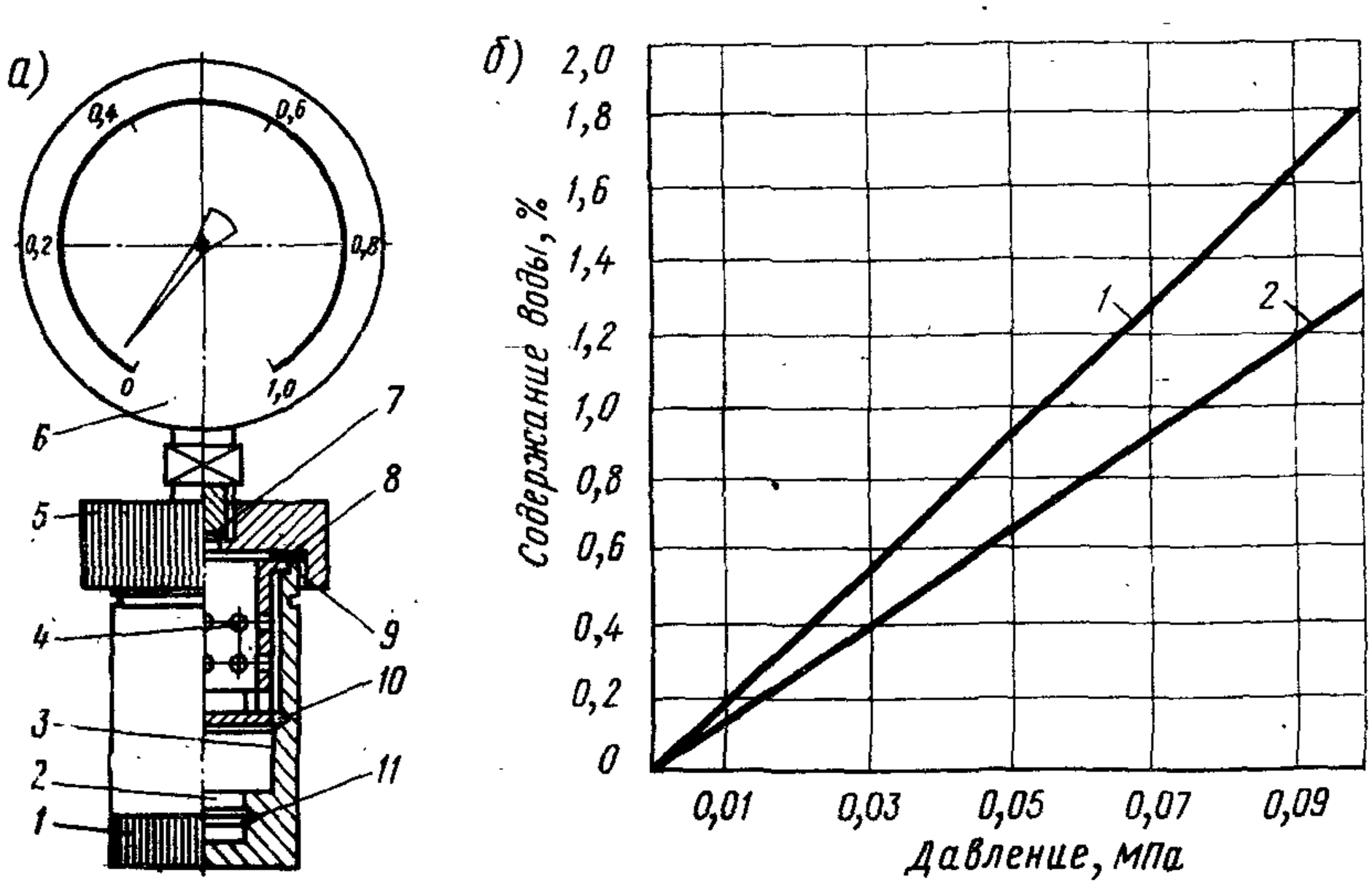


Рис. 2.6. Индикатор воды в масле (ИВМ):
а — устройство ИВМ: *1* — корпус прибора; *2* — нижняя цилиндрическая выточка; *3* — верхняя цилиндрическая выточка; *4* — цилиндр; *5* — крышка; *6* — манометр; *7* и *8* — прокладки; *9* — прорезь; *10* и *11* — кольцевые проточки; *б* — график для определения воды в масле или топливе: *1* — манометр МТПСд-100; *2* — манометр МТ-Т (60 мм)

Нормы содержания воды в моторных маслах приведены в РД 31.27.44—82 «Инструкция по браковочным показателям судовых моторных масел».

2.3.7. ***Определение толщин деталей.***

Средства измерения. Ультразвуковой толщиномер УТ-92ПВ, УТ-93П или толщиномеры зарубежного производства DM-3 (DM-2), UT-100 (UT-20).

Приводимые ниже данные относятся к отечественным приборам.

Толщиномер УТ-93П предназначен для измерения толщин конструкций из материалов, скорость распространения ультразвуковых колебаний в которых находится в диапазоне от 3000 до 6400 м/с: дюралюминий — 6250—6350; бронза — 3500—3800; латунь — 4430; сталь коррозионностойкая — 5660; сталь углеродистая — 5900; чугун — 3500—5600.

Назначение. Измерение (при одностороннем доступе) толщины деталей судовых технических средств, стенок емкостей и труб, корпусных конструкций из конструкционных металлических сплавов.

Пределы измерений толщин (в зависимости от комплектации преобразователями) для УТ-93П составляют 0,6—1000 мм.

Место и условия измерения. Прибор УТ-93П может измерять толщину детали с шероховатостью поверхности со стороны ввода УЗК $R_z \leqslant 160$ мкм, с шероховатостью с противоположной стороны $R_z \leqslant 320$ мкм. Температура поверхности измерения для прибора УТ-93П составляет от —10 до +50 °С.

Основная погрешность толщиномера УТ-93П: для толщин деталей от 0,6 до 30 мм и от 20 до 300 мм — ($\pm 0{,}1$) мм; для толщин Т от 100 до 1000 мм — $\pm (0{,}001T + 0{,}1)$ мм. Дисперсность цифрового отчета 0,1 мм. Дополнительные погрешности указаны в руководствах по эксплуатации.

Порядок работы. Производится выбор преобразователей по данным, приведенным в табл. 2.5.

Таблица 2.5

Преобразователь	Толщина материала, мм	Материалы	Рекомендации
П 112-10-6/2-А-001	0,6—10	Сталь, алюминий	
П 112-10-4×4-Б-003	0,6—30	То же	
П 112-5-4×4А-003	2—20	»	
П 112-5-4×4Б-003	0,8—200	»	
П 112-5-12/2-Б-002	2—300	»	
П 112-2,5-12/2-Б-002	2—1000	»	

Юстировка, подготовка поверхности и измерение толщины контролируемой детали выполняются в соответствии с указаниями Руководства по эксплуатации № ЩО 2.787.011.РЭ.

Определение состояния. Определение состояния корпусных конструкций и СТС производится в соответствии с нормами остаточной толщины, приведенными в разд. 4, 8 и 14 ч. II Руководства.

2.3.8. ***Цветная и люминесцентная дефектоскопия (капиллярная дефектоскопия).***

Средства диагностирования. Дефектоскопические материалы отечественного производства (по ОСТ 5.9537—80), приведенные в табл. 2.6, или комплекты аэрозольных баллонов типа «Опин». Возможно применение аэрозольных баллонов, выпускаемых различными зарубежными фирмами.

Назначение. Выявление трещин в деталях СТС. Физические основы метода заключаются в следующем. На очищенную и обезвоженную поверхность детали наносится проникающая жидкость (индикаторный пенетрант), которая под действием капиллярных сил заполняет полость трещины, имеющую обычную форму клина (рис. 2.7, *а*). Затем проникающую жидкость удаляют с поверхности детали. Однако в полости трещин она остается, так как в жидкости образуются 2 мениска, вызывающие появление двух капиллярных давлений P_2 и P_1, причем P_2 меньше P_1. Их результирующая сила удерживает жидкость в полости трещины (рис. 2.7, *б*). Далее поверхность детали покрывают проявителем, включающим пористые вещества. Последние разрушают общий мениск у устья

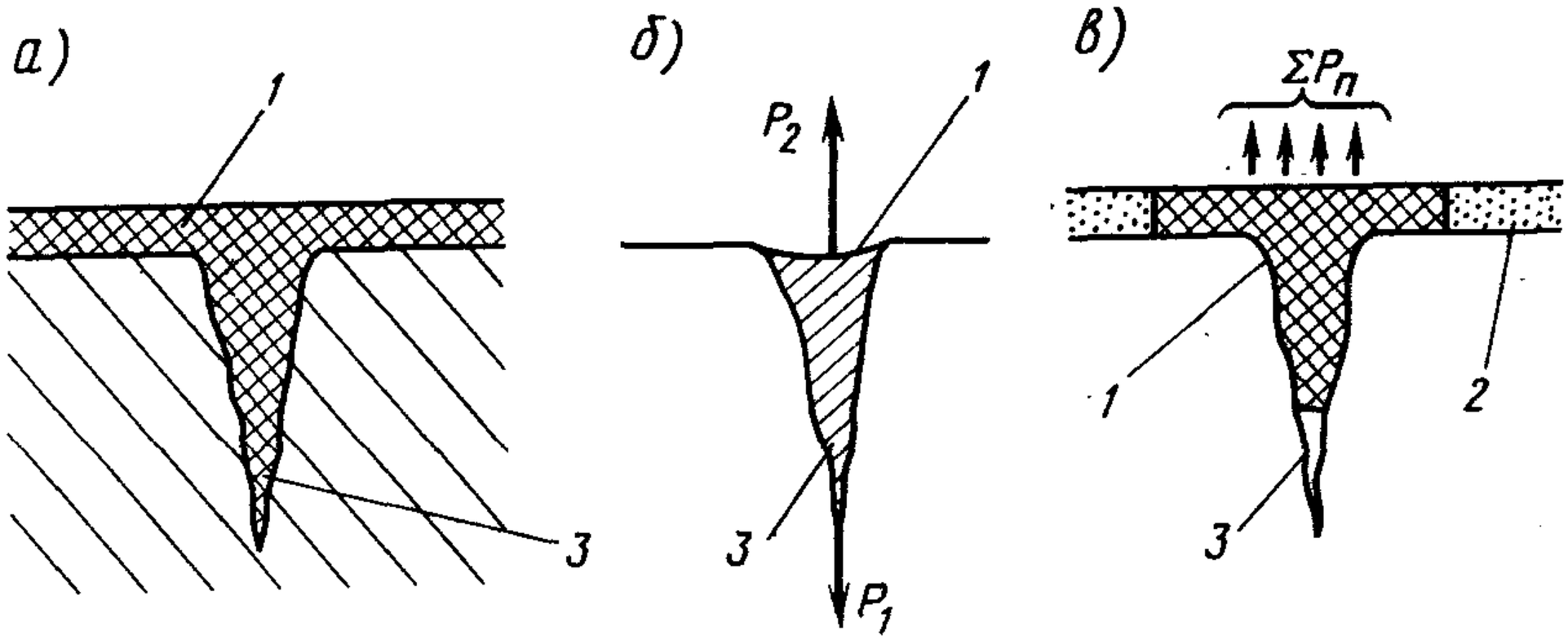


Рис. 2.7. Последовательность операций при цветной и люминесцентной дефектоскопии:
а — нанесение проникающей жидкости (индикаторный пенетрант); *б* — удаление с поверхности детали проникающей жидкости; *в* — нанесение проявляющей жидкости; *1* — проникающая жидкость (индикаторный пенетрант); *2* — проявитель; *3* — трещина

трещины и заменяют его системой менисков, которые вызывают давления $P_п$, сумма которых $\Sigma P_п$ больше давления P_1. Под действием $\Sigma P_п$ жидкость поднимается на поверхность и образует индикаторный рисунок (рис. 2.7, *в*).

При цветной дефектоскопии проникающие жидкости на фоне белого проявителя образуют красный индикаторный рисунок по ширине на порядок больше, чем ширина трещины.

При люминесцентной дефектоскопии проникающая жидкость образует люминесцентный (светящийся) индикаторный рисунок под действием ультрафиолетовых лучей.

Подготовка деталей к капиллярной дефектоскопии в судовых условиях. Подготовка деталей судовых технических средств к капиллярной дефектоскопии заключается в их очистке от отложений, нагаров, краски, обезжиривании и последующей сушке. По возможности не следует применять механические методы очистки. Если применение механических методов вызвано наличием трудноудаляемых нагаров (на поверхностях крышек и втулок дизелей,

Таблица 2.6

Дефектоскопические материалы и классы чувствительности капиллярных методов (по ОСТ 5.9537—80)

Класс чувствительности	Чувствительность контроля, мкм	Метод контроля	Набор дефектоскопических материалов			Условия контроля		
			Наименование	Очиститель	Индикаторный пенетрант (проникающая жидкость)	Проявитель	Интервал температур, °С	Состояние контролируемой поверхности
I	До 1	Люминесцентный	ДК-2	О-1 Порошкообразное синтетическое моющее средство (любой марки) — 5 г; вода — 1000 мл	И-2 Нориол А—150 мл; керосин — 850 мл;	П-4 Каолин — 250 г; спирт этиловый — до 1000 мл	От +8 до +40	1. Необработанная — при отсутствии во время контроля светящегося или окрашенного фона 2. Обработанная — по параметру R_z не более 20 мкм
II	От 1 до 10	Люминесцентный	ДК-5	О-2 Спирт этиловый	И-5 Нориол А — 5 мл; бензин — 95 мл	П-5 Каолин — 250 г; спирт этиловый — до 1000 мл	От —40 до +8	То же
		Цветной	ДК-7	О-1 Порошкообразное синтетическое моющее средство (любой марки) — 5 г; вода — 1000 мл	И-7 Скипидар — 500 мл; бензин — 300 мл; керосин — 200 мл; краситель темно-красный Ж — 5 г; краситель жирорастворимый темно-красный 5С — 5 г	П-4 Каолин — 250 г; спирт этиловый — до 1000 мл	От +8 до +40	»

		Цветной	ДК-6	О-2 Спирт этиловый	И-6 Скипидар — 500 мл; бензин — 470 мл; ксилол — 30 мл; краситель жирорастворимый темно-красный Ж — 5 г	П-4 Каолин — 250 г; спирт этиловый — до 1000 мл	От —40 до +8	1. Необработанная — при отсутствии во время контроля светящегося или окрашенного фона 2. Обработанная — по параметру R_z не более 20 мкм
			ДК-1	О-1 Порошкообразное синтетическое моющее средство (любой марки) — 5 г; вода — 1000 мл	И-1 Бензин — 300 мл; скипидар — 600 мл; нориол А или Б — 100 мл; краситель жирорастворимый темно-красный Ж — 100 г	П-4 Каолин — 250 г; спирт этиловый — до 1000 мл	От +8 до +40	То же
III	Более 10	Цветной	ДК-7	То же	И-7 Состав тот же	То же	От +8 до +40	Для обработанных поверхностей с шероховатостью по параметру R_z более 20 мкм

на лопатках турбин и т. д.), то необходимо проводить очистку так, чтобы полости дефектов не заполнялись продуктами очистки, а края трещин не перекрывались тонким слоем пластически деформируемого металла. Мягкие нагары удаляют при помощи ветоши (губки), смоченной в дизельном топливе. Лакокрасочные покрытия удаляют специальными смывками, например смывкой АФТ-1 (ТУ 6-10-1202—71) (формальгликоль — 47,5%, толуол — 28%, ацетон — 19%, коллоксилин — 5%, парафин — 0,5%), средствами для удаления старых лакокрасочных покрытий, применяемыми при обслуживании автомобилей. После удаления нагаров и красок производятся очистка (обезжиривание) поверхности техническим ацетоном с применением жестких волосяных щеток, просушка сухой бязью или естественная сушка при температере окружающей среды.

Дальнейшая подготовительная операция зависит от возможностей подогрева деталей, а также от применяемых дефектоскопических средств.

При применении отечественных материалов в соответствии с ОСТ 5.9537—80 производят одну из следующих операций:

подогревают поверхность детали до температуры не менее 100 °С, не допуская окисления металла;

наносят кистью или аэрозольным способом на поверхность проявитель П-4 (см. табл. 2.6), выдерживают не менее 20 мин, затем удаляют сухой бязью (ветошью), сухой губкой или щеткой.

При применении аэрозольных комплектов «Опин» или комплектов зарубежных фирм очиститель наносят с расстояния 25—30 см в течение 5—10 с (методика применения указана на этикетках баллонов).

Методика проведения контроля при использовании отечественных материалов (в соответствии с ОСТ 5.1577—80). Индикаторный пенетрант наносят на контролируемую поверхность при помощи аэрозольного баллона или кисти. Выдерживают на поверхности не менее 3 мин, не допуская его высыхания. Далее пенетрант удаляют влажной бязью, смоченной в очистителе (см. табл. 2.6), с последующим удалением бязью воды с поверхности. Затем немедленно наносится проявитель (см. табл. 2.6) аэрозольным способом или кистью. Сушку проявителя проводят естественным способом.

Осмотр контролируемой поверхности проводится через 20 мин.

При люминесцентной методике контролируемую поверхность освещают осветителем КД 33Л. Место осмотра должно быть затемнено.

При применении отечественных аэрозольных комплектов «Опин» с расстояния 25—30 см с интервалом 50—60 с нанести 1—2 слоя пенетранта при температуре пенетранта 10—40 °С (температура поверхности от —10 до +50 °С). Через 20—30 с после нанесения последнего слоя удалить избыток пенетранта влажной ветошью или очистителем из баллона. Затем контролируемую поверхность протереть. Далее, предварительно встряхнув баллон с проявителем, в течение 1—2 мин с расстояния 25—30 см с интервалом 3—5 с на-

нести 1—2 слоя проявителя. После естественного высыхания проявителя можно осматривать поверхность.

В инструкциях по зарубежным аэрозольным комплектам рекомендуется выдержку индикаторного пенетранта до нанесения проявителя осуществлять в течение 20 мин (например, пенетрант "Verimor" фирмы "Schiedam").

Чувствительность контроля трещин аэрозольными комплектами типа «Опин» и зарубежными типа "Primor-Verimor-Devmor" фирмы "Schiedam" составляет порядка 1,0 мкм.

2.3.9. ***Контроль эффективности сжигания топлива котлах.***

Средства диагностирования. Прибор FEM или PCO960 фирмы "Neotronics" (*табл.* 2.7). *Прибор FEM содержит микропроцессор*, электрохимический кислородный датчик и термопару, в приборе PCO960 имеется дополнительно электрохимический датчик окиси углерода, а в приборе PCO961 — печатающее устройство.

Отбор пробы газов осуществляется с помощью зонда и миниатюрного диафрагменного насоса. Отобранная проба охлаждается в зонде, очищается и просушивается в сменяемом фильтре. После просушки проба попадает к датчикам кислорода и окиси углерода.

Назначение. Контроль эффективности сжигания топлива в главных и вспомогательных котлах (оптимизация процесса горения), определение загрязненности поверхностей нагрева. Может использоваться для определения коэффициента избытка воздуха в дизелях, а также содержания кислорода в танках, заполняемых инертным газом.

Таблица 2.7

Характеристики приборов

Параметр	FEM		PCO960 или PCO961	
	Пределы измерений	Погрешность	Пределы измерений	Погрешность
Кислород, %	0—20,9	От —0,1 до +0,4	0—20,9	От —0,1 до +0,4
Окись углерода	—	—	0—3999 млн$^{-1}$	±5%
Температура, °С	25—999	±4	25—999	±4
Эффективность сжигания топлива, %	0—99	±1	0—100	±1

Место и условия измерения. Измерения с помощью зонда выполняются в газоходе котла. Зонд предназначен для отбора пробы газа и измерения температур 25—999 °С. Сам прибор может эксплуатироваться при температуре 0—50 °С.

Порядок работы. После включения прибора происходит его автоматическая настройка в течение 20 с на температуру и содержание кислорода в окружающей среде. После самонастройки прибора нажимается кнопка используемого вида топлива (мазут, газ, твердое топливо). Зонд прибора вводится в газоход через отверстие

диаметром 10—15 мм. Ограничитель зонда регулируется таким образом, чтобы датчик находился приблизительно в центре сечения газохода.

Отбор пробы осуществляют в течение 1 мин. Включение лампочки и появление звукового сигнала означают окончание измерений.

Температуру газа, содержание кислорода и эффективность сжигания топлива получают на дисплее при нажатии на кнопку «Выбор показаний». Показания сохраняются в памяти прибора до тех пор, пока прибор не будет выключен или не приступят к новому измерению.

Определение состояния поверхностей нагрева. Мерой загрязненности поверхностей нагрева котла является разница между двумя значениями эффективности сжигания топлива, одно из которых соответствует чистым поверхностям нагрева котла (нормы приведены в разд. 7 ч. II настоящего РД).

3. Встроенные системы технического диагностирования дизелей

К встроенным системам технического диагностирования дизелей относятся средства диагностирования, выполненные в общей компоновке центрального пульта управления и имеющие стационарно установленные первичные (например, термопары, датчики поворота вала) или переносные (например, датчик давления газов) *преобразователи.*

3.1. Технические характеристики.

3.1.1. Назначение. Встроенные системы предназначены для сбора и обработки диагностической информации о техническом состоянии или регулировках двигателей по параметрам рабочего процесса, тепловой напряженности, неравномерности вращения вала и пр. Отдельные системы снабжены предупредительной сигнализацией о выходе контролируемого параметра за пределы установленных норм.

3.1.2. Характеристики встроенных систем, установленных на судах Минморфлота, приведены в табл. 3.1. Размерность параметров, указанных в табл. 3.1, соответствует принятой изготовителем системе и приведена в инструкции по использованию.

3.2. Метрологическое обеспечение.

Метрологические поверки систем контроля параметров рабочего процесса и теплового состояния ЦПГ осуществляются в соответствии с инструкциями.

3.3. Методические указания по применению встроенных систем.

3.3.1. Периодичность контроля. Контроль параметров рабочего процесса дизелей с помощью переносного датчика производится 1 раз в неделю; контроль теплового состояния втулок, состояния поршневых колец и рабочего процесса с помощью стационарно установленных датчиков давления — ежедневно; при использовании систем непрерывного контроля — 1 раз за вахту.

Таблица 3.1

Характеристики встроенных систем

Название системы, марка	Назначение	Изготовитель	Технические характеристики	Рабочие условия эксплуатации	
				Температура окружающего воздуха, °С	Влажность, %
Индикатор среднего давления NK-3	Измерение параметров рабочего процесса в цилиндрах дизеля: *MIP* — среднее индикаторное давление, МПа; P_{max} — максимальное давление цикла, МПа; P_{comp} — давление сжатия, МПа; P_{exp} — давление на линии расширения при угле 36° ПКВ после ВМТ, МПа; αP_{max} — угол расположения P_{max} относительно ВМТ, град ПКВ $P_{s\ cav}$ — давление наддува МПа; n — частота вращения, об/мин	Фирма «Autronica», Норвегия	1. Датчик давления в цилиндре GT-11 (охлаждаемый) или GT-20 (неохлаждаемый); диапазон от 0 до 25 МПа; погрешность ±0,8%; давление охлаждающего воздуха 0,7 МПа. 2. Датчик давления в ресивере GT-9: диапазон от 0 до 0,4 МПа; погрешность ±2%. 3. Индикатор NK-3: диапазон 0—15 МПа; питание 220—230 В; частота 50—60 Гц; масса 10 кг	Максимальная (для NK-3) 60	
Калькулятор среднего индикаторного давления NK-5	Измерения параметров, аналогичных параметрам системы NK-3 (в барах) и дополнительно: максимальное давление впрыска топлива, бар; давление топлива в начале подъема иглы форсунки, бар; угол открытия иглы, град	Фирма «Autronica», Норвегия	Диапазон давлений рабочего процесса 0—150 бар; диапазон давлений топлива 0—1000 бар; наибольшая частота вращения 1200 об/мин; погрешность ±2%; масса 18 кг		

Продолжение

Название системы, марка	Назначение	Изготовитель	Технические характеристики	Рабочие условия эксплуатации	
				Температура окружающего воздуха, °С	Влажность, %
	ПКВ до ВМТ; продолжительность впрыска, град ПКВ				
Системы измерения давления в цилиндре CPS-360	Измерения параметров, аналогичных параметрам системы NK-3 (в барах) и дополнительно: графическое построение диаграмм $P(\alpha)$ и $P(v)$	Фирма «SØren T. LyngsØ», Дания	Наибольшая частота вращения 1000 об/мин; время измерения 3—5 с; датчик давления KISTLER типа 7017 (неохлаждаемый); область калибровки 0—100 бар; линейность ±0,3%	Для датчика от —50 до +350	
Электроизмерительное устройство К748	Измерение параметров рабочего процесса: максимального значения давления газов в цилиндре, МПа; давления газов при 12 град ПКВ до ВМТ, МПа; давления газов при 36 град ПКВ после ВМТ, МПа; среднего индикаторного давления, МПа; максимального значения производной давления по углу ПКВ, МПА/град ПКВ; давление наддува, МПа; угла расположения максимального давле-	ПО «Точэлектроприбор», СССР	Максимальное давление до 16 МПа; частота вращения до 1500 об/мин; питание (220±±22) В; частота (50±±1) Гц; масса не более 30 кг	5—40	90 при 25 °С

	ния газов относительно ВМТ, град; частоты вращения коленчатого вала, об/мин				
Анализатор тепловой MJ-1	Обработка температур, получаемых от термопар, установленных во втулках и крышках дизелей	Фирма «Autronica», Норвегия	Пределы измерений: 0—300 °С (для втулок), 0—600 °С (для крышек); погрешность ±2%; линейность ±2 °С		
Система CYLDET-CM	Измерение температуры втулки внутренними и поверхностными термопарами для наблюдения за тепловым состоянием двигателя и микрозадирами («scuffing»)	Фирма ASEA, Швеция	Пределы измерений 0—400 °С; погрешность ±2,5%		
Система CYLDET-MIP	Контроль параметров рабочего процесса: среднего индикаторного давления, бар; максимального давления сгорания, бар; индикаторной мощности, кВт; частоты вращения дизеля, об/мин	Фирма ASEA, Швеция	Пределы измерений давлений 0—150 бар		
Система контроля поршневых колец GH	Индикация зазора между поршневыми кольцами и цилиндровой втулкой	Фирма «Autronica», Норвегия	Наибольшая чувствительность системы при расстоянии датчик—поршневое кольцо 0—2 мм; питание 24 В; масса датчика 1,1 кг	0—70	95
Аппаратура контроля неравномерности вращения вала дизеля «Ритм»	Непрерывный общий контроль распределения нагрузки по цилиндрам двигателя во время его работы	ЦНИИМФ, СССР	Преобразователи индукционные положения вала дизеля: частота вращения 100—1000 об/мин; число цилиндров до 16; чувствительность 0,5—2,0%	От —10 до +55	98 при 25 °С

3.3.2. Регистрация (учет) параметров. Результаты измерения параметров рабочего процесса дизелей заносятся в Журнал индицирования еженедельно. При наличии аппаратуры непрерывного общего контроля распределения нагрузки по цилиндрам двигателя во время его работы данные контроля также записываются в Журнал индицирования.

При использовании системы NK-5 дополнительно к данным, заносимым в Журнал индицирования, прикладываются распечатки в соответствии с программой DIESEL-PROOF.

Результаты измерений температур цилиндровых втулок записываются в тетради диагностирования ЦПГ двигателя согласно РД 31.21.14—83 «Инструкция по использованию температуры цилиндровых втулок в качестве диагностического параметра».

3.3.3. Методические указания по использованию измеряемых параметров для определения технического состояния элементов дизеля излагаются в документации, поставляемой со встроенной системой диагностирования, а также в разд. 6 ч. II настоящего РД.

4. Методические указания по контролю и учету технического состояния корпусов судов

4.1. Общие положения.

4.1.1. Корпус и его элементы (обшивка и настилы судовых перекрытий, набор) обеспечивают прочность и непотопляемость судна. Объем ремонтных работ и срок службы элементов корпуса зависят от их технического состояния.

4.1.1.1. Под техническим состоянием корпуса (корпусных конструкций) понимается совокупность параметров, определяющих прочность, жесткость и непроницаемость элементов корпуса, подверженных изменению в процессе эксплуатации.

4.1.1.2. Техническое состояние корпусных конструкций устанавливается в зависимости от: величины износа листов и набора; характеристик остаточных деформаций листов и набора; состояния сварных швов и заклепочных соединений; наличия трещин в элементах корпуса.

4.1.2. Оценка технического состояния производится по РД 31.28.30—88 «Методика дефектации корпусов морских транспортных судов». В этом документе приведены нормативы на допускаемые повреждения и даны указания по измерению величин и определению характеристик повреждений, имеющихся в корпусе и его элементах.

4.2. Контроль технического состояния корпуса.

4.2.1. Целью контроля технического состояния корпусных конструкций является определение объема необходимого технического обслуживания и ремонта элементов корпуса.

Техническому обслуживанию и ремонту подлежат в первую очередь корпусные конструкции, выход которых из строя лимитирует техническую эксплуатацию. Каждому типу судов присущи характерные конструкции, так называемые «слабые» места, которые наиболее часто повреждаются.

4.2.1.1. На сухогрузных и подобных им судах наиболее интенсивно изнашиваются участки горизонтального киля, листы днищевой обшивки, скуловой пояс, нижние участки шпангоутов в районе соединения со скуловой кницей, участки обшивки и набора поперечных переборок в районе соединения с нижними палубами и вторым дном.

4.2.1.2. На наливных и подобных им судах наиболее изнашиваемыми конструкциями являются настил верхней палубы, подпалубный продольный и поперечный наборы, верхние поясья обшивки продольных и поперечных переборок с набором. Внутри грузовых танков, особенно под моечными лючками, расширителями, храповиками грузовой и зачистной магистралей, отмечается интенсивная язвенная коррозия листов днища и сварных швов.

4.2.1.3. Интенсивно изнашиваются конструкции внутри коффердамов и коффердамные переборки на наливных судах, а также коффердамы между танками второго дна на сухогрузных судах. Отмечаются большие износы (через 10—12 лет эксплуатации) конструкции форпика и ахтерпика судов, которые практически не имеют противокоррозионной защиты.

4.2.1.4. Слабые места конструкций каждого судна (серии судов) устанавливаются на основе опыта технической эксплуатации, а также на основании обработки материалов дефектации с использованием автоматизированной системы учета и технического состояния корпуса, создаваемой в каждом пароходстве.

4.2.2. Техническое обслуживание выполняется экипажем судна в соответствии с действующими Правилами технической эксплуатации корпуса, помещений, устройств и систем судна, а также по плану-графику технического обслуживания корпуса. При этом в первую очередь должны осматриваться элементы корпуса, где возможно появление трещин. Перечень таких конструкций приводится в табл. 4.1 и 4.2.

4.2.3. Помимо указанных в табл. 4.1 и 4.2 конструкций сухогрузных и наливных судов, на судах для перевозки навалочных грузов и нефтерудонавалочниках трещины наиболее часто отмечаются в следующих конструкциях:

в узлах соединения трапецеидальной коробки, установленной под поперечной переборкой, с настилом второго дна и обшивкой скуловой бортовой цистерны;

в узлах соединения карлингсов с обшивкой подпалубной трапецеидальной коробки, установленной над поперечной переборкой;

на палубе в местах окончания книц, установленных в плоскости продольных комингсов;

в горизонтальном листе трапецеидальной коробки, где отмечается слоистое растрескивание металла.

4.2.4. Трещины, обнаруженные на связях, обеспечивающих общую и местную прочность, должны быть устранены силами экипажа, БТОФ или СРЗ.

Таблица 4.1

Повреждения конструкций сухогрузных судов

Группы конструктивных элементов	Характерные виды повреждений
Верхняя палуба	Трещины: в углах грузовых люков; в районах соединения стенок надстроек и рубок с настилом палубы в местах соединения стоек фальшборта с палубой; в местах соединения пиллерсов и продольных полупереборок с палубой; в палубном стрингере и ширстреке
Нижняя палуба	Просадка усиленного консольного бимса. Трещины и деформации основного и рамного набора палуб. Трещины настила и набора палубы в рефрижераторных трюмах
Борт	Остаточные деформации обшивки и набора: в районе ледового пояса; в районе переменных ватерлиний. Трещины: в рамных связях в местах прохода балок основного набора; в местах соединения бортовых стрингеров со шпангоутами; в шпангоутах у опорных сечений; во вмятинах в борту в районе пересечения продольного и поперечного наборов, особенно в местах интенсивной вибрации
Днище	Остаточные деформации обшивки и набора в носовой оконечности. Гофрировка обшивки в средней части длины. Трещины: в скуловом киле с отрывом стенки скулового киля от обшивки; в углах вырезов у кингстонных выгородок во флорах; на обшивке вдоль линии приварки балок набора, в околошовной зоне
Настил второго дна	Остаточные деформации настила и набора. Трещины в районах интенсивной вибрации.
Поперечные и продольные переборки (двойной борт)	Остаточные деформации и трещины на участках обшивки поперечных переборок, примыкающих к борту в районе ледового пояса. Остаточные деформации стоек переборок. Трещины в обшивке переборок в районах интенсивной вибрации
Конструкции форпика и носовой оконечности	Трещины в районах соединения бортовых стрингеров с переборкой форпика. Остаточные деформации и трещины в настиле и наборе палубы бака, носового района открытой палубы. Трещины в районах соединения шпангоутов форпика с бортовыми стрингерами. Остаточные деформации обшивки и набора бортов в носовой оконечности

Таблица 4.2

Повреждения конструкций нефтеналивных судов

Группы конструктивных элементов	Характерные виды повреждений
Верхняя палуба	Трещины в районах концов соединения надстроек и рубок с палубой; по контуру вырезов палубного настила в районе расширителей; в местах пересечения продольных подпалубных балок с рамными бимсами и поперечными переборками
Днище	Трещины: во флорах грузовых танков в районах соединения флора с продольной переборкой; в стенках флоров грузовых танков в местах вырезов для прохода продольных днищевых балок; в районах соединения вертикального киля с поперечной переборкой; в днищевой обшивке в канавках под голубницами, вырезанными в балках для перетекания груза; в углах вырезов у кингстонных выгородок, в скуловом киле с отрывом стенки скулового киля от обшивки; деформации стенок продольных днищевых балок, стенок флоров, вертикального киля в районе голубниц для перетока жидкого груза
Борт	Трещины в местах пересечения продольных бортовых балок с рамными шпангоутами; в соединениях распорок с рамными шпангоутами
Продольные и поперечные переборки грузовых танков	Трещины в узлах соединения шельфов со стойками (в том числе рамными); в районах соединения поперечной переборки с бортом; в местах соединения гофрированных переборок с рамными стойками; в узлах соединения вертикальных стоек переборок с днищевыми продольными балками; в обшивке переборок между грузовыми и балластными танками; в зонах канавочной коррозии на обшивке продольных и поперечных переборок (обычно со стороны, противоположной сварным швам, соединяющим набор с обшивкой). Деформации рамных стоек и шельфов
Конструкции ахтерпика и кормовой оконечности	Трещины в ахтерштевне и примыкающей к нему обшивке; во флорах; в переборках; в гельмпортовой трубе; в соединениях шпангоутов с бортовыми стрингерами
Конструкции фальшбортов и надстроек	Трещины в планшире фальшборта; в стойках и отрыв стоек от верхней палубы; в декоративной обшивке рубок; в углах вырезов в стенках надстроек и рубок

О таких трещинах следует незамедлительно ставить в известность судовладельца (СТЭФ пароходства) и Инспекцию Регистра СССР.

4.2.5. Контроль технического состояния корпуса осуществляется в период эксплуатации посредством выполнения предремонтной дефектации судна, а также выполнения выборочных замеров согласно п. 2.13 ч. I настоящего Руководства.

Рекомендуемые сроки контроля приведены в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Рекомендуемые сроки контроля и ремонта корпусных конструкций судов по причине коррозионного износа

Назначение судна	Начало контроля толщин наиболее изнашиваемых корпусных конструкций, лет	Начало ремонта корпусных конструкций, лет
1. Обычные сухогрузные суда:		
при перевозке генеральных грузов	6—8	12—16
при перевозке химически активных грузов	4—6	8—12
2. Контейнеровозы, лихтеровозы	6—8	12—16
3. Суда с горизонтальным способом грузообработки	6—8	8—12
4. Суда для перевозки навалочных грузов:		
при перевозке обычных грузов	6—8	12—16
при перевозке химически активных грузов	4—6	8—12
5. Специальные суда для перевозки тяжелых навалочных грузов. Рудовозы	6—8	12—16
6. Нефтенавалочники, нефтерудовозы	4—6	8—12
7. Наливные суда:		
грузовые и балластные танки внутри корпуса полностью окрашены	8—10	12—16
окрашены только танки изолированного (чистого) балласта	6—8	8—12
противокоррозионная защита в грузовых, балластных, грузобалластных танках отсутствует	4	8
8. Суда других назначений, в том числе буксиры	6—8	12—16
9. Суда технического флота — дноуглубительные, плавкраны	4—6	8—12

Примечания. 1. Указанные цифры относятся к судам, докование которых производится 1 раз в 2 года. В случае, если судно ставится в док ежегодно, начало контроля и ремонта корпуса устанавливается по большей из приведенных величин.

2. Если судно эксплуатируется в ледовых условиях плавания, начало контроля и ремонта принимается по меньшей из указанных величин.

При установлении времени проведения контроля и ремонта корпусных конструкций необходимо учитывать назначение судна, условия его эксплуатации, вид перевозимого груза и районы пла-

вания, а также коррозионную стойкость стали корпуса и наличие средств противокоррозионной защиты.

Замеры остаточных толщин связей корпуса выполняются в соответствии с указаниями Методики дефектации корпусов морских судов (РД 31.28.30—88).

Ремонт выполняется в сроки, рекомендуемые в табл. 4.3.

Помимо замены изношенных конструкций, при ремонте рекомендуется выполнение подкрепления и/или применение других конструктивных решений с использованием материалов с повышенной коррозионной стойкостью, соответствующих электродов и т. п.

4.3. Средства контроля.

4.3.1. Измерение остаточных толщин выполняется толщиномерами типа УТ-93П, UTM 20, UTM 100, DM-2 и DM-3, характеристики и методические указания по применению которых приведены в разд. 2 ч. II настоящего Руководства. Там, где это возможно (например, на стенках набора), измерения выполняются штангенциркулем.

Стрелки прогиба остаточных деформаций (вмятины, гофировки, бухтины) измеряются линейками с миллиметровым делением.

4.3.2. Средства измерения, применяемые для технической диагностики дефектов корпусных конструкций, должны иметь предел допускаемой основной погрешности (табл. 4.4).

Таблица 4.4

Основные допускаемые погрешности средств измерения

Средства измерений	Пределы допускаемой основной погрешности, мм
Линейки различные	±(0,10—0,20)
Штангенциркули	±(0,05—0,10)
Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм	±(0,012—0,020)
Ультразвуковые толщиномеры в зависимости от диапазона измеряемых толщин	±(0,1—0,4)

4.3.3. Толщиномеры для контроля корпусных конструкций должны применяться при температуре окружающего воздуха в диапазоне температур, указанных для данного прибора в его техническом паспорте.

4.4. Учет технического состояния корпуса.

4.4.1. Учет технического состояния корпуса выполняется с помощью персональных ЭВМ на основании следующих материалов:

информации, поступающей с судов в виде радиограмм с сообщениями о возникновении повреждений; технических актов, составляемых судовыми экипажами; технического отчета судна;

данных по выборочным замерам остаточных толщин отдельных конструкций, выполненным во время докового ремонта;

данных предремонтной дефектации, выполненной во время эксплуатации;

данных дефектации корпуса, выполненной на СРЗ.

Указанные материалы поступают в пароходство в систему учета, контроля и прогнозирования технического состояния корпуса, разработанную ЦНИИМФом.

5. Методические указания по контролю и учету обрастания подводной части корпуса и лопастей гребного винта

5.1. Общие положения.

5.1.1. Контроль подводной части корпуса и лопастей гребного винта (обрастание и увеличение шероховатости) основан на использовании ходовых характеристик судна, связывающих скорость судна V, мощность главного двигателя N с частотой вращения гребного вала n и осадкой судна T.

5.1.2. Контроль предполагает наличие ходовых характеристик для чистых корпуса и гребного винта (рис. 5.1), полученных не позднее 3 мес после докования при двух-трех значениях осадки (в грузу, полугрузу и в балласте) на глубокой воде (не менее 6 осадок судна) и тихой погоде (ветер не более 4 баллов, волнение не более 3 баллов).

5.1.3. Контроль осуществляется с помощью кривой действия винта (коэффициент момента), полученной заранее на основе характеристик, указанных в п. 5.1.2 (рис. 5.2).

5.1.4. Характеристики, указанные в пп. 5.1.2 и 5.1.3, подготавливаются отделом теплотехники пароходства.

5.2. Контроль состояния гребного винта.

5.2.1. Контроль осуществляется следующим образом. Пусть по данным измерений при частоте вращения n и осадке T_4 мощность равна N_4 и скорость V_4.

5.2.2. Полученные значения мощности и скорости соответствуют значениям в точке, определяемой частотой вращения и осадкой T_2 и выбранной за эталонную при построении кривой действия винта (см. рис. 5.2). Получают относительные величины:

$$\bar{N}_4 = N_4/N_2; \quad \bar{V} = V_4/V_2. \tag{5.1}$$

5.2.3. По этим данным наносят точку *4* (см. рис. 5.2). По отклонению точки *4* от кривой действия винта находят относительное изменение мощности из-за состояния гребного винта:

$$\Delta\bar{N}_4^{\text{в}} = \bar{N}_4 - \bar{N}'_4, \tag{5.2}$$

где $\bar{N}'_4$ — относительная величина изменения мощности, соответствующая величине $\bar{V}_4$ при чистом винте (см. рис. 5.2).

5.2.4. Предельное увеличение мощности $\bar{N}_4^{\text{в}}$, при котором должно осуществляться в соответствии с РД 31.26.03—86 (Инструкция по шлифованию лопастей гребных винтов в эксплуатации и при ремонте судов) шлифование поверхности гребных винтов, составляет около 5%.

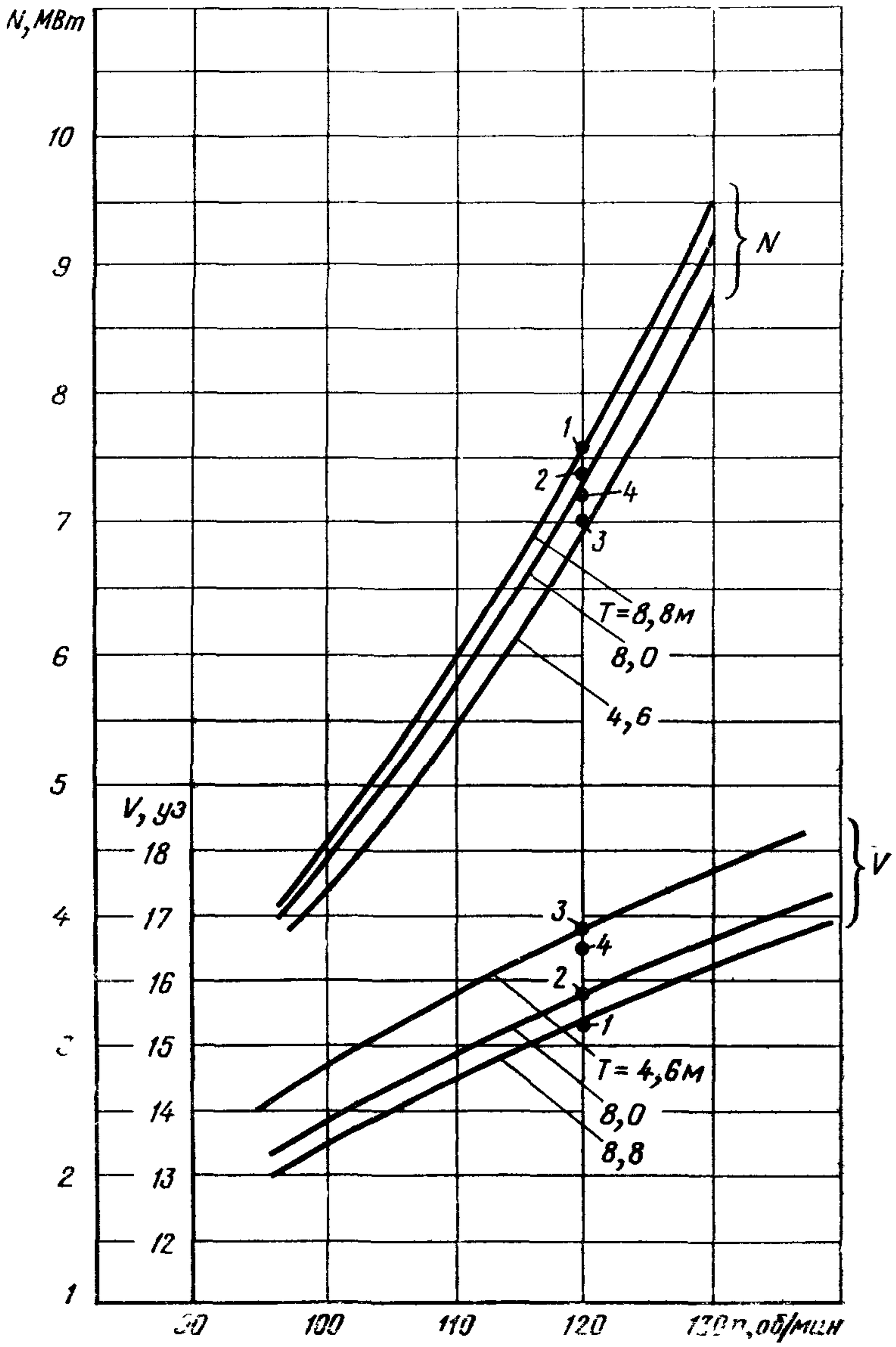


Рис 5 1 Ходовые характеристики судна

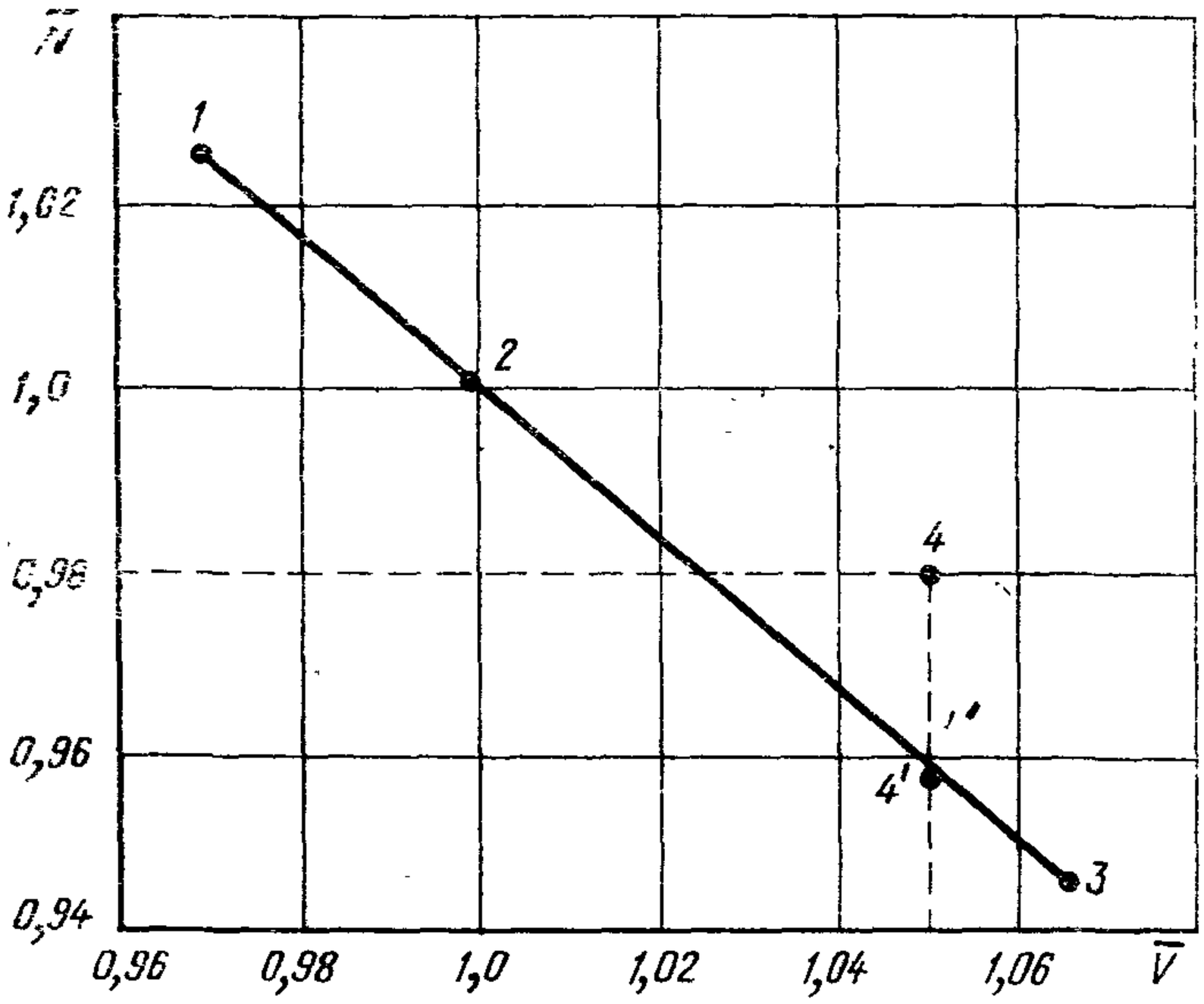


Рис. 5.2. Кривая действия винта

5.3. Контроль обрастания корпуса.

5.3.1. По ходовым характеристикам (см. рис. 5.1) определяют суммарное изменение мощности из-за обрастания корпуса и гребного винта:

$$\Delta N_\Sigma = N_4 — N_4^\circ, \tag{5.3}$$

где N_4° — соответствующее значение мощности при чистых корпусе и гребном винте для измеренной частоты вращения n и осадки T_4.

5.3.2. Относительная величина суммарного изменения мощности составит

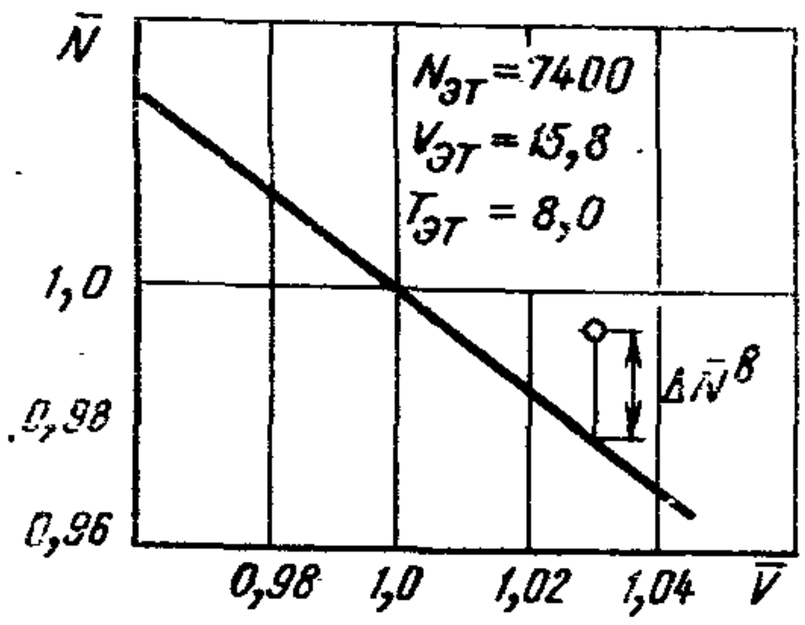
$$\Delta \bar{N}_\Sigma = N_4/N_2 — \bar{N}_4^\circ/N_2 = \bar{N}_4 — \bar{N}_4^\circ. \tag{5.4}$$

5.3.3. Величину относительного изменения мощности из-за обрастания только подводной части корпуса находят как разность между величинами $\Delta \bar{N}_\Sigma$ и $\Delta \bar{N}_4$, т. е.

$$\Delta \bar{N}_4^к = \Delta \bar{N}_\Sigma — \Delta \bar{N}_4^в. \tag{5.5}$$

5.3.4. Результаты контроля обрастания подводной части корпуса и состояния лопастей гребного винта заносят в карту учета (рис. 5.3).

Кривая действия винта



Ходовые характеристики

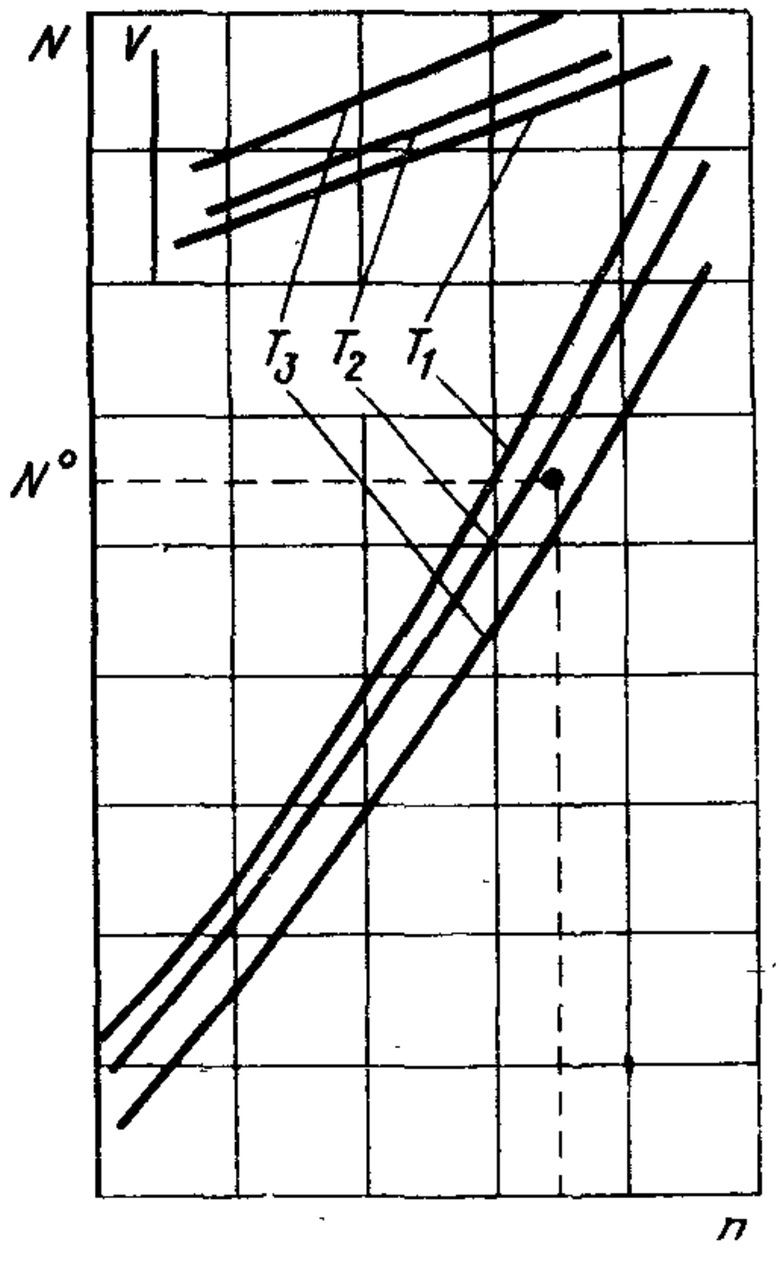


Рис. 5.3. Карта учета обрастания корпуса и состояния лопастей гребного винта

Дата	02.10.86						

Параметры, измеряемые в эксплуатации

n	120						
T	4,6						
N	7250						
V	16,6						
$\bar{N}$	0,98						
$\bar{V}$	1,05						

Контроль винта

$\bar{N'}$	0,958						
$\bar{\Delta N}^{в}$	0,022						

Контроль корпуса

$N°$	7000						
$\bar{N}^{°}_{.}$	0,945						
$\Delta\bar{N}_{\Sigma}$	0,035						
$\Delta N^{к}$	0,013						

5.4. Указания по заполнению карты учета обрастания подводной части корпуса и состояния лопастей гребного винта.

В левой части карты должны быть построены ходовые характеристики (п. 5.1:2) и кривая действия винта (п. 5.3.4):

n— частота вращения гребного винта, об/мин;

T— осадка судна, м;

N— мощность главного двигателя, кВт (л. с.);

$\bar{N}$— относительная величина мощности главного двигателя, отнесенная к соответствующему значению мощности при выбранной эталонной осадке и фиксированной частоте вращения гребного винта;

V— скорость судна, уз;

$\bar{V}$— относительная величина скорости судна, отнесенная к соответствующему значению скорости при выбранной эталонной осадке и фиксированной частоте вращения гребного винта;

N'_4— величина изменения мощности, соответствующая $\bar{V}_4$ при чистом винте (снимается с рис. 5.2);

$\Delta\bar{N}_4^{в}$— величина изменения мощности из-за изменения состояния гребного винта: $\Delta N_4^{в} = N_4 - N'_4$;

$N_4^{о}$— величина мощности при чистых корпусе и винте для измеренной частоты вращения и осадки;

$\bar{N}_4^{о}$— относительная величина мощности: $\bar{N}_4^{о} = N_4^{о}/N_2$;

$\Delta\bar{N}_\Sigma$— относительное суммарное изменение мощности из-за обрастания корпуса и гребного винта: $\Delta\bar{N}_\Sigma = \bar{N}_4 - \bar{N}_4^{о}$;

$\Delta N_4^{к}$— относительное изменение мощности из-за обрастания подводной части корпуса: $\Delta N_4^{к} = \Delta\bar{N} - \Delta N_4^{в}$.

5.5. Указания по построению кривой действия винта (коэффициента момента).

5.5.1. С графика ходовых характеристик (см. рис. 5.1) снимают при фиксированной частоте вращения n значения мощности и скорости для соответствующих величин осадок (T_1, T_2 и T_3): N_1, N_2, N_3 и V_1, V_2, V_3.

5.5.2. Значения мощности и скорости относят к соответствующим значениям, принятым за эталонные при фиксированной осадке, например, T_2. Получим относительные величины мощности и скорости: $\bar{N}_1$; 1,0; $\bar{N}_3$ и $\bar{V}_1$; 1,0; V_3.

5.5.3. По полученным данным строят кривую действия винта (см. рис. 5.2) $\bar{N} = f(\bar{V})$.

5.5.4. В табл. 5.1 приведены численные значения параметров, снятые с характеристик (см. рис. 5.1), на основе которых построена кривая действия винта (см. рис. 5.2).

Таблица 5.1

Название судна	Дата			
Параметры, снятые с исходной ходовой характеристики при фиксированной частоте вращения	n	120	120	120
	T	8,8	8,0	4,6
	N	7600	7400	7000
	$\overline{N}$	1,025	1,0	0,945
	V	15,3	15,8	16,8
	V	0,97	1,0	1,065

6. Методика определения технического состояния судовых дизелей

6.1. Общие положения.

6.1.1. Настоящая методика распространяется на все типы судовых дизелей. Степень применимости отдельных положений методики к конкретному дизелю определяется его оснащенностью контрольно-измерительными приборами и конструктивными особенностями.

6.1.2. При разработке документации по техническому обслуживанию судовых дизелей по состоянию следует различать следующие виды контрольных операций.

6.1.2.1. Осмотр дизеля, его сборочных единиц и деталей без демонтажных работ или с минимальными разборками для обеспечения доступа и выполнения измерений зазоров или других параметров технического состояния с помощью штатных контрольно-измерительных приборов и приспособлений.

6.1.2.2. Регистрация и обработка теплотехнических рабочих параметров, полученных с помощью штатных и дополнительных контрольно-измерительных приборов.

6.1.2.3. Контрольная разборка узла для выполнения очистки, осмотра, замеров, замены или ремонта отдельных деталей.

6.1.3. Периодичность выполнения контрольных операций по наработке или календарному сроку должна быть установлена в плане-графике по техническому обслуживанию дизеля.

6.1.4. Контрольные операции, указанные в подпункте 6.1.2.1, направлены на выявление главным образом внезапных отказов и должны планироваться и выполняться в сроки и с периодичностью, предусмотренными инструкцией по эксплуатации дизеля. Примеры таких операций: осмотр картера с проверкой крепления деталей и поступления смазки к узлам; замер раскепов коленчатого вала; осмотр рабочих поверхностей распределительного механизма с замером зазоров в подшипниках; проверка затяга анкерных связей и др.

Примечание. Полный перечень контрольных операций устанавливается на основе инструкции по эксплуатации конкретного дизеля, так же как и нормы допустимого износа или других отклонений параметров технического состояния.

Факт выполнения контрольных операций должен регистрироваться в плане-графике технического обслуживания. Результаты

контроля с описанием выявленных неисправностей и принятых мер, а также результаты измерений отражаются в Журнале учета технического состояния СТС по заведованию механика (форма ЭД-4).

Примечание. При наличии на судне других форм учета технического состояния дизелей, согласованных с технической службой судовладельца, результаты контроля отражаются в этих документах.

6.1.5. Контроль рабочих параметров дизеля с помощью штатных приборов осуществляется вахтенным персоналом с периодической регистрацией в машинном журнале значений параметров главного двигателя и отклонений от нормы параметров вспомогательных двигателей.

В общем случае контролируются и регистрируются следующие параметры: давление рабочих сред (масла, охлаждающей воды, топлива, продувочного воздуха, выпускных газов); температура рабочих сред; частота вращения дизеля и турбокомпрессоров; нагрузка двигателя; перепады давления и температуры в системах двигателя; внешние условия: давление и температура воздуха, температура забортной воды.

Примечание. Перечень контролируемых параметров определяется для каждого конкретного дизеля в зависимости от его оснащенности штатными измерительными приборами и конструктивных особенностей.

6.1.5.1. Контроль рабочих параметров с помощью дополнительных приборов осуществляется механиком по заведованию (II или III механиком) периодически в назначенные сроки или в случае появления признаков неисправности вне зависимости от назначенных сроков. Результаты контроля отражаются в Журнале индицирования (форма ЭД-4.3) или в Журнале учета технического состояния СТС по заведованию.

Дополнительно могут контролироваться: давление газов (максимальное или в зависимости от угла поворота коленчатого вала) в цилиндре дизеля и в системах продувки—выпуска; температура отдельных частей двигателя или его систем; виброскорость и виброускорение отдельных частей двигателя; расход топлива, масла и охлаждающей воды в замкнутых контурах.

6.1.5.2. Анализ и обработку измеренных значений рабочих параметров осуществляет механик, в заведовании которого находится двигатель, под общим контролем старшего механика. Ответственность за правильность действий при внезапном изменении контролируемых штатными приборами параметров несет вахтенный механик.

6.1.6. Организация работ по контрольной разборке узлов двигателя (см. подпункт 6.1.2.3) должна базироваться на одном из следующих методов:

разборка (выполнение работ) по результатам контроля фактического технического состояния путем осмотров или на основании косвенных параметров, выполняемая с назначенной периодичностью;

разборка части однотипных узлов с назначенной периодичностью и перенесением результатов контроля на другие узлы (выборочный контроль);

разборка с назначенной периодичностью (по наработке или календарному времени);

разборка (выполнение работ) при внешнем проявлении неисправности или отказа.

6.1.6.1. Принцип выполнения восстановительных работ по фактическому состоянию в рамках плановой системы технического обслуживания может быть применен к сборочным единицам и узлам двигателя в тех случаях, когда имеющимися средствами обеспечен достотачный безразборный контроль технического состояния.

Признаки достаточности контроля:

контроль выполняется с назначенной периодичностью;

применяемые средства и методы контроля позволяют выявить критические значения параметров технического состояния узла, при превышении которых появляется риск отказа двигателя в целом;

выход за допустимые значения неконтролируемых параметров технического состояния отдельных деталей не приводит к отказам других деталей узла.

На основе контроля фактического технического состояния может выполняться техническое обслуживание следующих узлов судового дизеля:

рабочие втулки и поршни — очистка рабочих цилиндров и поршней с заменой колец (моточистка цилиндров);

выпускные и всасывающие клапаны рабочих цилиндров — замена (восстановление);

турбокомпрессоры — очистка проточной части, замена подшипников качения;

форсунки и топливные насосы высокого давления — регулировка и замена;

ресивер продувочного воздуха, продувочные и выпускные окна, подпоршневые полости, выпускные трубопроводы и коллектор, полости водяного охлаждения — очистка;

теплообменные аппараты и фильтры — очистка;

система циркуляционной смазки — замена масла с очисткой картера.

6.1.6.2. Принцип выборочной переборки может быть применен к однотипным сборочным единицам и узлам двигателя, безразборный контроль технического состояния которых не обеспечен соответствующими методами и средствами.

В первый назначенный срок должна производиться контрольная переборка не менее 30% общего количества однотипных узлов двигателя. Максимальный срок (наработка) между контрольными переборками любого из узлов не должен превышать удвоенного первоначально назначенного срока (наработки).

Выборочному контролю подлежат узлы двигателя, техническое состояние которых определяется процессами нормального износа.

К ним, например, относятся: рамовые, головные и мотылевые подшипники (в частности, с многослойными вкладышами); механизмы привода топливных насосов высокого давления и газораспределительных органов; сальники уплотнения штоков поршней; внутренние изнашиваемые или загрязняемые детали рабочих поршней и др.

6.1.6.3. Контрольной разборке с назначенной периодичностью подлежат узлы двигателя, обеспечивающие безопасность его работы и маневренные качества судна. К ним относятся: предохранительные клапаны; главный пусковой и пусковые клапаны; реверсивное устройство; регулятор частоты вращения с сервомотором и приводом; воздухораспределитель, клапаны управления и блокировки.

Примечание. Полный перечень узлов, подлежащих переборке с назначенной периодичностью, определяется для каждого конкретного типа двигателя с учетом его конструктивных особенностей.

6.1.7. Внеплановые работы, не предусмотренные планом-графиком технического обслуживания, могут выполняться по результатам контроля, указанного в подпункте 6.1.2.1. К ним же относятся работы по устранению неисправностей, выявленных в процессе вахтенного обслуживания.

6.2. Методические указания по контролю состояния рабочих втулок и поршней.

6.2.1. Техническое состояние цилиндропоршневой группы характеризуется следующими признаками: плотностью цилиндра, связанной с износом колец и втулки или с поломкой и «залеганием» колец; наличием повреждений или чрезмерным загрязнением втулки, поршня и поршневых колец.

6.2.2. Плотность цилиндра должна контролироваться в назначенные для каждого типа двигателя сроки следующими способами.

6.2.2.1. Измерение давления конца сжатия в цилиндре с помощью максиметра, механического индикатора или индикатора другого типа и сопоставление полученного значения с эталонным. Поскольку давление конца сжатия P_c в большой мере определяется давлением в начале сжатия (давлением наддува) P_{int}, в качестве диагностического параметра принимается отношение P_c/P_{int}, где давления сжатия и наддува являются абсолютными и рассчитываются путем суммирования замеренного и барометрического давления.

Учитывая, что давление конца сжатия зависит от частоты вращения, рекомендуется с целью повышения точности диагноза измерять давление сжатия на режиме малого хода для главных судовых дизелей и на режиме холостого хода с пониженной частотой вращения для вспомогательных двигателей. Частота вращения должна быть одинаковой во всех случаях измерений с целью контроля плотности цилиндра.

Эталонное значение отношения P_c/P_{int} определяется по результатам стендовых испытаний, а при их отсутствии — путем измере-

ния на заведомо исправном приработанном цилиндре. Критерием неудовлетворительной плотности цилиндра является снижение отношения P_c/P_{int} на 6% по сравнению с эталонным значением.

Примечание. Причиной неплотности цилиндра может быть пропуск воздуха через всасывающий или выпускной клапан (см. п. 6.3.2).

Периодичность контроля — в соответствии с подпунктом 4.1.2 ч. II РД 31.21.30—83 «Правила технической эксплуатации судовых технических средств».

6.2.2.2. Проверкой плотности с помощью пневмоиндикатора ПИ-1 (ПИ-Ц). Описание пневмоиндикатора и подготовка его к ра-

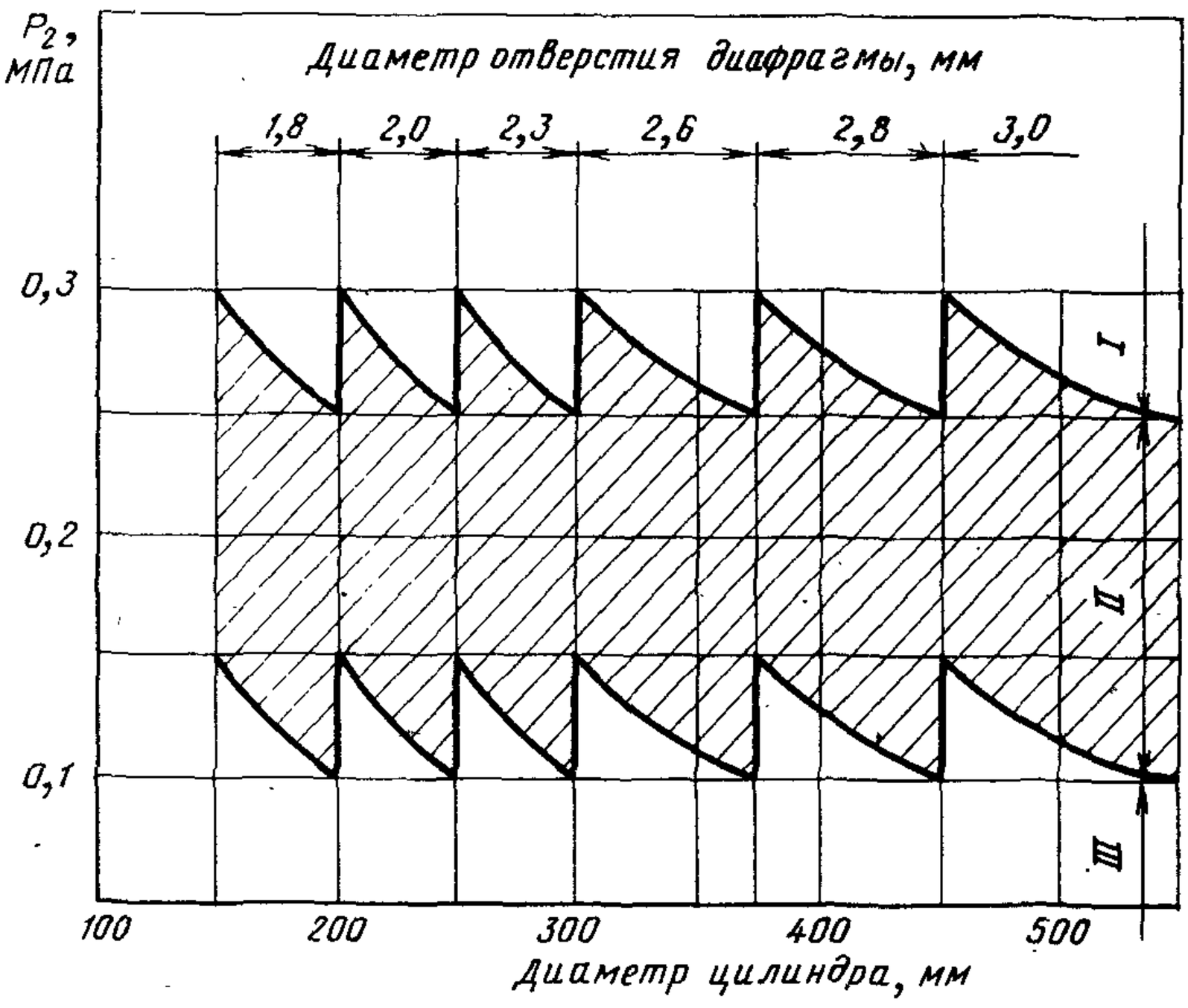


Рис. 6.1. Нормы плотности цилиндра при использовании пневмоиндикатора ($\Delta P = P_1 - P_2 = 0{,}15$ МПа):
I — хорошая плотность; II — удовлетворительная плотность; III — неудовлетворительная плотность

боте изложены в п. 2.3.5 настоящего Руководства. Диаметр диафрагмы, устанавливаемой в расходомерном блоке прибора, выбирается в зависимости от диаметра цилиндра дизеля (рис. 6.1). При контроле плотности цилиндров диаметром более 400 мм обязательной является процедура проверки гидравлической характеристики прибора совместно с индикаторным краном при открытых газораспределительных органах цилиндра (см. п. 2.3.5).

Для проведения замера поршень устанавливается в положение верхней мертвой точки (ВМТ) при закрытых клапанах газораспределения, прибор подсоединяется к индикаторному крану, в него подается воздух и устанавливается перепад давления $\Delta P = 0{,}15$ МПа на расходомерном устройстве. Мерой плотности является давление

P_2, нормативное значение которого для трех категорий технического состояния приведено на рис. 6.1.

При хорошей плотности не всегда удается установить перепад $\Delta P = 0{,}15$ МПа. В этом случае мерой хорошего состояния является значение $P_2 \geqslant 0{,}45$ МПа при $P_1 = 0{,}6$ МПа.

Следует иметь в виду, что показания прибора значительно зависят от состояния индикаторного канала. Поэтому перед выполнением замеров необходимо убедиться, что индикаторный канал не забит нагаром, клапан полностью открыт, утечки через неплотности прибора и индикаторного клапана отсутствуют.

6.2.2.3. Проверка плотности путем замера давления в цилиндре при проворачивании двигателя ВПУ. Этот способ применим для двигателей большой размерности, где имеется ВПУ с электрическим приводом.

Для выполнения замера на индикаторный кран с помощью переходника устанавливается мановакуумметр с диапазоном измерений от —1 до +6 бар. Проворачивая двигатель от нижней мертвой точки (НМТ) до ВМТ испытуемого цилиндра, регистрируют максимальное давление в цилиндре, которое является мерой его плотности. Значение этого давления зависит от частоты вращения двигателя ВПУ и других конструктивных особенностей двигателя, поэтому нормативные значения для контроля технического состояния цилиндра должны определяться индивидуально для каждого типа путем проверки плотности этим способом в сопоставлении с фактическим состоянием.

В качестве измерительного прибора в данном случае может использоваться манометр пневмоиндикатора, подсоединяемого с помощью шланга к индикаторному крану. При этом нужно иметь в виду, что манометры могут быть повреждены при создании разрежения в цилиндре, когда поршень идет вниз.

6.2.2.4. Периодичность проверки плотности цилиндров по подпункту 6.2.2.2 или 6.2.2.3 устанавливается 1000—2000 ч. При появлении признаков снижения плотности в соответствии с подпунктом 6.2.2.1 проверка с помощью пневмоиндикатора или путем проворачивания ВПУ производится при первой возможности.

6.2.3. Наличие повреждений цилиндровой втулки и поршня определяется путем осмотра этих узлов через продувочные и выпускные окна, а также через другие отверстия с помощью эндоскопа. При этом нужно следить, чтобы эндоскоп не был сломан движущимся поршнем.

Признаки хорошего состояния: рабочая поверхность втулки гладкая, покрыта легким слоем масла, не имеет следов задиров и натиров; головка (днище) поршня не имеет следов выгорания металла; поршневые кольца хорошо приработаны, не имеют продольных рисок, подвижны в канавках, на кромках колец (за исключением верхнего) имеются валики масла.

Признаки неудовлетворительного состояния: одно или несколько поршневых колец сломаны; на кольцах имеются многочисленные риски, перекрывающие всю высоту кольца; одно или несколь-

ко колец «залегли» или потеряли подвижность из-за скопления нагара в закольцевом пространстве; на поверхности втулки и колец видны пропуски газов (сухая темная поверхность); на днище поршня имеются значительное выгорание металла или следы попадания воды; на поверхности втулки — следы натиров и задиров.

Примечание. *Признаки хорошего и неудовлетворительного состояния элементов цилиндропоршневой группы при визуальной оценке обычно даются в инструкции по эксплуатации двигателя. Промежуточное (удовлетворительное) состояние допускает некоторое количество повреждений, степень значительности которых определяет механик при осмотре цилиндра.*

Периодичность осмотра цилиндров и поршней через продувочные и выпускные окна двухтактных двигателей должна соответствовать указанной в инструкции по эксплуатации. Осмотр цилиндра эндоскопом через форсуночное отверстие рекомендуется производить через 1000—2000 ч при замене форсунки.

6.3. Методические указания по контролю состояния всасывающих и выпускных клапанов.

6.3.1. Основным критерием работоспособности клапанов является состояние посадочных поверхностей тарелки и седла клапана, обеспечивающих его плотность. При хорошем или удовлетворительном состоянии клапан герметичен, при неудовлетворительном — пропускает воздух или газы в закрытом состоянии.

6.3.2. Признаком неисправного состояния клапанов, для которого характерно пропускание газов, является повышение температуры выпускных газов при одновременном снижении максимального давления и давления сжатия в рабочем цилиндре. В случае неисправности всасывающего клапана наблюдается повышение температуры всасывающего патрубка крышки цилиндра на 5—8 °С по сравнению с другими цилиндрами, что может быть проконтролировано с помощью контактного цифрового термометра ТТЦ-1-01 (см. п. 2.3.4 настоящего Руководства).

Постоянный контроль состояния клапанов по температуре выпускных газов осуществляет вахтенный механик. Проверка давления в рабочем цилиндре и температуры всасывающего патрубка выполняется механиком по заведованию при появлении признаков неисправности либо в сроки, указанные в подпункте 6.2.2.1.

6.3.3. На остановленном двигателе плотность клапанов проверяется с помощью пневмоиндикатора ПИ-1 (ПИ-Ц). Для этого необходимо:

установить поршень проверяемого цилиндра в ВМТ конца хода сжатия (клапаны закрыты);

установить в прибор ПИ-1 дроссельную шайбу, соответствующую диаметру цилиндра двигателя;

подсоединить прибор к индикаторному крану и открыть его;

подать воздух в прибор.

Оценка состояния производится по величине P_2, нормативные значения которой для трех категорий технического состояния приведены на рис. 6.1.

Практика показывает, что в некоторых (редких) случаях значение P_2 резко падает из-за попадания под клапан частиц нагара во время работы двигателя на холостом ходу или на малой нагрузке перед остановкой. Поэтому в тех случаях, когда перед контролем плотности не было обнаружено повышение температуры газов, рекомендуется повторить замер плотности с помощью пневмоиндикатора после запуска двигателя и кратковременной его работы.

Проверка плотности клапанов должна производиться одновременно с проверкой плотности цилиндров в соответствии с указаниями, приводимыми в подпункте 6.2.2.4.

6.3.4. Наиболее информативным способом контроля клапанов и газоходов является их осмотр с помощью жесткого или гибкого эндоскопа через форсуночное или другое отверстие в крышке цилиндра.

Признаки состояний по посадочным поверхностям:

хорошее — посадочные поверхности тарелки клапана и седла чистые, имеют матовый оттенок; на поверхности может быть небольшое число мелких, не соединенных между собой пятен;

удовлетворительное — на посадочных поверхностях значительное число пятен и мелких повреждений, не выходящих на края поверхности; мелкие пятна могут быть соединены между собой и образовывать сложный рисунок, не выходящий за границы посадочной поверхности;

неудовлетворительное — пятна и мелкие повреждения соединены и полностью пересекают посадочную поверхность; частичный или полный прогар посадочной поверхности; крупные раковины и повреждения на посадочных поверхностях.

Состояние газоходов в крышке цилиндра оценивается по количеству отложений. Отложения маслянистого нагара в газоходе всасывающего клапана не должны перекрывать более 20% площади проходного сечения. Наличие маслянистого нагара в выпускном канале не является браковочным признаком.

Осмотр клапанов с помощью эндоскопа рекомендуется производить по истечении около 70% срока, назначенного до переборки по расписанию, совмещая эту работу с заменой форсунки, а также при появлении признаков неисправности, указанных в пп. 6.3.2—6.3.3.

6.4. Методические указания по контролю состояния турбокомпрессоров.

6.4.1. Для контроля технического состояния турбокомпрессоров наддува дизелей применяются следующие методы: параметрический; замер ударных импульсов; замер вибрации; визуальный осмотр.

6.4.2. Постоянный контроль технического состояния турбокомпрессоров осуществляется по штатным контрольно-измерительным приборам с замером следующих параметров: частота вращения ротора; давление наддува; температура газов перед турбиной; температура газов за турбиной.

Дополнительно рекомендуется измерять: давление газов перед турбиной (у двигателей с системой турбонаддува постоянного давления) и за турбиной; температура воздуха за компрессором.

6.4.2.1. Суждение о техническом состоянии проточной части турбокомпрессора выносится на основе сравнения измеренных значений параметров со значениями, полученными при стендовых испытаниях в соответствующем режиме. В качестве режимных параметров принимаются: мощность двигателя — для давления наддува, температуры газов и давления перед турбиной; давление наддува — для частоты вращения ГТК и для температуры воздуха.

При сравнении параметров должна быть внесена поправка на температуру воздуха на всасывании в компрессор и на качество топлива. Повышение температуры воздуха на всасывании на 1 °С приводит при прочих равных условиях к повышению температуры газов перед турбиной на 2—3 °С. Переход с дизельного на тяжелое топливо повышает температуру газов на 7—15 °С (указаны ориентировочные цифры, которые могут использоваться при отсутствии указаний в инструкции по эксплуатации).

6.4.2.2. Признаками загрязнения турбокомпрессора являются: повышение температуры газов перед турбиной; снижение давления наддува; снижение частоты вращения турбокомпрессора (при первоначальном незначительном загрязнении соплового аппарата турбины возможно некоторое увеличение частоты вращения и давления наддува).

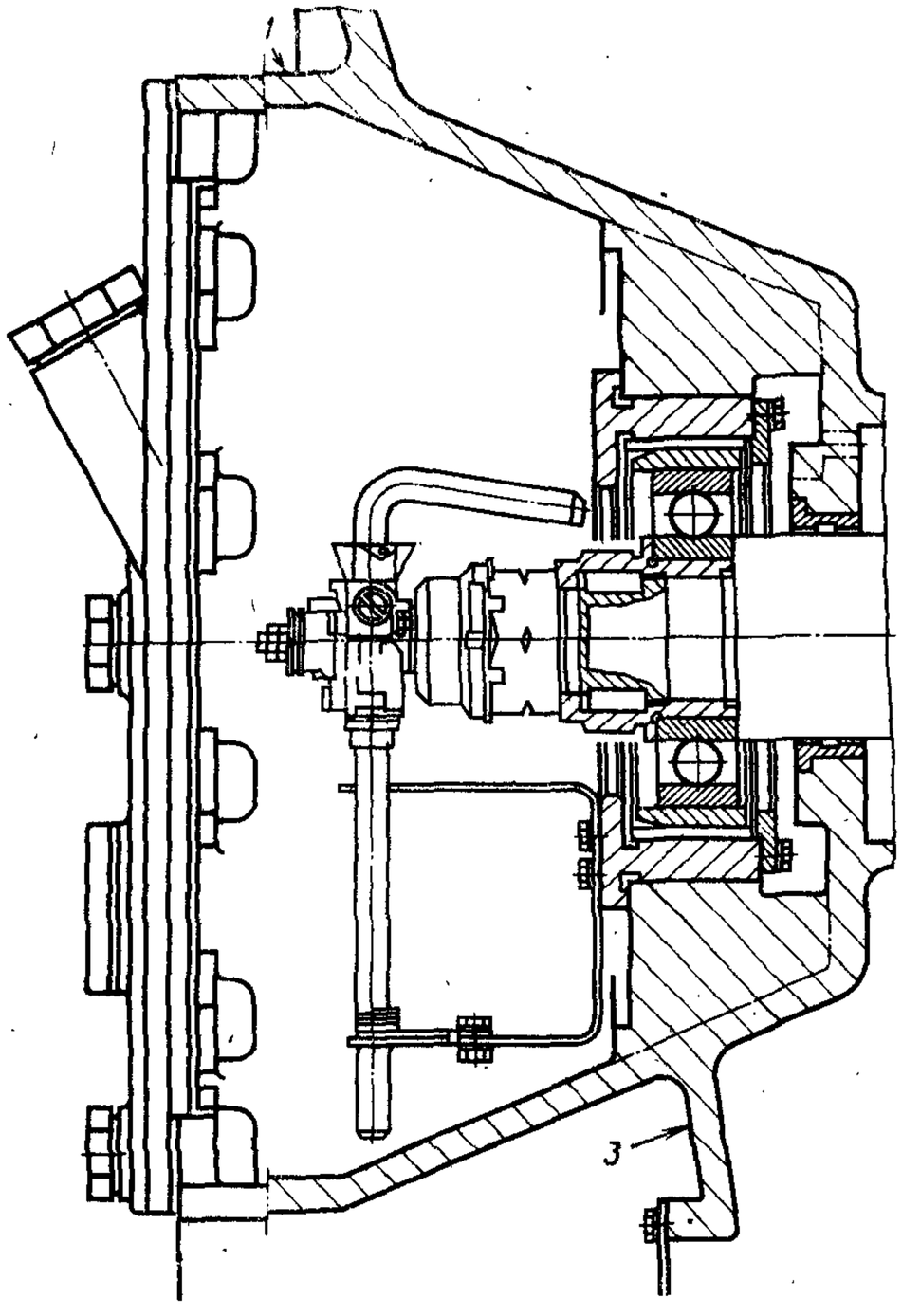
Дополнительными признаками загрязнения турбины являются: снижение перепада температуры на турбине; увеличение давления перед турбиной.

Дополнительный признак загрязнения компрессора — повышение температуры воздуха за компрессором.

Критерием неудовлетворительного состояния проточной части ГТК является повышение температуры выпускных газов до предельного значения, установленного инструкцией, при работе на полной нагрузке.

Примечание. При оценке загрязнения турбокомпрессора по параметрам необходимо учитывать техническое состояние топливной аппаратуры и цилиндропоршневой группы.

6.4.3. Замер ударных импульсов прибором ИСП-1 позволяет оценивать состояние подшипников качения турбокомпрессора. Особенность заключается в том, что подшипники качения ГТК располагаются в демпферных устройствах. Поэтому к замеренному значению dB_N (см. п. 2.3.1 настоящего РД) следует добавлять 10—12 дБ и сравнивать его с нормами хорошего, удовлетворительного и неудовлетворительного состояний. Место измерения импульсов выбирают таким образом, чтобы оно было ближайшим к демпферному устройству подшипника и не имело на пути распространения сигнала перехода на другие детали и прокладок (рис. 6.2). Периодичность замера ударных импульсов на подшипниках ГТК при хорошем техническом состоянии — 1000 ч, при удовлетворительном — 500 ч.



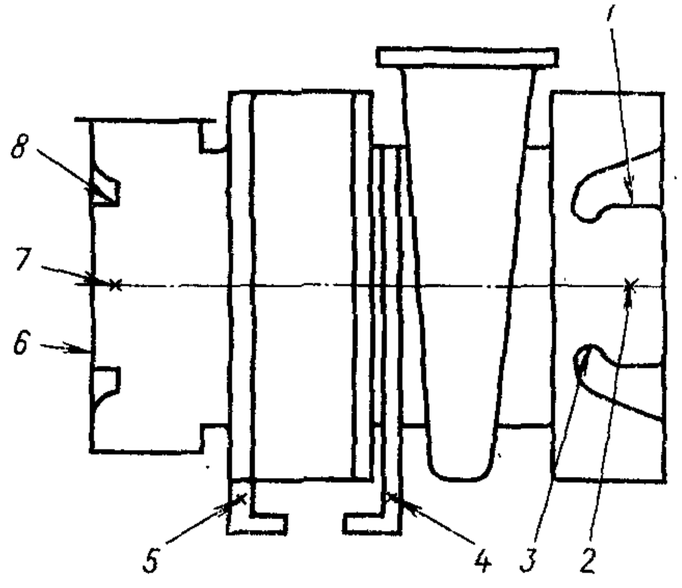
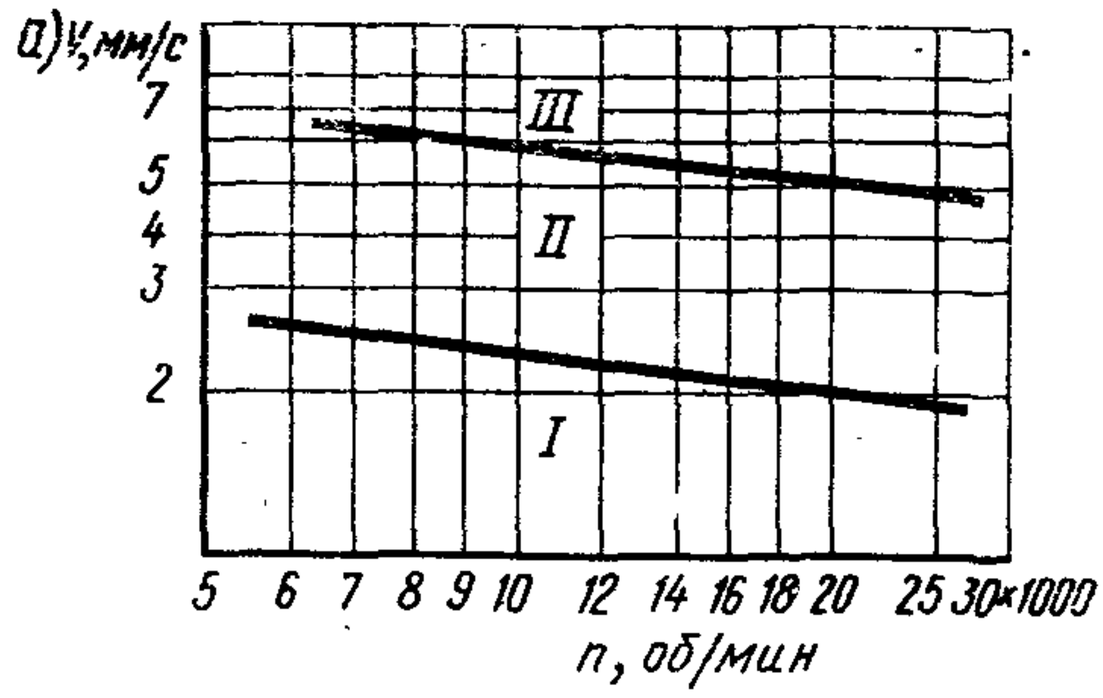


Рис. 6.2. Точки измерения ударных импульсов и вибрации на корпусе турбокомпрессора:
↓, × — точки измерения; *1, 2, 7, 8* — замер вибрации подшипников; *3, 6* — замер ударных импульсов; *4, 5* — замер общей вибрации ГТК

6.4.4. Уровень вибрации турбокомпрессора (виброскорость) рекомендуется измерять на основной частоте в районе подшипников и лап крепления к двигателю (см. рис. 6.2) виброметром ВШВ-003, описанным в п. 2.3.2 настоящего РД. Этим методом выявляются неисправности ГТК, связанные с нарушением динамической балансировки: повреждения ротора, неравномерное отложение загрязне-



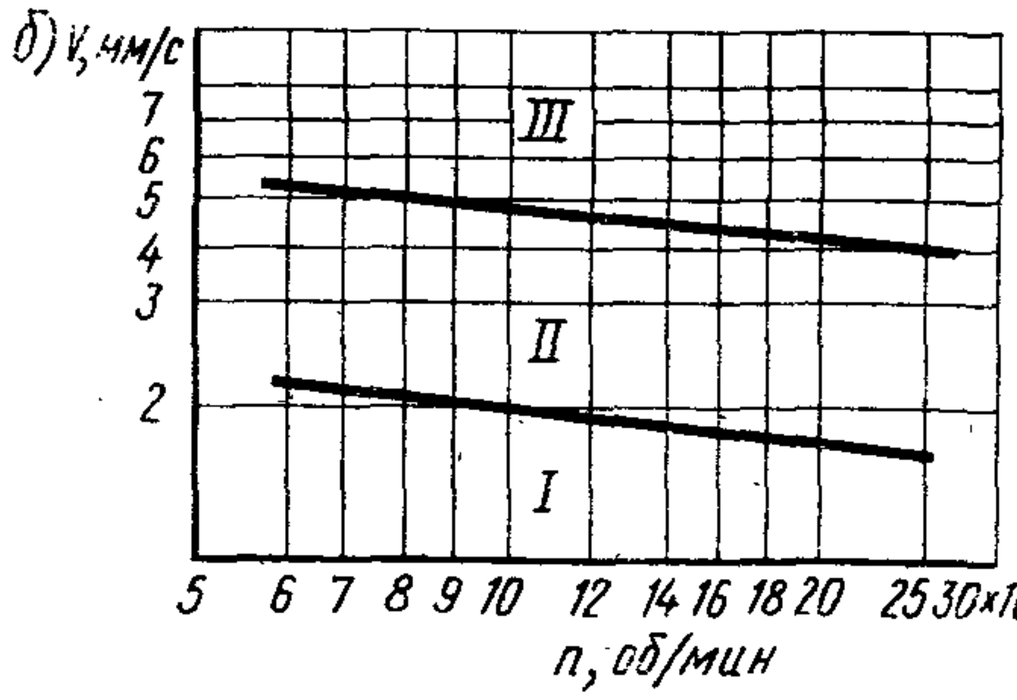


Рис. 6.3. Нормы вибрации турбокомпрессоров для наддува дизелей:
а — с подшипниками качения; *б* — с подшипниками скольжения; I — хорошее состояние; II — удовлетворительное состояние; III — неудовлетворительное состояние

ний на деталях и т. п. Рекомендуемая периодичность проверки— 2000 ч и чаще при появлении признаков повышенной вибрации. Нормы вибрации турбокомпрессоров, соответствующие разным категориям технического состояния, приведены на рис. 6.3.

6.4.5. Визуальный осмотр внутренних полостей турбокомпрессора рекомендуется производить при появлении признаков неисправности, указанных в пп. 6.4.2 и 6.4.4. Осмотр производится через лючки на корпусе турбокомпрессора или другие отверстия (например, отверстие для термометра) с помощью жесткого эндоскопа с боковым обзором или гибкого эндоскопа. При этом оцениваются величина отложений на рабочих лопатках и на сопловом аппарате, целостность проволоки, связующей рабочие лопатки, и наличие их

повреждений. У улиток турбин ГТК, подверженных прогарам, периодически (не реже чем 1 раз в год) проверяется толщиномером толщина стенок.

6.5. Методические указания по контролю технического состояния топливной аппаратуры.

6.5.1. При контроле технического состояния топливной аппаратуры двигателя следует различать два случая:

общее ухудшение технического состояния, связанное с общим износом плунжерных пар и форсунок и разрегулировкой двигателя;

появление неисправности одного из элементов топливной аппаратуры (насоса, форсунки) на отдельном цилиндре двигателя.

6.5.2. Интегральным показателем ухудшения технического состояния топливной аппаратуры является увеличение приведенного удельного расхода топлива. Сопутствующими признаками являются: появление или увеличение дымности выпускных газов; повышение температуры выпускных газов; снижение отношения максимального давления рабочего цикла к давлению сжатия по всем цилиндрам; увеличенное показание указателя нагрузки или индексов топливных насосов (ИТН).

Значения удельного расхода топлива и других показателей должны сравниваться со значениями, полученными при стендовых испытаниях двигателя в соответствующем режиме.

Признаками неудовлетворительного состояния топливной аппаратуры являются: увеличение приведенного удельного расхода топлива более чем на 10%; выход температуры выпускных газов при работе на полной нагрузке за максимально допустимое значение, установленное инструкцией по эксплуатации.

Примечание. Указанные выше признаки могут появиться в результате недостаточного воздухоснабжения двигателя из-за неисправности турбонагнетателя, заноса проточных частей или неблагоприятных атмосферных условий, а также в случае применения низкокачественного топлива. При анализе состояния топливной аппаратуры эти причины должны быть учтены.

6.5.2.1. Расход топлива на двигатель рекомендуется измерять объемным способом с использованием мерного бака. При расчете приведенного расхода следует учитывать удельную плотность, температуру и удельную теплоту сгорания топлива.

6.5.2.2. Мощность главного двигателя определяется путем измерения частоты вращения и среднего индикаторного давления с помощью механического индикатора, прибора К-748 или другими способами. Мощность дизель-генераторов определяется по щитовым приборам, контролирующим нагрузку генератора.

6.5.3. Исправность отдельных цилиндров топливной аппаратуры определяется путем сравнения параметров испытуемого цилиндра со средними значениями параметров для двигателя в целом.

В качестве контролируемых параметров используются: давление, температура газов и ИТН: максимальное давление топлива в зависимости от угла поворота коленчатого вала; ударные импульсы в деталях при работе двигателя; геометрические углы подачи топлива.

6.5.3.1. Признаки неисправностей при контроле по температуре выпускных газов на выходе из цилиндра, максимальному давлению газов в цилиндре и ИТН:

температура газов повышена, давление в норме или повышено, ИТН увеличен — перегрузка цилиндра;

температура газов повышена (понижена), давление понижено (*повышено*), ИТН *в норме — поздняя (ранняя) подача топлива*;

температура газов повышена, давление в норме или снижено, ИТН в норме — неисправность форсунки;

температура и давление понижены, сильные удары в топливном трубопроводе высокого давления, нагрев топливного насоса — сильное закоксовывание отверстий распылителя форсунки.

Примечание. В двигателях с импульсной системой наддува при сравнении *температуры выпускных газов следует учитывать разницу значений по цилиндрам*, полученную при стендовых испытаниях в соответствующем режиме.

Повышение температуры газов и снижение максимального давления могут быть следствием недостаточной плотности цилиндра из-за износа цилиндропоршневой группы или неплотности клапанов. Поэтому до выполнения работ по ремонту топливной аппаратуры необходимо убедиться в достаточной плотности цилиндра.

6.5.3.2. Дополнительные признаки при контроле с помощью прибора К-748:

среднее индикаторное давление увеличено, ИТН увеличен — перегрузка цилиндра;

среднее индикаторное давление уменьшено, ИТН в норме — неисправность топливной аппаратуры;

отношение максимального давления к давлению сжатия увеличено (уменьшено) — раннее (позднее) начало впрыска топлива;

давление на линии расширения увеличено, ИТН в норме или увеличен — увеличена продолжительность подачи топлива из-за закоксовывания распылителя или износа плунжерной пары ТНВД;

угол максимального давления увеличен (уменьшен) — позднее (раннее) начало подачи топлива.

6.5.3.3. Контроль по кривой давления топлива после насоса высокого давления с помощью прибора NK-5 выявляет следующие неисправности:

пониженное давление в момент открытия иглы (низкое значение первого максимума кривой давления) — просадки пружины форсунки;

отклонение от нормы угла первого максимума кривой давления топлива — ранняя (поздняя) подача топлива;

увеличение максимального давления топлива в сочетании с увеличением продолжительности подачи — закоксовывание распылителя форсунки;

снижение максимального давления топлива, увеличение продолжительности подачи и уменьшение скорости нарастания давления на участке кривой до подъема иглы — износ плунжерной пары или пары «игла—направляющая» (последняя неисправность локализуется контролем слива топлива из форсунки);

отсутствие остаточного давления, большие волны давления после отсечки топлива — неисправность нагнетательного клапана ТНВД;

пониженное максимальное давление, сокращенная продолжительность подачи топлива — износ (увеличение диаметра) отверстий распылителя форсунки;

отсутствие выраженного первого максимума, пониженное максимальное давление — зависание иглы форсунки.

6.5.3.4. Контроль путем измерения ударных импульсов на корпусах ТНВД и форсунки.

Периодичность контроля топливной аппаратуры совпадает с периодичностью контроля рабочего процесса. Измерения производятся с помощью прибора ИСП-1 (см. п. 2.3.1 настоящего РД). Щуп прибора устанавливается в верхней части корпуса насоса или форсунки. Величина dB_1 выбирается опытным путем (обычно $dB_1 = 20$) и при всех измерениях остается постоянной. Мерой неисправности является отклонение величины dB_N, измеренной на насосе или форсунке, от среднего значения этой величины по всему двигателю более чем на ± 10 ед. По величине ударных импульсов определяются неисправность нагнетательного клапана ТНВД, а также закоксованность отверстий распылителя форсунки и зависание иглы форсунки.

После остановки двигателя из-за прекращения топливоподачи (вследствие попадания воздуха или воды в систему, выработки топлива из расходной цистерны и др.) прокачку топливных насосов и подачу топлива насосами, включая момент начала подачи, следует контролировать прибором ИСП-1 по появлению прерывистой сигнализации (при $dB_1 = 20$).

6.5.3.5. Для контроля геометрических углов подачи топлива используются штатные приспособления, поставляемые с двигателем. При отсутствии штатных приспособлений может использоваться пневмоиндикатор ПИ-1 (ПИ-Ц), описание которого приведено в п. 2.3.5 настоящего РД.

Контроль выполняется в следующей последовательности:

отсоединяется трубопровод высокого давления и демонтируется нагнетательный клапан ТНВД;

на всасывающей стороне ТНВД открывается дренажное или другое отверстие для возможности выхода воздуха при продувке насоса;

к нагнетательному штуцеру ТНВД подсоединяется пневмоиндикатор с установленной в нем дроссельной шайбой с минимальным диаметром отверстия;

органом управления устанавливается положение реек топливных насосов, соответствующее эксплуатационной нагрузке;

на пневмоиндикатор подается воздух;

проворачивая двигатель ВПУ, определяют углы поворота вала, при которых происходит резкое изменение давления P_2 (замер производят дважды): момент подъема давления соответствует геомет-

рическому углу начала подачи топлива, а момент падения давления — геометрическому углу конца подачи.

Разница углов дает полезный ход плунжера, выраженный в градусах угла поворота вала.

Увеличенный полезный ход плунжера свидетельствует в сочетании с отклонениями других параметров (см. подпункты 6.5.3.1 и 6.5.3.2) либо о перегрузке цилиндра, либо об износе плунжерной пары.

Пневмоиндикатор можно использовать также для проверки «нулевой» подачи топлива. Для этого ВПУ устанавливают плунжер в начало полезного хода (отсечное отверстие перекрыто, $P_1 = P_2$). Перемещая рейку топливного насоса в сторону уменьшения подачи, определяют ИТН, при котором происходит падение давления P_2. Это значение индекса соответствует «нулевой» подаче топлива и должно соответствовать значению, указанному в инструкции по эксплуатации (во всех без исключения случаях больше нуля).

6.6. Методические указания по контролю загрязнения внутренних полостей двигателя.

6.6.1. Периодическому контролю загрязненности подлежат следующие элементы двигателя: ресивер продувочного воздуха; подпоршневые полости; картер двигателя; выпускной коллектор (выпускные патрубки); продувочные и выпускные окна; внутренние полости цилиндровых крышек и блока цилиндров.

6.6.2. Контроль производится визуально через открытые люки или другие отверстия. Должно быть обеспечено достаточное освещение осматриваемых полостей.

Для осмотра труднодоступных мест применяются жесткий эндоскоп с прямым или боковым обзором и гибкий эндоскоп. Характеристики и правила использования эндоскопов изложены в п. 2.3.3 настоящего РД.

6.6.3. При осмотре оцениваются: общее количество отложений (загрязнений); качественные характеристики отложений (нагар, маслянистые остатки, накипь, шлам, зола и т. д.); распределение отложений по поверхности (объему) осматриваемой полости; уменьшение площади проходных сечений для воздуха, газа и других рабочих сред.

6.6.4. Критериями необходимости очистки являются:

наличие большого общего количества отложений (оценка производится на основе опыта эксплуатации);

наличие значительных местных отложений, влияющих на организацию потока рабочей среды;

наличие накипи или лаковой пленки на охлаждаемых поверхностях;

наличие скоплений шлама, препятствующих нормальному теплоотводу от охлаждаемых поверхностей;

сужение площади проходных сечений для рабочей среды более чем на 15%.

6.6.5. Периодичность осмотров должна соответствовать периодичности очисток по расписанию, предусмотренной планом-графи-

ком. По результатам осмотра принимается решение об очистке или о сроке следующего осмотра.

6.7. Методические указания по контролю технического состояния фильтров и теплообменных аппаратов.

6.7.1. Техническое состояние фильтров контролируется по перепаду давления рабочей среды на входе и выходе из фильтра. Перепад не должен превышать предельное значение, указываемое в инструкции по эксплуатации двигателя. Для воздушных фильтров наибольший перепад давления не должен превышать более чем на 50% перепад, полученный в соответствующем режиме при стендовых испытаниях двигателя.

Резкое снижение перепада давления свидетельствует об отказе фильтра и о необходимости его переборки (восстановления).

6.7.2. Интегральным показателем запаса охлаждающей способности теплообменных аппаратов в замкнутых системах, регулируемых перепуском охлаждаемой среды (масло- и водоохладители), является относительное количество охлаждаемой среды, проходящей через холодильник. Оно характеризуется отношением разности температур среды на выходе и входе в двигатель $\Delta t_{дв}$ к разности температур на входе и выходе охладителя $\Delta t_{охл}$: $g = \Delta t_{дв} / \Delta t_{охл}$.

Температура охлаждаемой среды измеряется штатными термометрами, а при их отсутствии — контактным термометром ТТЦ1-01.

При установившейся тенденции значительного повышения величины g следует произвести осмотр внутренних полостей охладителя с помощью эндоскопа.

Предельное значение $g = 0{,}7$ устанавливается для условий работы двигателя с полной нагрузкой при плавании в тропиках (при высокой температуре забортной воды).

Примечание. Для низкотемпературных контуров, например системы циркуляционной смазки, при работе в тропиках допускается значение $g = 1{,}0$ при условии, что запас температуры среды на входе в двигатель по отношению к максимальной допустимой температуре составляет не менее 3—5 °С на полной нагрузке.

6.7.3. Степень загрязненности воздухоохладителя с воздушной стороны контролируется по перепаду давления воздуха до и после охладителя. Предельное увеличение перепада давления не должно превышать 50% перепада, полученного при стендовых испытаниях двигателя в соответствующем режиме.

Работоспособность воздухоохладителя по теплопередаче определяется его способностью поддерживать температуру продувочного воздуха на необходимом уровне, предусмотренном инструкцией по эксплуатации (РД 31.21.30—83 «Правила технической эксплуатации СТС»), при полной подаче забортной воды в условиях тропического плавания.

Должен предусматриваться периодический осмотр внутренних полостей воздухоохладителя с помощью эндоскопа.

6.8. Указания по замене циркуляционного масла.

Контроль качества масла в циркуляционной системе двигателя и его замена производятся в соответствии с РД 31.27.44—82 «Ин-

струкция по браковочным показателям судовых моторных масел». Результаты анализа циркуляционного масла отражаются в машинном журнале.

7. Методика контроля технического состояния судовых вспомогательных и утилизационных котлов

7.1. Общие положения

7.1.1. Настоящая методика распространяется на все типы судовых вспомогательных и утилизационных котлов. Степень применимости отдельных положений методики к конкретному котлу определяется его конструктивными особенностями и оснащенностью контрольно-измерительными приборами (КИП).

7.1.2. При разработке документации по техническому обслуживанию элементов судовых котельных установок по состоянию необходимо различать следующие виды операций контроля технического состояния.

7.1.2.1. Оценка степени загрязнения поверхностей нагрева по измерениям параметров с помощью штатных КИП и переносных средств диагностирования.

7.1.2.2. Контрольная разборка отдельных узлов котельной установки.

7.1.2.3. Наружный осмотр элементов котла с частичной разборкой узлов.

7.1.2.4. Наружный осмотр котла под паром (без разборки узлов).

7.1.2.5. Внутренний осмотр элементов котла.

7.1.2.6. Гидравлические испытания котла.

7.1.3. Операции контроля (подпункты 7.1.2.4—7.1.2.6) направлены на выявление предотказных состояний и установление годности котла к дальнейшей эксплуатации. Они должны планироваться и выполняться в объеме и с периодичностью, которые предусмотрены Правилами технической эксплуатации и Руководством по техническому надзору за судами в эксплуатации Регистра СССР.

7.1.4. Факт выполнения операций контроля регистрируется в плане-графике технического обслуживания. Результаты контроля с описанием выявленных повреждений и принятых мер, а также результаты измерений отражаются в Журнале учета технического состояния СТС по заведованию (или в других документах, согласованных с технической службой судовладельца).

7.1.5. Контроль рабочих параметров котла с помощью штатных КИП осуществляется вахтенным персоналом с периодической регистрацией параметров в Машинном журнале.

Должны нормироваться следующие параметры: давления и температуры рабочих сред (топлива, питательной воды, пара, воздуха, дымовых газов); уровень воды в котле (или сепараторе пара); паропроизводительность (при наличии паромеров) или расход (при наличии водомеров) питательной воды; расход топлива и его уровень в расходной цистерне; показатели качества котловой

и питательной воды; химический состав уходящих газов (при наличии газоанализаторов); расход добавочной воды (по вахтам, суточный).

Примечание. Перечень контролируемых параметров определяется для конкретного котла в зависимости от его насыщенности штатными КИП.

7.1.6. Контроль технического состояния с помощью приборов диагностирования осуществляется механиком по заведованию периодически в назначенные сроки или по мере необходимости при подозрении в появлении неисправности.

Дополнительно могут контролироваться параметры:

температура уходящих газов, содержание кислорода в дымовых газах и эффективность сжигания топлива с помощью прибора типа FEM или PCO 960;

температура наружной поверхности обшивки котла с помощью контактного термометра или дистанционного измерителя температуры;

виброскорость механизмов топливной, воздушной и питательной систем с помощью измерителя шума и вибрации ВШВ-003 (или аналогичных ему), а также уровень ударных импульсов механизмов с помощью индикатора состояния подшипников типа ИСП-1.

7.1.7. Обработку и анализ результатов измерений осуществляет механик по заведованию под общим контролем старшего механика.

7.1.8. Организация работ по контрольной разборке узлов котла должна базироваться на одном из следующих принципов:

разборка с назначенной периодичностью (по наработке или календарному времени);

разборка (выполнение работ) по результатам контроля технического состояния (по состоянию), выполняемого с назначенной периодичностью;

разборка (выполнение работ) при внешнем проявлении неисправности или отказа.

7.1.9. Контрольной разборке с периодичностью 1 раз в год подлежат узлы котла, обеспечивающие безопасность его работы (предохранительные клапаны, водоуказатели, быстрозапорный клапан, элементы системы сигнализации и защиты).

7.1.10. Внеплановые работы (не предусмотренные планом-графиком технического обслуживания) могут выполняться по результатам контроля, предусмотренного в подпунктах 7.1.2.3—7.1.2.5. К ним же относятся работы по устранению неисправностей, выявленных в процессе вахтенного обслуживания.

7.1.11. Наружный осмотр элементов котла с их частичной разборкой осуществляется в период проведения наружных очисток поверхностей нагрева, периодичность которых устанавливается по результатам контроля степени загрязнения (по фактическому состоянию). При этом производится оценка технического состояния элементов топочных устройств, кирпичной кладки, наружных поверхностей труб, топочных и огневых камер, сажеобдувочных устройств, деталей крепления и изоляции.

7.1.12. По фактическому состоянию выполняется техническое обслуживание следующих узлов котла:

поверхности нагрева котла, жаровые трубы, огневые и топочные камеры — очистка с газовой и водяной сторон;

топочные устройства — регулировка, замена распылителей, восстановление работоспособности;

кирпичная кладка — торкретирование, подмазка, замена отдельных кирпичей;

вспомогательные механизмы (питательные, циркуляционные и топливные насосы, электровентиляторы) — замена подшипников, регулировка, очистка;

вспомогательные аппараты (теплый ящик, топливоподогреватели, фильтры) — очистка;

арматура и элементы системы автоматики и защиты (работающие до отказа) — переборка с заменой деталей или полная замена узла.

7.2. Методические указания по контролю степени загрязнения поверхностей нагрева вспомогательных котлов.

7.2.1. Контроль степени загрязнения поверхностей нагрева может осуществляться по результатам измерения параметров на работающем котле (параметрический контроль) и визуально при осмотрах котла после вывода его из действия.

7.2.2. Визуальный осмотр производится после вывода котла из действия, что может быть вызвано результатами параметрического контроля степени загрязнения или необходимостью его предъявления инспектору Регистра СССР для внутреннего освидетельствования. При этом для осмотра труднодоступных мест применяются жесткий и гибкий эндоскопы, характеристики и правила использования которых изложены в п. 2.3.3 ч. II настоящего РД.

Категории технического состояния при визуальном осмотре:

хорошее — толщина слоя отложений золы и сажи на поверхностях труб, топочных и огневых камер не превышает 0,5—1,0 мм, а толщина слоя накипи (рыхлой, легко удаляемой) на поверхностях элементов котла с водяной стороны — 0,1—0,15 мм;

удовлетворительное — толщина слоя отложений золы и сажи составляет 1,5—2 мм, а накипи — 0,15—0,3 мм;

неудовлетворительное — толщина слоя отложений золы и сажи составляет более 2 мм, а накипи — более 0,3 мм. Кроме того, имеются значительные местные отложения золы и сажи, обусловливающие резкое уменьшение площади поперечного сечения для прохода газов, а на внутренних поверхностях — накипь со следами масла.

7.2.3. При параметрическом контроле степень загрязнения поверхностей нагрева характеризуется снижением КПД котла, определяемым по величине изменения потерь теплоты с уходящими газами q_2 и химической неполноты горения q_3, а также по величине приращения температуры уходящих газов $t_{ух}$ при фиксированной нагрузке котла.

Примечание. Для газотрубных и газоводотрубных котлов с позиционным регулированием дополнительным показателем степени загрязнения является время горения форсунки при изменении давления пара от одного фиксированного значения до другого.

Периодичность параметрического контроля степени загрязнения поверхностей нагрева вспомогательных котлов должна составлять 1,5—2 мес.

7.2.4. Контроль степени загрязнения по снижению КПД сгорания осуществляется с помощью переносного прибора PCO960 или FEM. Щуп прибора вводится в газоход за котлом через отверстие с таким расчетом, чтобы датчик на конце щупа при измерениях находился примерно в середине сечения газохода. При этом должна быть обеспечена плотность нахождения щупа в отверстии с целью предотвращения подсоса воздуха.

Для оценки степени загрязнения необходимо, регулируя соотношение топливо — воздух, получить максимальное значение показаний на индикаторе прибора и сравнить его с соответствующим значением для чистых поверхностей нагрева. Мерой степени загрязнения поверхностей нагрева котла является разность этих значений при одинаковых нагрузках котла.

Примечание. При выполнении измерений прибором FEM или PCO 960 необходимо обеспечить постоянство температуры питательной воды и нагрузки котла по пару, а также исправность форсуночных устройств (нормальный распыл топлива, отсутствие белого или черного дыма).

Категории технического состояния при использовании прибора FEM или PCO960: хорошее — снижение КПД сгорания не более чем на 2% (абсолютных); удовлетворительное — снижение КПД сгорания на 2—6% (абсолютных); неудовлетворительное — снижение КПД сгорания более чем на 6% (абсолютных).

7.2.5. При отсутствии прибора типа FEM или PCO960 степень загрязнения поверхностей нагрева котла может быть оценена по величине приращения температуры уходящих газов.

Измерения температур уходящих газов из чистого и загрязненного котлов должны производиться при одинаковой нагрузке котла (лучше при минимальной нагрузке при работе автоматики по позиционному принципу с закрытым стопорным клапаном). При этом должны быть обеспечены близкие значения соотношения топливо—воздух, а температура холодного воздуха не должна колебаться (в машинном отделении) более чем на ±5 °С. Примечание то же, что и к п. 7.2.4.

Категории технического состояния:

хорошее — приращение температуры уходящих газов не превышает 10 °С;

удовлетворительное — приращение температуры уходящих газов составляет 10—40 °С;

неудовлетворительное — приращение температуры уходящих газов составляет 40—60 °С и более.

7.2.6. Контроль степени загрязнения поверхностей нагрева газотрубных и газоводотрубных котлов с позиционным регулировани-

ем по изменению времени работы форсунки (см. примечание к п. 7.2.3) осуществляется во время автоматической работы котла на дизельном топливе при нулевой нагрузке (стопорный клапан на котле закрыт). Уровень воды в котле должен быть равным среднему рабочему уровню.

Степень загрязнения поверхностей нагрева котла определяется величиной (в %)

$$\delta_i = \frac{\tau_i - \tau_0}{\tau_i} 100,$$

где τ_0 — эталонное значение времени горения форсунки, полученное при чистых поверхностях котла;

τ_i — текущее значение времени горения форсунки.

Примечания. 1. Для исключения влияния погрешности, вызванной износом, на время проведения испытаний рекомендуется устанавливать одну и ту же распыливающую шайбу, которая используется только для этой цели.

2. Для исключения влияния на результаты контроля запаздывания подъема давления пара после зажигания форсунки необходимо включать секундомер при давлении пара на 0,01—0,02 МПа больше, чем нижняя уставка давления для выключения форсунки, а выключать при давлении пара, соответствующим верхней уставке (при отключении форсунки).

Категории технического состояния:
хорошее — значение параметра δ_i не превышает 10%;
удовлетворительное — значение параметра $10\% < \delta_i \leqslant 20\%$;
неудовлетворительное — значение параметра $\delta_i > 20\%$.

7.3. Методические указания по контролю степени загрязнения поверхностей нагрева утилизационных котлов.

7.3.1. Контроль степени загрязнения утилизационных котлов может производиться по результатам измерения параметров работающего котла и визуально при осмотре котла после вывода его из действия.

Визуальный осмотр производится так же, как указано в п. 7.2.2.

Контроль степени загрязнения осуществляется механиком по заведованию.

7.3.2. Степень загрязнения поверхностей нагрева утилизационного котла характеризуется изменением его паропроизводительности, определяемым безразмерным температурным коэффициентом X или приращением температуры газов за котлом (уходящих газов) Δt_2. Использование для контроля величин X или Δt_2 обусловлено наличием штатных КИП для измерения необходимых параметров.

Периодичность параметрического контроля загрязнения утилизационных котлов должна составлять 1,5—2 мес.

7.3.3. Контроль степени загрязнения утилизационного котла по изменению параметра X производится следующим образом.[1]

---

[1] Указания, приводимые в пп. 7.3.3 и 7.3.4, предполагают наличие персональной ЭВМ на судне и используются при составлении программы контроля загрязнения поверхностей нагрева.

7.3.3.1. При фиксированной нагрузке главного двигателя измеряются температура газов на входе в котел t_1 и на выходе из него t_2, температура воды на входе в котел $t_ц$ и давление пара $P_п$ (для определения температуры на кривой насыщения $t_н$). Измерения производятся при постоянном расходе циркулирующей через котел воды (подача регулируется циркуляционным насосом) и при строго фиксированном положении регулирующих органов (положение газовой заслонки, количество выключенных змеевиков, величина открытия клапана сброса излишков пара на конденсаторе).

7.3.3.2. По результатам измерений параметров чистого и загрязненного котлов определяются разности температур $\Delta t_г^0 = t_1^0 - t_2^0$; $\Delta t_г^3 = t_1^3 - t_2^3$; $\Delta t_в^0 = t_н^0 - t_ц^0$ и $\Delta t_в^3 = t_н^3 - t_ц^3$ и рассчитываются параметры $X^0 = \Delta t_г^0 / \Delta t_в^0$ и $X^3 = \Delta t_г^3 / \Delta t_в^3$.

7.3.3.3. По значениям разностей температур $\delta t_1 = t_1^3 - t_1^0$ и $\Delta t_в^3$ из таблицы

$\Delta t_в^3$, °С	δt_1, °С		
	±5	±10	±15
40	±0,12	±0,24	±0,36
60	±0,08	±0,16	±0,24
80	±0,06	±0,12	±0,18

определяются поправки ΔX_t (со своими знаками) к параметру X в зависимости от отклонений температур t_1 и $t_ц$ и рассчитывается приведенное значение параметра $X^{пр} = X^3 \pm \Delta X_{t1} \pm \Delta X_{tц}$.

7.3.3.4. Оценка степени загрязнения поверхностей нагрева утилизационного котла производится по приращению параметра $\delta X = X^0 - X^{пр}$.

7.3.3.5. Категории технического состояния:

хорошее — $\delta X \leqslant 0{,}2X^0$;

удовлетворительное — $0{,}2X^0 < \delta X < 0{,}5X^0$;

неудовлетворительное — $\delta X > 0{,}5X^0$.

7.3.4. Контроль степени загрязнения утилизационного котла по приращению температуры уходящих газов Δt_2 производится следующим образом.

7.3.4.1. При постоянной частоте вращения исправного главного двигателя $n_{дв}$ измеряются частота вращения исправного турбокомпрессора $n_{тк}$ и параметры чистого утилизационного котла (t_1, t_2) и строятся характеристики $t_1 = f(n_{тк})$, $t_2 = \varphi(t_1)$.

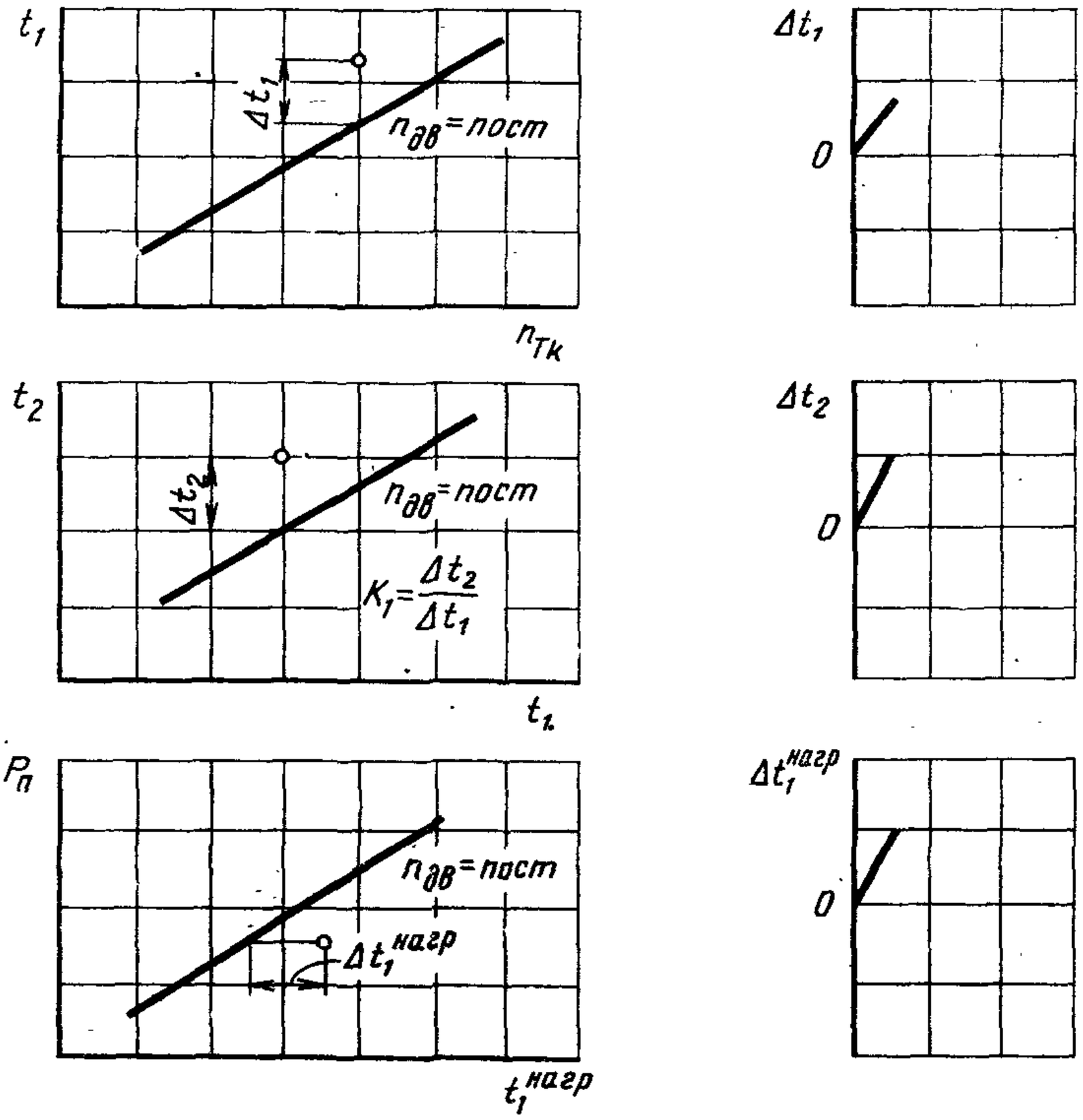
7.3.4.2. На загрязненном утилизационном котле при той же частоте вращения главного двигателя $n_{дв}$ измеряются параметры t_1^3, t_2^3 и $n_{тк}^3$ и наносятся на соответствующие графики.

7.3.4.3. По графику $t_1 = f(n_{тк})$ при $n_{тк}^3$ и t_1^3 определяется приращение температуры газов на входе в котел Δt_1^3.

Для скользящих параметров пара по графику $P_п = \psi(t_1)$ определяется величина поправки $\Delta t_1^н$ к приращению Δt_1^3, учитывающей

влияние нагрузки котла, и рассчитывается приведенное значение приращения температуры газов на входе в котел $\Delta t_1^{пр}=\Delta t_1^{з}\pm\Delta t_1^{н}$, причем знак «+» соответствует положению точки выше кривой на графике $P_п=\psi(t_1)$, а знак «—» — ниже.

7.3.4.4. Производится оценка технического состояния путем сопоставления между собой значений величин $\Delta t_2^{з}$ и $\Delta t_2^{р}$, где $\Delta t_2^{р}=k_1\Delta t_1$.



Если $\Delta t_1^{з}\approx\Delta t_2^{з}\approx 0$, то изменения в техническом состоянии утилизационного котла и главного двигателя отсутствуют.

Если $\Delta t_1^{з}\approx 0$, а $\Delta t_2^{з}>0$, то поверхности нагрева утилизационного котла загрязнены, и тем сильнее, чем больше значение $\Delta t_2^{з}$.

Если $\Delta t_1^{з}\neq 0$ и $\Delta t_2^{з}\neq 0$, то при $\Delta t_2^{з}=\Delta t_2^{р}$ загрязнение утилизационного котла отсутствует, а приращение $\Delta t_2^{з}$ обусловлено изменением температуры газов t_1 вследствие изменения состояния (загрязнения) главного двигателя.

Если же $\Delta t_2^{з}>\Delta t_2^{р}$, то поверхности нагрева утилизационного котла загрязнены, и тем сильнее, чем больше значение этого неравенства.

7.3.4.5. Категории технического состояния:
хорошее — $\Delta t_2 \leqslant 10$ °С;
удовлетворительное — 10 °С $< \Delta t_2 \leqslant 40$ °С;
неудовлетворительное — $\Delta t_2 > 40$ °С;

Примечание. Допустимое значение Δt_2 должно корректироваться по данным эксплуатации конкретного утилизационного котла.

7.3.4.6. Результаты измерений параметров и оценки степени загрязнения поверхностей нагрева утилизационных котлов заносятся в карту учета или в Журнал технического состояния СТС.

7.4. Методические указания по контролю технического состояния фильтров, теплообменных аппаратов и вспомогательных механизмов.

7.4.1. Техническое состояние фильтра контролируется по перепаду давления рабочей среды, который не должен превышать предельного значения, указанного в инструкции по эксплуатации.

Резкое изменение перепада давления свидетельствует об отказе фильтра.

7.4.2. Техническое состояние теплообменников контролируется в соответствии с указаниями разд. 15 ч. II настоящего РД.

7.4.3. Контроль технического состояния вспомогательных механизмов (циркуляционных, питательных и топливных насосов, электровентиляторов) осуществляется в соответствии с рекомендациями разд. 8 и 11 ч. II настоящего РД.

8. Методика определения технического состояния насосов

8.1. Общие положения.

8.1.1. Методика распространяется на все виды судовых насосов с электроприводом: лопастные — центробежные и вихревые; объемные — шестеренные, винтовые, водокольцевые, многоплунжерные.

8.1.2. Методика предусматривает определение технического состояния насосов без их разборки на основе контроля состояния подшипников, ротора, уплотнений и соединительных муфт.

8.2. Работы по техническому обслуживанию насосов, выполняемые по состоянию.

На основе контроля фактического состояния насосов с электроприводами может выполняться техническое обслуживание следующих узлов:

насосы — замена подшипников, замена (восстановление) корпуса, ротора, уплотнений, очистка рабочих колес от отложений, замена (восстановление) соединительных муфт;

электродвигатели — пополнение или замена смазки, замена подшипников, ремонт ротора (якоря).

8.3. Методы контроля и нормы технического состояния.

8.3.1. Техническое состояние насосов контролируется по уровню ударных импульсов, вибрации, перегреву подшипников, снижению подачи (напора), изменению тока электродвигателя привода, местному уменьшению толщины корпуса и результатам осмотра ра-

бочего колеса эндоскопом. Достижение предельно допустимого значения хотя бы одним из параметров говорит о необходимости проведения технического обслуживания насосов.

8.3.2. По уровню ударных импульсов контролируется состояние подшипников качения насосов и электродвигателей, при этом выявляются повреждения подшипников и состояние смазки.

8.3.2.1. Контроль производится индикатором состояния подшипников ИСП-1 или измерителем ударных импульсов SPM 43A в соответствии с методическими указаниями, изложенными в разд. 2 ч. II настоящего РД.

8.3.2.2. Типовые точки измерения ударных импульсов приведены на рис. 8.1, причем ударные импульсы достаточно измерять в одном направлении (одном из горизонтальных или вертикальном в зависимости от типа насоса).

8.3.2.3. Нормы технического состояния подшипников качения по уровню ударных импульсов приведены в разд. 2 ч. II настоящего РД. Погрешность измерений составляет 2,5%.

8.3.2.4. При наличии высокого уровня ударных импульсов на корпусе подшипников вихревых, шестеренных насосов, а также кавитирующих насосов любых типов следует проверить, не являются ли причиной тому гидродинамические явления внутри насосов. С этой целью измеряется уровень ударных импульсов на корпусе насосов (точка *5*). Если он ниже, чем на корпусе подшипника, причина заключается в повреждении подшипника.

8.3.3. По уровню вибрации насосов с электроприводом устанавливается изменение балансировки рабочего колеса (из-за эрозии, наличия отложений, поломки лопаток, смещения рабочего колеса и т. д.), центровки (состояния соединительной муфты), а также попадание насоса в кавитационный режим. Измерению вибрации должно предшествовать измерение ударных импульсов, чтобы установить состояние подшипников и их влияние на вибрацию насоса.

8.3.3.1. Уровень вибрации измеряется виброметрами ВШВ-003 или VTM33 в соответствии с методическими указаниями, изложенными в разд. 2 ч. II настоящего РД.

8.3.3.2. Точки измерения вибрации показаны на рис. 8.1. На вертикальных насосах она измеряется в горизонтальном траверзном направлении (перпендикулярном диаметральной плоскости судна) и горизонтальном направлении (продольном диаметральной плоскости); на горизонтальных насосах — в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Вибрация измеряется в районе подшипников и на корпусе насоса.

8.3.3.3. На насосах измеряется уровень виброскорости (мм/с, среднеквадратичное значение) в частотных диапазонах:

на основной частоте $f_0 = n/60$ Гц (где n — частота вращения, об/мин) — характеризует состояние балансировки и центровки;

на лопаточной частоте $f_л = z_л f_0$ (где $z_л$ — число лопаток или зубьев рабочего колеса) — состояние проточной части, кавитацию.

8.3.3.4. Нормы вибрации, соответствующие трем категориям технического состояния насосов и электродвигателей их привода, показаны на рис. 8.2. Нормы относятся к измерениям в октавных полосах, в которые попадают f_0 и $f_л$ для исследуемого насоса и f_0 для электродвигателя.

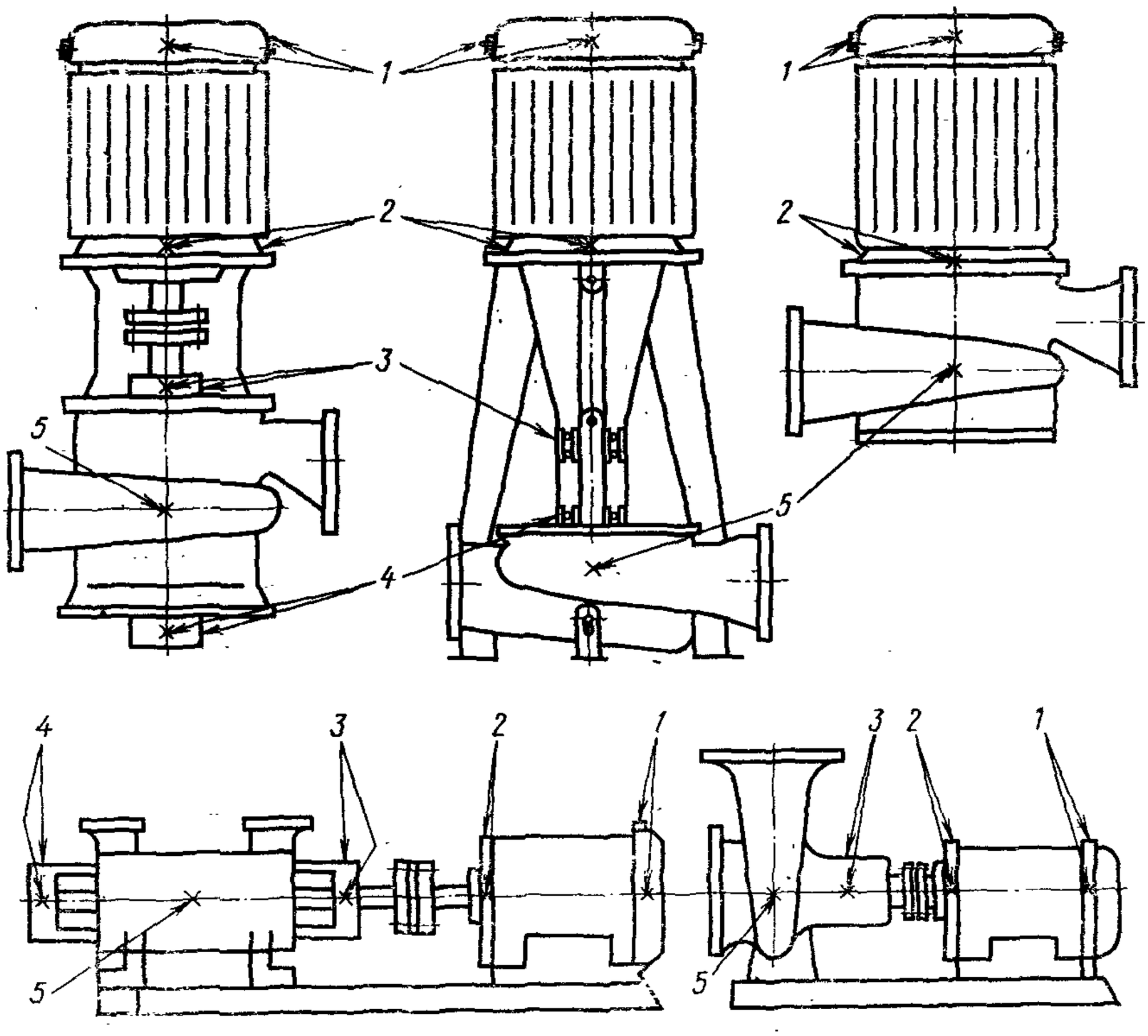


Рис. 8.1. Точки измерения ударных импульсов и вибрации на насосах и электродвигателях:
↓, × — точки измерения; *1* — верхний (задний) подшипник электродвигателя; *2* — нижний (передний) подшипник электродвигателя; *3* — верхний (передний) подшипник насоса; *4* — нижний (задний) подшипник насоса; *5* — корпус насоса

Для вертикальных насосов нормы вибрации, приведенные на рис. 8.2, при измерении в верхней части электродвигателя (точка *1* на рис. 8.1) увеличиваются в 1,3 раза (если нет дополнительного крепления электродвигателя).

При измерении в $^1/_3$*-октавной полосе нормы*, приведенные на рис. 8.2, должны быть уменьшены в 1,2 раза.

Примечание. На корпусе насосов переменной производительности рекомендуется измерять виброускорение в диапазоне 500—1000 Гц. Предельные значения составляют $\sim 10 \div 12$ м/с^2.

За основу норм приняты нормы ISO 2372 (общепромышленные) для общего уровня виброскорости (мм/с), измеряемого в частотном диапазоне 10—1000 Гц.

Погрешность определения уровня вибрации — 10%.

8.3.3.5. Приведенные нормы относятся к случаям, когда воздействие вибрации от других источников не превышает 1—1,5 мм/с (проверка осуществляется по разности вибрации на остановленном и работающем насосе).

Если на неработающем насосе уровень вибрации достаточно высок за счет посторонних источников (на уровне норм III категории технического состояния), необходимо принять меры по его устранению, так как в таких условиях быстро снижается ресурс насоса.

8.3.3.6. Для выявления причин повышения вибрации насосов может быть использовано отношение

$$m_{3-1} = V_3/V_1, \qquad (8.3)$$

где V_3 и V_1 — уровни виброскорости на насосе и электродвигателе, замеренные в соответствии с принятой схемой в точках *3* и *1* (см. рис. 8.1) в одинаковых направлениях.

На рис. 8.3 зависимость $V_3 = m_{3-1}V_1$ показана в виде линий, ограничивающих общую зону хорошего и удовлетворительного состояний. Отношение m_{3-1} определяется точкой на пересечении значений V_3 и V_1.

На рис. 8.3 наносят точки для работающего и остановленного насоса. Если они находятся выше зоны нормального уровня, принятого для работающего и неработающего насоса, это свидетельствует о неисправности подшипников насоса (только для работающего — о кавитации насоса), если ниже — о неисправности подшипников электродвигателя или плохой центровке (только для неработающего насоса — о кавитации насоса или плохой центровке).

Если точки находятся в зоне нормальной работы, а уровни V_1 и V_3 выше установленных норм, это свидетельствует об ослаблении крепления насоса к фундаменту или недопустимо сильной наводке вибрации от других судовых технических средств.

8.3.3.7. Возникновение кавитации или работа насоса в кавитационном режиме определяется путем измерения уровня вибрации на корпусе и патрубках насоса в октавной (куда попадает частота $f_л$) и соседних полосах.

Пределы уровня вибрации при кавитации принимаются в соответствии с рис. 8.2.

8.3.4. Снижение подачи (напора) насоса может быть связано со значительной эрозией рабочего колеса, шестерен и винтов, поломкой лопаток и зубьев, значительными отложениями на рабочих узлах насосов, а также с износом внутренних уплотнений и определяется по снижению давления за насосом при нормально открытых клапанах на всасывающем и нагнетательном трубопроводах, чистых фильтрах и отсутствии неплотностей в соединениях. Существенным следует считать снижение подачи (напора) на 20—30%.

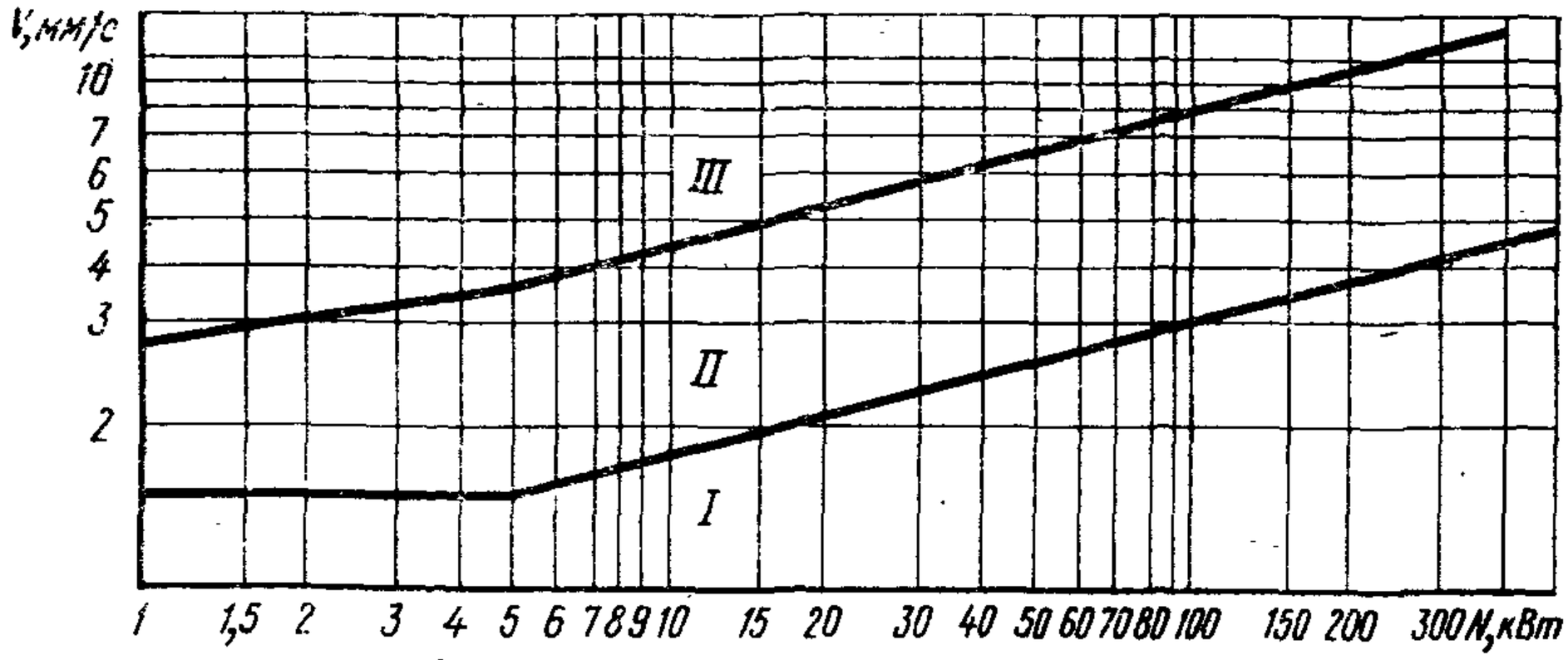


Рис. 8.2. Нормы вибрации судовых насосов электродвигателей:
I — хорошее состояние; II — удовлетворительное состояние; III — неудовлетворительное состояние

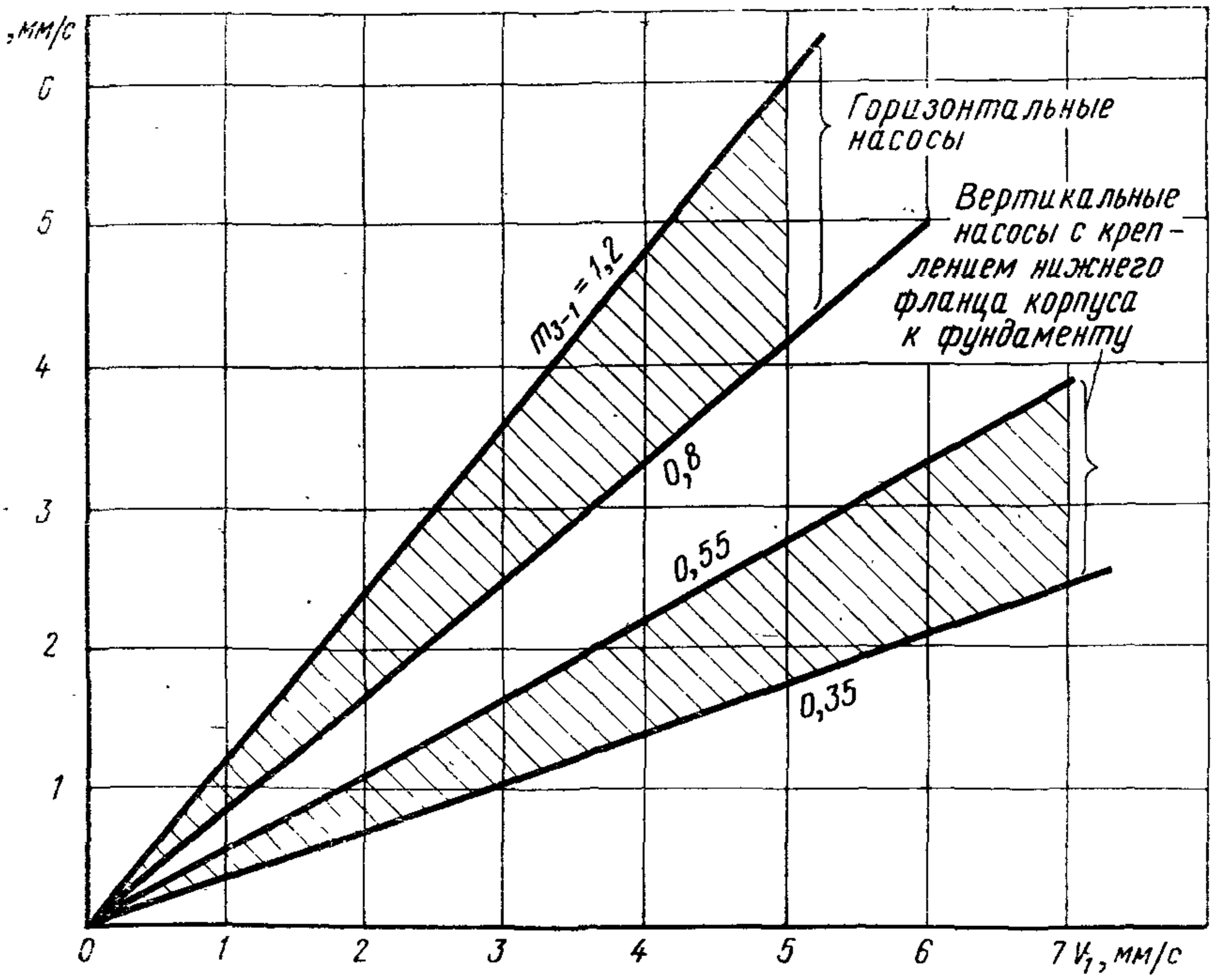


Рис. 8.3. Зоны нормальной работы вертикальных и горизонтальных насосов

8.3.5. Температуру подшипников рекомендуется контролировать у насосов с подшипниками скольжения, где ее повышение связано с нарушением смазки, центровки и нагрузки на них, а также с сильным износом. Измерения производятся на поверхности корпуса подшипника контактными термопарами типа ТТЦ1-01 либо бесконтактным инфракрасным пирометром в соответствии с методическими указаниями, изложенными в разд. 2 ч. II настоящего РД. Оценивается и фиксируется первоначальный уровень разности температур $\Delta t_п = t_п - t_а$ поверхности корпуса подшипника $t_п$ и окружающей среды $t_а$. Повышение $\Delta t_п$ от первоначального уровня на 15—20 °С свидетельствует о неисправности подшипника скольжения.

Контроль за температурой корпуса подшипника качения производится в случае соответствующего указания в инструкции по эксплуатации.

8.3.6. Контроль за током электродвигателя с помощью штатных приборов позволяет обнаружить разрушения подшипников насоса, попадание посторонних предметов и заклинивание рабочих органов насоса, износ внутренних уплотнений и смещение рабочего колеса. О неисправности насоса свидетельствует повышение тока от первоначального уровня на 10—20%.

8.3.7. Контроль местного уменьшения толщины корпуса из-за кавитационного разрушения производится толщиномером УТ-93П (или DM-3, UTM-100) в соответствии с методическими указаниями, изложенными в разд. 2 ч. II настоящего РД. Для контроля выбираются характерные точки с внешней стороны корпуса, соответствующие местным кавитационным повреждениям внутри корпуса (рис. 8.4). Характерные точки выбираются при очередной разборке насоса над местами появления кавитационных каверн. Точки замера на внешней стороне корпуса подготовляются в соответствии с методическими указаниями, изложенными в разд. 2 ч. II настоящего РД.

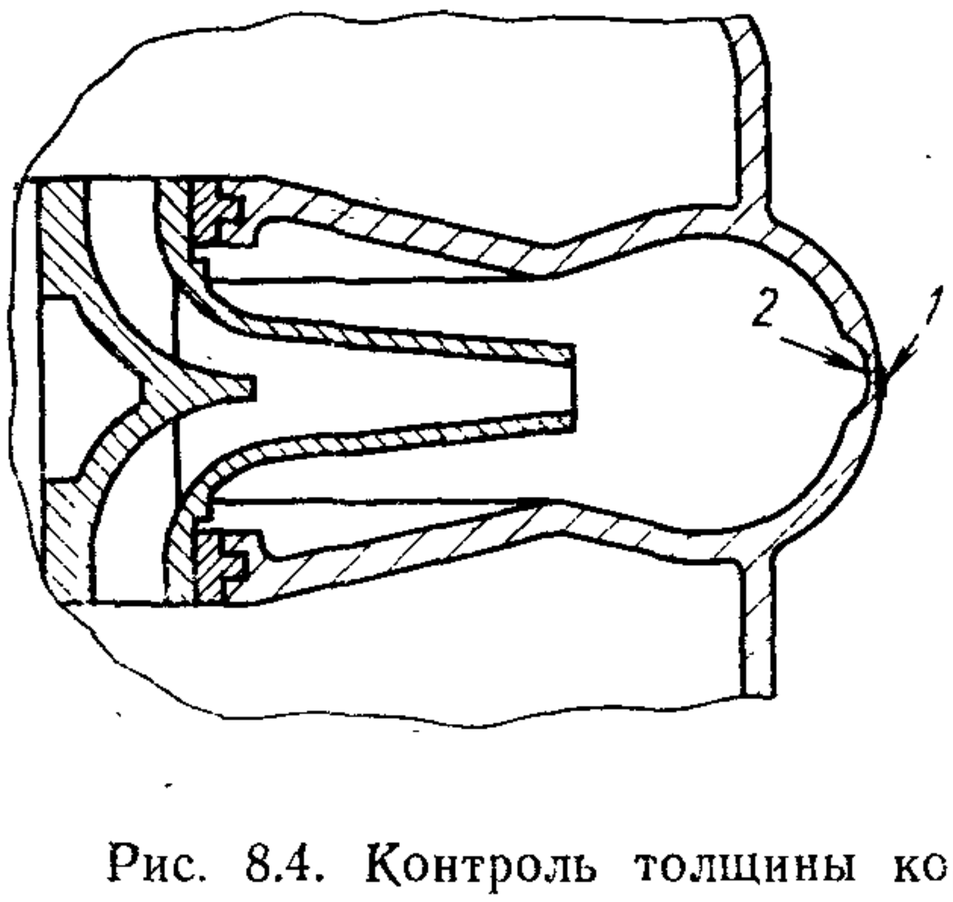


Рис. 8.4. Контроль толщины корпуса:
1 — точка измерения толщины;
2 — кавитационная каверна

Такой контроль рекомендуется для центробежных насосов после 8 лет эксплуатации. Уменьшение толщины корпуса на 20—30% следует считать предельным.

Погрешность определения толщины корпуса ±0,01 мм.

8.3.8. Если центробежные насосы имеют вакуум-насос для обеспечения самовсасывания, то его состояние контролируется по под-

держанию вакуума на входе в насос. При этом предварительно необходимо убедиться в плотности системы перед насосом.

8.3.9. Для крупных насосов целесообразно предусматривать осмотр рабочего колеса эндоскопом через специальные отверстия с пробкой в корпусе насоса или через отверстия для крепления протекторов.

8.3.10. Методы контроля для устранения возможных неисправностей представлены в табл. 8.1, которая включает их перечень, параметры технического состояния (с допусками для удовлетворительного и неудовлетворительного состояний), а также решающие правила для установления диагноза. Табл. 8.1 используется обслуживающим персоналом для поиска повреждений или применяется при решении задач по определению технического состояния судовых технических средств с помощью персональных ЭВМ или систем автоматизированного диагностирования.

Для решения задач о необходимости проведения технического обслуживания используют Карту учета технического состояния (табл. 8.2), по которой контроль и учет технического состояния насосов проводится по ограниченному числу параметров: уровню ударных импульсов, вибрации, снижению подачи или повышению силы тока.

8.4. Периодичность контроля технического состояния и проведения технического обслуживания по состоянию.

8.4.1. Периодичность контроля технического состояния приведена в табл. 8.3:

8.4.2. Периодичность проведения технического обслуживания (переборка) по состоянию приведена в табл. 8.4 (данные для составления плана-графика технического обслуживания, допустимые пределы).

8.5. Учет и прогноз технического состояния.

Результаты контроля технического состояния насосов регистрируются в Журнале учета технического состояния (форма ЭД-4). Для учета может использоваться типовая карта (см. табл. 8.2). В карте приводятся схема точек измерения для конкретного насоса, его технические данные, трудоемкость и периодичность технического обслуживания. Для конкретного насоса карта расчерчивается в соответствии с нормами параметров (см. рис. 8.2). На обратной стороне карты дается форма, аналогичная форме записей в Журнале учета технического состояния. Кроме того, там могут приводиться исходные данные для учета подачи (напора), температуры подшипника, толщины стенок корпуса.

Прогноз состояния проводится путем линейной экстраполяции. Техническое обслуживание проводится при достижении одним из параметров предельного значения. Отметка о выполнении технического обслуживания делается аналогично принятой в планах-графиках. Исполнитель ставит свою подпись под датой контроля.

Таблица 8.1

Таблица неисправностей центробежных насосов

Шифр диагноза	Неисправность	Диагностический параметр																Решающее правило (должно быть равно 1)
		Ударные импульсы, дБ		*Вибрация*, мм/с		Подача, напор[1]		Температура подшипника, °С		Сила тока, А		Протечки через сальник		Уменьшение толщины корпуса в характерной точке		Повышение давления всасывания, МПа		
		$П_1$		$П_2$		$П_3$		$П_4$		$П_5$		$П_6$		$П_7$		$П_8$		
		0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
		⩽40	>40	⩽6	>6	⩾60%	<60%	Повышение в пределах 15	Повышение более чем на 15	Повышение в пределах 20%	Повышение более 20%	<30% нормы	>30% нормы	В пределах 20%	Более 20%	В пределах 20%	Более 20%	
D_1	Повреждение подшипника качения	0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$П_1=1$
D_2	Повреждение подшипников скольжения	—	—	0	1	—	—	0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	$П_2П_4=1$
D_3	Эрозия рабочего колеса	—	—[6]	0	1	0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$П_2П_3=1$
D_4	Занос колеса	—	—	0	1[4]	0	1	—	—	0	1	—	—	—	—	—	—	$П_2^3П_3П_5=1$
D_5	Кавитация насоса[2]	0	1[3]	0	1	0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$П_1П_2П_3=1$
D_6	Износ внутренних уплотнений	—	—	—	—	0	1	—	—	0	1[5]	—	—	—	—	—	—	$П_3П_5=1$
D_7	Повреждения вала	—	—	0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$П_2=1$
D_8	Повреждения соединительной муфты	—	—	0	1[7]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$П_2=1$

Продолжение

Шифр диагноза	Неисправность	Диагностический параметр																		Решающее правило (должно быть равно 1)
		Ударные импульсы, дБ		Вибрация, мм/с		Подача, напор[1]		Температура подшипника, °С		Сила тока, А		Протечки через сальник		Уменьшение толщины корпуса в характерной точке		Повышение давления всасывания. МПа			
		$П_1$		$П_2$		$П_3$		$П_4$		$П_5$		$П_6$		$П_7$		$П_8$			
		0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1		
		⩽40	>40	⩽6	>6	⩾60%	<60%	Повышение в пределах 15	Повышение более чем на 15	Повышение в пределах 20%	Повышение более 20%	<30% нормы	>30% нормы	В пределах 20%	Более 20%	В пределах 20%	Более 20%		
D_9	Внутренние повреждения корпуса (кавитационное разрушение)	—	—[6]	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1	—	—		$П_7=1$
D_{10}	Крепление насоса	—	—	0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		$П_2=1$
D_{11}	Неисправность вакуум-насоса	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1		$П_8=1$
D_{12}	Износ сальника	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1[8]	0	1	—	—	—	—		$П_5П_6=1$

[1] При нормальном открытии клапанов на всасывающем и нагнетательном трубопроводах, чистых фильтрах и приемных кингстонах, а также при отсутствии неплотностей в соединениях.

[2] Прикрыт всасывающий клапан или засорилась всасывающая магистраль; высокая или низкая температура перекачивающей жидкости; перепускной (предохранительный) клапан работает в неустойчивом режиме.

[3] Высокий уровень на корпусе насоса.

[4] При неравномерном заносе.

[5] Незначительное увеличение.

[6] Эрозия вследствие кавитации сопровождается признаками диагноза D_5.

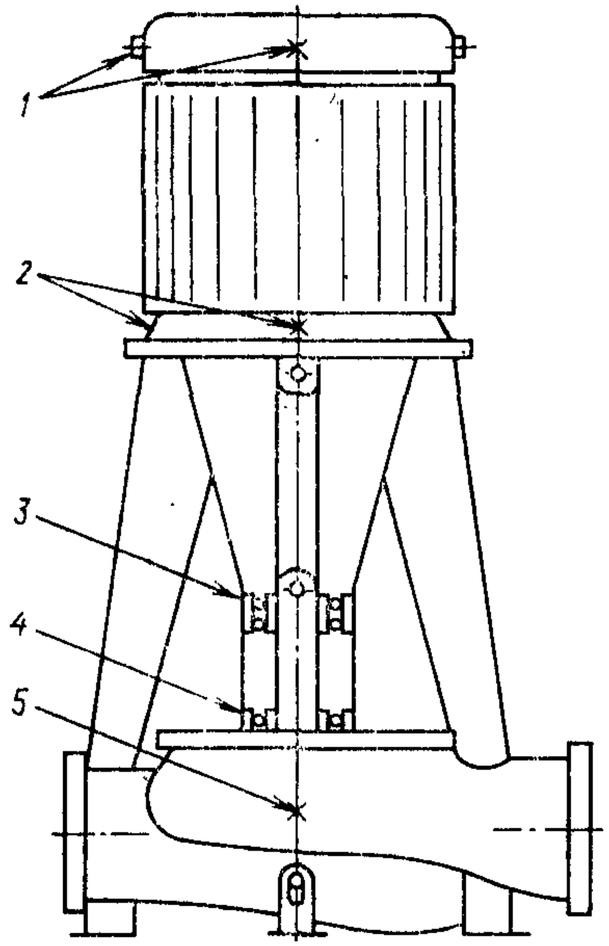
[7] На электродвигателе.

[8] Повышение мощности незначительное.

Таблица 8.2

Карта учета технического состояния насосов

Т/х „Смоленск“ типа „Анатолий Васильев“



$N = 120$ кВт $n = 1480$ об/мин
$f_{осн} \approx 25$ Гц $f_л = 200$ Гц
⌀ подшипника электродвигателя 80/95
⌀ подшипника насоса 75/75
$dB_t =$

Центробежный насос охлаждения главного двигателя заб. вод. №2

№ карты
Порядковый №

	Дата	Ударные импульсы, дБ 10 20 30 40 50	Виброскорость, мм/с 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Относительный напор 50 60 70 80 90 100
III.86	3.03.86	×1 2× 3× 4× ×5	×2 ×3	×
IV.86				
IX.86	10.09.86	4× ×2 ×3 ×5 ×1	×2 ×3	×
XII.86				
III.87	17.03.87	4 2× 3× × ×5 ×1	×2 ×3	×
III.87	12.06.87	×4 ×2 ×3 ×5 ×1	×2 ×3	×
IX.87	5.09.87	×1 ×4 ×2 ×3 ×5 После ТО	1× 42м/5/38СЭ ×2 ×3	×
XII.87				

Состояние	Хор.	Удовл.		ТО	Хор.	Удовл.		ТО	ТО	Удовл.		Хор.
Периодичность контроля, мес	6	6	3		6	6	3			3	6	6

Трудоемкость ревизии – 40 чел.-ч
Периодичность ТО 6-48 мес

Карта учета технического состояния насосов (обратная сторона)

Дата	Индекс	Наработка	Результаты ревизии (ТО). Краткое описание выявленных дефектов и принятых мер	№ донесения об отказе

Дата	Температура подшипника качения, °С	Толщина корпуса, мм		

Таблица 8.3

Вид контроля	Периодичность контроля, мес	
	Хорошее техническое состояние	Удовлетворительное техническое состояние
Уровень ударных импульсов и вибрации, температура подшипников для насосов с наработкой в год более 3000 ч	6	3
Уровень ударных импульсов и вибрации, температура подшипников для насосов с наработкой в год менее 3000 ч	12	6
Контроль уменьшения толщины корпуса	12	6
Эсмотр рабочего колеса эндоскопом	12	6

Таблица 8.4

Тип насоса	Периодичность технического обслуживания, мес
Центробежные насосы забортной воды	6—48
Центробежные насосы забортной воды периодического применения	24—72
Центробежные насосы горячей пресной воды, вихревые насосы	24—72 6—48
Циркуляционные насосы котлов	
Шестеренные и винтовые насосы (масляные)	12—48
Шестеренные и винтовые насосы (тяжелого топлива)	24—96 24—48
Шестеренные и винтовые насосы (дизельного топлива)	48—96
Многоплунжерные насосы гидравлических систем (рулевые машины и закрытия)	48—72

9. Методика определения технического состояния поршневых компрессоров

9.1. Общие положения.

9.1.1. Методика распространяется на все типы поршневых воздушных компрессоров.

9.1.2. Методика предусматривает определение технического состояния поршневых воздушных компрессоров без их разборки на основе контроля состояния цилиндропоршневой группы, подшипников и охладителей воздуха.

9.2. Работы по техническому обслуживанию поршневых компрессоров, выполняемые по состоянию.

На основе контроля фактического состояния поршневых компрессоров может выполняться техническое обслуживание следующих узлов:

цилиндропоршневая группа — замена колец, поршней, втулок;

головные и мотылевые подшипники — замена (восстановление);

всасывающие и нагнетательные клапаны — замена (восстановление);

электродвигатели — пополнение или замена смазки, замена подшипников, ремонт ротора (якоря);

охладители воздуха — очистка.

9.3. Методы контроля и нормы технического состояния.

9.3.1. Техническое состояние компрессоров контролируется по уровню вибрации, ударных импульсов, по величине снижения производительности и по наличию воды в масле. При наличии указаний в инструкциях по эксплуатации состояние клапанов может определяться по уровню температур и давлений воздуха за ступенями.

9.3.2. Состояние цилиндропоршневой группы (состояние крепления, зазоры в рамовых подшипниках, зазоры между поршнем и втулкой, состояние колец; зазоры в головных и мотылевых подшипниках) контролируется по уровню вибрации и снижению производительности компрессора.

9.3.2.1. Измерение уровня вибрации производится виброметрами ВШВ-003 или VTM-33 (или аналогичными приборами) в соответствии с рекомендациями, изложенными в п. 2.3.2 ч. II настоящего РД.

9.3.2.2. Вибрация измеряется в вертикальной плоскости на крышках цилиндров (на оси компрессора) и в горизонтальной плоскости на верхних кромках блока цилиндра (середина цилиндра).

9.3.2.3. Уровень виброскорости (мм/с, среднеквадратичное значение), измеренный в горизонтальной плоскости, на основной частоте вращения коленчатого вала компрессора $f_0 = n/60$ Гц (где n — частота вращения, об/мин) характеризует состояние крепления и зазоры в рамовых подшипниках; на частотах $2f_0$ и $4f_0$ — зазоры между поршнем и втулкой, состояние колец.

Уровень виброскорости, измеренный в вертикальной плоскости на частотах $2f_0$ и $4f_0$, характеризует зазоры в головных и мотылевых подшипниках (для головных также на частоте 500—1000 Гц).

9.3.2.4. Относительное снижение производительности δV определяется по формуле*

$$\delta V = \frac{V_{исх} - V_{кс}}{V_{исх}} 100,$$

где $V_{исх}$ — номинальная производительность компрессора, м³/ч;

$V_{кс} = 163 \cdot 10^3 V_б (P_2 - P_1)/T_2\Theta$ — производительность компрессора при контроле, м³/ч;

$V_б$ — объем воздухохранителя, наполняемого при контроле, м³;

---

* Относительное снижение производительности может быть найдено по изменению времени наполнения воздухохранителя от одного фиксированного значения давления до другого по оравнению с эталонной величиной при нормальном техническом состоянии компрессора.

P_1, P_2 — давление воздуха в воздухохранителе соответственно в начале и конце контроля, МПа;

T_2 — температура поверхности воздухохранителя, К;

Θ — время повышения давления в воздухохранителе от значения P_1 до P_2, мин.

9.3.2.5. Нормы вибрации и снижения производительности, соответствующие трем категориям технического состояния цилиндропоршневой группы, приведены на рис. 9.1.

а)

Снижение производительности		
I	II	III
<25	$25 \leqslant \delta V \leqslant 40$	>40

б)

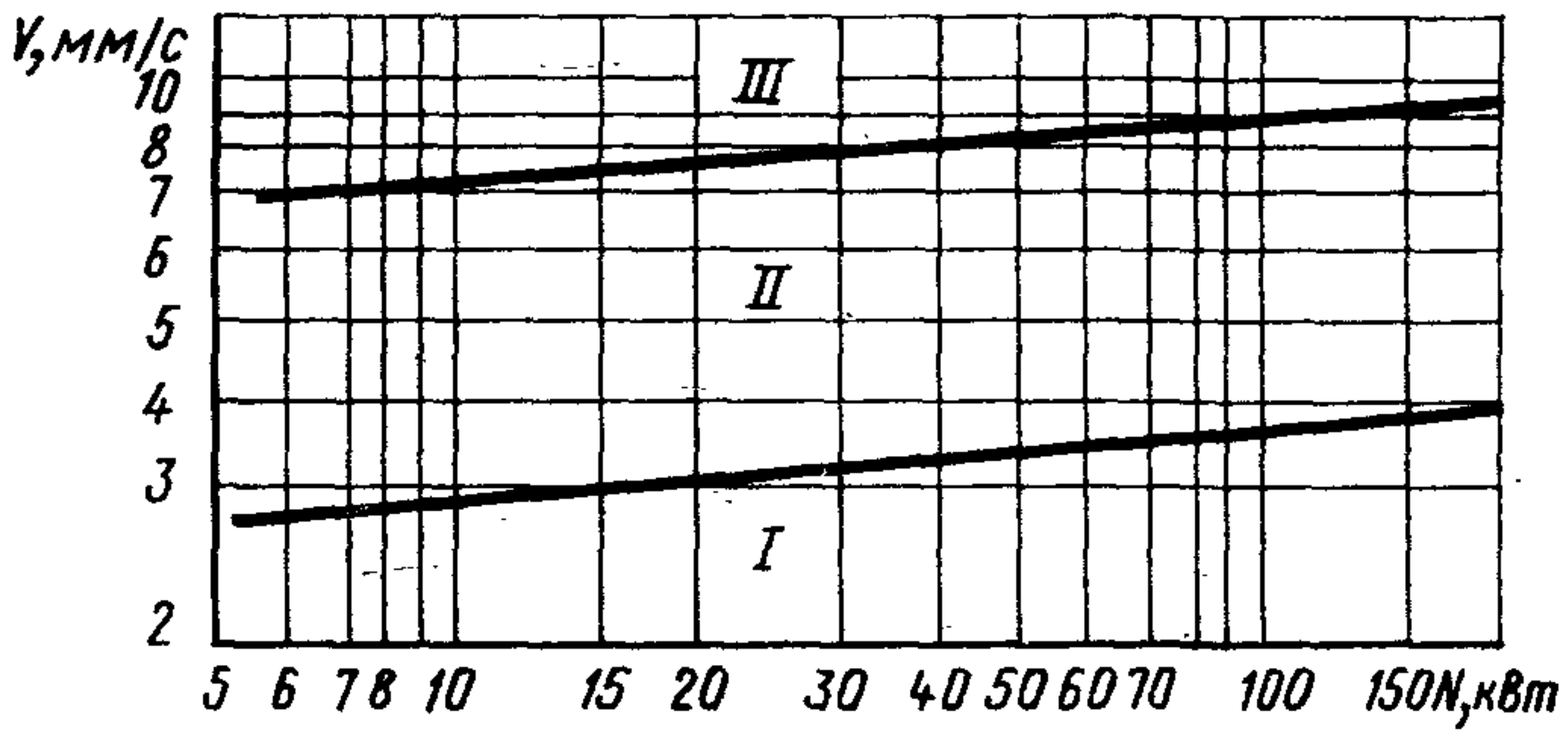


Рис. 9.1. Нормы снижения производительности (*а*) и нормы вибрации (*б*) поршневых компрессоров:
I — хорошее состояние; II — удовлетворительное состояние; III — неудовлетворительное состояние

9.3.3. Состояние всасывающих и нагнетательных клапанов компрессора контролируется по уровню ударных импульсов, температуре поверхности крышки клапана, поверхности воздушных и водяных патрубков, по давлению воздуха после I ступени (метод контроля определяется конструкцией компрессора).

9.3.3.1. Измерения уровня ударных импульсов производятся с помощью прибора ИСП-1 (см. п. 2.3.1 ч. II настоящего РД). Щуп прибора устанавливается на крышке клапана. Величина dB_i выбирается опытным путем (обычно $dB_i=20$) и при всех измерениях остается постоянной. Мерой неисправности является отклонение величины $dB_м$ на ± 10 дБ от среднего значения, определенного для всасывающих и нагнетательных клапанов двух (трех) компрессоров. Среднее значение рассчитывается на основе результатов измерений клапанов по соответствующим ступеням компрессоров.

9.3.3.2. Измерения температур поверхности крышки клапана и поверхности воздушных патрубков (труб) производятся с помощью контактных термометров типа ТТЦ I (см. п. 2.3.4 ч II настоящего РД).

Измерение температуры поверхности крышки клапана осуществляется в точке, находящейся на боковой поверхности фланца крышки, на минимальном расстоянии от вертикальной оси симметрии крышки (при наличии фильтра) либо по центру крышки.

Измерение температуры поверхности воздушного патрубка (трубы) производится в месте выхода патрубка из цилиндра I ступени и в месте входа из охладителя I ступени.

9.3.3.3. Давление воздуха после I ступени контролируется по штатным манометрам.

Таблица 9.1

Нормы для контроля технического состояния воздухоохладителей компрессора

Тип охладителя	Снижение производительности δV %	Разность температур ΔT для трех категорий технического состояния		
		Хорошее	Удовлетворительное	Неудовлетворительное
Кожухотрубный с раздельными корпусами I и II ступеней компрессора	<25	<10	$10 \leqslant \Delta T \leqslant 25$	>25
	$\geqslant 25$	<5	$5 \leqslant \Delta T \leqslant 15$	>15
Кожухотрубный с общим корпусом I и II ступеней компрессора	<25	<25	$25 \leqslant \Delta T \leqslant 45$	>45
	$\geqslant 25$	<15	$15 \leqslant \Delta T \leqslant 25$	>25
Секционный с раздельными корпусами I и II ступеней компрессора	<25	<35	$35 \leqslant \Delta T \leqslant 55$	>55
	$\geqslant 25$	<20	$25 \leqslant \Delta T \leqslant 35$	>35

9.3.3.4. Нормы для контроля технического состояния клапанов приведены в табл. 9.2.

9.3.4. Техническое состояние охладителей контролируется по величине снижения производительности δV и разности между температурой поверхности выходного воздушного патрубка (трубы) цилиндра I ступени и температурой поверхности водяного патрубка (трубы) на входе в охлаждаемый первым воздухоохладитель ΔT.

Нормы для контроля технического состояния воздухоохладителей приведены в табл. 9.1.

9.3.5. Состояние масляного насоса контролируется по величине давления в системе смазки. При давлении масла более 0,2 МПа — I категория технического состояния, при давлении масла от 0,12 до 0,2 МПа — II категория и при давлении масла меньше чем 0,12 МПа — III категория.

Таблица 9.2

Нормы для контроля состояния клапанов компрессора (при температуре воздуха в машинном отделении 20—30 °С)

Наименование	Конструкция компрессора	Категория технического состояния	Снижение производительности δV, %	Разность температуры* поверхности всасывающего клапана и температуры в машинном отделении $\Delta T_к$, °С	Температура поверхности выходного воздушного патрубка цилиндра I ступени $t_в$, °С	Давление воздуха после I ступени компрессора $P_в$, МПа
Всасывающие клапаны I ступени	Общие цилиндры I и II ступеней	I	<25	<20	>140	$>0{,}45$
		II	$25\leqslant\delta V\leqslant40$	$20\leqslant\Delta T_к\leqslant35$	$120\leqslant t_в\leqslant140$	$0{,}35\leqslant P_в\leqslant0{,}45$
		III	>40	>35	<120	$<0{,}35$
Нагнетательные клапаны I ступени		I	<25		<160	$0{,}45$
		II	$25\leqslant\delta V\leqslant40$		$160\leqslant t_в\leqslant170$	$0{,}35\leqslant P_в\leqslant0{,}45$
		III	>40		>170	$<0{,}35$
Всасывающие клапаны I ступени	Раздельные цилиндры I и II ступеней	I	<25	<20	>80	$0{,}45$
		II	$25\leqslant\delta V\leqslant40$	$20\leqslant\Delta T_к\leqslant35$	$60\leqslant t_в\leqslant80$	$0{,}35\leqslant P_в\leqslant0{,}45$
		III	>40	>35	<65	$<0{,}35$
Нагнетательные клапаны I ступени		I	<25		<95	$>0{,}45$
		II	$25\leqslant\delta V\leqslant40$		$95\leqslant t_в\leqslant110$	$0{,}25\leqslant P_в\leqslant0{,}45$
		III	>40		>110	$<0{,}35$
Всасывающие и нагнетательные клапаны II ступени	Общие и раздельные цилиндры I и II ступеней	I	<25	<10		$<0{,}55$
		II	$25\leqslant\delta V\leqslant40$	$10\leqslant\Delta T_к\leqslant25$		$0{,}55\leqslant P_в\leqslant0{,}65$
		III	>40	>25		$>0{,}65$

* Для всасывающего клапана II ступени вместо температуры машинного отделения берется температура поверхности воздушной трубы после охладителя I ступени.

9.3.6. Контроль смазки и повреждения подшипников электродвигателя производится в соответствии с рекомендациями, изложенными в разд. 8 ч. II настоящего РД.

9.3.7. Состояние уплотнительной прокладки головки блока компрессора определяется по наличию воды в масле. Контроль производится с помощью прибора ИВМ в соответствии с рекомендациями, изложенными в п. 2.3.6 ч. II настоящего РД. Предельное значение содержания воды в масле не должно превышать 0,2%.

9.4. Периодичность контроля технического состояния и проведения технического обслуживания по состоянию.

9.4.1. Периодичность контроля приведена в табл. 9.3.

Таблица 9.3

Вид контроля	Периодичность контроля, мес	
	Хорошее техническое состояние	Удовлетворительное техническое состояние
Контроль клапанов в соответствии с подпунктом 9.3.3.1	6	3
Контроль клапанов в соответствии с подпунктом 9.3.3.2	12	6
Контроль ЦПГ в соответствии с п. 9.3.2	12	6
Контроль подшипников электродвигателя	В соответствии с разд. 8 ч. II настоящего РД	
Контроль воздухоохладителей в соответствии с п. 9.3.4	24	12

9.5. Учет и прогноз технического состояния.

Результаты контроля технического состояния компрессоров регистрируются в Журнале учета технического состояния.

Для учета может использоваться типовая карта. Форма карты и пример ее заполнения показаны в табл. 9.4.

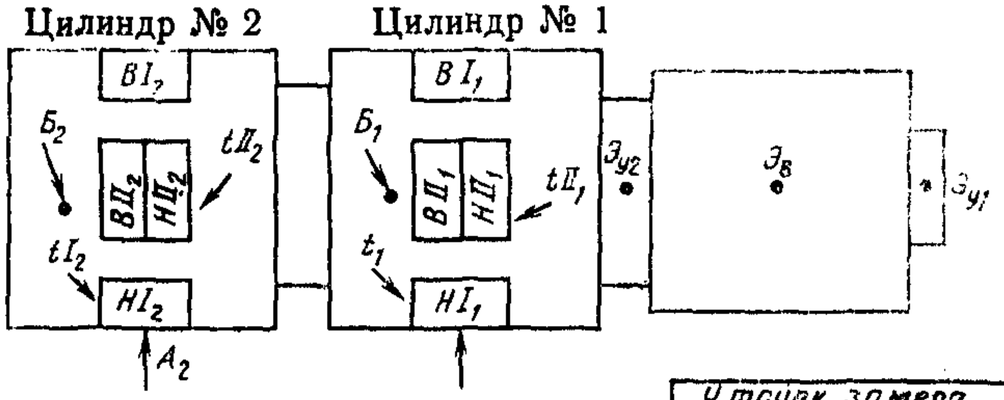
Прогноз состояния проводится путем линейной экстраполяции.

При достижении одним из диагностических параметров III категории технического состояния должно проводиться техническое обслуживание для поршневых компрессоров с годовой наработкой: 150 ч — через 50—60 ч; 150—500 ч — через 80—120 ч; 500—1500 ч — через 150—200 ч; свыше 1500 ч — через 250—300 ч.

Таблица 9.4

Карта учета технического состояния поршневого компрессора

	Суда типа «Иркутск»	Компрессор высокого давления 2С-125С	№ 1	т/х «Гарри Поллит»	



У точек замера ставьте № цилиндра

Дата (наработка)	A_1 и A_2 $2f_0$ и $4f_0$ 2 4 6 8 мм/с	$Б_1$ и $Б_2$ $2f_0$ или $4f_0$ 2 4 6 8 мм/с	$\frac{\delta V}{S}$ 5 20 35%	$K_в$ 5 10 дБ	$Э_в$ $1f_0$ 2 4 6 мм/с	$Э_{y1}$ и $Э_{y2}$ 20 40 дБ	ΔT 15 20 °С
25.04.85	×1 ×2	×1 ×2	×	×BI ×HI	×	×2 ×1	×2
Состояние	хор. уд.	хор. уд.	хор. уд.	хор. уд.	хор. уд.	хор. уд.	хор. уд.
Период контроля, мес	6 3 1	6 3 1	6 3	6 3	6 3 1	6 3 1	12 6

Большие зазоры в ЦПГ, провести ТО

Большие зазоры в подшипниках, провести ТО

Провести ТО

Проверить клапан

Проверить центровку, муфту, крепление

Заменить подшипник

Провести очистку охладителя

Примечание. А — виброскорость горизонтальная; Б — виброскорость вертикальная; δ_U — снижение производительности; $к_в$ — состояние клапанов; ΔT — разность температуры поверхности входного патрубка цилиндра и температура воды на входе в охладитель; ВI всасывающий клапан I ступени; НI — нагнетательный клапан I ступени; ВII — всасывающий клапан II ступени; НII — нагнетательный клапан II ступени; $Э_в$ — виброскорость электродвигателя; $Э_у$ — состояние подшипников электродвигателя

	Октава:	
1	f_0=12,7 Гц	16 Гц
2	f_0=25 Гц	31,5 Гц
4	f_0=50 Гц	63 Гц

Внимание. Если А на частоте $1f_0$ больше 5 мм/с, проверьте крепление компрессора.

10. Методика определения технического состояния центробежных сепараторов

10.1. Общие положения.

10.1.1. Методика распространяется на все модели центробежных сепараторов топлива и масла фирмы «Альфа-Лаваль» и ее лицензиатов, а также может быть использована для сепараторов других типов.

10.1.2. Методика предусматривает контроль появления внутренних повреждений, развитие которых может привести к нарушению работоспособности сепаратора (отказу).

10.2. Работы по техническому обслуживанию сепараторов.

На основе контроля фактического технического состояния может выполняться техническое обслуживание следующих механизмов и их узлов.

Сепаратор:

вертикальный привод барабана — замена подшипников;

горизонтальный привод барабана — замена подшипников, замена башмаков тормоза, замена червячного колеса и червяка;

барабан — очистка;

насос — замена подшипников;

соединительная муфта — замена (восстановление).

Электродвигатель: пополнение или замена смазки, замена подшипников, ремонт ротора (якоря).

10.2.2. Работы, проводимые по регламенту:

неразрушающий контроль барабана;

неразрушающий контроль вала барабана в районе посадки барабана;

контрольные обмеры, предусмотренные инструкцией (совмещаемые с очисткой сепаратора).

10.3. Методы контроля и нормы технического состояния.

10.3.1. Техническое состояние сепараторов контролируется по уровню ударных импульсов, вибрации и повышению тока нагрузки электродвигателя привода. Достижение предельно допустимого значения хотя бы одним из параметров говорит о необходимости

проведения технического обслуживания сепаратора. Навешенные насосы контролируются по уровню ударных импульсов и вибрации и снижению подачи (напора). Состояние электродвигателя (механическое) контролируется по уровню ударных импульсов и вибрации.

10.3.2. Обмеры узлов сепараторов (положение напорного и управляющего дисков по высоте, стык запорного кольца по меткам, положение по высоте, биение верхней части вала барабана, зазор в уплотнении подвижного дна барабана), проверка состояния всех уплотнений, осмотр червячной передачи и тормоза и прочие операции совмещаются с очисткой и разборкой барабана сепаратора, проводимыми по состоянию.

10.3.3. По уровню ударных импульсов контролируется состояние подшипников вала барабана и горизонтального вала привода,

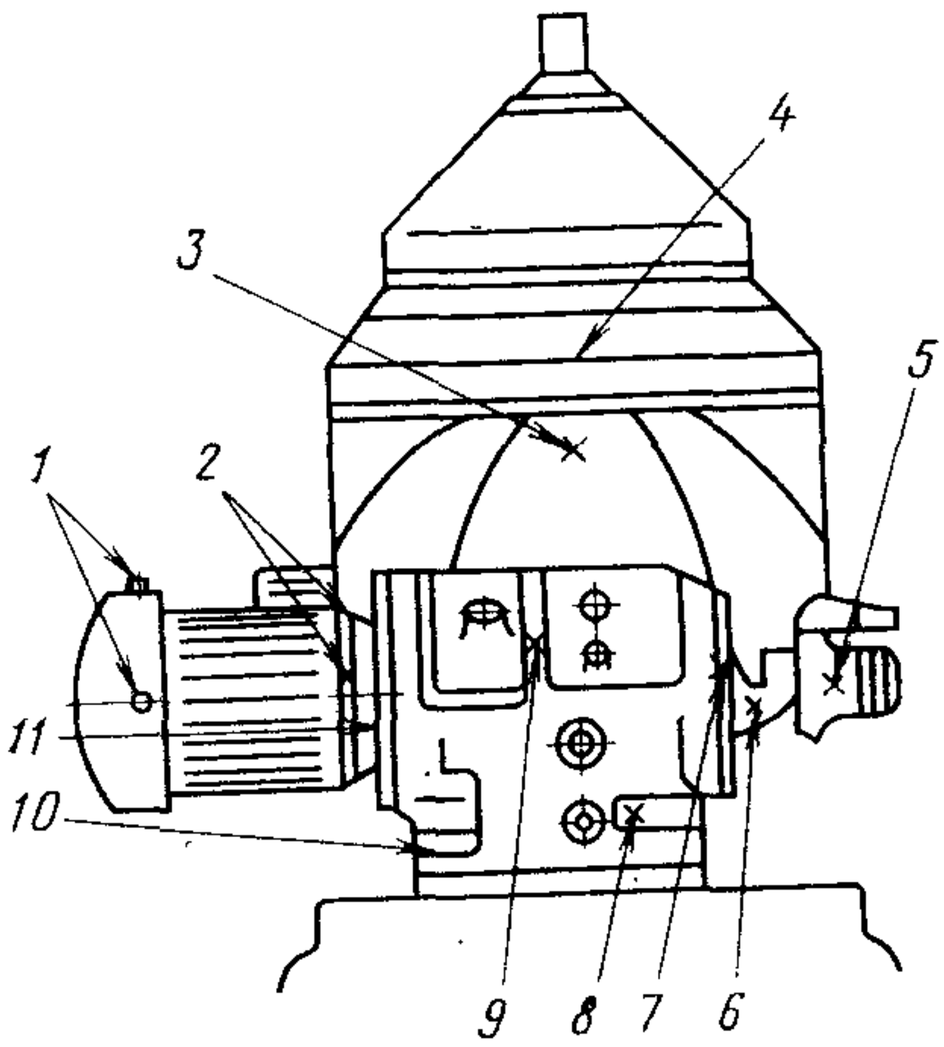


Рис. 10.1. Точки измерения ударных импульсов и вибраций на центробежном сепараторе:
↓, × — точки измерения; *1*, *2* — подшипники электродвигателя; *3* — верхний подшипник вертикального вала (ударные импульсы); *4* — вертикальная и горизонтальная вибрация сепаратора; *5* — корпус насоса; *6* — крышка соединительной муфты (ударные импульсы); *7*, *9* — подшипники вала привода; *8* — нижний подшипник вертикального вала (ударные импульсы); *10* — горизонтальная и вертикальная вибрация на лапах; *11* — горизонтальная вибрация привода

подшипников электродвигателя, а также состояние соединительной муфты и навешенных шестеренных насосов. При этом выявляются наличие повреждений и состояние смазки.

10.3.3.1. Контроль производится индикатором состояния подшипников ИСП-1 или измерителем ударных импульсов SPM 43A (см. п. 2.3.1 ч. II настоящего РД).

10.3.3.2. Точки измерения ударных импульсов с помощью индикаторного щупа показаны на рис. 10.1. Эти точки соответствуют районам расположения подшипников вертикального и горизонтального валов, а также муфты привода насоса и самого насоса.

10.3.3.3. Нормы технического состояния подшипников качения по уровню ударных импульсов приведены в п. 2.3.1 ч. II настоящего РД и применяются к подшипникам горизонтального вала (точки *7* и *9*) и электродвигателя (точки *1* и *2*). Уровень ударных импульсов на подшипниках вертикального вала (точки *3* и *8*) принимает-

ся с учетом поправки на демпфирование (к измеренному с помощью индикаторного щупа уровню ударных импульсов прибавляется 10 дБ) и сравнивается с нормами.

Уровень ударных импульсов соединительной муфты приводного насоса замеряется на ее корпусе (точка *6*). Предварительно на измерительном приборе устанавливается значение $dB_1 = 15$ дБ. Мерой неисправности муфты является значение $dB_м$ выше 40 дБ. Аналогично (точка *5*) производится оценка состояния насоса.

Погрешность результатов измерения составляет ±2,5%.

10.3.4. По уровню вибрации сепараторов устанавливается изменение балансировки барабана (из-за разрушения демпферных устройств, неравномерной самоочистки барабана, а также состояния подшипников). Измерению вибрации должно предшествовать измерение ударных импульсов, чтобы установить состояние подшипников и их влияние на вибрацию сепаратора.

10.3.4.1. Уровень вибрации измеряется виброметрами ВШВ-003 или VTM33 в соответствии с методическими указаниями, изложенными в п. 2.3.2 ч. II настоящего РД. Допускается применение других типов виброметров.

10.3.4.2. Точки измерения вибрации приведены на рис. 10.1. Горизонтальная вибрация на корпусе (точка *4*) и лапах (точка *10*) измеряется в направлениях: траверзном — перпендикулярном диаметральной плоскости судна и продольном — по диаметральной плоскости. В этих же точках измеряется и вертикальная вибрация.

10.3.4.3. На сепараторах измеряется уровень виброскорости (мм/с, среднеквадратичное значение) на частотах, соответствующих частоте вращения барабана $f_5 = n/60$ Гц.

10.3.4.4. Нормы вибрации, соответствующие трем категориям технического состояния, приведены на рис. 10.2. За основу норм приняты рекомендации фирмы «Альфа-Лаваль». Нормы относятся к измерениям в октавных полосах, в которые попадает f_6. При измерении в $^1/_3$-октавной полосе нормы, приведенные на рис. 10.2, должны быть уменьшены в 1,2 раза.

При измерении вибрации на электродвигателе привода сепаратора используются нормы, приведенные на рис. 8.2. При высоком уровне вибрации прежде всего необходимо проверить муфту сцепления электродвигателя с приводом.

10.3.4.5. Приведенные выше нормы относятся к случаям, когда воздействие вибрации от других источников на судне не превышает 1,5 мм/с (проверка осуществляется по разности вибрации работающего и остановленного сепаратора). Если уровень вибрации неработающего сепаратора достаточно высок вследствие воздействия посторонних источников (на уровне норм III категории технического состояния), необходимо принять меры по его снижению, так как в таких условиях быстро снижается ресурс. Перед определением технического состояния сепаратора по уровню вибрации необходимо проверить состояние крепления сепаратора к фундаменту.

10.3.5. Контроль за потребляемой сепаратором мощностью (силой тока) при пуске и работе, а также за временем пуска позволяет определять состояние привода сепаратора (тормоза, червячной

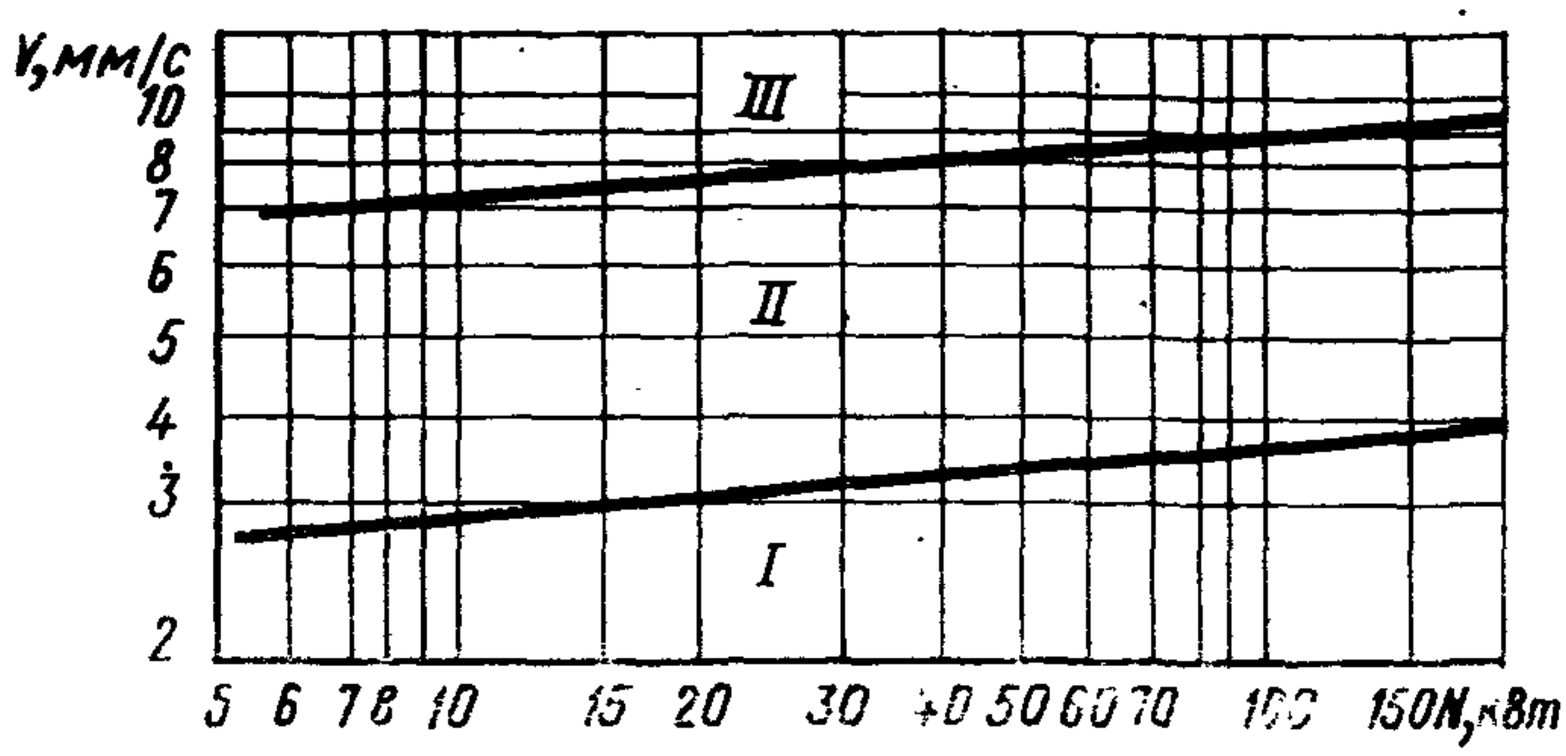


Рис. 10.2. Центробежные сепараторы:
I — хорошее состояние; II — удовлетворительное состояние; III — неудовлетворительное состояние

передачи), качество самоочистки барабана. Типичная пусковая характеристика сепаратора приведена на рис. 10.3. При хорошем состоянии время пуска составляет меньше 7 мин, при удовлетворительном — 7—12 мин, при неудовлетворительном — больше 12 мин.

При хорошем состоянии ток нагрузки на электродвигателе сепаратора составляет 14,5—16,5 А, при неудовлетворительном — более 45 А (для сепаратора МОРХ 209).

10.3.6. Проверка состояния механизма открывания и закрывания барабана (предварительно убедиться в наличии и поступлении воды в систему управления). При неудовлетворительном состоянии:

барабан не закрывается при подаче воды для образования гидравлического затвора, она не вытекает из патрубка отсепарированной воды через 10—15 с;

барабан не открывается — очистка барабана не происходит при соответствующем положении крана управления механизмом;

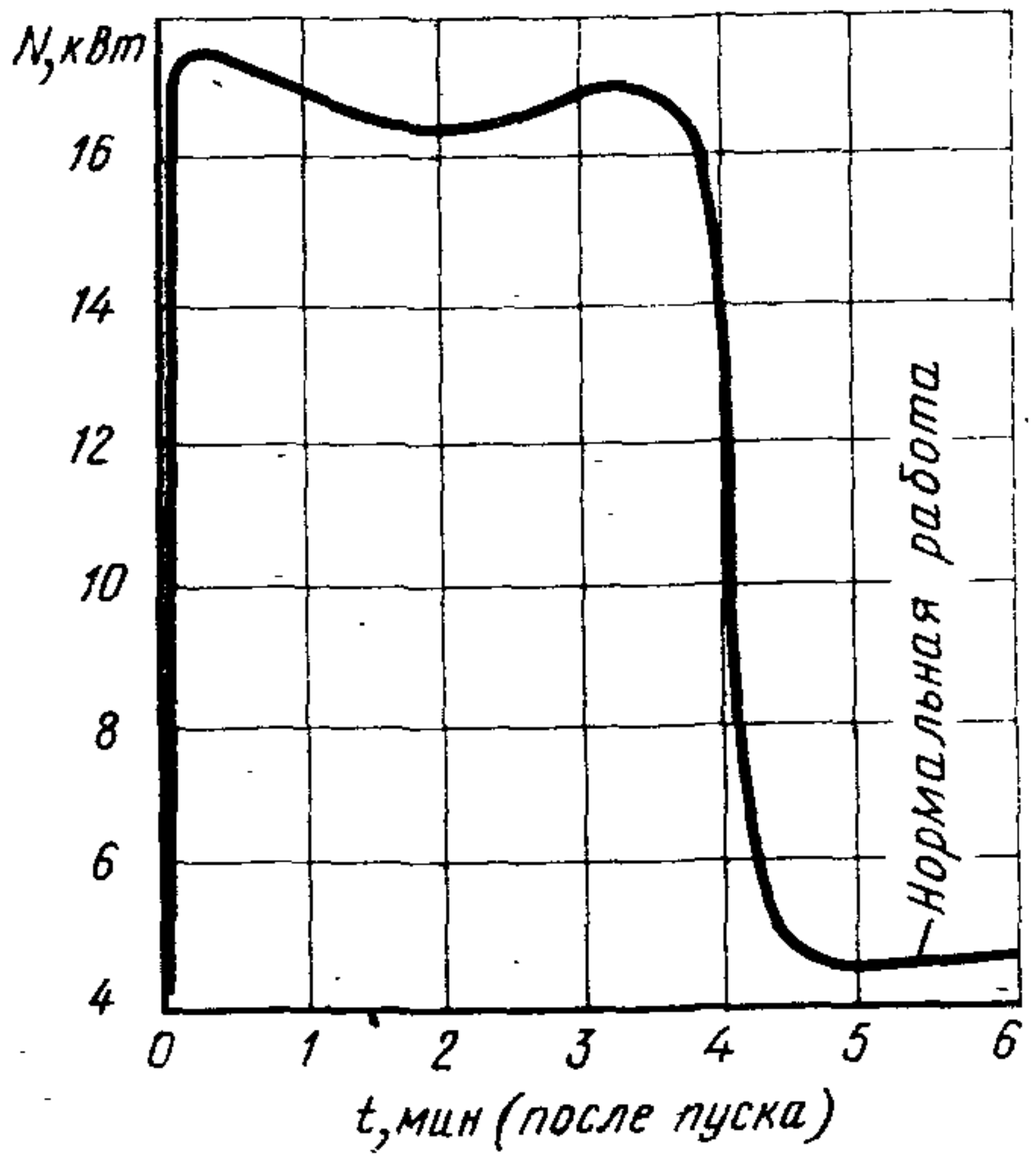


Рис. 10.3. Пусковая характеристика сепаратора МО РХ213TGT

барабан остается открытым (или открывается) при переключении крана управления механизмом в положение, соответствующее сепарации.

Таблица 10.1

Таблица неисправностей центробежных сепараторов

Шифр диагноза	Неисправность	Диагностические параметры: Ударные импульсы (.) 3 и (.) 8 $П_1$		Ударные импульсы (.) 7 и (.) 9 $П_2$		Ударные импульсы (.) 1 и (.) 2 $П_3$		Ударные импульсы (.) 5 и (.) 6 $П_4$		Вибрация, мм/с (.) 4 и (.) 10 $П_5$		Вибрация, мм/с (.) 1 и (.) 2 $П_6$		Потребляемая мощность[1] $П_7$		Содержание воды в масле, % $П_8$		Увеличенное время пуска, мин $П_9$		Недостаточная частота вращения, об/мин $П_{10}$		Решающее правило
		0	1	0	1	0	-1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
		⩽40	>40	⩽40	>40	⩽40	>40	⩽40	>40	⩽7	>7	⩽5,5	>5,5	⩽40	>40—45	⩽0,5	>0,5	⩽12	>12	1450 <1450		
D_1	Нарушена балансировка из-за очистки или неправильной сборки	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1	—	—	0	1	—	—	—	—	—	—	$П_5П_7=1$
D_2	Неисправна система демпфирования вибрации	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$П_5=1$
D_3	Повреждены подшипники вертикального вала, в том числе смазка	0	1	—	—	—	—	—	—	0	1^2	—	—	0	1^2	—	—	—	—	—	—	$П_1П_5П_7=1$

D_4	Повреждены подшипники горизонтального вала, в том числе смазка	—	—	0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$П_2=1$
D_5	Износ червячного колеса и червяка	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$П_7=1$
D_6	Неисправен тормоз (прижаты или изношены башмаки)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1	0	1	—	—	—	$П_9П_{10}=1$
D_7	Закупорен дренаж барабана или изношены уплотнения	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1	—	—	—	—	—	—	—	$П_8=1$
D_8	Неисправны подшипники электродвигателя	—	—	—	—	0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$П_3=1$
D_9	Неисправна муфта привода насоса или сам насос	—	—	—	—	—	—	0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$П_4=1$
D_{16}	Неисправность муфты между электродвигателем и приводом	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$П_6=1$

[1] В первую очередь при пуске.
[2] Незначительное повышение.

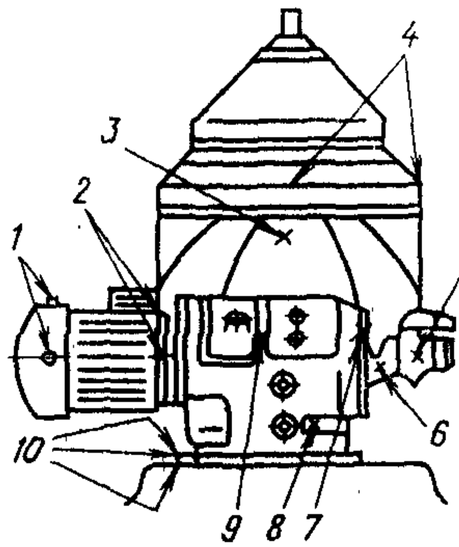
Таблица 10.2

т/х _____

№ типа карты
Порядковый № карты

Карта учета технического состояния сепаратора _____
(диз. или тяж. топлива, масла, №)

_____



Марка
Мощность кВт
Производительность л/ч
Внутренний диаметр подш.,

точки *1* мм
2 мм
3 мм
8 мм
7 мм
9 мм

Частота вращения
гор. вал. об/мин Гц
верт. вал. об/мин Гц

Дата	Ударные импульсы, дБ (точки *1, 2, 3, 8, 7* и *9*)									Ударные импульсы, дБ (точки *5, 6*) $dB_1=15$				Вибрация, мм/с (точки *4. 5. 10*)				Потребляемая мощность, А			
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	20	30	40	50	2	4	6	8	10	20	30	40

Периодичность ТО, мес	Трудоемкость ТО, чел.-ч	Состояние	Хор.	Удовл.		Хор.	Удовл.		Хор.	Удовл.		Хор.	Удовл.	
24—72	70	Периодичность контроля, мес	12	6	ТО	12	6	ТО	12	6	ТО	12	6	ТО

(обратная сторона)

Карта учета технического состояния сепараторов

	Дата	Индекс	Наработка	Результаты ревизии (ТО) Краткое описание выявленных дефектов и принятых мер	№ донесения об отказе

Дата	Время пуска, мин			

10.3.7. Методы контроля неисправностей представлены в табл. 10.1, которая включает перечень возможных неисправностей и параметры технического состояния (с допусками для удовлетворительного и неудовлетворительного состояний), а также решающие правила для установления диагноза. Табл. 10.1 используется обслуживающим персоналом для поиска повреждений или применяется при решении задач по определению технического состояния судовых технических средств с помощью персональных ЭВМ или систем автоматизированного диагностирования.

Для решения задач о необходимости проведения технического обслуживания используют Карту учета технического состояния (табл. 10.2), на основании которой контроль и учет технического состояния сепараторов проводится по ограниченному числу параметров: уровню ударных импульсов, вибрации, мощности, потребляемой приводом (силе тока), и времени пуска.

10.4. Периодичность контроля технического состояния и проведения технического обслуживания по состоянию.

10.4.1. Периодичность контроля технического состояния приведена в табл. 10.3.

Таблица 10.3

Вид контроля	Периодичность контроля, мес	
	Хорошее техническое состояние	Удовлетворительное техническое состояние
Уровень ударных импульсов и вибрации для сепараторов с наработкой в год более 3000 ч	6	3*
Уровень ударных импульсов и вибрации для сепараторов с наработкой в год менее 3000 ч	12	6
Мощность (сила тока) и время пуска	1—2	1
Обмеры	В соответствии с инструкцией, совмещая с очисткой барабана по состоянию	
Неразрушающий контроль барабана и шпинделя (совмещая с очисткой барабана по состоянию)	Каждые 4 года	

* Для точки 11 (см. рис. 10.1) периодичность контроля может быть сокращена до 15—30 дней.

10.4.2. Периодичность проведения технического обслуживания (переборка) по состоянию (данные для составления плана-графика технического обслуживания) составляет 18—48 мес (800—16 000 ч), периодичность проведения технического обслуживания навешенных насосов — 12—24 мес.

10.5. Учет и прогноз технического состояния.

Результаты контроля технического состояния сепараторов регистрируются в Журнале учета технического состояния судовых технических средств. Для учета может использоваться типовая карта (см. табл. 10.1 и 10.2). На карте приводится схема точек замера для конкретного сепаратора, а ниже должны указываться технические данные по сепаратору, трудоемкость и периодичность технического обслуживания, данные для измерения уровня ударных импульсов и вибрации (внутренние диаметры подшипников и число оборотов валов). Для конкретного сепаратора карта расчерчивается в соответствии с нормами параметров, приводимых на рис. 10.2.

На обратной стороне карты дается форма обычных записей в Журнале учета технического состояния.

Прогноз состояния проводится путем линейной экстраполяции.

Техническое обслуживание проводится при достижении одним из параметров предельного значения.

11. Методика определения технического состояния вентиляторов

11.1. Общие положения.

11.1.1. Методика распространяется на все типы судовых вентиляторов с электроприводом: центробежные, осевые.

11.1.2. Методика предусматривает определение технического состояния вентиляторов с электроприводом без их разборки на основе контроля состояния подшипников, крылатки и вала.

11.2. Работы по техническому обслуживанию вентиляторов, выполняемые по состоянию.

На основе контроля фактического состояния вентиляторов может выполняться техническое обслуживание следующих узлов:

вентиляторы — замена подшипников, крылатки, вала;

электродвигатели — пополнение или замена смазки, замена подшипников, ремонт ротора (якоря).

11.3. Методы контроля и нормы технического состояния.

11.3.1. Техническое состояние вентиляторов контролируется по уровню ударных импульсов и вибрации.

11.3.2. По уровню ударных импульсов контролируется состояние подшипников качения электродвигателей, при этом определяется наличие повреждений подшипников и состояние смазки.

11.3.2.1. Контроль производится индикатором состояния подшипников ИСП-1 или измерителем ударных импульсов SPM 43A (см. п. 2.3.1 ч. II настоящего РД).

По условиям техники безопасности измерения на электродвигателях трюмных осевых вентиляторов (рис. 11.1) должны производиться при закрытой крышке лючка корпуса. Измерения выполняются с помощью стационарного датчика либо измерительного болта длиной 24 мм с подсоединенным к нему датчиком с быстроразъемной муфтой. Для подключения измерительного прибора кабель от датчика должен быть выведен наружу корпуса вентилятора таким образом, чтобы он не был поврежден крылаткой при работе вентилятора.

11.3.2.2. Нормы технического состояния подшипников качения по уровню ударных импульсов приведены в п. 2.3.1 ч. II настоящего РД.

11.3.3. Контроль уровня вибрации вентиляторов с электроприводом позволяет установить изменение балансировки рабочего колеса (из-за нарушения заклепочных или сварных соединений лопаток с дисками, вмятин, прогибов, поломок лопаток, ослабления посадки рабочего колеса на валу), центровки (из-за неправильных радиальных, торцевых зазоров между крылаткой и корпусом), состояния амортизаторов и крепления вентилятора к фундаменту.

11.3.3.1. Измерение уровня вибрации производится виброметрами ВШВ-003 или VTM-33 (или аналогичными им) в соответствии

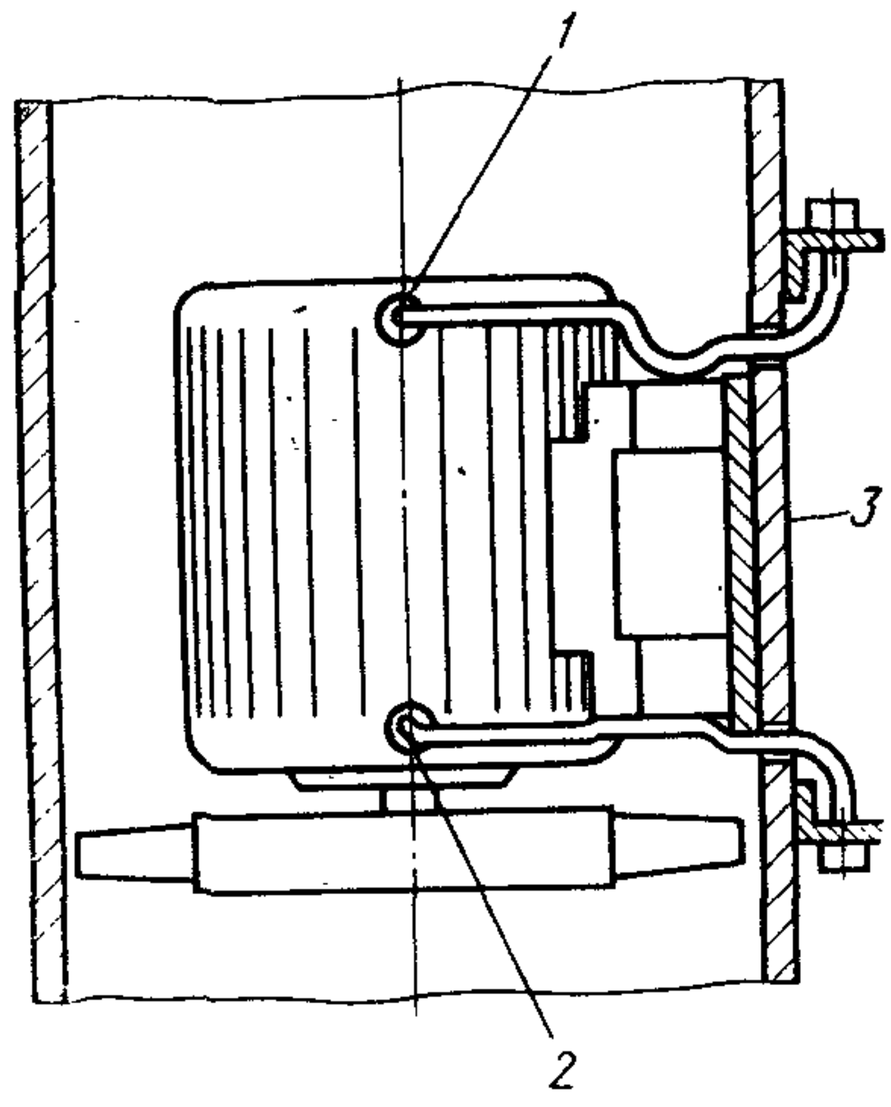


Рис. 11.1. Точки измерения ударных импульсов и вибрации для трюмных осевых вентиляторов:
1, 2 — измерение ударных импульсов и вибрации на электродвигателе; *3* — измерение вибрации на корпусе вентилятора

с методическими указаниями, изложенными в п. 2.3.2 ч. II настоящего РД.

11.3.3.2. Вибрация измеряется в районе подшипников электродвигателей в горизонтальной и вертикальной плоскостях.

По условиям техники безопасности измерения на электродвигателях трюмных осевых вентиляторов (см. рис. 11.1) должны производиться при закрытой крышке лючка корпуса. Вибропреобразователь должен крепиться к электродвигателю с помощью шпильки (см. п. 2.3.2 ч. II настоящего РД). Кабель от вибропреобразователя для подключения измерительного прибора должен быть выведен наружу корпуса вентилятора таким образом, чтобы он не был поврежден крылаткой при работе вентилятора. Для приближенной оценки вибросостояния трюмного осевого вентилятора замер

вибрации производится на корпусе в районе крепления электродвигателя (см. рис. 11.1). В этом случае оценка технического состояния вентилятора осуществляется по изменению уровня вибрации относительно исходного значения, соответствующего нормальному техническому состоянию.

11.3.3.3. Уровень виброскорости (мм/с, среднеквадратичное значение), измеренный на основной частоте $f_0 = n/60$ (где n — частота вращения, об/мин), характеризует состояние балансировки и центровки.

11.3.3.4. Нормы вибраций, соответствующие трем категориям технического состояния, приведены на рис. 11.2. Нормы относятся к измерениям в октавных полосах, в которые попадает f_0.

При измерении в $^1/_3$-октавной полосе нормы, приведенные на рис. 11.2, должны быть уменьшены в 1,2 раза.

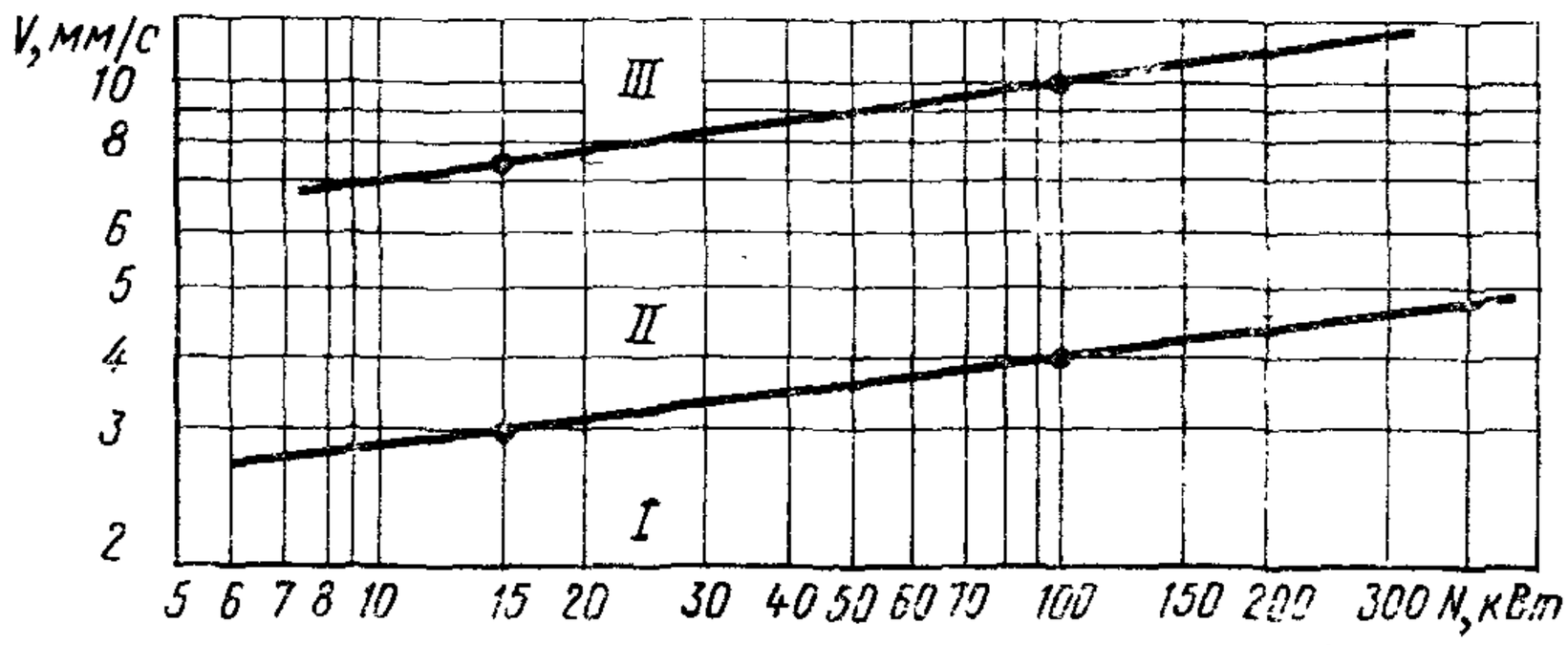


Рис. 11.2. Нормы вибрации вентиляторов:
I — хорошее состояние; II — удовлетворительное состояние;
III — неудовлетворительное состояние

11.4. Периодичность контроля технического состояния и проведения технического обслуживания по состоянию.

Периодичность контроля уровня ударных импульсов и вибрации: при хорошем техническом состоянии — 12 мес, при удовлетворительном — 6 мес.

В случае, если уровень ударных импульсов или вибрации достигает предельно допустимого значения, необходимо проведение технического обслуживания (ремонта).

11.5. Учет и прогноз технического состояния.

Результаты контроля технического состояния вентиляторов регистрируются в Журнале учета технического состояния судовых технических средств по заведованию. Для учета может использоваться типовая карта (табл. 11.1).

Прогноз состояния проводится путем линейной экстраполяции.

Таблица 11.1

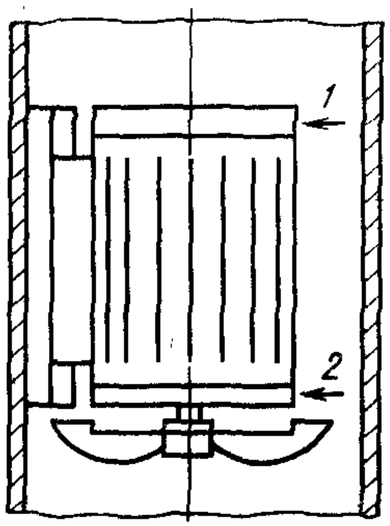
т/х _____

_____

Карта технического состояния вентилятора (трюмный осевой)

№ типа карты

Порядковый № карты



Марка
Частота вращения

_____об/мин; _____ Гц

Подшипники, внутр. диаметр

	Дата	Ударные импульсы, дБ				Вибрация, мм/с					
		10	20	30	40	2	4	6	8	10	12
Состояние		Хор.	Удовл.			Хор.		Удовл.			
Периодичность контроля, мес		6	3	ГО		6		3		ТО	

12. Методика определения технического состояния электрооборудования

12.1. Общие положения.

12.1.1. Техническое обслуживание электрооборудования (ЭО) при комплексной системе технического обслуживания и ремонта судов предусматривает:

инструментальный и осмотровый контроль технического состояния наиболее ответственного ЭО и его последующее плановое техническое обслуживание, выполняемые с постоянной периодичностью (группа 1);

инструментальный и осмотровый контроль технического состояния ЭО и его последующее плановое техническое обслуживание, выполняемые с переменной периодичностью, определяемой исполнителем в каждом конкретном случае в зависимости от состояния, установленного при контроле (группа 2);

осмотровый контроль технического состояния ЭО в процессе эксплуатации и его вынужденное техническое обслуживание (группа 3).

Содержание планового технического обслуживания ЭО, определяемое типовыми перечнями работ в ПТЭ судового ЭО и планами-графиками технического обслуживания, корректируется исполнителем в зависимости от его технического состояния. Содержание вынужденного технического обслуживания ЭО определяется характером его неисправностей и отказов.

12.1.2. Инструментальный контроль технического состояния ЭО без разборки включает в себя измерение ряда параметров, характеризующих техническое состояние ЭО, стационарными средствами (непрерывный контроль) или стационарными и переносными средствами (периодический контроль).

Периодический осмотровый контроль технического состояния ЭО без разборки включает в себя наружный осмотр и определение ряда показателей, также характеризующих техническое состояние ЭО (визуально, на слух и на ощупь), либо наружный осмотр с определением показателей и проверку ЭО в действии с измерением ряда параметров.

Периодический осмотровый контроль технического состояния ЭО с частичной или полной разборкой включает в себя внутренний осмотр ЭО и определение ряда показателей визуально, на слух и на ощупь либо внутренний осмотр с определением показателей и измерением ряда параметров переносными средствами.

12.1.3. В состав группы 1 рекомендуется включать следующее ЭО:

основные и аварийные источники электроэнергии (дизель, турбо- и валогенераторы) с автоматическими регуляторами напряжения (АРН);

гребные электродвигатели (ГЭД), полупроводниковые преобразователи и возбудители гребных электрических установок (ГЭУ);

аккумуляторы всех назначений с зарядными устройствами;

главные и аварийные распределительные щиты и пульты управления;

электроприводы (ЭП) рулевых, якорных, швартовных, подруливающих и спасательных устройств, буксирных лебедок, механизмов водонепроницаемых и противопожарных дверей;

ЭО во взрывоопасных помещениях и пространствах;

аварийное освещение и сигнально-отличительные фонари;

авторулевой; электрический машинный телеграф; служебную телефонную связь; авральную сигнализацию; сигнализацию обнаружения пожара и предупреждения о пуске средств объемного пожаротушения.

В состав группы 2 рекомендуется включать ЭО, не вошедшее в группы 1 и 3; в состав группы 3 рекомендуется включать электрическое освещение, электронагревательные и отопительные приборы.

12.2. Параметры и показатели, характеризующие техническое состояние, и средства их контроля.

12.2.1. К основным параметрам, характеризующим техническое состояние ЭО, относятся (табл. 12.1):

общее (объемное и поверхностное) сопротивление изоляции токоведущих частей относительно корпуса, характеризующее состояние изоляции, наличие сосредоточенных утечек, электро- и пожаробезопасность эксплуатации ЭО;

ток, характеризующий соответствие реальных условий эксплуатации расчетным, техническое состояние механизма ЭП и токоведущих частей ЭО;

температура токоведущих и изоляционных частей, корпусов, кожухов, подшипников и пр., характеризующая соответствие реальных условий эксплуатации и тока нагрузки расчетным, а также состояние средств охлаждения ЭО.

12.2.2. К дополнительным и прочим параметрам, характеризующим техническое состояние различных видов ЭО, относятся (см. табл. 12.1):

напряжение, активная мощность и частота тока (вращения) генераторов, трансформаторов, преобразователей электроэнергии и электродвигателей (ЭД), характеризующие техническое состояние ЭО и средств регулирования перечисленных параметров;

напряжение, плотность и уровень электролита аккумуляторов;

вибрация электрических машин (ЭМ), вызываемая нарушением центровки, неуравновешенностью вращающихся частей, недостаточно жестким креплением и другими причинами и оказывающая непосредственное влияние на состояние обмоток, подшипников, крепежных узлов и контактных соединений;

высокочастотные ударные импульсы, создаваемые работающими подшипниками качения ЭМ и характеризующие техническое состояние подшипниковых узлов и их смазки;

прочие механические и электрические параметры ЭМ, преобразователей и аппаратуры, характеризующие состояние отдельных частей ЭО (зазоры, потенциалы, нажатия и т. д.).

Таблица 12.1

Параметры и показатели, характеризующие техническое состояние ЭО

Основные виды электрооборудования	Параметры										Показатели
	основные			дополнительные						прочие	
	Сопротивление изоляции	Ток (нагрузки, возбуждения, разряда)	Температура	Напряжение	Активная мощность	Частота тока (вращения)	Плотность и уровень электролита	Вибрация	Ударные импульсы подшипников качения		
Генераторы	+	+	+	+	+	+	—	+	+	Воздушные зазоры; смещение вала; биение и износ колец (коллектора); давление щеток; ток холостого хода; зазоры в подшипниках	Загрязнение; износ изоляции; степень искрения щеток; исправность короткозамкнутых клеток роторов АД; коррозия; исправность уплотнений, заземлений, контактных соединений и крепежа; шум
Электродвигатели	+	+	+	—	—	+	—	+	+		
Трансформаторы; полупроводниковые преобразователи в зарядных устройствах, в ЭП, ГЭУ	+	+	+	+	—	—	—	—	—	Потенциалы, импульсы	Загрязнение; износ изоляции; коррозия; исправность уплотнений, заземлений, контактных соединений и крепежа; шум
Аккумуляторы	+	+	+	+	—	—	+	—	—	—	

Распределительные устройства и пульты управления; электрическое освещение; электронагревательные и отопительные приборы	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	Загрязнение; коррозия; износ, нагар и оплавление контактов и подвижных частей; исправность уплотнений, заземлений, контактных соединений и крепежа; шум
Коммутационная, пускорегулировочная и защитная аппаратура	+	+	+	—	—	—	—	—	—	Нажатие, растворы и провалы контактов; время срабатывания, запуска, перекладки	—
Аппаратура внутренней связи, сигнализации и управления судном	+	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—
Кабели и провода	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—	Загрязнение; износ, упругость и набухание изоляции; исправность заземлений, оконцеваний, сальников и проходных коробок

12.2.3. Указанные параметры измеряются стационарными (щитовыми, встроенными) средствами измерения, переносными средствами инструментального безразборного контроля (приборами, индикаторами, аппаратами), предусмотренными Табелями инвентарного снабжения судов и рекомендуемыми настоящим РД (приложения 1—3), а также другими специальными средствами контроля технического состояния ЭО.

12.2.4. Техническое состояние всех видов ЭО зависит также от ряда важных, но, как правило, ненормируемых показателей (см. табл. 12.1), к которым относятся загрязнение, трещины и другие повреждения изоляции, нагар, износ, коррозия, искрение, оплавление, шум, издаваемый магнитными системами, подшипниками и другими частями работающего ЭО, исправность уплотнений, заземлений, контактных соединений и крепежа.

Поскольку перечисленные показатели сложно установить инструментальными методами, они определяются при осмотровом контроле технического состояния ЭО (без разборки или с разборкой) — визуально, на слух или на ощупь.

12.2.5. Непрерывный инструментальный контроль общего сопротивления изоляции всех основных электрических сетей и работающего ЭО осуществляется стационарными аппаратами в комплекте с отдельными щитовыми либо встроенными в указанные аппараты омметрами.

Общее сопротивление изоляции сети должно измеряться периодически омметрами. При уменьшении сопротивления изоляции до уставки, заданной для конкретной сети, должен автоматически подаваться сигнал.

Периодические измерения сопротивления изоляции всех видов ЭО в отключенном состоянии должны выполняться переносными (индукторными или безындукторными) омметрами.

12.2.6. Непрерывный инструментальный контроль токов нагрузки работающих генераторов, трансформаторов и преобразователей электроэнергии осуществляется расцепителями перегрузки автоматических выключателей или специальными устройствами токовой защиты.

Непрерывный инструментальный контроль токов нагрузки работающих асинхронных электродвигателей (АД) осуществляется электротепловыми или электромагнитными реле защиты от перегрузки, встроенными в магнитные пускатели или станции управления АД.

Периодические измерения токов нагрузки работающего ЭО (генераторов, трансформаторов, преобразователей и ответственных потребителей электроэнергии) должны выполняться стационарными амперметрами, а токов нагрузки потребителей, не имеющих амперметров, — переносными токоизмерительными клещами.

12.2.7. Периодические измерения температуры подшипников и обмоток статоров наиболее крупных ЭМ, в том числе гребных электрических машин (ГЭМ) на судах с ГЭУ, охлаждающего воздуха и воды в замкнутых системах вентиляции ГЭМ, охлаждающего

воздуха полупроводниковых преобразователей с принудительным охлаждением должны выполняться стационарными (местными или дистанционными) термометрами.

Непрерывный инструментальный контроль температуры указанных объектов и рабочих сред, а также обмоток статора синхронных генераторов, АД кратковременного и повторно-кратковременного режима работы в ЭП грузоподъемных, якорно-швартовных, подруливающих и рулевых устройств, АД герметичного и взрывозащищенного исполнения, в ЭП рефрижераторных компрессоров и вентиляторов осуществляется в ряде случаев с использованием встроенных термодатчиков и специальных сигнализаторов или аппаратов температурной защиты.

Периодические измерения температуры нагрева основных частей ЭО должны выполняться переносными контактными электротермометрами. Контроль температуры защитных кожухов, корпусов и подшипников работающего ЭО (до 70 °С) при его техническом использовании выполняется на ощупь с последующим (при необходимости) измерением переносным прибором.

Для бесконтактного измерения температуры ЭО, прежде всего токоведущих и вращающихся частей, рекомендуются бесконтактные (дистанционные) инфракрасные измерители температуры, а также цветовые термоиндикаторы различного типа — термоиндикаторные краски и карандаши, термоиндикаторы плавания и термоэтикетки (приложение 4).

12.2.8. Периодические измерения напряжения, активной мощности, частоты тока (вращения) работающих генераторов, трансформаторов и преобразователей электроэнергии должны выполняться стационарными вольтметрами, ваттметрами, частотомерами и тахометрами.

Инструментальный контроль указанных параметров с подачей сигнала при их отклонении за установленные пределы осуществляется в ряде случаев непрерывно.

Частота вращения ЭД должна определяться (при необходимости) переносными тахометрами.

12.2.9. Периодические измерения напряжения и сопротивления изоляции аккумуляторов должны выполняться стационарными или переносными вольтметрами и омметрами.

Инструментальный контроль указанных параметров с подачей сигнала при их отклонении за установленные пределы осуществляется в ряде случаев непрерывно.

Периодические измерения плотности, уровня и температуры электролита аккумуляторов должны выполняться переносными аккумуляторными вольтметрами (пробниками), ареометрами и жидкостными термометрами.

12.2.10. Периодические измерения параметров, характеризующих вибрацию ЭМ (амплитуда, виброскорость, виброускорение), должны выполняться переносными приборами. Контроль вибрации работающих ЭМ при техническом использовании выполняется на

ощупь с последующим (при необходимости) измерением переносным прибором.

12.2.11. Периодические измерения уровня ударных импульсов, создаваемых подшипниками качения работающих ЭМ, должны выполняться переносными приборами. Контроль уровня шума подшипников при техническом использовании выполняется с помощью слуховых стержней или на слух с последующим (при необходимости) измерением переносным прибором.

12.2.12. Периодические измерения различных зазоров в ЭМ и подшипниках, продольного смещения вала (якоря, ротора) в подшипниках скольжения ЭМ, эксцентриситета (биения) коллекторов и колец, давления щеток в ЭМ, нажатия, растворов и провалов контактов, времени срабатывания коммутационной и защитной аппаратуры должны выполняться с помощью механических щупов, индикаторов, динамометров и секундомеров.

12.2.13. Периодические измерения различных специальных электрических параметров (потенциалов, импульсов и др.) в цепях управления сложных автоматизированных ЭП, полупроводниковых преобразователей и ГЭУ должны выполняться стационарными (встроенными) средствами функционального контроля или переносными средствами измерения (электронными вольтметрами, мультиметрами, осциллографами и т. п.).

12.2.14. Периодический контроль технического состояния электротепловых реле защиты АД от перегрузки и устройств токовой защиты генераторов должен выполняться специальными приборами типа ППЗ-50, ППЗ-1000 и ППЗ-5000 или аналогичными им.

12.2.15. *Инструментальный безразборный контроль технического* состояния короткозамкнутых клеток роторов АД в ЭП грузоподъемных и якорно-швартовных устройств, а также в ЭП с наиболее тяжелыми условиями пуска (компрессоры, воздуходувки, сепараторы и пр.) должен выполняться (при необходимости) с помощью самопишущих амперметров любого типа для записи тока работающих АД с последующим анализом записи или специальных переносных приборов «Поиск», разработанных ЦНИИМФом и имеющихся в ряде пароходств.

12.2.16. Для определения технического состояния изоляции якорных обмоток и предремонтной дефектации ГЭМ постоянного тока на электроходах рекомендуется опытное применение комплекта измерительных средств, разработанных и изготовленных для ряда пароходств ДВИМУ имени адмирала Г. И. Невельского. Комплект позволяет измерить:

интегральный ток утечки через корпусную изоляцию обмоток;

локальные токи утечки через сосредоточенные дефекты в изоляции;

температуру поверхности якоря;

относительные значения волновых сопротивлений секций обмотки якоря.

На основании результатов измерений, выполненных по специальным методикам, производится определение технического состояния корпусной и витковой изоляции.

12.2.17. Для контроля технического состояния и поиска неисправностей ЭО рекомендуется также использование искателей витковых замыканий в обмотках, например, типа ДЭМ, разработанных ЦНИИМФом, искателей места повреждения кабелей и других специальных технических средств.

12.3. Нормы параметров, характеризующих техническое состояние.

12.3.1. Нормы или рекомендуемые значения инструментально контролируемых параметров, характеризующих техническое состояние ЭО, содержатся в Правилах классификации и постройки морских судов Регистра СССР, Руководстве по техническому надзору за судами в эксплуатации, сборниках нормативно-технических материалов и Руководстве по техническому надзору за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий Регистра СССР, Правилах технической эксплуатации судового ЭО, технической документации заводов — изготовителей ЭО (формулярах и инструкциях по эксплуатации) и в другой нормативной и справочной литературе.

Ниже приведен для использования при оценке технического состояния ЭО ряд этих значений, указываемых в различных источниках.

12.3.2. Общее сопротивление изоляции судовых сетей и работающего ЭО не нормируется, так как зависит от числа и мощности работающих генераторов и потребителей, протяженности судовых сетей, температуры и влажности воздуха, класса и срока службы изоляции ЭО и других факторов. Для приближенной оценки технического состояния судовых сетей в эксплуатации рекомендуются следующие значения сопротивления изоляции:

силовая сеть распределения электроэнергии с главными, аварийными и групповыми распределительными щитами (ГРЩ, АРЩ и РЩ) в обесточенном состоянии и с отключенными потребителями — не менее 0,5 МОм;

силовая сеть распределения электроэнергии при измерениях щитовым омметром под напряжением и числе установленных потребителей: до 50 — не менее 0,05 МОм; от 50 до 100 — не менее 0,025 МОм; свыше 100 — не менее 0,02 МОм;

сеть освещения при измерениях щитовым омметром под напряжением и числе осветительных точек, получающих питание от одного источника: до 100 — не менее 0,05 МОм; от 100 до 500 — не менее 0,03 МОм; свыше 500 — не менее 0,02 МОм.

12.3.3. Сопротивление изоляции по отношению к корпусу судна, а также между фазами (полюсами) нового или капитально отремонтированного ЭО при номинальном напряжении до 500 В должно быть не менее приведенного в табл. 12.2.

Таблица 12.2

Минимальное сопротивление изоляции нового или капитально отремонтированного ЭО при температуре окружающего воздуха (20±5) °С и нормальной влажности

Электрооборудование	Сопротивление изоляции, МОм	
	в холодном состоянии	в нагретом состоянии
Электрические машины с воздушным охлаждением обмоток и номинальной мощностью:		
до 100 кВт (кВ·А)	5	2
от 100 до 1000 кВт (кВ·А)	3	1
Трансформаторы с воздушным охлаждением обмоток	5	2
Полупроводниковые преобразователи	10	5
Распределительные, главные, аварийные и групповые щиты, пульты управления при отключенных внешних цепях, сигнальных лампах и вольтметрах указателей заземления	1	—
Коммутационная, пускорегулировочная и защитная аппаратура	5	—
Электронагревательные и отопительные приборы	1	0,5
Аппаратура внутренней связи, сигнализации и управления судном	20	—

Сопротивление изоляции ЭМ и трансформаторов с номинальной мощностью более 1000 кВт (кВ·А) или с номинальным напряжением более 500 В должно быть в нагретом состоянии не менее получаемого по формуле

$$R = \frac{3U_{ном}}{P_{ном}+1000},$$

где $U_{ном}$ — номинальное напряжение фазы (обмотки), В;

$P_{ном}$ — номинальная мощность, кВт (кВ·А).

12.3.4. Нормы сопротивления изоляции ЭО, находящегося в эксплуатации, приведены в табл. 12.3. Сопротивление изоляции переносных светильников и электроинструмента должно быть не менее 1 МОм. Сопротивление изоляции сварочного преобразователя должно быть не менее 0,2 МОм, сварочного кабеля — не менее 0,5 МОм.

Для конкретных типов ЭО отечественного и зарубежного производства с различными классами изоляции и конструктивным исполнением (например, для ЭО с непосредственным водяным охлаждением) нормы сопротивления изоляции могут отличаться от указанных в табл. 12.2 и 12.3. В таких случаях следует руководствоваться значениями, указанными в технической документации заводов-изготовителей для конкретного ЭО.

Таблица 12.3

Нормы сопротивления изоляции ЭО, находящегося в эксплуатации

Электрооборудование	Сопротивление изоляции в нагретом состоянии, МОм	
	нормальное	предельно допустимое
Электрические машины с воздушным охлаждением обмоток при номинальном напряжении до 500 В	0,7 и выше	До 0,2
Трансформаторы с воздушным охлаждением обмоток при номинальном напряжении до 500 В	1,0 и выше	До 0,2
Полупроводниковые преобразователи	1,0 и выше	До 0,5
Распределительные, главные, аварийные и групповые щиты, пульты управления при отключенных внешних цепях, сигнальных лампах и вольтметрах указателей заземления при номинальном напряжении:		
до 100 В	0,3 и выше	До 0,06
от 101 до 500 В	1,0 и выше	До 0,2
Аккумуляторные батареи при отключенных потребителях и номинальном напряжении:		
до 24 В	1,0 и выше	До 0,02
от 25 до 220 В	0,5 и выше	До 0,1
Фидер кабельной сети с отключенными потребителями при номинальном напряжении:		
силовой от 100 до 500 В	1,0 и выше	До 0,2
освещения от 101 до 220 В	0,5 и выше	До 0,2
освещения до 100 В	0,3 и выше	До 0,06
Коммутационная, пускорегулировочная и защитная аппаратура	0,5 и выше	До 0,2
Сети питания аппаратуры внутренней связи, сигнализации и управления судном при номинальном напряжении:		
до 100 В	0,3 и выше	До 0,2
от 101 до 500 В	1,0 и выше	До 0,06

При измерениях и оценке сопротивления изоляции кабельных сетей каждая электрическая цепь может быть разделена на любое число отдельных участков с выемкой предохранителей или отключением потребителей.

12.3.5. Измерения сопротивления изоляции ЭО в нагретом состоянии должны выполняться немедленно после его отключения.

Величину сопротивления изоляции ЭМ рекомендуется определять не ранее чем через 60 с после приложения испытательного напряжения (R_{60}'').

При измерениях сопротивления изоляции ЭМ в холодном состоянии рекомендуется дополнительно оценивать степень увлажненности изоляции по величине коэффициента абсорбции, определяемой как отношение сопротивления изоляции R_{60}'' к сопротивлению

изоляции R_{15}'', измеренному через 15 с. При коэффициенте абсорбции меньше 1,3 и температуре воздуха 15—30 °С изоляция считается увлажненной и при техническом обслуживании ЭО ее рекомендуется подвергнуть сушке.

12.3.6. Техническое состояние ЭО с точки зрения сопротивления его изоляции может быть оценено как:

хорошее, если сопротивление изоляции не меньше нормального;

удовлетворительное, если сопротивление изоляции меньше нормального, но равно или больше предельно допустимого;

неудовлетворительное, если сопротивление изоляции меньше предельно допустимого.

При оценке рекомендуется учитывать возможное влияние факторов, временно снижающих сопротивление изоляции (температура и влажность воздуха, загрязненность), а также результаты его предыдущих измерений.

12.3.7. Токи нагрузки ЭО, в том числе токи возбуждения ЭМ, не должны превосходить номинальных (паспортных) или заданных персоналом в процессе эксплуатации предельно допустимых значений.

Значения максимальных фактически потребляемых токов нагрузки ЭО с продолжительным режимом работы должны быть определены и указаны в Журналах учета технического состояния ЭО. Для ЭО, имеющего стационарные амперметры, эти значения должны быть отмечены цветными рисками на шкалах амперметров.

Увеличение значения тока выше номинального или заданного (предельно допустимого) свидетельствует о недопустимом увеличении момента нагрузки или интенсивности использования ЭП, неисправности механических частей (подшипников, редуктора, муфты), нарушении регулировки схемы управления ЭП, неполнофазном режиме работы АД.

12.3.8. Величина и продолжительность возникающих в условиях эксплуатации перегрузок ЭО не должны превосходить значений, указанных в Правилах классификации и постройки морских судов Регистра СССР, а для конкретных видов ЭО — в технической документации заводов-изготовителей.

Значения и продолжительность допустимых перегрузок генераторов и трансформаторов после нагрева до установившейся температуры, соответствующей номинальной нагрузке, указаны в табл. 12.4.

Значения и продолжительность допустимых перегрузок основных типов судовых АД отечественного производства указаны в табл. 12.5. Допустимое время нахождения под током АД типа МАП для ЭП якорно-швартовных механизмов составляет:

для двухскоростных АД с нагретого состояния 30—60 и 20—50 с для обмоток первой и второй скоростей соответственно;

для трехскоростных АД с холодного состояния 220—240, 60—90, 20—40 с и с нагретого состояния 15—30, 30—50 и 10—20 с для обмоток первой, второй и третьей скоростей соответственно.

Таблица 12.4

Допустимые перегрузки генераторов и трансформаторов

Электрооборудование	Перегрузка по току, % от номинального значения	Продолжительность перегрузки, мин
Синхронные генераторы типа МС и МСК	10 при $\cos\varphi=0{,}8$	120
	25 при $\cos\varphi=0{,}7$	30
	50 при $\cos\varphi=0{,}7$	5
Синхронные генераторы типа МСС, ГСС, ГМС и 2СН	10 при $\cos\varphi=0{,}8$	60
	25 при $\cos\varphi=0{,}7$	10
	50 при $\cos\varphi=0{,}6$	2
Синхронные генераторы типа СБГ и ГМ	10 при $\cos\varphi=0{,}8$	120
	25 при $\cos\varphi=0{,}7$	30
	50 при $\cos\varphi=0{,}6$	5
Генераторы постоянного тока	50	0,25
Трансформаторы	10	60
	50	5

Таблица 12.5

Допустимые перегрузки АД

Тип АД	Габарит АД	Класс изоляции обмотки	Допустимое время перегрузки, мин, при токе, % номинального значения		Допустимое время нахождения под током с нагретого состояния, с
			с холодного состояния	с нагретого состояния	
МРК, МРЗК	4—5	Н	—	2 при 150	—
МАФ82	6—7	В	60 при 120	2 при 150	—
	8—9	В	75 при 120	2 при 150	—
МАФ83	6—7	В	75 при 120	2 при 150	—
	8—9	В	90 при 120	2 при 150	—
АОМ	1—2	В	—	2 при 150	16—55
	3—4	Н	—	2 при 200	14—16
АМО	1—2	Е	—	2 при 150	9—40
	3—4	Н	—	2 при 200	—
АО2М	3—4	В	—	2 при 150; 30 при 125	9—40
	5	В	—	2 при 150; 30 при 125	10
	6—8	F	—	2 при 150; 20 при 125	5—20
	9	F	—	2 при 150; 20 при 125	5—7
АМ	5—7		—	2 при 200	22—100 (с холодного состояния)
	8—11	Н	60 при 115; 30 при 125	2 при 150	30 (с холодного состояния)

Окончание табл. 12.5

Тип АД	Габарит АД	Класс изоляции обмотки	Допустимое время перегрузки, мин, при токе, % номинального значения		Допустимое время нахождения под током с нагретого состояния, с
			с холодного состояния	с нагретого состояния	
АН, АНУ	8—11	H	60 при 115; при 125	30 2 при 150	30 (с холодного состояния)
4А	Высота оси 56—250 мм	F	—	2 при 150; 20 при 125	8—10

Допустимое время стоянки под током АД типа МАП для ЭП грузоподъемных механизмов составляет с холодного состояния 240—300, 120—200 и 40 с для обмоток первой, второй и третьей скоростей соответственно.

12.3.9. Техническое состояние ЭО с точки зрения тока нагрузки (возбуждения) может быть оценено как:

хорошее, если ток меньше или равен номинальному или заданному значению;

удовлетворительное, если ток больше номинального или заданного значения, но величина и продолжительность перегрузок по току не превышают допустимых;

неудовлетворительное, если величина и (или) продолжительность перегрузки превышают допустимые значения, о чем свидетельствуют недопустимые температуры нагрева ЭО и (или) срабатывание защиты от перегрузки.

12.3.10. Длительно допустимые превышения температур нагрева изоляционных материалов различных классов и обмоток наиболее распространенных ЭМ переменного тока указаны в табл. 12.6, а длительно допустимые превышения температур для других видов обмоток и частей ЭМ различного типа с номинальным напряжением до 11 кВ и для трансформаторов — в табл. 12.7. Допустимые превышения температур, указанные в табл. 12.6 и 12.7, возможны при температуре окружающей среды 45 °С. Если температура среды ниже, превышение температуры может быть соответственно увеличено, однако не более чем на 10 °С. Если температура среды выше, то превышение должно быть соответственно снижено.

12.3.11. Температура нагрева подшипников скольжения должна быть не выше 80 °С, при этом температура масла должна быть не выше 65 °С. Температура нагрева подшипников качения должна быть не выше 100 °С.

Таблица 12.6

Длительно допустимые температуры нагрева изоляции и обмоток ЭМ переменного тока мощностью менее 5000 кВ·А или с длиной сердечника менее 1 м

Класс изоляции	Длительно допустимая температура нагрева изоляции, °С	Метод измерения температуры обмоток ЭМ	Длительно допустимое превышение температуры обмоток, °С	Длительно допустимый средний нагрев обмоток по методу сопротивления, °С	Длительно допустимый нагрев в наиболее нагретой доступной точке по методу термометра, °С
A	105	Термометра	45	100	105
		Сопротивления	55		
E	120	Термометра	60	115	120
		Сопротивления	70		
B	130	Термометра	65	120	130
		Сопротивления	75		
F	150	Термометра	80	140	150
		Сопротивления	95		
H	180	Термометра	100	165	175
		Сопротивления	120		

Таблица 12.7

Длительно допустимые превышения температур обмоток и других частей ЭМ и трансформаторов

Части ЭМ и трансформаторов	Метод измерения температуры	Длительно допустимое превышение температуры, °С				
		Класс изоляции				
		A	E	B	F	H
1. Обмотки переменного тока синхронных машин мощностью 5000 кВ·А и выше или с длиной сердечника 1 м и более	Сопротивления или температурных детекторов в пазу	55	65	75	95	120
2. Обмотки возбуждения машин постоянного и переменного тока с возбуждением постоянным током, кроме указанных в пп. 4, 5 и 6	Сопротивления	55	70	75	95	120
	Термометра	45	60	65	80	100
3. Якорные обмотки, соединенные с коллектором	Сопротивления	55	70	75	95	120
	Термометра	45	60	65	80	100
4. Обмотки возбуждения неявнополюсных машин с возбуждением постоянным током	Сопротивления	—	—	85	105	—

Окончание табл. 12.7

Части ЭМ и трансформаторов	Метод измерения температуры	Длительно допустимое превышение температуры, °С				
		Класс изоляции				
		A	E	B	F	H
5. Однородные обмотки возбуждения с оголенными поверхностями и стержневые *обмотки роторов асинхронных* машин	Сопротивления или термометра	60	75	85	105	130
6. Обмотки возбуждения малого сопротивления, имеющие несколько слоев, и компенсационные обмотки	Сопротивления или термометра	55	70	75	95	120
7. Изолированные обмотки, непрерывно замкнутые на себя, сердечники и другие стальные части, соприкасающиеся с обмотками	Термометра	55	70	75	95	120
8. Неизолированные обмотки, непрерывно замкнутые на себя, сердечники и другие стальные части, не соприкасающиеся с обмотками	Превышение температуры этих частей не должно достигать значений, которые создавали бы опасность повреждения изоляционных или других смежных материалов					
9. Коллекторы и контактные кольца, незащищенные и защищенные	Термометра	55	65	75	85	95
10. Обмотки трансформаторов	Сопротивления	55	65	75	95	120
11. Сердечники и другие части трансформаторов	Превышение температуры должно быть не больше значений температур, допускаемых для смежных материалов. Превышение температуры поверхности сердечников — не более 30 °С					

12.3.12. Длительно допустимые температуры нагрева изоляционных материалов, используемых в судовых кабелях и проводах, составляют:

резина обыкновенная, натуральная и синтетическая; резина полихлоропреновая; поливинилхлорид обыкновенный — 60 °С;

резина теплостойкая, натуральная и синтетическая; поливинилхлорид теплостойкий — 75 °С;

резина бутиловая — 80 °С;

резина этиленпропиленовая; полиэтилен — 85 °С;

резина силиконовая; минеральная изоляция — 95 °С.

12.3.13. Длительно допустимые превышения температур нагрева распределительных устройств и аппаратуры при температуре окружающей среды 45 °С указаны в табл. 12.8.

12.3.14. Техническое состояние ЭО с точки зрения температуры его нагрева может быть оценено как:

хорошее, если температура нагрева и превышение температуры ЭО по сравнению со средой меньше допустимых;

удовлетворительное, если температура нагрева ЭО меньше допустимой, но превышение температуры больше допустимого;

неудовлетворительное, если температура нагрева ЭО больше допустимой.

Таблица 12.8

Длительно допустимые превышения температур нагрева распределительных устройств и аппаратуры

Части распределительных устройств и аппаратуры	Длительно допустимое превышение температуры, °С
1. Медные шины и гибкие соединения:	
не защищенные в месте контакта от окисления	45
защищенные в месте контакта от окисления слоем полуды или кадмия	55
то же слоем серебра	75
паяные или сварные	75
2. Болтовые контактные соединения на выводах распределительных устройств	60
3. Разъемные контакты аппаратуры из меди и медных сплавов:	
скользящие и стыковые массивные при продолжительном режиме работы	35
то же при 8-часовом продолжительном, повторно-кратковременном и кратковременном режимах работы	55
то же с впаянными или приваренными вставками из серебра	75
щеточные и клиновые	25
клиновые контакты рубильников	45
контакты предохранителей	75
4. Магниты и сердечники аппаратуры	Как для изоляции, соприкасающейся с этими частями
5. Ручные органы управления выключателями:	
металлические	10
из изоляционного материала	20
6. Кожухи, экраны или части выключателей, доступных для случайного прикосновения	35
7. Кожухи реостатов, доступных для случайного прикосновения	15
8. Кожухи реостатов, огражденных от случайного прикосновения	200
9. Кожухи электрических нагревательных и отопительных приборов помещений при температуре окружающего воздуха 20 °С	60
10. Осветительная арматура, установленная на горючих материалах или вблизи них	45

12.3.15. Качество регулирования напряжения генераторных агрегатов в статических и переходных режимах и распределения нагрузки при параллельной работе агрегатов должно удовлетво-

рять требованиям Правил классификации и постройки морских судов Регистра СССР и технической документации заводов-изготовителей.

Качество регулирования частоты тока (вращения) генераторных агрегатов, включая валогенераторы, в статических и переходных режимах должно удовлетворять требованиям Правил классификации и постройки морских судов Регистра СССР и технической документации заводов-изготовителей. Категория технического состояния средств регулирования напряжения и частоты тока (вращения) генераторных агрегатов определяется экспертным путем с учетом фактического качества регулирования напряжения и частоты тока (вращения).

12.3.16. Качество регулирования частоты вращения ЭД, как правило, не нормируется. Измерения частоты вращения ЭД выполняются только при необходимости определения причины снижения производительности ЭП, увеличения тока нагрузки и повышения температуры нагрева, искрения щеток ЭД (увеличение момента нагрузки, неисправность механической части, обрыв стержней в короткозамкнутой клетке ротора АД или другие причины).

12.3.17. Допустимые в эксплуатации пределы изменения напряжения, плотности, уровня и температуры электролита аккумуляторов должны соответствовать требованиям Правил технической эксплуатации судового электрооборудования и технической документации заводов-изготовителей. Категория технического состояния аккумуляторов определяется экспертным путем. Если емкость аккумуляторов, определяемая путем их разряда по прямому назначению в течение регламентированного времени, уменьшилась до 80%, их техническое состояние оценивается как неудовлетворительное.

12.3.18. Предельно допустимые значения параметров собственной вибрации ЭМ (размахов вибрации и соответствующих им значений виброскорости на основной частоте) в зависимости от их частоты вращения приведены в табл. 12.9. Если вибрация превышает предельно допустимую, техническое состояние ЭМ оценивается как неудовлетворительное.

Таблица 12.9

Предельно допустимые значения параметров собственной вибрации электрических машин

Параметр	Частота вращения электрических машин, $мин^{-1}$					
	⩽500	600	750	1000	1500	3000
Основная частота вибрации, Гц	8,3	10	12,5	16,7	25	50
Размах (двойная амплитуда колебаний) собственной вибрации на основной частоте, мм	0,16	0,14	0,12	0,10	0,09	0,05
Виброскорость на основной частоте, мм/с	Не более 7—9			Не более 5—7		

Нормы виброскорости на основной частоте вращения в зависимости от мощности АД, соответствующие трем категориям технического состояния ЭП насосов, компрессоров, сепараторов и вентиляторов с АД приведены в разд. 8—11.

12.3.19. Значения ударных импульсов подшипников качения и их различные соотношения, служащие основой для определения технического состояния подшипниковых узлов ЭМ и их смазки, приведены в технической документации заводов-изготовителей индикаторов (измерителей) состояния подшипников.

Рекомендуемые нормативные значения ударных импульсов, соответствующие трем категориям технического состояния подшипников, приведены в разд. 2.

12.3.20. Нормы допустимых отклонений величин воздушных зазоров и смещения вала в осевом направлении в подшипниках скольжения ЭМ регламентированы Руководством по техническому надзору за судами в эксплуатации Регистра СССР (приложения 8.1—8.2).

Допустимые значения биения и износа колец (коллекторов), давления щеток, нажатия, раствора и провала контактов, зазоров в подшипниках качения и скольжения, токов холостого хода АД и прочих электрических и механических параметров ЭО определяются по технической документации заводов-изготовителей, ПТЭ судового электрооборудования и справочной литературе.

Показатели, величина которых нормируется, но инструментально не измеряется (например, степень искрения щеток), и ненормируемые показатели (загрязнение, износ изоляции или уплотнений и др.) определяются экспертным путем с учетом опыта эксплуатации и предшествующего технического состояния конкретного ЭО.

12.4. Методика и периодичность определения технического состояния.

12.4.1. Методики использования стандартных щитовых и переносных измерительных приборов изложены в инструкциях по эксплуатации заводов-изготовителей и справочной литературе.

Методики использования специальных переносных средств измерения, входящих в состав комплектов универсальных приборов диагностирования и неразрушающего контроля, изложены в разд. 2 (индикаторы состояния подшипников, измерители вибрации, электротермометры и инфракрасные измерители температуры).

Методики применения цветовых термоиндикаторов изложены в приложении 4. Применять их рекомендуется прежде всего для контроля нагрева шин и контактных соединений в распределительных устройствах, шинопроводах и крупных ЭМ, обмоток якорей, возбуждения и компенсационных, коллекторов и контактных колец, кабельных наконечников и контактов автоматических выключателей. Измерения температуры следует выполнять только в наиболее нагреваемых местах ЭО, которые рекомендуется помечать. Места для измерения температуры и нанесения цветовых

термоиндикаторов, тип и марка термоиндикатора для каждого вида ЭО определяются экспериментально.

12.4.2. В табл. 12.10 указаны периодичность и средства измерения основных и дополнительных параметров, перечисленных в табл. 12.1, при техническом использовании и обслуживании ЭО в соответствии с требованиями ПТЭ судового ЭО и настоящего РД. Прочие параметры рекомендуется определять только при необходимости в соответствии с инструкциями по эксплуатации заводов-изготовителей и ПТЭ судового ЭО, а при периодических освидетельствованиях ЭО — в соответствии с Руководством по техническому надзору за судами в эксплуатации Регистра СССР (приложения 8 2—8 4).

Осмотровый контроль показателей технического состояния ЭО должен осуществляться вахтенным персоналом и старшим электромехаником в пределах доступности ЭО для его осмотра без разборки. При периодическом плановом контроле технического состояния ряд показателей ЭО (загрязнение, износ изоляции и др.) при необходимости определяется после снятия защитных кожухов и крышек с целью доступа к внутренним частям (обмоткам, клеммам и т. д)

12.4 3. Техническое состояние ЭО определяется совокупностью свойств, характеризуемых основными и дополнительными параметрами и показателями, присущими каждому отдельному виду ЭО (см. табл. 12.1). Инструментально измеренные значения параметров и установленные при осмотровом контроле экспертным или иным путем значения показателей сравниваются с нормативными (рекомендуемыми, опытными) значениями (заданными или допустимыми пределами).

На основании оценки всей практически возможной совокупности данных с учетом характера их изменений в предшествующий период и наличия повреждений или отказов экспертным путем определяется категория технического состояния каждого конкретного ЭО в соответствии с рекомендациями, изложенными в табл. 1.1.

Техническое состояние ЭО должно рассматриваться как хорошее, если значения всех принятых во внимание параметров и показателей оценены как хорошие, а повреждения ЭО отсутствуют.

Техническое состояние ЭО должно рассматриваться как удовлетворительное, если значение хотя бы одного из параметров или показателей оценено как удовлетворительное либо при несущественном повреждении ЭО.

Техническое состояние ЭО должно рассматриваться как неудовлетворительное, если значение хотя бы одного из параметров или показателей оценено как неудовлетворительное либо при существенном повреждении ЭО.

Таблица 12.10

Периодичность и средства измерения параметров при техническом использовании и обслуживании электрооборудования

Параметры, характеризующие техническое состояние ЭО	При техническом использовании		При техническом обслуживании	
	Периодичность	Средства измерения	Периодичность	Средства измерения
Основные параметры	Ежевахтенно (вахтенный персонал)	Стационарные омметры	—	—
Общее сопротивление изоляции судовых сетей и работающего ЭО (работающих контуров ГЭУ)	Ежедневно (старший электромеханик)	То же	—	—
Сопротивление изоляции ЭО, отключенного от сети	При вводе в действие любого ЭО после нерабочего периода продолжительностью более 1 мес или в условиях повышенной влажности воздуха	Переносные омметры	Ежемесячно	Переносные омметры
	При вводе в действие ЭО, ГЭУ, палубных механизмов и устройств, грузовых насосов, подруливающих устройств, изотермических контейнеров, сварочных агрегатов, ручного электроинструмента	То же	При определении технического состояния, до начала и после окончания технического обслуживания ЭО	То же
	Перед выходом в рейс — ЭО рулевых ЭП, ВРШ, авторулевого, указателей положения руля, машинного телеграфа, сигнально-отличительных фонарей	»	—	—
Ток нагрузки (возбуждения) генераторов, трансформаторов, преобразователей и ответственных потреби-	Ежевахтенно у работающего ЭО (вахтенный персонал)	Стационарные амперметры	Максимальное фактическое значение — однажды в течение пер-	Стационарные амперметры и переносные токоизмерительные

Продолжение табл. 12.10

Параметры, характеризующие техническое состояние ЭО	При техническом использовании		При техническом обслуживании	
	Периодичность	Средства измерения	Периодичность	Средства измерения
телей электроэнергии			вого года эксплуатации (гарантийного периода)	ные клещи
	Ежедневно у работающего ЭО (старший электромеханик)	То же	При определении технического состояния и проверке ЭО в действии после технического обслуживания	То же
Температура нагрева корпусов, кожухов, подшипников, обмоток, электромагнитных тормозов, охлаждающего воздуха (воды), токоведущих и вращающихся частей	Ежевахтенно у работающего ЭО (вахтенный персонал) Ежедневно у работающего ЭО (старший электромеханик)	Стационарные термометры; нанесенные цветовые термоиндикаторы, доступные для осмотра при обходах; на ощупь	При определении технического состояния и проверке ЭО в действии после технического обслуживания	Стационарные термометры; нанесенные цветовые термоиндикаторы, доступные для осмотра при снятых кожухах и крышках; переносные электротермометры и инфракрасные измерители температуры
Дополнительные параметры				
Напряжение генераторов, трансформаторов и преобразователей электроэнергии	Ежевахтенно у работающего ЭО (вахтенный персонал) Ежедневно у работающего ЭО (старший электромеханик)	Стационарные вольтметры То же	При определении технического состояния и проверке ЭО в действии после технического обслуживания	Стационарные и переносные вольтметры
Активная мощность	Ежевахтенно у работающих генераторов (вахтенный персонал) Ежедневно у работающих генераторов (старший электромеханик)	Стационарные ваттметры То же	При определении технического состояния генераторных агрегатов и проверке их в действии после технического обслуживания	Стационарные ваттметры

Частота тока (вращения) ЭМ	Ежевахтенно у работающих генераторов (вахтенный персонал)	Стационарные частотомеры и тахометры	При определении технического состояния ЭМ (при необходимости)	Стационарные и переносные частотомеры и тахометры
	Ежедневно у работающих генераторов (старший электромеханик)	То же		
Напряжение и сопротивление изоляции аккумуляторов	Ежедневно	Стационарные вольтметры и омметры	Ежемесячно при определении технического состояния и техническом обслуживании	Стационарные и переносные вольтметры и омметры; переносные аккумуляторные пробники
	Еженедельно при осмотрах (на отдельных элементах)	Стационарные и переносные вольтметры и омметры; переносные аккумуляторные пробники		
Плотность и уровень электролита в аккумуляторах	—	—	Ежемесячно при определении технического состояния и техническом обслуживании	Переносные ареометры
Температура электролита аккумуляторов	—	—	То же	Переносные жидкостные термометры
Вибрация	Ежевахтенно у работающего ЭО (вахтенный персонал)	На ощупь	При определении технического состояния и проверке ЭМ в действии после технического обслуживания	Переносные приборы для определения параметров вибраций
	Ежедневно у работающего ЭО (старший электромеханик)	То же		
Ударные импульсы подшипников качения ЭМ	Ежевахтенно у работающего ЭМ (вахтенный персонал)	С помощью слуховых стержней или на слух	То же	Переносные индикаторы состояния подшипников
	Ежедневно у работающего ЭМ (старший электромеханик)	То же	—	—

12.4.4. Периодичность определения технического состояния и выполнения технического обслуживания ЭО устанавливается на основе:

инструкций по эксплуатации заводов-изготовителей конкретных типов ЭО;

требований ПТЭ судового ЭО, отражающих накопленный опыт эксплуатации, и требований Руководства по техническому надзору за судами в эксплуатации Регистра СССР, касающихся сроков и содержания освидетельствований ЭО;

действующих планов-графиков технического обслуживания, отражающих состав и конструктивные особенности конкретных типов ЭО;

имеющихся сведений о ресурсе, среднегодовой наработке и эксплуатационной надежности конкретных типов ЭО;

имеющегося опыта определения технического состояния ЭО.

Рекомендуемая периодичность определения технического состояния основных видов и групп ЭО указана в табл. 12.11.

12.4.5. Ежемесячные измерения сопротивления изоляции всего ЭО рекомендуется выполнять при плановом определении его технического состояния.

Таблица 12.11

Рекомендуемая периодичность определения технического состояния основных видов и групп электрооборудования

Основные виды электрооборудования	Группа	Периодичность, мес
Дизель-, турбо- и валогенераторы с АРН	1	3
Аварийные дизель-генераторы (АДГ) с АРН	1	3
Электродвигатели в ЭП различных групп	1	3
	2	3—12
ГЭД, полупроводниковые преобразователи и возбудители ГЭУ	1	3
Трансформаторы	2	6—12
Полупроводниковые преобразователи в ЭП группы 1 и зарядных устройствах	1	3
Полупроводниковые преобразователи в ЭП группы 2 и системах электрохимической защиты корпуса судна от коррозии	2	6—12
Аккумуляторы	1	1
ГРЩ, АРЩ и пульты управления	1	6
Прочие распределительные устройства	2	6—12
Коммутационная, пускорегулировочная и защитная аппаратура в распределительных устройствах и ЭП различных групп	1	3
	2	3—12
ЭО во взрывоопасных помещениях и пространствах	1	3
Авторулевой; электрический машинный телеграф; служебная телефонная связь; авральная сигнализация обнаружения пожара и предупреждения о пуске средств объемного пожаротушения	1	3

Окончание табл 12 11

Основные виды электрооборудования	Группа	Периодичность, мес
Прочая аппаратура внутренней связи, сигнализации и управления судном	2	6—12
Аварийное электрическое освещение и сигнально-отличительные фонари	1	3
Кабели и провода	2	6—12
Электрическое освещение, электронагревательные и отопительные приборы	3	Осмотровый контроль при техническом использовании

12 4 6 Измерения параметров вибрации при плановом определении технического состояния ЭМ рекомендуется выполнять.

генераторов, ЭД в ЭП группы 1, ЭД механизмов, обслуживающих главную энергетическую установку, котлы и электростанцию, сепараторов топлива и масла, а также ЭД, установленных в местах с повышенным уровнем местной вибрации, — не реже 1 раза в 12 мес при хорошем техническом состоянии и не реже 1 раза в 6 мес при удовлетворительном состоянии;

остальных ЭД — при необходимости.

Измерения параметров ударных импульсов и определение технического состояния подшипников качения ЭМ рекомендуется выполнять:

генераторов, ЭД в ЭП группы 1, ЭД механизмов, обслуживающих главную энергетическую установку, котлы и электростанцию, сепараторов топлива и масла, других ЭД в ЭП группы 2 с наработкой более 3000 ч/год (кроме вентиляторов), палубных электроприводов, а также ЭД, установленных в местах с повышенным уровнем местной вибрации, — не реже 1 раза в 6 мес при хорошем техническом состоянии и не реже 1 раза в 3 мес при удовлетворительном состоянии;

ЭД в ЭП группы 2 с наработкой менее 3000 ч/год и ЭД вентиляторов — не реже 1 раза в 12 мес при хорошем техническом состоянии и не реже 1 раза в 6 мес при удовлетворительном состоянии

Определение параметров вибрации, ударных импульсов подшипников и категории технического состояния генераторных агрегатов и ЭП в сборе по этим параметрам старшему электромеханику необходимо выполнять совместно с механиками по заведованию.

12 4 7. Техническое состояние коммутационной, пускорегулировочной и защитной аппаратуры рекомендуется определять одновременно с состоянием ЭО, в состав которого входит аппаратура

При практической невозможности определения каких-либо параметров и показателей (например, ударных импульсов подшип-

ников, температуры нагрева подшипников и корпуса) ЭО рекомендуется более часто контролировать другие параметры и показатели и характер их изменения (например, сопротивление изоляции, ток нагрузки и шум).

12.4.8. Внеплановое определение ряда параметров и показателей технического состояния ЭО должно выполняться в необходимом объеме в случаях, предусмотренных ПТЭ судового ЭО, например, определение сопротивления изоляции и состояния уплотнений палубного ЭО после заливания водой в штормовых условиях, состояния коммутационной аппаратуры и тормозов ЭП грузоподъемных устройств после интенсивных грузовых операций, состояния контактов автоматических выключателей после отключения тока короткого замыкания и т. п.

12.4.9. К числу работ, выполняемых по результатам определения технического состояния ЭО, относятся восстановление сопротивления изоляции, устранение причин перегрузки по току или перегрева, пополнение или смена смазки, замена неисправных или изношенных узлов или деталей (контактов, подшипников, щеток, уплотнений и т. д.), очистка от загрязнений и продуктов коррозии фильтров, обмоток, контактов и других частей ЭО, ремонт ротора (якоря), колец, коллектора ЭМ и т. д.

12.4.10. К числу работ, подлежащих обязательному выполнению по расписанию в соответствии с периодичностями, рекомендуемыми инструкциями по эксплуатации заводов-изготовителей или ПТЭ судового ЭО, относятся пополнение смазки в подшипниках качения ЭМ с ниппельной смазкой, проверка и обжатие крепежа и контактных соединений, не имеющих средств контроля исправности, проверка и обеспечение водонепроницаемости палубного ЭО, проверка исправности средств электрической защиты ЭО, проверка исправности защитных средств и заземлений, проверка электроизмерительных приборов, техническое обслуживание аккумуляторных взрывобезопасных фонарей и т. д.

12.5. Формы учета результатов контроля параметров и определения технического состояния.

12.5.1. Формы учета результатов контроля параметров ЭО определяются действующей судовой учетно-отчетной документацией. Целесообразность применения специальных карточек учета технического состояния ЭО определяется судовым персоналом.

12.5.2. Результаты повседневных (ежевахтенных, ежесуточных) измерений общего сопротивления изоляции судовых сетей и работающего ЭО, сопротивления изоляции работающих контуров в ГЭУ, активной мощности работающих генераторов и ряда других параметров заносятся вахтенным персоналом в Машинный (вахтенный) журнал теплохода (формы ЭД-1.1 и ЭД-1.2), паротурбохода (форма ЭД-1.4) или электромеханический журнал электрохода (форма ЭД-2) в соответствии с инструкциями по их ведению.

На судах с ГЭУ в технически обоснованных случаях допускается в начальный период эксплуатации ведение дополнительного Журнала контроля температур основного ЭО ГЭУ. Форма ведения

журнала разрабатывается пароходством с учетом особенностей конкретной ГЭУ.

12.5.3. Результаты измерений параметров аккумуляторов (напряжение, плотность и температура электролита) при их зарядах и разрядах заносятся в Журнал учета технического состояния ЭО (ч. I, Электрооборудование и электрические средства автоматизации, форма ЭД-4.6).

12.5.4. Значения максимального фактически потребляемого тока нагрузки ЭД с продолжительным режимом работы определяются в течение гарантийного периода и заносятся в Журнал учета технического состояния ЭО (ч. II, Электроприводы, форма ЭД-4.7).

12.5.5. Результаты ежемесячных измерений сопротивления изоляции всего ЭО заносятся в Журнал учета технического состояния ЭО (ч. III. Сопротивление изоляции ЭО, форма ЭД-4.8).

12.5.6. Результаты измерений параметров вибрации ЭМ, ударных импульсов подшипников качения ЭМ, других параметров и показателей, характеризующих техническое состояние, и результаты определения технического состояния (категории) ЭО заносятся в Журнал учета технического состояния ЭО (ч. I и II, формы ЭД-4.6 и ЭД-4.7) в соответствии с инструкциями по их ведению.

13. Методика определения технического состояния средств автоматизации

13.1. Техническое обслуживание средств автоматизации (СА) при комплексной системе технического обслуживания и ремонта судов предусматривает:

инструментальный и осмотровый контроль технического состояния наиболее ответственных СА и их последующее плановое техническое обслуживание, выполняемые с постоянной периодичностью (группа 1);

инструментальный и осмотровый контроль технического состояния прочих СА и их последующее плановое техническое обслуживание, выполняемые с переменной периодичностью (группа 2).

Содержание планового технического обслуживания СА, определяемое типовыми перечнями работ в ПТЭ судовых технических средств и планами-графиками технического обслуживания, корректируется исполнителем в зависимости от технического состояния СА. Содержание вынужденного технического обслуживания СА определяется характером их неисправностей и отказов.

13.2. Содержание инструментального и осмотрового контроля технического состояния СА аналогично указанному в п. 12.1.2.

13.3. В состав группы 1 рекомендуется включать следующие СА:

системы дистанционного автоматизированного управления главными двигателями и ВРШ;

системы управления основными и аварийными электростанциями; дизель-, турбо- и валогенераторами;

системы управления главными и вспомогательными котлами;

системы регулирования ГЭУ;

системы централизованного контроля;

системы управления главными воздушными компрессорами и автоматического запуска резервных механизмов;

системы регулирования (горения, уровня, температуры, давления, вязкости и др.), аварийно-предупредительной сигнализации (АПС) и защиты, входящие в состав вышеперечисленных систем.

В состав группы 2 рекомендуется включать остальные СА, не вошедшие в группу 1.

13.4. К основным инструментально контролируемым параметрам, характеризующим техническое состояние различных видов СА, относятся:

погрешности измерения (датчики, преобразователи сигнала и измерительные приборы);

погрешности срабатывания и зона нечувствительности (сигнализаторы);

погрешности регулирования и зона нечувствительности (регуляторы);

время (постоянная времени) срабатывания (сигнализаторы и регуляторы);

давление используемой в СА рабочей среды (воздуха, масла);

напряжение встроенных или автономных источников (блоков) питания электрических средств автоматизации (ЭСА);

сопротивление изоляции ЭСА относительно корпуса.

13.5. Указанные параметры определяются путем:

использования стационарных (встроенных) и переносных теплотехнических или электроизмерительных приборов, а также имеющихся средств исполнительной сигнализации и АПС;

использования встроенных средств функционального контроля работы СА (при их наличии) в соответствии с заданным алгоритмом;

проверки СА в действии, в том числе с применением специальных устройств имитации параметров (температуры, давления и др.);

сопоставления показаний средств измерения и уставок срабатывания сигнализаторов с показаниями местных или дистанционных приборов, прошедших поверку;

использования специальных средств (стендов), предназначенных для проверки технического состояния и регулировки СА (источников информации, регуляторов температуры, частоты вращения и т. д.).

13.6. Для определения технического состояния, поиска неисправностей и испытаний СА в процессе технического обслуживания используются средства, предусмотренные Табелем инвентарного снабжения автоматизированных судов и рекомендуемые настоящим РД, а также другие специальные средства контроля технического состояния СА.

13.7. Техническое состояние всех видов СА зависит также от ряда важных, но, как правило, ненормируемых показателей, к которым относятся загрязнение, нагар, коррозия, пропуски воздуха,

подтеки масла, люфт, исправность уплотнений, заземлений, контактных соединений и крепежа. Поскольку изменение перечисленных показателей сложно установить инструментальными методами, они определяются при осмотровом контроле технического состояния СА визуально, на слух или на ощупь.

13.8. Нормативные или рекомендуемые значения инструментально контролируемых параметров, характеризующих техническое состояние СА, содержатся в технической документации заводов-изготовителей СА (формулярах и инструкциях по эксплуатации) и справочной литературе.

Ненормируемые показатели определяются экспертным путем с учетом опыта эксплуатации и предшествующего технического состояния конкретных СА.

13.9. Контроль параметров, характеризующих техническое состояние СА, в процесее использования автоматизированных технических средств (перед выходом в рейс, при подготовке к действию и вводе в действие и т. д.) должен выполняться в соответствии с ПТЭ судовых технических средств.

Осмотровый контроль показателей технического состояния СА должен осуществляться вахтенным персоналом и старшим электромехаником в пределах доступности СА для его осмотра без разборки. При определении технического состояния ряд показателей СА при необходимости определяется после снятия защитных кожухов и крышек.

13.10. Техническое состояние СА определяется совокупностью свойств, характеризуемых рядом параметров и показателей, присущих каждому отдельному виду СА. Инструментально измеренные значения параметров и установленные при осмотровом контроле экспертным или иным путем значения показателей сравниваются с нормативными (рекомендуемыми, опытными) значениями (заданными или допустимыми пределами). На основании оценки всей практически возможной совокупности данных с учетом характера их изменений в предшествующий период и наличия повреждения или отказа экспертным путем определяется категория технического состояния каждого конкретного СА в соответствии с рекомендациями, изложенными в табл. 1.1. При определении технического состояния СА должны быть также приняты во внимание возможные нарушения рабочих условий их эксплуатации — температуры и влажности воздуха, уровня вибрации и агрессивности среды.

Техническое состояние СА признается удовлетворительным при отсутствии неисправностей, препятствующих нормальному и безопасному использованию автоматизированных технических средств.

13.11. Периодичность определения технического состояния и выполнения технического обслуживания СА устанавливается на основе:

инструкций по эксплуатации заводов-изготовителей конкретных типов СА;

требований ПТЭ судовых технических средств, отражающих накопленный опыт эксплуатации, и требований Руководства по

техническому надзору за судами в эксплуатации Регистра СССР, касающихся сроков и содержания освидетельствований СА;

действующих планов-графиков технического обслуживания, отражающих состав и конструктивные особенности конкретных типов СА;

имеющихся сведений о ресурсе, среднегодовой наработке и эксплуатационной надежности конкретных типов СА;

имеющегося опыта определения технического состояния СА.

13.12. Рекомендуемая периодичность определения технического состояния СА: группы 1 — не реже 1 раза в 3 мес; группы 2 — 1 раз в 3—12 мес.

Определение технического состояния СА должно по возможности совмещаться с определением технического состояния автоматизированных технических средств.

13.13. Ежемесячные измерения сопротивления изоляции ЭСА рекомендуется выполнять при плановом определении их технического состояния. Сопротивление изоляции ЭСА в нагретом состоянии должно быть:

нормальное: при номинальном напряжении до 100 В — 0,3 МОм и выше; более 100 В — 1 МОм и выше;

предельно допустимое: при номинальном напряжении до 100 В — до 0,06 МОм; более 100 В — до 0,2 МОм.

13.14. Определение параметров, характеризующих техническое состояние источников информации и связанных с ними средств измерения и сигнализации (погрешность измерения, зона нечувствительности и др.), осуществляется путем регулярной поверки.

Перечень указанных источников и средств и периодичность их поверки устанавливаются судовладельцем по согласованию с метрологической службой.

Определение параметров, характеризующих техническое состояние регуляторов, и их настройка осуществляются с помощью специальных средств (стендов) и методик.

13.15. Внеплановое определение технического состояния СА путем проверки в действии автоматизированных технических средств должно выполняться в объеме и с периодичностью, которые установлены ПТЭ судовых технических средств (например, еженедельный автоматический запуск АДГ без приема нагрузки и т. п.).

13.16. Формы учета результатов контроля технического состояния СА определяются действующей судовой учетно-отчетной документацией. Целесообразность применения специальных карточек учета технического состояния СА определяется судовым персоналом.

Техническое состояние ЭСА отражается в Журнале учета технического состояния ЭО (ч. I. Электрооборудование и электрические средства автоматизации, форма ЭД-4.6); других видов СА — в Журналах учета технического состояния соответствующих автоматизированных технических средств.

14. Методика определения технического состояния судовых трубопроводов

14.1. Общие положения.

14.1.1. Методика распространяется на трубопроводы судовых систем всех назначений, по которым транспортируются морская и пресная вода (горячая и холодная), топливо, масло и углекислый газ и выполненных из стали, оцинкованной стали, меди и медно-никелевых сплавов.

14.1.2. Методика предусматривает 2 вида технического обслуживания и ремонта трубопроводов — по отказам с контролем уровня надежности; при превышении этого уровня ремонт и техническое обслуживание трубопроводов по состоянию.

14.1.3. Техническое обслуживание и ремонт трубопроводов по отказам с контролем уровня надежности заключается в накоплении и анализе данных о повреждениях и отказах и выработке решений по поддержанию требуемого уровня надежности. Судовые трубопроводы эксплуатируются без ограничения межремонтного ресурса с выполнением необходимого объема работ по обнаружению и устранению отказов и повреждений, пока фактический уровень надежности находится в допустимых пределах. При этом также производится выборочный контроль технического состояния трубопроводов средствами неразрушающего контроля.

14.1.4. Техническое обслуживание и ремонт трубопроводов по состоянию заключаются в проведении определения технического состояния трубопроводов путем предремонтной дефектации с одновременной разработкой технологии ремонта и его выполнением по результатам контроля.

14.1.5. Определение технического состояния заключается в сопоставлении выявленных размеров повреждений и неисправностей элементов трубопроводов с предельно допустимыми размерами повреждений и неисправностей на данный момент эксплуатации судна.

14.2. Классификация и характеристика повреждений трубопроводов.

14.2.1. При эксплуатации судна в трубопроводах его систем возникают различные повреждения, оказывающие влияние на их техническое состояние. Эксплуатационные повреждения делятся на 3 группы: отложения, механические повреждения и износы.

14.2.2. Эксплуатационные отложения в трубопроводах проявляются в виде отложения солей, загрязнения и обрастания трубопроводов микроорганизмами.

14.2.3. К механическим повреждениям относятся разрывы, трещины, вмятины:

разрыв — повреждение, возникающее в результате кратковременного (случайного) воздействия в виде гидравлического удара, превышения предельно допустимого внутреннего давления, размораживания трубопровода;

трещина — повреждение, характеризуемое разделением металла по границам зерен;

вмятина — повреждение в виде плавного углубления на поверхности трубы, возникающее при кратковременном динамическом воздействии на ее поверхность.

14.2.4. Основным видом повреждений металлических трубопроводов судовых систем является коррозионный износ внутренней и наружной поверхностей, характеризующийся площадью поражения и глубиной проникновения в металл. По характеру коррозионного износа и интенсивности глубинного проникновения различают общую (равномерную) и местную (язвенную) коррозию.

14.2.4.1. Общий коррозионный износ (утонение) — разрушение металла трубы в результате коррозии, распространяющейся на большие площади поверхности с относительно малыми скоростями проникновения в глубь металла.

14.2.4.2. Местный коррозионный износ (язвины) — повреждение относительно небольших определенных площадок поверхности элементов трубопроводов («слабых» участков) со скоростью глубинного проникновения, существенно превышающей скорость общей коррозии, представляющее собой отдельные раковины (язвы), диаметр которых приблизительно равен ее глубине.

14.2.4.3. Свищи — местное разрушение в виде сквозных отверстий, диаметр которых значительно меньше толщины стенки элемента трубопровода.

14.2.5. Предельно допустимые величины эксплуатационных повреждений элементов трубопроводов представлены в табл. 14.1.

Таблица 14.1

Предельно допустимые величины эксплуатационных повреждений элементов трубопроводов

Вид повреждений	Предельно допустимая величина повреждений
Утонение (коррозия, в том числе наружная)	Допустимая толщина стенки элемента трубопроводов определяется по номограммам (см. рис. 14.1 и 14.2)
Свищи, трещины, разрывы, изломы	Не допускаются
Нарушение плотности соединений	Не допускается
Забоины и прочие поверхностные дефекты	$S_3 = 0{,}75S_0$
Вмятины, выпучины	10% диаметра трубы
Отложения	Недопустимое отклонение параметров функционирования системы (изменение расхода, давления жидкости)

14.3. Определение технического состояния трубопроводов по уровню надежности.

14.3.1. Уровень надежности определяется по трудозатратам на устранение отказов и повреждений элементов трубопроводов в про-

цессе их эксплуатации механиками по заведованиям. В качестве уровня надежности принимается величина приращения трудоемкости на устранение отказов и повреждений относительно трудоемкости технического обслуживания, заданной в плане-графике.

Предельное значение приращения трудоемкости технического обслуживания по отношению к заданной в плане-графике $H_{\text{тр. пред}}$ устанавливается равным $0{,}1H_{\text{ТО}}$, где $H_{\text{ТО}}$ — объем трудозатрат на техническое обслуживание судовых трубопроводов, предусмотренный планом-графиком.

14.3.2. Если для функционирования трубопроводов судовых систем требуется ТО в объеме большем или равном этой величине, то необходимо произвести предремонтную дефектацию.

14.3.3. Контроль уровня надежности по установленному показателю ведется на основании данных, отражаемых в Журналах учета технического состояния СТС (или картах), с указанием: даты обнаружения, местонахождения и вида повреждения, даты устранения повреждения, сведений о выполненных ремонтных работах, исполнителе и трудозатратах.

Журналы учета технического состояния заполняются при проведении осмотров систем и ремонтных работ в процессе эксплуатации и при заводских ремонтах.

14.4. Определение технического состояния трубопроводов при выборочном контроле и при проведении предремонтной дефектации.

14.4.1. Выборочный контроль технического состояния трубопроводов, поднадзорных Регистру СССР, с использованием средств неразрушающего контроля и измерительного инструмента проводится на судах старше 4 лет не реже 1 раза в год механиками по заведованию.

Выполнение работ по выборочному контролю должно быть предусмотрено в ПГТО по заведованию и отражено в Журналах учета технического состояния.

14.4.2. Предремонтная дефектация трубопроводов проводится в соответствии с рекомендациями разд. 7 ч. I настоящего РД. Рекомендуется ее совмещать с предремонтной дефектацией корпуса.

Объем предремонтной дефектации устанавливается руководителем дефектовочной партии по согласованию со старшим механиком на основании изучения данных, содержащихся в Журналах (Картах) учета технического состояния.

14.4.3. Определение технического состояния трубопроводов производится путем визуального осмотра элементов трубопроводов, выявления характера и размеров имеющихся повреждений, выполнения замеров наружных повреждений и остаточной толщины стенки, проведения в необходимых случаях гидравлических испытаний и сопоставления результатов обследования с соответствующими нормами.

14.4.4. Техническое состояние элементов трубопроводов устанавливается как удовлетворительное и неудовлетворительное.

14.4.5. Техническое состояние элемента признается неудовлетворительным в следующих случаях:

если нарушена герметичность элемента или она временно восстановлена постановкой хомутов и другими способами;

если остаточная толщина стенки трубы на момент обследования меньше допустимой величины;

если остаточный срок службы элемента трубопровода равен или меньше 1 года (см. п. 14.5.2);

при наличии забоин, наружной коррозии и прочих поверхностных дефектов глубиной свыше 25% толщины стенки трубы;

при наличии вмятин, выпучин глубиной или высотой 10% диаметра трубы.

14.4.6. В качестве основного параметра для определения технического состояния и прогнозирования остаточного срока службы элементов трубопроводов принимается остаточная толщина стенки трубы на момент дефектации.

14.4.7. Нормы значений допустимых толщин стенок трубных элементов $[S_1]$ установлены на основании ОСТ 5.5104—79.

$[S_1]$ определяется исходя из величины допустимого напряжения с учетом запаса на коррозию ΔS (для стальных труб $\Delta S = 1{,}5$ мм; для медных и медно-никелевых труб $\Delta S = 1$ мм).

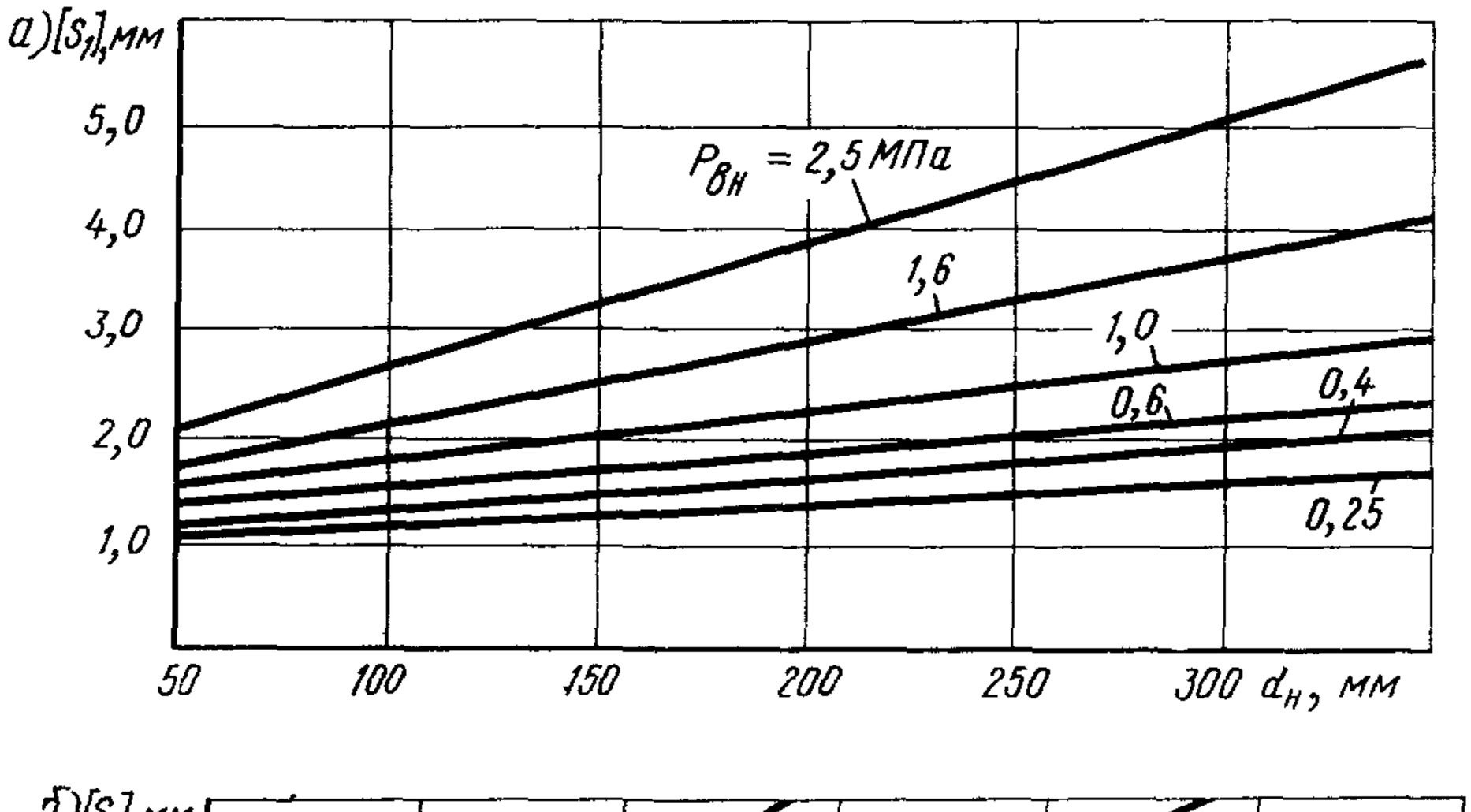
На рис. 14.1 и 14.2 приведены номограммы для определения допустимых толщин стенок труб, изготовленных из стали, меди, медно-никелевых сплавов, в зависимости от их диаметра и давления транспортируемой среды.

14.4.8. Остаточные толщины стенок труб определяются при помощи ультразвуковых толщиномеров типа УТ-93П, DM2 или DM3, UTM-100 или UTM-20. Технические характеристики и методические указания по их применению приведены в разд. 2 ч. II настоящего РД.

14.4.9. Остаточные толщины определяются в элементах, однотипных отказавшим в поврежденным, выявленных судовым экипажем в процессе эксплуатации и зарегистрированных в Журналах учета технического состояния, а также в районах «слабых» участков, подверженных наиболее интенсивному коррозионно-эрозионному износу (зоны деформации потока транспортируемой среды, отводы, тройники, за арматурой, насосами, аппаратами и трубопроводы с $D_y \geqslant 50$ мм).

Измерение остаточных толщин элементов трубопроводов в районах «слабых» участков, показанных в приложении 4, следует производить не менее чем в трех точках, максимально удаленных друг от друга в пределах зоны контроля и не лежащих на одной образующей (если износ не превышает 30% от S_0). При превышении этой величины замеры необходимо производить не менее чем в шести точках.

Форма записи результатов предремонтной дефектации (карта дефектации) с указанием зон контроля элементов трубопроводов и их протяженности, видов обнаруженных повреждений и краткой характеристикой требуемых ремонтных работ приведена в подразд. 14.6 ч. II настоящего РД.



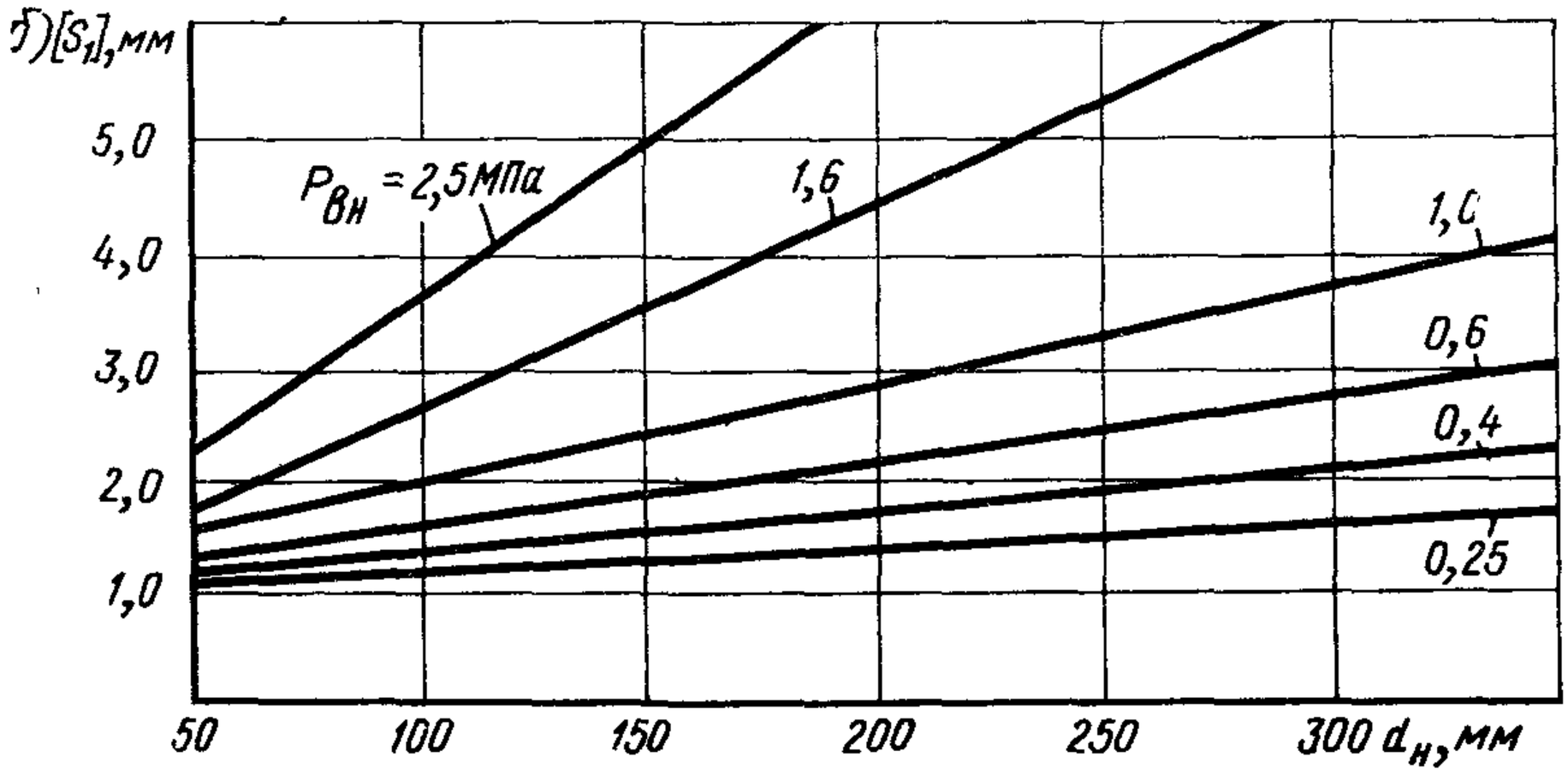


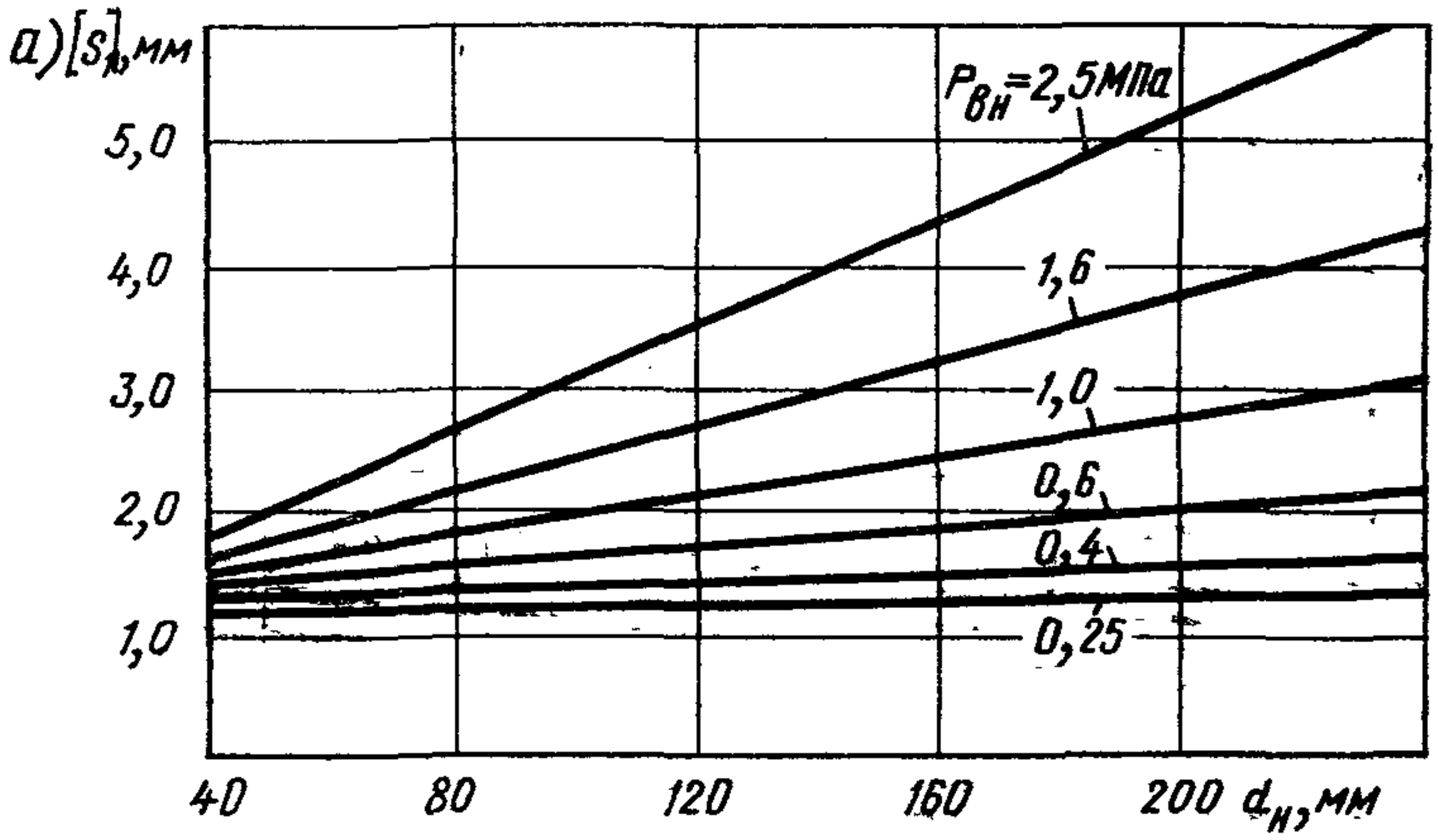
Рис. 14.1. Допустимые толщины стенок элементов трубопроводов, соответствующие предельному состоянию
а — из стали марки 10; *б* — из меди марки МЗр

14.4.10. Журнал (Карта) учета технического состояния с данными по состоянию и ремонту трубопроводов предъявляется инспектору Регистра СССР при ежегодных и очередных освидетельствованиях судовых систем.

14.5. Прогнозирование остаточного срока службы элементов трубопровода.

14.5.1. В основу прогнозирования остаточного срока службы элементов трубопровода положена линейная зависимость коррозионно-эрозионного износа от срока службы с момента их постройки или замены $T_{факт}$.

14.5.2. Зная остаточную толщину стенки на момент дефектации S_1 (мм) и допустимую $[S_1]$ (мм), прогнозируемый остаточный



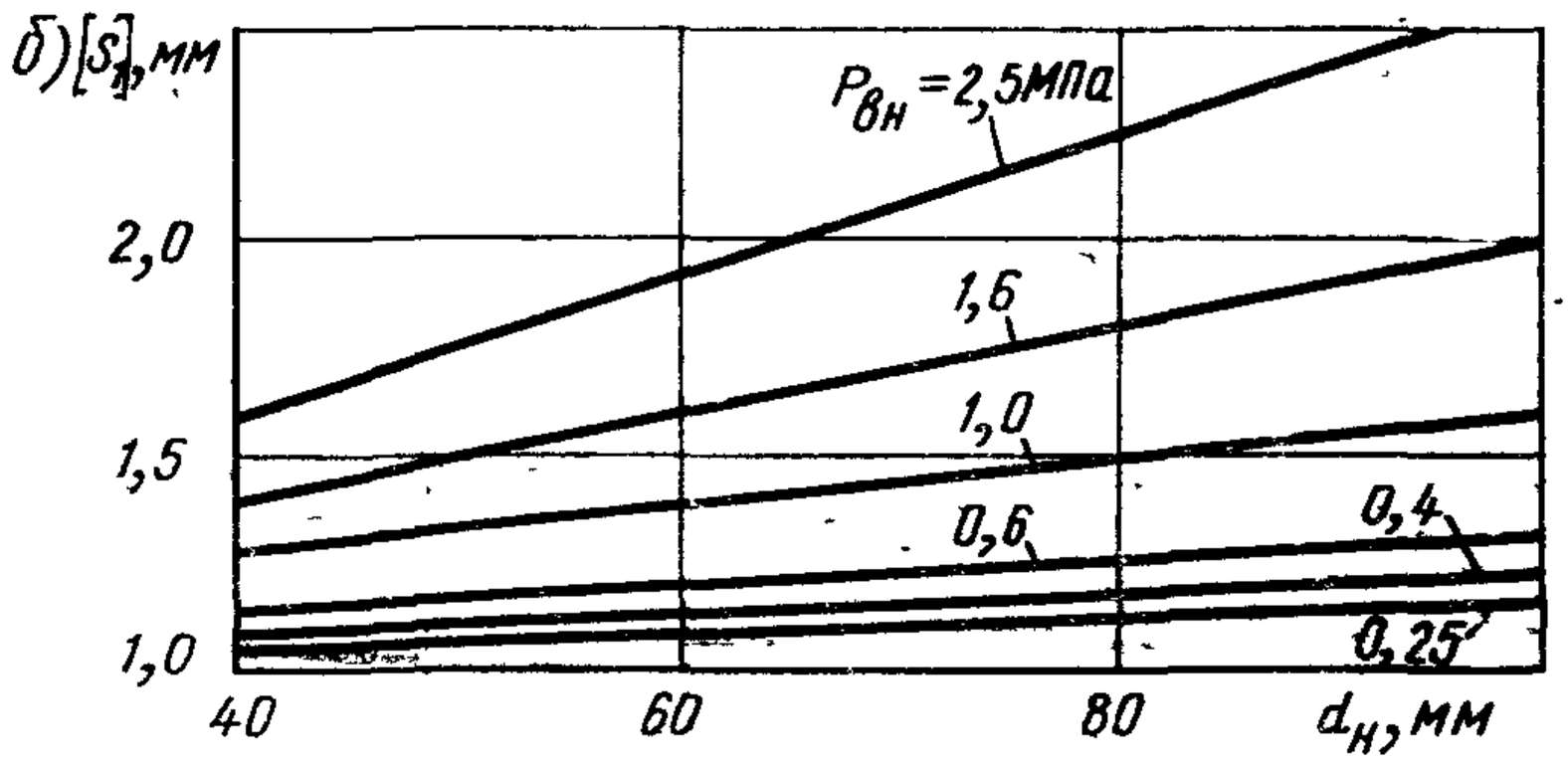


Рис 14.2. Допустимые толщины стенок элементов трубопроводов, соответствующие предельному состоянию:
а — из сплава М5Н1Ж; *б* — из сплава М6Н1, 5ЖМц1

срок службы элементов трубопровода $T_{ост}$ (лет) можно определить по формуле

$$T_{ост} = \frac{S_1 - [S_1]}{V}, \qquad (14\ 1)$$

где V — скорость коррозионно-эрозионного износа, мм/год.

14.5.3. Скорость коррозионно-эрозионного износа определяется: по зависимости

$$V = \frac{S_0 - S_1}{T_{факт}}, \qquad (14.2)$$

где $T_{факт}$ — фактический срок службы элемента трубопровода, лет;

S_0 — номинальная толщина стенки трубы (принимается по спецификации или по принципиальной схеме системы), мм;

по данным о средних скоростях износа V для прямых участков (табл. 14.2) или по данным о скоростях местного коррозионного износа для тройников, отводов, арматуры и путевых соединений трубопроводов (табл. 14.3).

Таблица 14.2

Скорость общего коррозионного износа элементов трубопроводов, мм/год

Материал труб	Морская вода, °С		Пресная вода	Пар	Топливо	Масло	Углекислота
	$t \leqslant 40$	$t > 40$					
Сталь	0,30	0,55	0,20	0,30	0,15	0,10	—
Сталь оцинкованная	0,20	0,25	—	—	—	—	0,30
Медь МЗр	0,15	0,25	0,10	0,10	—	—	—
Сплав MSH1Ж	0,10	0,15	—	—	—	—	—

Таблица 14.3

Средние скорости местного коррозионного износа элементов трубопроводов V, мм/год

Зона	Морская вода				Пресная вода			Пар	
	Сталь	Оцинкованная сталь[1]	Медь	Сплав MSH1Ж	Сталь	Оцинкованная сталь	Медь	Сталь	Оцинкованная сталь
Тройники	1,06—1,37	0,83	0,75	0,10	0,81	0,59	0,50	1,22	0,88
Отводы	0,90—1,14	0,72	0,95	0,71	0,71	0,48	0,63	1,06	0,72
У арматуры механизмов	1,40	0,70	0,60	0,80	0,35	1,11	1,9	2,05	1,67
У путевых соединений									
штуцерных	1,36	0,64	0,94	1,12	0,81	0,43	0,64	1,05	0,64
фланцевых	1,06								

[1] Цинковое покрытие толщиной до 120 мкм. При применении горячих цинковых покрытий толщиной 200—300 мкм срок службы трубопроводов увеличивается на 1—1,5 года.

14.5.4. При выполнении предремонтной дефектации наряду с обнаружением повреждений, оценкой их допустимости и определением остаточных сроков службы элементов трубопроводов следует выявить причины возникновения повреждений и принять решение

по ликвидации или сведению к минимуму действия этих причин в процессе предстоящего ремонта.

В числе мер, направленных на повышение надежности трубопроводов в процессе ремонта, можно рекомендовать:

спрямление участков трубопроводов для снижения деформации потока транспортируемой среды;

увеличение толщины стенок элементов в зонах повышенных износов;

применение более стойких защитных покрытий;

исключение случаев контакта разнородных металлов;

использование ремонтных узлов повышенной долговечности.

14.5.5. Результаты предремонтной дефектации и определения прогнозируемых остаточных сроков службы элементов трубопроводов, а также рекомендации по повышению их надежности заносятся в Карту предремонтной дефектации (подразд. 14.6 ч. II настоящего РД).

14.6. Указания по заполнению Карты предремонтной дефектации судовых трубопроводов.

14.6.1. Карты предремонтной дефектации судовых трубопроводов и пример ее заполнения представлены в табл. 14.4 и 14.5.

В соответствующей графе указывается наименование системы. Условная схема расположения элементов (см. табл. 14.4) изображается в соответствии с принципиальной схемой данной системы, входящей в комплект судовой документации.

Нумерация насосов, агрегатов соответствует их нумерации в судовой принципиальной схеме.

14.6.2. Кодовые номера дефектуемых элементов представляют собой дробь, в числителе которой ставится римская цифра, соответствующая коду элемента (см. табл. 14.5), а в знаменателе — порядковый номер данного элемента, начиная с какого-либо базового.

Например, за базовый элемент для фланцев принято первое фланцевое соединение после фланцевого соединения с клапаном № 8, за первый тройник принят первый тройник после клапана 8 и т. д. Как видно, если при дефектации будут определяться остаточные толщины всех элементов трубопроводов по порядку, начиная с какого-либо базового элемента, то в табл. 14.5 в каждой графе, соответствующей кодовым номерам элементов, должны быть сделаны последовательные записи дробей: I/1, I/2, I/3, или IV/1, IV/2, IV/3, или IX/1, IX/2, IX/3 и т. д. В случае, показанном в табл. 14.4, дефектация производилась не всех фланцевых соединений и поэтому в соответствующих графах табл. 14.5 записаны цифры I/1, I/6, I/10.

В том случае, если система имеет ответвления или соответствующие графы Карты заполнены, то для других участков или ответвлений заполняются аналогичные карты. На этих картах также изображаются соответствующие элементы трубопровода с кодовыми номерами, в знаменателях которых стоят номера соответству-

ющих элементов при принятом базовом номере. Например, для фланцевого соединения — фланец тройника (см. табл. 14.4) — пунктирные линии от тройника.

14.6.3. Результаты определения остаточных толщин S_1 дефектуемых элементов трубопроводов заносятся в соответствующие графы табл. 14.5.

Далее в соответствии с формулами (14.1) и (14.2) по известным номинальной толщине стенки S_0, сроку службы данного элемента $T_{факт}$ с момента постройки (если он не заменялся) или с момента предшествующей замены определяются скорости износа V. Затем по допустимым величинам толщин стенок (рис. 14.1 и 14.2) определяется прогнозируемый срок службы элементов трубопровода и вносится в виде дроби в таблицу замеров. В числителе указывается S_1, в знаменателе — $T_{ост}$.

В таблицы по каждому элементу заносятся минимальные величины остаточных толщин из числа нескольких измерений.

14.6.4. На основании результатов осмотров, определения прогнозируемых сроков службы элементов трубопровода в Карте предремонтной дефектации указываются виды обнаруженных повреждений (например, свищи и утонение) и дается краткая характеристика требуемых ремонтных работ (см. табл. 14.4) с указанием в соответствующих позициях таблицы размера, материала заменяемых участков, количества труб, гибов, фланцевых, штуцерных и муфтовых соединений, отростков, приварышей, подвесок, стаканов, требующих ремонта (замены).

Отдельно указывается, нужны ли защита трубопровода с помощью противокоррозионного покрытия, применение протекторов. Если защита необходима, это указывается в краткой характеристике требуемых ремонтных работ. Кроме того, предлагаются меры по увеличению надежности элементов.

В соответствующей графе табл. 14.4 указывается вид ремонта арматуры.

14.6.5. Элементы, подлежащие замене или ремонту, следует маркировать краской в соответствии с присвоенными по условной схеме кодовыми номерами с указанием номера Карты предремонтной дефектации. Например, 2—I/1 означает, что подлежит замене или ремонту фланцевое соединение (I), первое по порядку на условной схеме от базового элемента (1), указанного в Карте предремонтной дефектации данной системы № 2.

14.6.6. При необходимости ремонта или замены нескольких элементов на судовой системе маркируются только крайние элементы данного участка. В этом случае к принятой маркировке добавляются стрелки в направлении к середине заменяемого или ремонтируемого участка трубопровода.

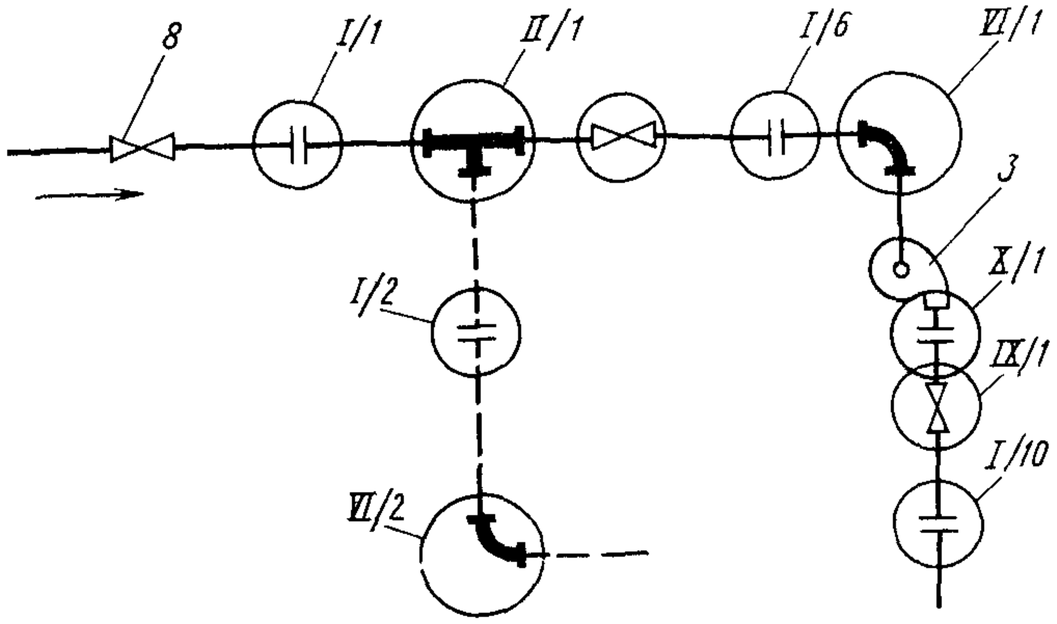
14.6.7. Прямые участки труб, подлежащие ремонту, указываются в табл. 14.4 кодом I с координатами от фланцев.

Таблица 14.4

Карта предремонтной дефектации судовых трубопроводов №

Наименование системы: Схема охлаждающей забортной воды	т/х_____

Условная схема расположения элементов участка трубопровода:



труб (арматуры)	м	Материал труб	Количество труб	Количество гибов	Количество фланцев	Количество штуцерн. соедин.	Количество муфтовых соедин.	Количество отростков	Количество штуцеров приварных	Количество приварышей	Количество стаканов	Количество протекторов	Количество скоб	Покрытие	Демонтаж изоляции	Арматура				Вид обнаруженного повреждения (язвины, утонения, трещины, отложения, свищи, разрывы, вмятины, забоины)
																Количество	Тип	Материал	Вид ремонта	
2501	0,0	Ст 10	3	—	8	—	—	1	—	—	—	—	3	+	—	1	нев	мнж	к	

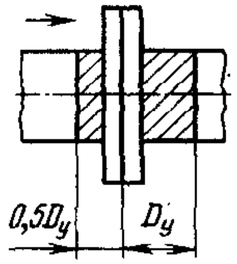
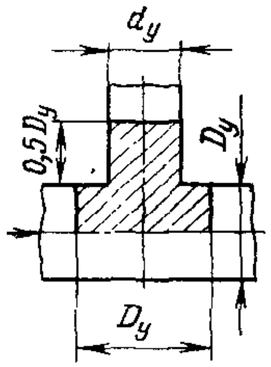
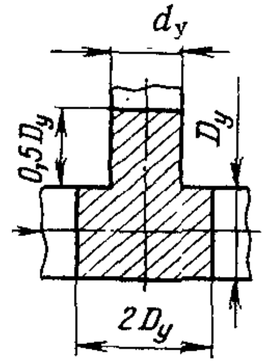
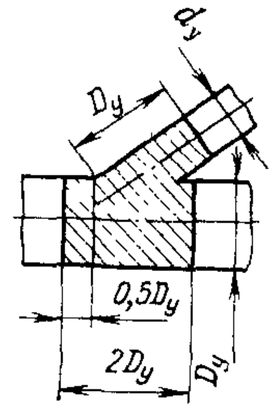
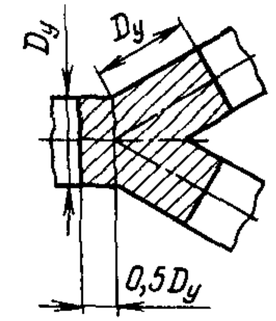
1. Заменить участок трубопровода от фланца I/1 до фланца I/10. Трубопроводы оцинковать.
2. Произвести капитальный ремонт I/1 (D_y 250).
3. Увеличить толщину стенки тройника II/1 на 50%.

			Ф. И. О.	Подпись	Дата
Трудоемкость оценки ТС	чел.-ч	Руководитель группы дефектации			
Трудоемкость ремонта	нормо-ч	Старший механик			

Таблица 14.5

Карта предремонтной дефектации судовых трубопроводов

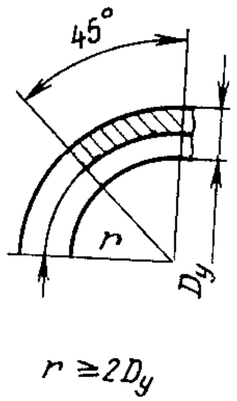
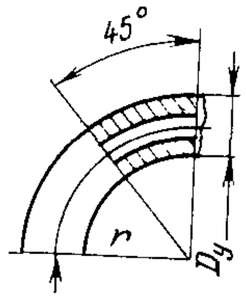
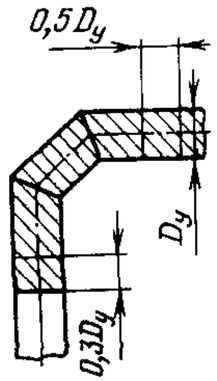
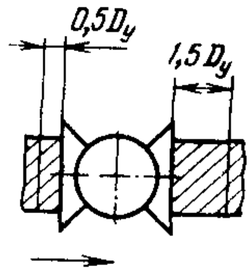
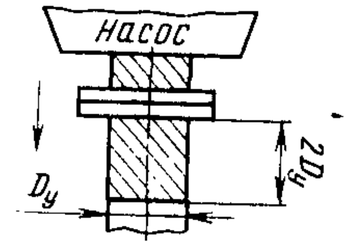
Наименование системы_____ т/х_____

Зоны контроля элементов трубопроводов и их протяженность		 $\frac{d_y}{D_y} \leqslant 0{,}3$	 $\frac{d_y}{D_y} > 0{,}3$		
Код элемента	I	II	III	IV	V
толщина стенки, мм / Год / № элем.	S_0 | $S_1/T_{ост}$	S_0 | $S_1/T_{ост}$	S_0 | $S_1/T_{ост}$	S_0 | $S_1/T_{ост}$	S_0 | $S_1/T_{ост}$
1					
2					
3					
4					

5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17

S_0 — номинальная толщина стенки трубы, мм;
S_1 — остаточная толщина стенки трубы на момент (год) замера, мм;
$T_{ост}$ — прогнозируемый остаточный срок службы элемента.

Продолжение табл. 14.5

Зоны контроля элементов трубопроводов и их протяженность	 $r \geq 2D_y$	 $r < 2D_y$			
Код элемента	VI	VII	VIII	IX	X
толщина стенки, мм / Год / № элем.	S_0 | $S_1/T_{ост}$	S_0 | $S_1/T_{ост}$	S_0 | $S_1/T_{ост}$	S_0 | $S_1/T_{ост}$	S_0 | $S_1/T_{ост}$
1					
2					
3					
4					
5					

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

15. Методические указания по определению технического состояния теплообменников

15.1. Общие положения:

15.1.1. Методика распространяется на воздухо- и маслоохладители, охладители пресной воды, подогреватели топлива и масла.

15.1.2. Методика предусматривает определение технического состояния теплообменников на основе показаний штатных приборов (термометров и манометров) и контактных термометров, а также жестких и гибких эндоскопов и толщиномеров.

15.2. Работы по техническому обслуживанию теплообменников, выполняемые по состоянию.

На основе контроля фактического состояния теплообменников может выполняться техническое обслуживание следующих узлов:

трубки теплообменника — очистка, заглушка из-за трещин, свищей, пропусков в соединениях;

корпус теплообменника — замена (восстановление) из-за износа, коррозионного разъедания и т. п.

15.3. Методы контроля и нормы технического состояния.

15.3.1. По перепадам температур и давлений рабочих сред, определенных на основании показаний штатных приборов (термометров и манометров), контролируется загрязненность теплообменника. Очистка теплообменника производится при выходе перепадов температур и давлений за пределы, установленные инструкцией по эксплуатации.

Определение загрязненности охладителей с регулярным перепуском охлаждающей среды (периодичность контроля и учет) производится в соответствии с рекомендациями, изложенными в подразд. 6.6 ч. II настоящего РД.

Определение загрязненности воздухоохладителей при отсутствии штатных термометров производится на основе измерений температур поверхностей воздушных и водяных входных и выходных патрубков (труб) с помощью контактных термометров типа ТТЦ. Контроль производится в соответствии с рекомендациями, изложенными в п. 2.3.4 ч. II настоящего РД. Периодичность контроля — 6 мес.

15.3.2. На основе осмотра (при снятой крышке теплообменника) с помощью эндоскопов определяется состояние трубок (наличие трещин, свищей, пропусков в соединениях трубок с трубной доской).

Правила работы с эндоскопом изложены в п. 2.3.3 ч. II настоящего РД.

15.3.3. На основе измерений с помощью толщиномера типа УТ-93II (или аналогичных) определяется износ стенок корпусов, труб и других элементов теплообменника.

Измерения производятся в соответствии с рекомендациями, изложенными в п. 2.3.7 ч. II настоящего РД.

Нормы по износу принимаются в соответствии с указаниями Руководства по техническому надзору за судами в эксплуатации Ре-

гистра СССР. Замена или ремонт изношенного элемента производится, если средний или местный износ стенок корпусов, труб и пр. превышает соответственно 10 и 20% первоначальной толщины.

15.3.4. Контроль в соответствии с пп. 15.3.2 и 15.3.3 производится при очередных освидетельствованиях и по мере необходимости при подозрении о появлении неисправности.

15.3.5. Результаты контроля теплообменника в соответствии с пп. 15.3.1—15.3.3 должны быть отражены в Журнале учета технического состояния СТС по заведованию.

16. Методика определения технического состояния рулевых устройств и машин

16.1. Общие положения.

16.1.1. Методика распространяется на рулевые устройства (балансирные и небалансирные), на электрические и электрогидравлические рулевые машины.

16.1.2. Определение технического состояния механизмов, систем и электрооборудования в составе рулевой машины производится в соответствии с рекомендациями, изложенными в разд. 8, 12, 13 ч. II настоящего РД.

16.1.3. Определение технического состояния рулевого устройства должно проводиться перед каждым очередным освидетельствованием судна (на плаву или в доке), перед докованием, перед и после ремонта судна и по мере необходимости при подозрении о появлении неисправности.

После ремонта определение технического состояния проводится для проверки качества выполнения работ.

16.1.4. Методика предусматривает определение общего технического состояния рулевого устройства на основе его наружных осмотров без каких-либо демонтажных работ (осмотр со шлюпки и водолазный осмотр) и контроля следующих параметров: виброускорения баллера руля; времени перекладки руля с борта на борт; давления жидкости в гидроцилиндрах для электрогидравлических рулевых машин (силы рабочего тока исполнительного электродвигателя для электрических рулевых машин); наличия металлических и абразивных продуктов износа в рабочей жидкости гидросистемы.

16.1.5. Факт выполнения контрольных операций (п. 16.1.4) регистрируется в плане-графике технического обслуживания. Результаты контроля с описанием выявленных неисправностей и принятых мер, а также результаты измерений отражаются в Журнале учета технического состояния СТС по заведованию.

Примечание. При наличии на судне других форм учета технического состояния рулевых устройств, согласованных с технической службой судовладельца, результаты контроля отражаются в этих документах.

16.1.6. При осмотрах руля в соответствии с рекомендациями РТМ 31.2003—77 «Корпус, помещения, устройства и системы судна. Правила технической эксплуатации» должны быть проверены:

вертикальный зазор между петлями ахтерштевня и руля (проседание руля); состояние фланца, соединяющего рудерпис с баллером (наличие болтов, гаек и стопорных чек); состояние пера руля (отсутствие вмятин, прогибов, изломов обшивки), а также обшивки (толщина) пера руля в характерных точках; исправность баллера (отсутствие видимых признаков скручивания) и т. д.

Результаты осмотра регистрируются в Журнале учета технического состояния корпуса, устройств и систем.

16.2. Работы по техническому обслуживанию рулевых устройств и машин, выполняемые по состоянию.

На основе контроля фактического технического состояния могут выполняться следующие работы:

электродвигатель рулевого привода — пополнение или замена смазки, замена подшипников, ремонт ротора (якоря);

насосы рулевого привода — замена подшипников, плунжерных пар, торцевых и цапфенных распределителей.[1]

Кроме того, на основе контроля устанавливается необходимость докования судна для съемки баллера из-за увеличенных зазоров в его подшипниках и повреждений пера руля.

16.3. Методические указания по контролю виброускорения баллера руля.

По уровню виброускорения контролируется состояние опор (зазоры в подшипниках) рулевого устройства.

16.3.1. Контроль производится с помощью виброметров ВШВ-003 или VTM33 в соответствии с методическими указаниями, изложенными в п. 2.3.2 ч. II настоящего РД.

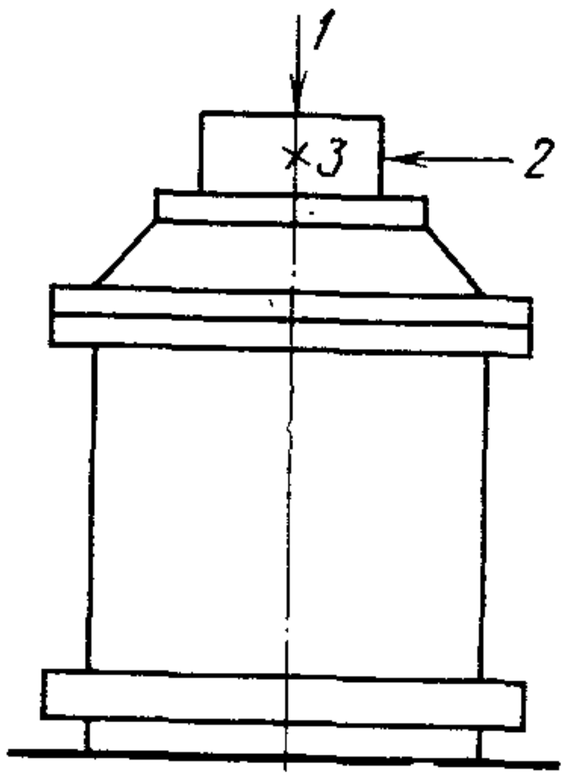


Рис. 16.1. Точки измерения вибрации на баллере

Допускается применение других виброметров, аналогичных указанным.

16.3.2. Измерение виброускорения баллера производится в трех взаимно перпендикулярных направлениях (вертикальном, траверзном и продольном).

Точки измерения вибрации приведены на рис. 16.1. Вертикальная вибрация измеряется на верхнем торце баллера в точке *1*. Траверзная и продольная вибрации измеряются на боковой поверхности баллера (гайки) в точках *2* и *3* соответственно.

16.3.3. Уровень виброускорения на баллере измеряется на частоте собственных колебаний пера руля (октава 63 Гц).

16.3.4. Нормы вибрации, соответствующие трем категориям технического состояния опор баллера:

для I категории технического состояния величины ускорений не должны превышать 1,2 м/с^2;

[1] См. разд. 8.

для II категории величины ускорений должны находиться в пределах от 1,2 до 2 м/с^2;

для III категории величины ускорений должны быть больше 2 м/с^2.

16.4. Методические указания по контролю времени перекладки руля с борта на борт.

По времени перекладки руля контролируется общее техническое состояние рулевого устройства, включая привод.

16.4.1. Контроль должен проводиться при спецификационной осадке в балласте или в грузу при волнении моря не более 3 баллов.

16.4.2. Контроль должен проводиться на полном переднем ходу судна при номинальной частоте гребного вала с перекладкой руля с 35° одного борта на 30° другого борта.

16.4.3. Время перекладки руля не должно превышать 28 с.

16.5. Указания по контролю продуктов износа в рабочей жидкости гидросистемы.

Контроль продуктов износа в рабочей жидкости (масле) гидросистем проводится в соответствии с рекомендациями, изложенными в разд. 19 ч. II настоящего РД.

16.6. Периодичность контроля технического состояния механизмов, систем и электрооборудования в составе рулевого привода приведена в разд. 8, 12, 13 ч. II настоящего РД.

Периодичность контроля параметров, измеряемых в соответствии с указаниями, изложенными в подразд. 16.3—16.5, приведена в табл. 16.1.

Таблица 16.1

Вид контроля	Периодичность контроля, мес	
	I категория технического состояния	II категория технического состояния
Измерение виброускорения	12	6
Контроль времени на перекладку руля с борта на борт (на ходу)	24	12
Контроль давления в гидроцилиндрах	Периодичность в течение вахты (в соответствии с Правилами технической эксплуатации судовых технических средств)	
Контроль продуктов износа в рабочей жидкости гидросистемы	6	3

Достижение предельно допустимого значения хотя бы одним из параметров говорит о необходимости проведения технического обслуживания (ремонта) рулевого устройства.

17. Методика контроля технического состояния дейдвудного устройства

17.1. Общие положения.

17.1.1. Методика распространяется на суда с неметаллическими дейдвудными подшипниками*.

17.1.2. Методика предусматривает определение безразборным методом технического состояния дейдвудных подшипников, изменение которых связано с выработкой втулок, механическим износом набора подшипников, выпадением и разрушением планок набора.

17.1.3. Контроль технического состояния дейдвудного подшипника осуществляется по косвенному параметру, отражающему степень внутренних повреждений подшипника, — величине зазора между валом (облицовкой вала) и набором кормового дейдвудного подшипника на его кормовом срезе.

17.1.4. Величину зазора определяют по заранее построенной зависимости

$$\sigma = \Psi(f), \qquad (17.1)$$

где σ — напряжения в сечении валопровода, доступного для измерений и расположенного между сальником дейдвудного устройства и первым от кормы опорным подшипником вала, МПа; f — величина зазора, мм.

17.1.5. Сечение для измерений должно выбираться на участке валопровода с постоянным диаметром. Длина участка должна составлять не менее 300 мм.

17.1.6. Построение зависимости (17.1) осуществляется следующим образом:

определяют величину напряжений в валопроводе на плаву судна перед его докованием;

определяют величину зазора на кормовом срезе кормовой дейдвудной опоры до (при разборке дейдвудного устройства) и после ремонта;

определяют величину напряжений в валопроводе после выхода судна из дока.

Результаты измерений и построенную зависимость (17.1) заносят в Карту контроля технического состояния дейдвудного устройства (табл. 17.1) и в Журнал учета технического состояния СТС по заведованию.

17.1.7. Измерения в соответствии с п. 17.1.6 и контроль технического состояния дейдвудного устройства в эксплуатации должны осуществляться при одинаковых условиях плавания судна (загрузка по трюмам, осадка, крен, дифферент).

17.2. Методические указания по определению напряжений в валопроводе.

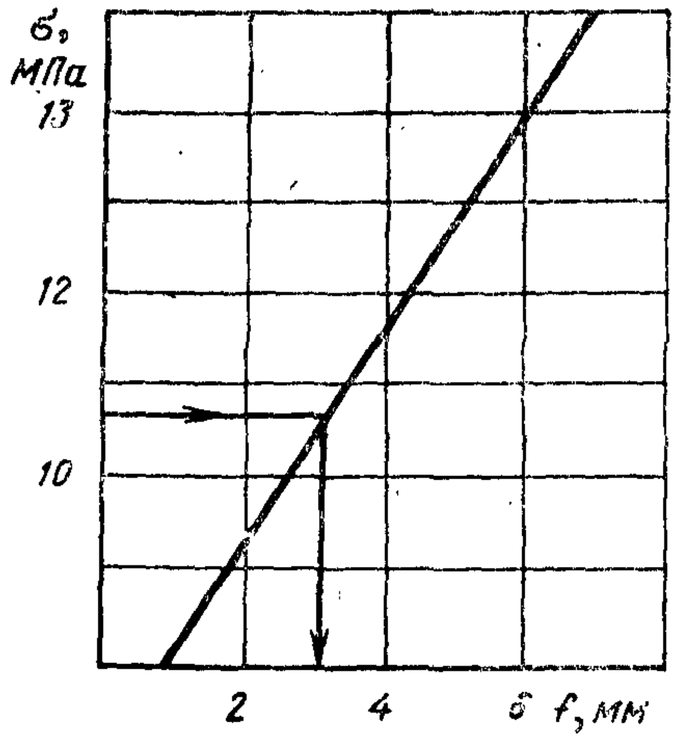
17.2.1. Определение напряжений производится на основе измерений деформаций растяжения—сжатия при неподвижном вале (в статике).

---

* Кроме подшипников, установленных на выносных кронштейнах.

Таблица 17.1

Карта контроля технического состояния дейдвудного устройства
Судно . . . . . валопровод левого борта



Дата	Наружный диаметр вала, мм	Внутренний диаметр подшипника, мм	Зазор, мм	Показания прибора при угле поворота, град.		Деформация изгиба вала, мкм	Напряжение изгиба вала, МПа
				0	180		
			До ремонта				
23.05.85	258	264	6	200	334	26,8	13,0
			После ремонта				
05.06.85	258	260	2	200	300	20,0	9,68
			В эксплуатации				
01.02.86	—	—	3	200	312	22,4	10,86

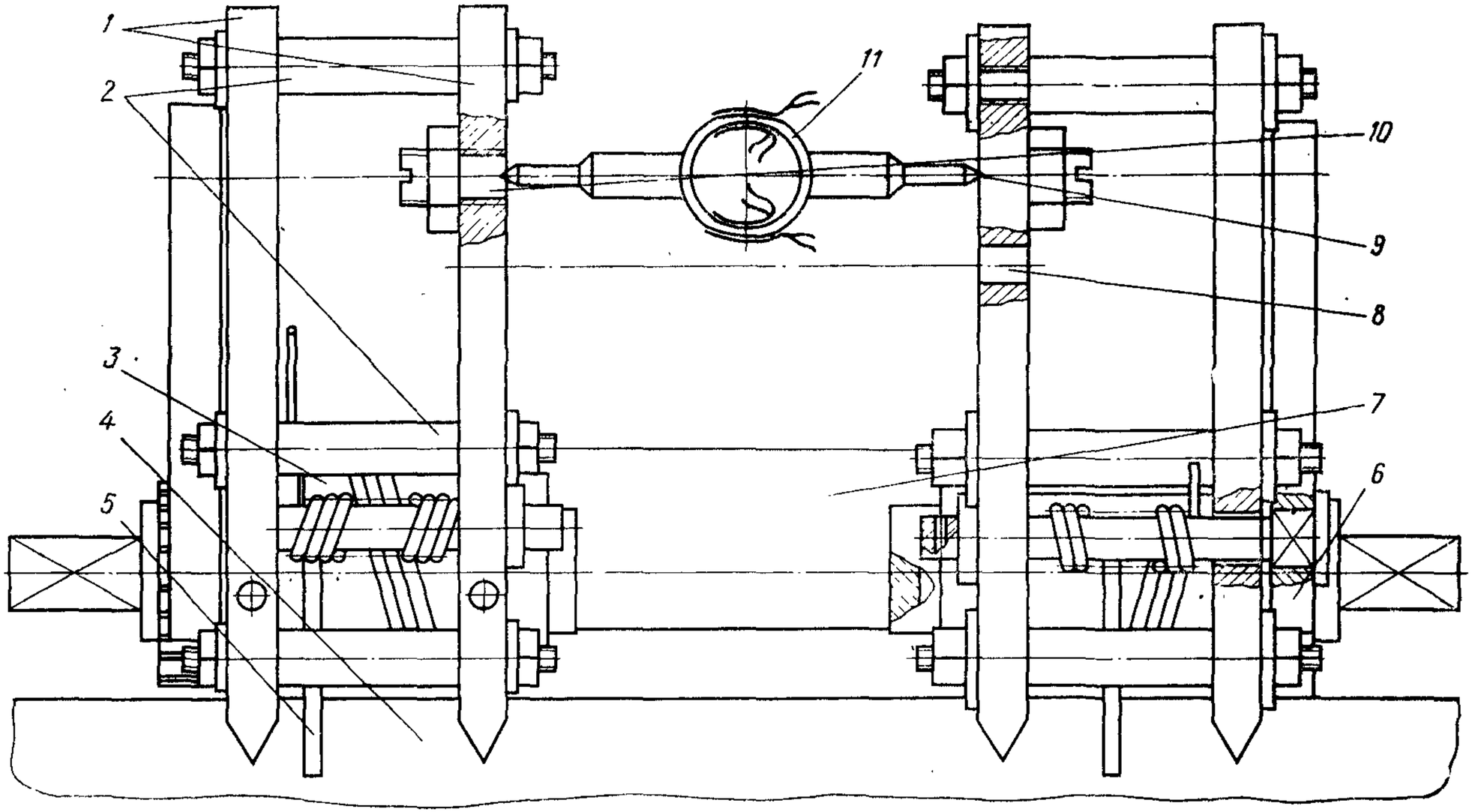


Рис. 17.1. Переносной тензометр:
1 — щеки; *2* — шпильки; *3* — барабан лебедки; *4* — вал; *5* — трос; *6* — храповый механизм; *7* — стопорная планка; *8* — отверстия для установки шпилек упругого кольца элемента; *9* — кернение на регулировочном винте *10*; *11* — чувствительный элемент

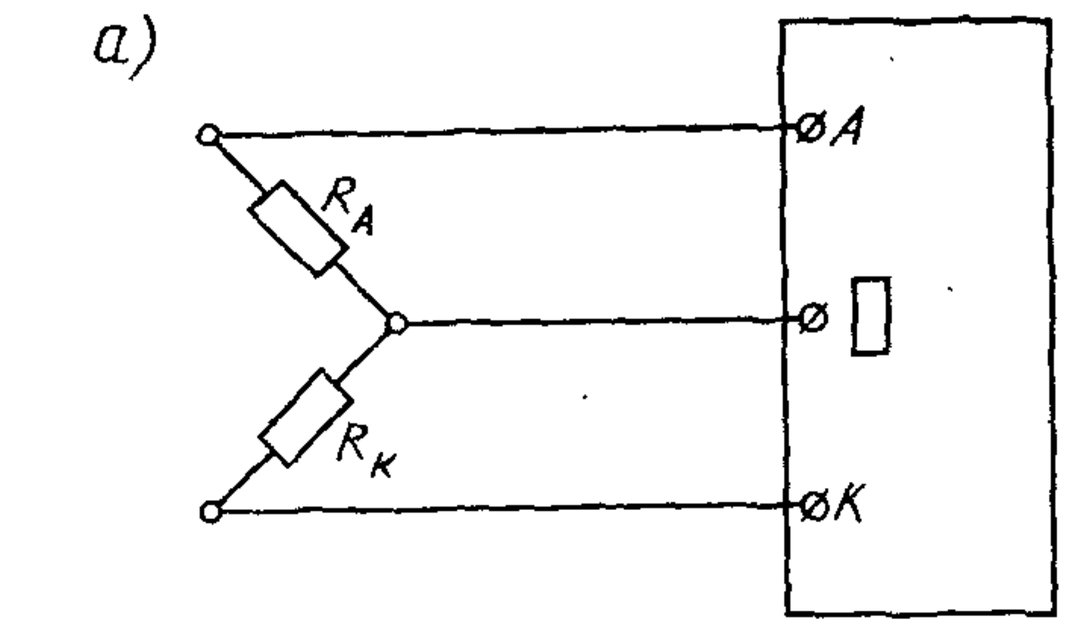


Рис. 17.2. Полумостовая (*а*) и мостовая (*б*) термокомпенсационные схемы подключения тензорезисторов сопротивления:
$R_а$, R_1, R_3 — активные; $R_к$, R_2, R_4 — компенсационные

17.2.2. В качестве измерителя деформаций вала используется переносной тензометр (рис. 17.1). На кольцо тензометра наклеиваются датчики, подключаемые по полумостовой или мостовой термокомпенсационной схеме (рис. 17.2). Характеристики серийно выпускаемых тензодатчиков, рекомендуемых для использования, приведены в табл. 17.2.

17.2.3. Ножевые опоры тензометра состоят (см. рис. 17.1) из двух щек *1*, закреплённых на шпильках *2*, между которыми находится лебедка *3*, осуществляющая прижим опор к валу *4* металлическим тросом *5*, навиваемым и фиксируемым храповым механизмом *6*.

17.2.4. При установке опор на валопроводе расстояние между их серединами (длина базы тензометра) остается постоянным за счет установки стопорных планок *7*, снимаемых во время измерений.

17.2.5. Конструкция опор предусматривает установку чувствительного элемента как на шпильках в отверстиях *8*, так и в кернениях *9* за счет упругости самого элемента.

17.2.6. Для установки чувствительного элемента в кернениях предназначен регулировочный винт *10* с контргайкой, позволяющий задавать чувствительному элементу *11* определенную величину первоначальной упругой деформации.

Таблица 17.2

Характеристики тензорезисторов

Тип тензодатчика	Материал основы	Номинальное сопротивление, Ом	Рабочий диапазон температур, °С	Длина базы, мм	Габаритные размеры, мм	
					a	*b*
2ПКБ-20-200	Бумага	200,5	От —38 до +52	20	32	9,1
2ПКБ-10-200	»	200,3	От —38 до +52	10	22	10,0
2ПКБ-20-200	Пленка	200,4	От —38 до +52	20	32	9,1
2ПКБ-10-200	»	200,1	От —38 до +52	10	22	10,0
2ПКБ-5-100	Бумага	100,2	От —38 до +52	5	17	8,0

17.2.7. Чувствительный элемент (рис. 17.3) выполнен в виде упругого кольца *1* с концентраторами напряжений *2*, глубина которых зависит от ширины применяемых тензорезисторов. К кольцу приварены шпильки *3*, устанавливаемые в кернениях на опорах тензометра. Кольцо выполняется из пружинной стали (65Г, 60С2) или из стали с равноценными упругими свойствами, шпильки — из стали, обладающей высокой твердостью (Р18).

17.2.8. На кольцо наклеиваются тензорезисторы *4* по приведенной в подразд. 17.5 ч. II технологии.

17.2.9. Тензорезисторы соединяются по мостовой или полумостовой схеме и подключаются к регистрирующей аппаратуре согласно инструкции по ее эксплуатации.

17.2.10. Перед установкой чувствительного элемента производится его градуировка, выполняемая следующим образом.

17.2.10.1. Знакомятся с инструкцией измерительного прибора и готовят его к работе.

17.2.10.2. Чувствительный элемент тензометра устанавливают в градуировочном стенде, подобном приведенному на рис. 17.4, предусматривающем измерение индикатором задаваемой величины его упругой деформации.

17.2.10.3. Подключают чувствительный элемент к регистрирующему прибору.

17.2.10.4. Задавая определенную величину упругой деформации Δl_i по индикатору, фиксируют показания измерительного прибора A_i и индикатора l_i;

17.2.10.5. По полученным значениям абсолютной деформации Δl_i и соответствующим им показаниям прибора ΔA_i строят график зависимости

$$\Delta A_i = \varphi(\Delta l_i);$$

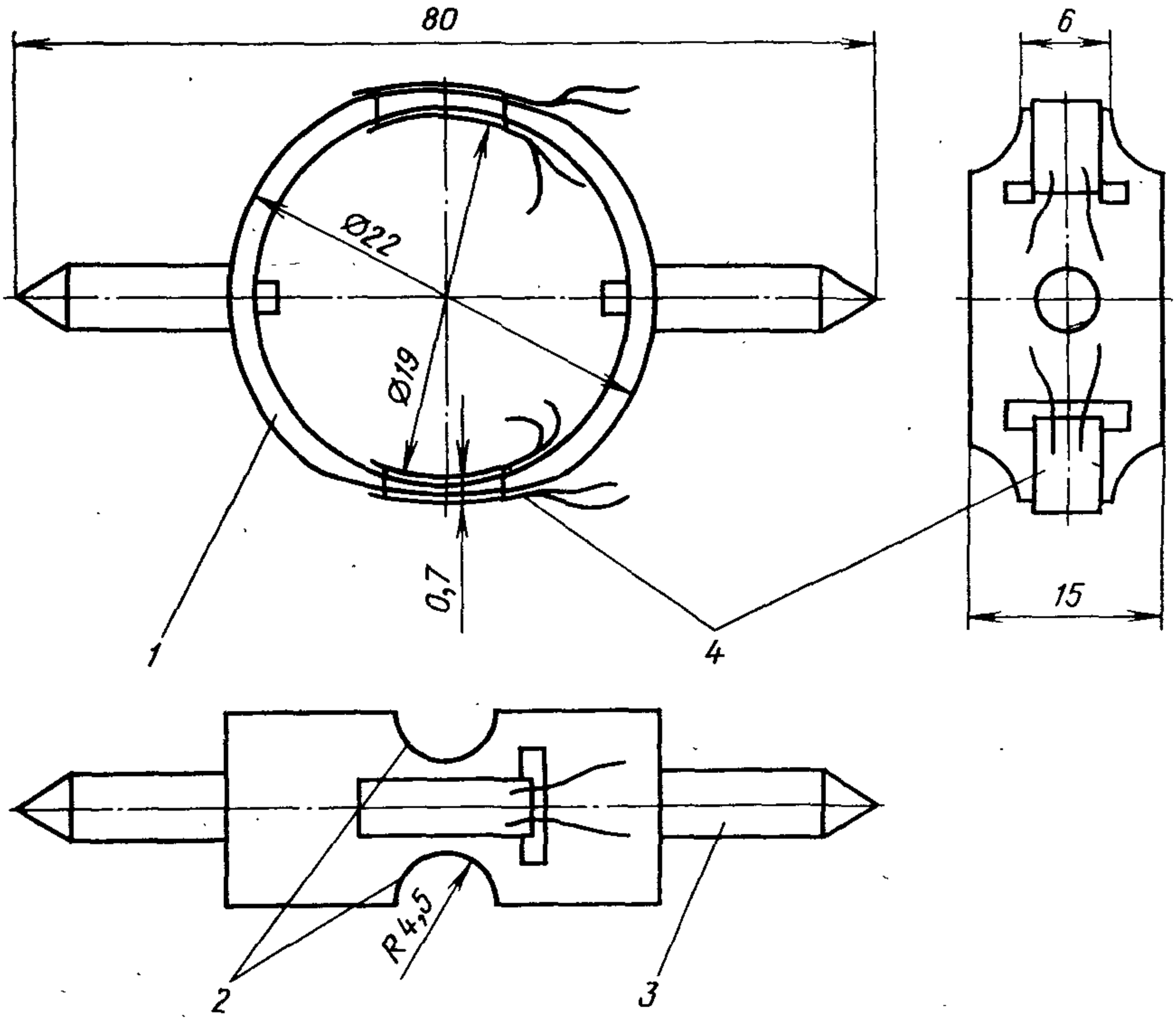


Рис. 17.3. Чувствительный элемент тензометра, устанавливаемый в кернениях на опорах:
1 — упругое кольцо; *2* — концентраторы напряжений; *3* — шпилька с конусами; *4* — тензорезисторы сопротивления

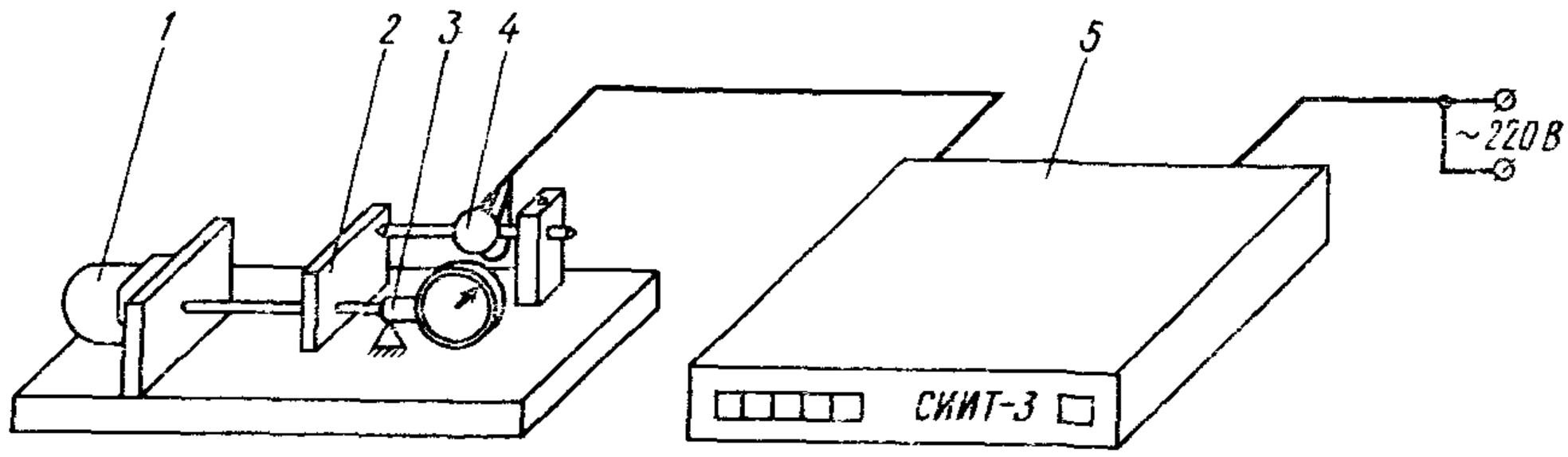


Рис. 17.4. Установка для градуировки измерительной аппаратуры:
1 — регулировочный винт; *2* — подвижная пластина; *3* — индикатор; *4* — чувствительный элемент; *5* — измерительная аппаратура

при этом

$$\Delta A_i = A_i - A_0,\ \Delta l_i = l_i - l_0,$$

где l_0 и l_i — начальная и последующая величины абсолютной деформации упругого элемента, м; A_0 и A_i — соответствующие им показания прибора.

17.2.10.6. Для упругого элемента с тензорезисторами градиуровочной линией является прямая, наклоненная к оси величин абсолютной деформации. Коэффициент наклона прямой составляет $k_г = \Delta A_i / \Delta l_i$.

17.2.11. Регистрирующая аппаратура.

17.2.11.1. В качестве регистрирующей аппаратуры для получения высокоточных значений напряжений, что особенно важно для валопроводов большого диаметра, предлагается использование блока измерений измерительной тензометрической системы СИИТ-3, выпускаемой краснодарским заводом «Тензоприбор». Этот прибор предусматривает возможность измерений как по мостовой, так и по полумостовой измерительным схемам.

17.2.11.2. Допускается использование измерительной аппаратуры с чувствительными элементами, основанными на других принципах измерений величины относительной деформации с разрешающей способностью $\varepsilon = 1 \cdot 10^{-6}$ е.о.д.

17.2.12. Расчет величины нормальных напряжений от изгиба валопровода.

17.2.12.1. Величина абсолютной деформации волокон валопровода (м) определяется по разности показаний прибора, регистрируемых при расположении тензометра в верхней части вала A_0 и при его повороте на 180° A_i:

$$\Delta l_i = \frac{A_i - A_0}{k_г},$$

где $k_г$ — коэффициент градуировочной кривой, $м^{-1}$.

17.2.12.2. Величина нормальных напряжений (МПа) от изгиба валопровода определяется по полученной величине абсолютной деформации и величине геометрических размеров тензометра:

$$\sigma_i = \frac{\Delta l_i E R}{2l(R+h)},$$

где $\Delta l_i/2$ — абсолютная деформация растяжения волокон вала при изгибе, м; E — модуль упругости материала вала; $l = 0{,}131$ м — расстояние между серединами опор тензометра; R — наружный радиус вала, м; $h = 0{,}137$ м — высота установки чувствительного элемента от поверхности вала.

17.2.13. Использование упрощенного способа измерений.

17.2.13.1. Для валопроводов диаметром менее 200 мм допускается использование способа измерения напряжений при помощи микатора (индикатора часового типа) с ценой деления $0{,}5 \cdot 10^{-6}$ м (рис. 17.5).

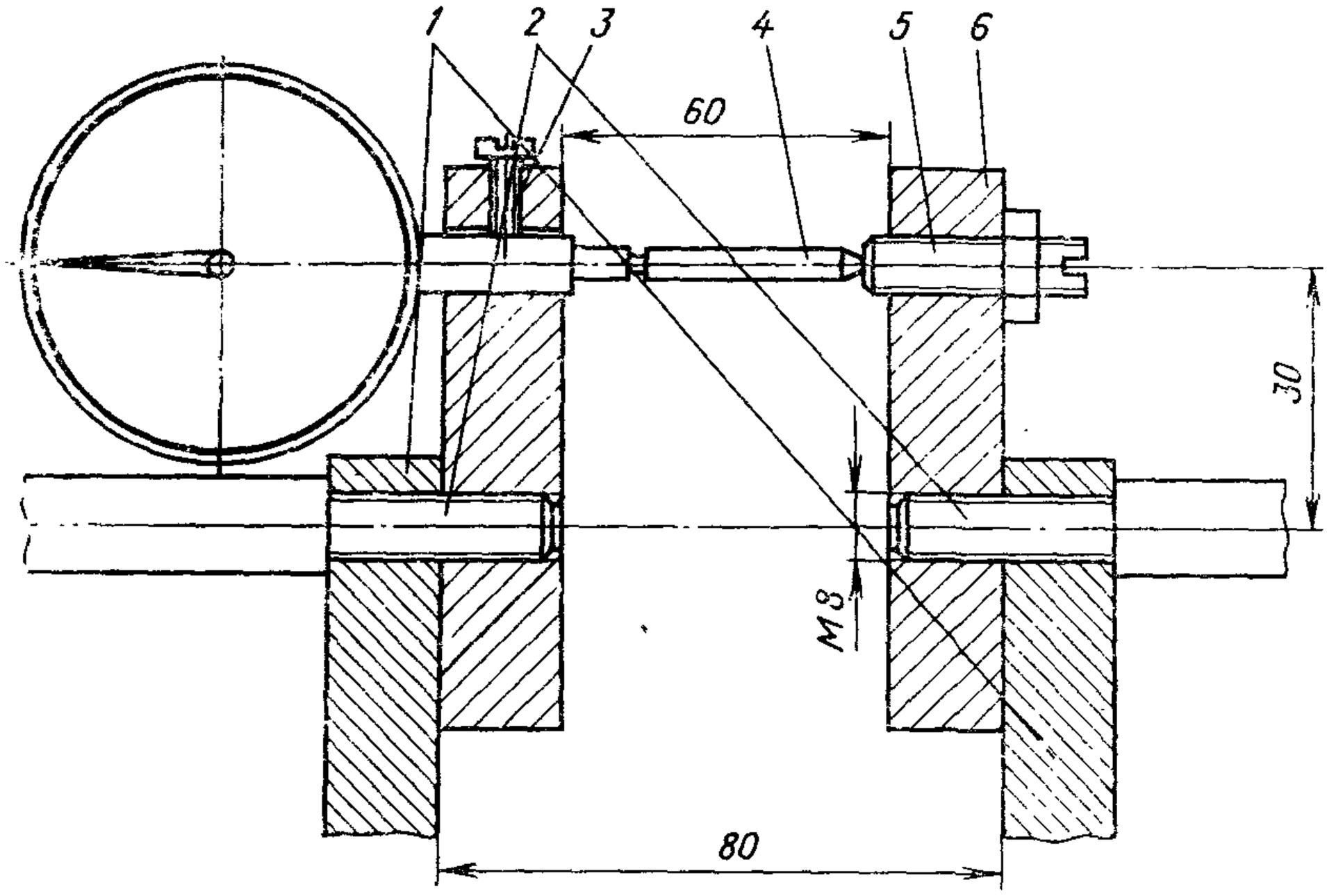


Рис. 17.5. Приспособление для установки микатора в тензометре: *1*, *2* — щеки и шпильки тензометра; *3* — стопорный винт для установки индикатора; *4* — удлинительная проставка; *5* — регулировочный винт с кернением; *6* — пластина для установки индикатора

17.2.13.2. Приспособление для установки микатора состоит из двух пластин *6*, закрепляемых на ножевых упорах тензометра *1*. Одна из пластин имеет винт для фиксирования ножки микатора *3*, а другая — регулировочный винт *5* с контргайкой для установки необходимого диапазона измерений. Микатор удлиняется проставкой *4*, устанавливаемой в кернение винта *5*.

17.2.13.3. Цена деления микатора в единицах напряжения (мПа) рассчитывается по формуле

$$\sigma_{\text{ц.д.м}} = \frac{AER}{2l(R+h)}.$$

17.2.14. В случае, если при предыдущем доковании судна не была установлена диагностическая зависимость (17.1), рекомендуется использование для расчета величины зазора и параметров укладки валопровода по однократным измерениям напряжений программы «Дейдвуд-1» — для судов с металлическими дейдвудными подшипниками и программ «Дейдвуд-2» (для полного расчета линии вала) и «Дейдвуд-3» (для расчета гребного вала и дейдвудного узла) — для судов с неметаллическими подшипниками. Рабочие чертежи тензометра [ТП001СБ, ТП002 (от 1 до 8), ТП003] и программы предоставляются по запросу ОИИМФом (кафедра СЭУ).

17.3. Нормы технического состояния.

Нормы величины зазоров между облицовкой вала и втулкой дейдвуда, соответствующие трем категориям технического состояния дейдвудного устройства, приведены в табл. 17.3.

Таблица 17.3

Нормы величины зазоров в дейдвудном устройстве

Номинальный диаметр облицовки, мм	Зазоры по категориям технического состояния, мм		
	I	II	III
	Бакаут и ДСП		
100—120	1,00—1,60	1,61—2,20	2,21—2,80
121—160	1,10—1,73	1,74—2,36	2,37—3,00
161—180	1,20—1,90	1,91—2,60	2,61—3,30
181—220	1,30—2,05	2,06—2,83	2,84—3,60
221—260	1,40—2,26	2,27—3,13	3,14—4,00
261—310	1,50—2,50	2,51—3,50	3,51—4,50
311—360	1,6—2,73	2,74—3,86	3,87—5,00
361—440	1,75—3,00	3,01—4,25	4,26—5,50
441—500	1,9—3,26	3,27—4,63	4,64—6,00
	Текстолит		
400—500	2,00—3,53	3,54—5,06	5,07—6,60
501—600	2,20—4,06	4,07—5,93	5,94—7,80
601—700	2,40—4,60	4,61—6,80	6,81—9,00
701—800	2,60—4,90	4,91—7,20	7,21—9,50
	Антифрикционная резина		
150—200	1,30—1,96	1,97—2,63	2,64—3,3
201—250	1,40—2,26	2,27—3,13	3,14—4,0
251—300	1,60—2,56	2,57—3,53	3,54—4,5
301—400	2,10—3,23	3,24—4,36	4,37—5,5
	Капролон		
30—64	0,70—1,13	1,14—1,56	1,57—2,00
65—99	0,80—1,53	1,54—2,26	2,27—3,00
100—134	0,90—1,93	1,94—2,96	2,97—4,00
135—189	1,10—2,40	2,41—3,70	3,71—5,00
190—249	1,20—2,73	2,74—4,26	4,27—5,80
250—309	1,30—3,03	3,04—4,76	4,77—6,50
310—359	1,40—3,26	3,27—5,13	5,14—7,00

17.4. Периодичность контроля технического состояния и проведения технического обслуживания или ремонта по состоянию.

Для I категории технического состояния контроль и техническое обслуживание проводятся с обычной периодичностью — от 6 мес до 1 года, для II и III категорий — соответственно 3—6 и 1 — 3 мес.

При верхних значениях величины зазора в III категории состояния необходим ремонт.

17.5. *Технология наклейки тензорезисторов сопротивления.*

Поверхность чувствительного элемента преобразователя зачищается с помощью абразивных средств. После зачистки поверхность должна оставаться несколько шероховатой. Зачищенная поверхность не должна иметь раковин, трещин и глубоких царапин. Затем она обрабатывается ацетоном и 96%-ным спиртом с последующим удалением следов влаги. Кисточкой на поверхность объекта и резистора наносится тонкий слой клея.

Просушка клея осуществляется в течение 12 ч лампами накаливания, установленными на расстоянии 100 мм от датчика. После просушки клея на поверхность элемента и резистора кисточкой наносится более толстый слой клея и резистор укладывается на ранее размеченные риски. Излишки клея из-под резистора удаляются пальцем через целлофановую пленку.

На расстоянии 5 мм от резистора на элемент наклеивается контактная колодка для подключения его к соединительным проводам.

Между резистором и колодкой наклеивается конденсаторная бумага для исключения возможности электрического замыкания контактов резистора.

В качестве соединительных проводов используется кабель МТШВ с сечением 0,5 мм^2. Все соединительные провода должны быть одинаковой длины.

Просушка резистора осуществляется в течение 24 ч с помощью лампы накаливания, установленной на расстоянии 100 мм от резистора. Лампа накаливания должна быть мощностью не менее 200 Вт.

18. Методика определения технического состояния грузовых комплексов с электрическим приводом механизмов

18.1. Общие положения.

18.1.1. Методика распространяется на механизмы судовых грузоподъемных машин, имеющих электромеханический привод.

18.1.2. Методика предусматривает определение безразборными методами технического состояния металлоконструкций, канатов, съемных и несъемных деталей механизмов грузоподъемных машин и их редукторов.

18.2. Работы по техническому обслуживанию комплексов с электроприводом, выполняемые по состоянию и по регламенту.

18.2.1. Работы, проводимые по состоянию:

текущий ремонт, выполняемый преимущественно силами судового экипажа, — частичная разборка механизмов и узлов грузоподъемных устройств, устранение неисправностей в сборочных единицах, замена отдельных сборочных единиц, изношенных деталей, подшипников и такелажа (табл. 18.1);

капитальный или внеплановый крупный ремонт механизмов грузоподъемных устройств, выполняемый на СРЗ либо в мастерских БТОФ, полная разборка механизма и замена всех изношен-

ных деталей его сборочных единиц, ремонт базовых и других деталей, восстановление посадок в сопряжениях и т. п. (см. табл. 18.1).

18.2.2. Работы, проводимые по регламенту:

канаты, детали съемные такелажа, механизмы грузоподъемных устройств — пополнение или замена смазки;

пускорегулирующая аппаратура — ревизия;

тормозные устройства — ревизия, регулировка.

18.3. Методы контроля и нормы технического состояния.

18.3.1. Для оценки доступных для осмотров деталей и узлов грузовых комплексов, состояние которых легко определяется по внешним признакам (канаты, блоки, барабаны, детали креплений и т. п.), должен применяться метод визуального контроля.

18.3.2. Для оценки состояния механизмов, их узлов и деталей (редукторов, зубчатых колес, соединительных муфт, опорных устройств валов и т. п.) должен применяться метод контроля параметров вибрации при работе механизма на определенных режимах (см. п. 18.3.13).

18.3.3. Для определения остаточных толщин металлоконструкций, а также для выявления скрытых дефектов в деталях и узлах грузовых комплексов при их дефектации должен применяться метод ультразвукового контроля.

18.3.4. Контроль технического состояния механизмов грузоподъемных устройств по параметрам вибрации должен включать:

оценку состояния зубчатых колес и муфт по величине виброускорения в октавных полосах частот путем сравнения измеренных значений с предельными уровнями и значениями предыдущих замеров, проводимую с помощью прибора ВШВ-003;

оценку состояния подшипников, проводимую с помощью измерителя ударных импульсов;

анализ причин и характера возникновения неисправностей.

18.3.5. Последовательность и содержание этапов контроля вибрации каждого механизма грузового комплекса устанавливаются Картой вибрационного контроля (табл. 18.2), которая разрабатывается при составлении планов-графиков технического обслуживания для каждого типового механизма и является обязательным приложением к Журналу учета технического состояния (форма ЭД-4.5).

18.3.6. Рекомендуемые предельные значения виброускорения для механизмов грузоподъемных устройств с планетарными редукторами для I—III категорий их технического состояния представлены в разд. 5 Карты вибрационного контроля (см. табл. 18.2). Зависимости получены на основании испытаний механизмов грузоподъемных устройств с планетарными редукторами и будут дополняться для других типов редукторов по мере накопления данных.

18.3.7. Карта вибрационного контроля должна содержать: характеристики редуктора; кинематическую схему редуктора; место установки вибропреобразователя; таблицу основных частот вибрации редуктора; таблицу предельных значений виброускорения в октавных полосах частот; таблицу результатов измерений.

Таблица 18.1

Работы по техническому обслуживанию грузовых комплексов, выполняемые по состоянию и по регламенту

Грузовой комплекс		Вид контроля технического состояния	Техническое обслуживание			
			по расписанию		по состоянию	
Распределение по заведованиям (ответственный)	Основные элементы грузовых средств		Периодичность контроля и технического обслуживания	Профилактические работы	Текущий ремонт	Крупный ремонт
Старший помощник капитана	1. Металлоконструкции	Визуальный Ультразвуковой	3 мес 5 лет	—	Сварка, окраска, замена элементов конструкции	Замена металлоконструкций
	2. Канаты	Визуальный		Тировка	Замена	—
	3. Детали съемные	»	3 мес	Смазка	Замена, ремонт	—
	4. Детали несъемные	» Ультразвуковой	3 мес 5 лет	—	То же	—
Электромеханик	5. Электродвигатель	Визуальный	6 мес	Осмотр и ревизия	Замена подшипников	Замена двигателя
	6. Тормозные устройства	»	3 мес	То же	Замена деталей, регулировка	Замена тормоза
	7. Пускорегулирующая аппаратура, концевые выключатели	»	3 мес	»	То же	То же
IV механик	8. Барабаны, канатоукладчик	» Ультразвуковой	6 мес 5 лет	Осмотр, смазка подтяжка	»	Замена барабана
	9. Редукторы крановых механизмов, лебедки	Вибрационный	12 мес	Замена, доливка масла	Устранение течей, замена муфт, подшипников, регулировка	Замена редуктора
	10. Опоры барабанов	» Визуальный	— —	Осмотр, смазка подтяжка	Замена деталей, подшипников, регулировка	—
	11. Опорно-поворотное устройство	»	6 мес	Смазка	—	Замена деталей

Таблица 18.2

Карта вибрационного контроля

	1. Характеристика механизма	2. Место установки вибропреобразователя
Название судна	Мощность привода, кВт	
Грузовое устройство	Частота вращения, об/мин	
Механизм	Передаточное отношение	

3. Кинематическая схема механизма

4. Основные частоты вибрации редуктора

Характеристики передачи				Частоты колебаний, Гц		
				валков	зубчатых колес	
ступень	№ колеса	z	n, об/мин	$f_{bi}=n_{bi}/60$	$f_{zi}=n_{bi}z_i/60$	$f_{zk}=kf_{zi}$

5. Предельные значения измеряемого параметра в октавных полосах частот

Средние октавные частоты, Гц			16	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Граничные октавные частоты, Гц			11,4 22,4	22,4 44,2	44,2 88,5	88,5 177	177 345	345 707	707 1414	1414 2848	2848 5656	5656 11312
Предельные значения параметра для категорий состояния, $м/с^2 \times 10^2$	I	хорошо	6	8	10	12	18	22	28	40	50	63
	II	удовлетворительно	32	45	56	71	100	125	158	225	283	357
	III	неудовлетворительно	100	141	179	225	316	398	503	715	900	1125
		опасно	398	567	715	900	1250	1580	2000	2835	3570	4505

Продолжение

6. Результаты измерений									
Средние октавные частоты выбранного диапазона, Гц									
Предельные значения параметра для I, II, III категорий состояния									

	Измеренные значения виброускорения								
Дата проведения измерений									
Категория состояния	I	II	III		I	II	III		
Периодичность контроля, мес	12	6	3	—	12	6	3	—	

* Уточняются для конкретных типов механизмов. Для механизмов кранов КЭ-26ТД в диапазоне частот 500—2000 Гц хорошее состояние соответствует уровню ускорений до 3 м/с², удовлетворительное — свыше 3 до 8 м/с², неудовлетворительное — свыше 8 м/с².

18.3.8. Для механизмов грузоподъемных устройств, имеющих планетарный редуктор с неподвижным корпусом (например, механизм поворота), следует устанавливать вибропреобразователь на корпусе редуктора вблизи зубчатых колес быстроходной ступени планетарного редуктора.

18.3.9. Для механизмов грузоподъемных устройств, имеющих планетарные редукторы, встроенные в барабан (например, механизмы подъема, изменения вылета, грузовые лебедки и т. п.), следует устанавливать вибропреобразователи только на корпусах барабанов в плоскостях расположения опор.

18.3.10. Для механизмов грузоподъемных устройств, имеющих непланетарные редукторы, следует устанавливать вибропреобразователи на корпусе редуктора в плоскостях расположения опор.

18.3.11. При оценке общего состояния механизма измерения виброускорения следует проводить в октавах, содержащих основные расчетные частоты колебаний звеньев (см. первые две строчки разд. 5 Карты виброконтроля, позволяющие установить октаву по расчетному значению основной частоты).

Основные расчетные частоты: оборотная для i-го вала $f_{вi}=n_{вi}/60$; зубцовая для i-го колеса $f_{zi}=n_{вi}z_i/60$; зацепления $k_{пар}$ зубчатых колес (где для планетарной передачи определяется числом сателлитов) $f_{zk}=kf_{zi}$.

18.3.12. Для определения причин ухудшения общего состояния механизма (при переходе из категории II в категорию III) измерения виброускорения рекомендуется производить во всем спектре стандартных октавных частот в диапазоне от 16 до 8000 Гц.

18.3.13. Измерения параметров вибрации следует производить на режимах холостого хода (без груза на гаке) при максимальных скоростях вращения привода, учитывая, что сопоставимыми являются результаты измерений, проведенных при одинаковых режимах.

18.3.14. Контроль технического состояния доступных для обследования элементов грузового комплекса должен проводиться визуальным методом путем осмотра состояния рабочих поверхностей, замера зазоров, просадок, осевых разбегов, проверки состояния регулировок и т. д. Результаты оценки должны быть занесены в Журнал учета технического состояния.

18.3.15. Рекомендуемые предельные значения параметров технического состояния элементов грузовых устройств при визуальном контроле, установленные в соответствии с Правилами Регистра СССР, ГОСТами, требованиями заводов-изготовителей и на основании обобщения опыта технической эксплуатации, приведены в табл. 18.3.

18.3.16. Ответственные детали, обеспечивающие безопасность проведения работ, связанных с подъемом грузов (траверсы, подвески, узлы крепления канатов, осей блоков и т. п.) должны подвергаться 1 раз в 12 мес дефектоскопическому контролю по определению остаточных толщин и наличия трещин, раковин и прочих де-

фектов. Результаты дефектоскопического контроля должны быть занесены в Журнал учета технического состояния.

Таблица 18.3

Рекомендуемые значения параметров технического состояния элементов судовых грузовых комплексов при визуальном осмотре

Основные элементы, узлы, детали	Контролируемый параметр	Нормы предельных значений
Металлоконструкции (портал, стрела, рамы и т. п.)	Величина износа или коррозии	Не более 10% по толщине или диаметру; отсутствие трещин, изломов, изгибов, остаточной деформации
Канаты	Величина износа или коррозии	Уменьшение диаметра проволок не более чем на 30%; отсутствие плоских проволок, выдвижения их из каната
	Число обрывов	На длине каната, равной 10 диаметрам, не более 5% обрывов от общего количества проволок; обрыв пряди
Зубчатые передачи	Боковой зазор	Не более 0,06 модуля; не более 30% площади рабочей поверхности при глубине язвин не свыше 10% толщины зуба
	Выкрашивание поверхностей зубьев	
	Пятно контакта	Не менее 90% длины и 60% высоты зуба
Подшипники:		
качения	Разбег вала в подшипниках	Не более 0,1—0,15
скольжения	Диаметральный зазор	Не более 0,003 номинального диаметра шейки вала
Валы	Предельный размер цапфы или шейки вала	Не более 0,96 номинального диаметра вала
	Изгиб вала	Не более 0,00025 расстояния между опорами
	Радиальное биение	Не более 0,0003 номинального диаметра вала
Тормоза:		
шкивы	Износ шкива	Не более 0,002 диаметра для короткоходовых и 0,005 диаметра для длинноходовых
накладки	Износ накладки	Не более 2—2,5 мм

18.3.17. Металлоконструкции грузоподъемных машин должны подвергаться контролю по определению остаточных толщин не реже 1 раза в 5 лет, если по требованию Регистра СССР такой контроль не должен проводиться ранее этого срока.

18.4. Периодичность контроля технического состояния, использование результатов контроля, проведение технического обслуживания по состоянию.

18.4.1. Рекомендуемые объемы и периодичность контроля технического состояния комплексов универсальных судов представлены в табл. 18.4.

Таблица 18.4

Периодичность контроля технического состояния грузового комплекса

Ответственный по заведованию	Вид контроля	Объем оценки	Кем проводится	Регистрация результатов контроля	Периодичность контроля	
					Хорошее техническое состояние	Удовлетворительное техническое состояние
Заведование старшего помощника капитана	1. Визуальный контроль	Оценивается состояние металлоконструкций и такелажа грузовых устройств	Судовой экипаж под руководством старшего механика	В Журнале (форма ЭД-4.1)	3 мес	1 мес
	2. Ультразвуковой контроль	Замеры остаточных толщин			5 лет	1 год
Заведование IV механика и электромеханика	1. Контроль уровня вибрации	Оценивается состояние механизмов и их привода	Судовой экипаж под руководством электромеханика и IV механика	В приложении к Журналу (форма ЭД-4.5): Карта виброконтроля; Карта учета технического состояния	12 мес	6 мес
	2. Ультразвуковой контроль	Выявление скрытых деталей и узлов		В Журнале (форма ЭД-4.5)	При дефектации деталей и узлов	

18.4.2. Учет технического состояния механизмов грузового комплекса проводится по типовой Карте виброконтроля (см. табл. 18.2), являющейся приложением к Журналу (форма ЭД-4.5).

Из разд. 4 Карты виброконтроля по значению основных расчетных частот выбираются диапазоны частот, в которых следует производить измерения. Средние октавные частоты выбранных диапазонов заносятся в верхнюю строку разд. 6. Затем для каждого выбранного диапазона средних частот по разд. 5 табл. 18.2 определяются предельные значения параметров для I, II и III категорий технического состояния. Значения параметров, измеренных в каждом выбранном диапазоне средних частот, записываются в соответствующий столбец.

Категория технического состояния механизма по результатам контроля и соответствующая ей периодичность дальнейшего контроля определяются по двум последним строкам разд. 6 табл. 18.2.

18.4.3. При проведении периодических освидетельствований и осмотров судовых грузовых устройств, подлежащих надзору Регистра СССР, рекомендуется принимать во внимание результаты контроля и учета технического состояния, проведение которых должно предшествовать проведению плановых освидетельствований и осмотров.

19. Методические указания по контролю масел судовых технических средств с помощью атомно-абсорбционного спектрофотометра

19.1. Общие положения.

19.1.1. Методика содержит указания по контролю элементов-индикаторов износа в пробках масел, отобранных из систем смазки или гидравлики механизмов, и предназначена для оценки технического состояния дизелей, газотурбонагнетателей, рулевых машин, закрытых передач палубных механизмов, гидравлических систем, дейдвудных устройств.

19.1.2. Применение методики предполагает наличие в теплотехнической лаборатории пароходства атомно-абсорбционного спектрофотометра типа С-115 отечественного производства или аналогичных ему приборов, характеристики которых приведены в табл. 19.1.

19.1.3. В качестве диагностических параметров используются концентрация элементов-индикаторов и скорость изменения концентрации элементов-индикаторов.

19.1.4. Контроль проводится непламенным методом.

19.1.5. Измерению и регистрации подлежат концентрации следующих элементов—индикаторов износа деталей*: железо; медь; алюминий; хром; свинец, олово.

---

* Перечень элементов уточняется для каждого конкретного судового технического средства.

Таблица 19.1

Перечень атомно-абсорбционных и эмиссионных спектрофотометров для контроля технического состояния судовых механизмов

Страна	Модель	Пределы обнаружения, мкг/мл	Спектральный диапазон, нм	Габаритные размеры, мм; масса, кг	Примечание
СССР	СА-2	0,005—Fe 0,002—Cu, Zn 0,04—Al	190—830	—	Полуавтоматический учет неатомного поглощения
СССР	С-112	0,02—Fe 0,007—Cu, Zn	190—800	1120×450×440; 80 (оптический блок); 360×360×450; 20 (измерительный блок)	Дейтериевый корректор фона
СССР	С-115	0,02—Fe 0,007—Cu, Zn 0,07—Al	190—860	1000×635×430; 50	Компенсация неатомного поглощения
СССР	«Сатурн-1»	0,04—Fe 0,005—Cu 0,01—Zn 0,1—Al	190—855	990×720×532 120 (спектральный блок); 370×490×170; 10 (блок управления)	Компенсация неатомного поглощения в однолучевом режиме
Япония	180×80 «Hitachi»	0,006—Fe 0,003—Cu 0,015—Al	190—900	1150×570×430; 134 (фотометр); 340×570×430; 66 (автомизатор)	Зеемановский корректор фона
США	FAS-2C «Baird»	10^{-5}—10^{-6}	396—767	1600×1070×1450; 227	Эмиссионная спектроскопия
США	4000 «Perkin-Elmer»	0,01—Fe 0,002—Cu 0,001—Zn 0,02—Al	180—900	750×1190×610; 150	Двухлучевой дейтериевый корректор
СССР	МФС-5	0,7—Cu 1—Fe 2—Al		—	Эмиссионная спектроскопия

19.1.6. Контроль в соответствии с подразд. 1.5 должен проводиться на пробах, отобранных в соответствии с РД 31.27.44—82 из систем смазки механизмов для анализа физико-химических свойств масла, с периодичностью: тронковые дизели — через каждые 150 ч; крейцкопфные дизели — через 500 ч; рулевые машины и закрытые передачи палубных механизмов — 1 раз в 6 мес; дейдвудные устройства — 1 раз в 6 мес.

19.1.7. На каждой пробе масла в соответствии с этикеткой теплотехнической лаборатории пароходства указываются название судна, марка механизма, сорт масла, дата отбора пробы и т. п.

Дополнительно на этикетке отмечается наработка двигателя (механизма) с последней переборки.

19.1.8. В качестве эталонов должны использоваться металлорганические стандарты фирмы «Conostan» или аналогичные им.

19.1.9. В качестве растворителя для приготовления проб и эталонных растворов используется реактивное топливо марки ТС-1 с добавкой около 10% ксилола (для высоковязких нефтепродуктов — с добавкой до 20% ксилола).

19.1.10. Для устранения различия в спектральной поглощательной способности различных соединений металлов в эталоны и испытуемые пробы должен добавляться раствор йода в йодистом калии, приготовленный следующим образом: 5 г йода растворяется в 25 мл 20%-ного водного раствора йодистого калия.

19.2. Приготовление эталонных растворов и проб.

19.2.1. Непосредственно перед анализом необходимо получить серию рабочих эталонов с концентрацией металлов:

для железа и олова — 0,25; 0,5; 0,75 ppm*;

для меди и хрома — 0,025; 0,05; 0,075 ppm;

для свинца — 0,1; 0,15; 0,2 ppm;

для алюминия — 0,025; 0,075; 0,15 ppm.

Для этого из металлорганического стандартного раствора приготовляют основной раствор элемента с концентрацией 100 ppm. Затем из основного раствора отбирают необходимое количество в мерную колбу объемом 100 мл, добавляют 5 мл свежего масла (той же марки, которую применяют в исследуемых механизмах при их эксплуатации), раствор йода в йодистом калии (из расчета 0,3 мл на 50 мл раствора), а также растворитель до метки 100 мл и тщательно перемешивают. Для получения нулевого эталона также в мерную колбу объемом 100 мл вводят 5 мл свежего масла и добавляют растворитель до метки.

19.2.2. Испытуемую пробу масла необходимо нагреть до 60 °С и тщательно перемешать. Часть пробы отливают в расходный тигелек. Из тигелька берут 1,1 мл (1 г) масла, добавляют 0,15 мл раствора йода в йодистом калии и разводят растворителем в соотношении 1:20. После тщательного перемешивания и выдерживания образцов проб в течение 20 мин в водяной бане с температурой около 60 °С пробы готовы к контролю.

---

* ppm — одна миллионная часть, млн$^{-1}$.

Рекомендуется приготавливать по два образца проб для проведения последовательных анализов.

19.3. Порядок контроля.

19.3.1. Подготовку, настройку спектрофотометра к работе и установление условий контроля каждого определяемого элемента-индикатора проводят согласно инструкции, прилагаемой к спектрофотометру.

19.3.2. За результат контроля принимают среднее арифметическое значение результатов двух последовательных определений, отличающихся друг от друга не более чем ±5%.

19.3.3. Величина концентрации элементов-индикаторов рассчитывается следующим образом: $x = кD$, где x — концентрация элемента в исходном масле, ppm; к — концентрация элемента в пробе по показаниям прибора; D — степень разбавления пробы.

19.3.4. В случае долива масла между двумя анализами исходная концентрация рассчитывается по формуле

$$к_0' = к_0 \left(1 - \frac{V_д}{V_0}\right),$$

где $к_0'$ — исходная концентрация после долива масла; $к_0$ — исходная концентрация до долива масла; V_0 — начальный объем масла в системе; $V_д$ — объем долива масла.

19.3.5. Величина скорости изменения концентрации элементов—индикаторов износа рассчитывается следующим образом:

$$c_к = \frac{к_1 - к_0}{T},$$

где $c_к$ — скорость изменения концентрации, ppm/ч; $к_0$, $к_1$ — величины концентрации элементов в пробе, ppm; T — наработка масла между двумя отборами проб, ч.

В случае долива масла в систему вместо $к_0$ в формулу подставляется значение $к_0'$, определенное в соответствии с подразд. 3.4.

19.3.6. Измеренные значения концентраций и скорости изменения концентраций элементов-индикаторов сопоставляются с предельными. Возрастание скорости изменения концентрации более чем в 1,5 раза является предельным. Предельные значения концентрации приведены в табл. 19.2*.

Таблица 19.2

Элемент	Предельные значения концентрации элементов ppm (млн$^{-1}$)
Железо	50—70
Алюминий	20—25
Медь	25—40
Хром	10
Свинец	15—25
Олово	5

* Уточняются для конкретных судовых технических средств ЦНИИМФом совместно с теплотехническими лабораториями пароходств.

ПРИЛОЖЕНИЯ

СУДОВОЙ КОМПЛЕКТ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПЕРЕНОСНЫХ СРЕДСТВ

№ п/п	Название приборов и марка	Назначение	Изготовитель
1	Индикатор состояния подшипников ИСП-1 (или модификации «Звук 1», «Парус»)	Определение состояния подшипников качения и качества смазки электродвигателей, насосов и турбокомпрессоров	НПО «Спектр», г. Москва; Кокчетавксий приборостроительный завод, Минприбор
2	Измеритель шума и вибрации ВШВ-003	Определение состояния механизмов по уровню вибрации (виброскорость и виброускорение в октавных полосах)	ПО «Виброприбор», г. Таганрог, Минприбор
3	Эндоскопы ЭЛЖ и ЭВГ, состоящие из ТС 6.6.550.90, ТС 16.1250.90 (для среднеоборотных дизелей); ТС 16.1650.90 (для малооборотных дизелей); ЭВ 10.1300; осветителя БП-1 (220/24 В)	Осмотр внутренних полостей механизмов без разборки для обнаружения отложений и повреждений (втулки, поршни и клапаны дизелей, лопатки турбокомпрессоров и т. д.)	Харьковский завод точного приборостроения, Минприбор
4	Термометр цифровой ТТЦ1-01 (0—200 °С) или ТТЦ1-02 (0—600 °С)	Обнаружение перегрева, нарушения охлаждения или тепловой изоляции механизмов и оборудования с помощью переносных контактных термопар	НПО «Электротермия», г. Луцк; з-д «Прибор», Львовская обл.; Минприбор
5	Толщиномер УТ-93П	Определение толщины локальных утонений для определения износа и поврежде-	НПО «Волна», г. Кишинев, Минприбор

* *Числитель* — данные для трубок диаметром 6,5 мм, знаменатель — 16 мм.

Техническая документация	Технические характеристики	Рабочие условия эксплуатации проборов (по ТУ)	
		Температура окружающего воздуха, °С	Влажность, %
ТУ 25-06 (Иа 2.778.230)—84 Код ОКП 42.7618. 0008 «Звук 1» — соответствует паспорту Иа 2.778.249ПС	Параметры подшипников: диаметр внутр. 5—1000 мм, частота вращения 10—50000 об/мин Класс точности 2 Срок службы 10 лет; цена 400 р.	—10 ... +40	98 при +25 °С
ТУ 25-06.2527—83 Код ОКП 42.7716. 0018	Измерение виброскорости (10—2800 Гц), виброускорения (10—10000 Гц), переключаемые октавные фильтры от 16 до 8000 Гц. Срок службы 10 лет; цена 1020 р.	—10 ... +50	98 при +35 °С
ЭЛЖ: ТУ 25-06.1938—82 ЭВГ: ТУ 25-06.1986—82 Код ОКП 0226545	Смотровые трубки Тип жесткие* гибкие	—50 ... +40	98 при +25 °С
	Диаметр/длина $\frac{6.5/550}{16/1250\ (1650)}$ 10/1300		
	угол наблюдения $\frac{90°}{90°}$ $\frac{\text{прямой}}{\text{и } 90°}$		
	предел визирования, мм $\frac{10—50}{50—100}$ 15—100		
	разрешающая способность, лин./мм/раст. в мм $\frac{7/50}{18/50}$ 5/15		
	Срок службы 10 лет; цена 3850 р.		
ТУ 25.02.792271—80 Код ОКП 42.1198.0000	ТТЦ1-01: диапазон 0—200 °С, отсчет 0,1 °С ТТЦ1-02: диапазон 0—600 °С, отсчет 1 °С Инерция 5 с Срок службы 6 лет; цена 776 р.	+5 ... +35	80 при +25 °С
ТУ 25-7761.607—86 Код ОКП 42.7612.0238	Измеряемые толщины: сталь 0,6—1000 мм; дюраль 0,6—1000 мм; погрешность для толщин до	—10 ... +50	(95+3) при 35 °С

№ п/п	Название приборов и марка	Назначение	Изготовитель
		ния корпусных конструкций, трубопроводов, баллонов и механизмов	
6	Пневмоиндикатор ПИ-1 или ПИ-Ц для определения плотности камеры сгорания дизеля	Определение состояния колец, втулок, плотности прилегания клапанов дизеля	ЦНИИМФ
7	Индикатор количества воды в масле ИВМ	Определение содержания воды в масле или топливе	ЦНИИМФ
8	Набор дефектоскопических материалов	Определение наличия трещин в деталях судовых технических средств	Ильичевский СРЗ; Симферопольский завод бытовой химии (в стадии освоения)
		Приборы зарубежного производства,	
9	Дистанционный инфракрасный измеритель температуры «Thermopoint 80 SC», «Thermopoint 40» или «Pyrovar HPA»	Определение температуры бесконтактным способом для обнаружения перегрева, нарушения режима работы и охлаждения; состояния теплоизоляции	«Agema Infard Sistems AB», Швеция или завод «Frich Weinert», Магдебург, ГДР
10	Прибор для измерения эффективности сжигания топлива	Определение КПД сгорания и процента кислорода в выпускных газах котлов. Может использоваться для определения коэффициента избытка воздуха в дизелях	«Neotronics Ltd.», Англия
	PCO 960 или 961	Кроме функций FEM, определение CO. Прибор PCO 961 имеет печатающее устройство	

Примечание. Приборы отечественного производства № 1, 3, 4, 6, 7 и 8 при приборы заказываются через территориальные органы Главснаба.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1
(окончание)

Техническая документация	Технические характеристики	Рабочие условия эксплуатации проборов (по ТУ)	
		Температура окружающего воздуха, °С	Влажность, %
	100 мм ±0,1 мм; для толщин от 100 мм ±0,001 от толщины в мм Срок службы 10 лет; цена 600 р.		
Конструкторская документация 11200-000	Для дизелей с диаметром цилиндра от 100 до 520 мм (режим расходомера) Срок службы 10 лет, цена 420 р.	—10 ... +50	98 при +25 °С
Конструкторская документация 2604	Содержание воды от 0,05 до 3%, погрешность 4% Срок службы 10 лет, цена 65 р.	—10 ... +50	98 при +25 °С
«Опин» или набор красок в соответствии с ОСТ 5.9537—80	Возобновляется каждый год Цена 6 р.	—	—
рекомендуемые для включения в комплект			
	«Thermopoint 80 SC»: диапазон — 30 ... +1100 °С точность ±1 °С Стоимость 1500 инв. р. «Thermopoint 40»: от —18 до +870 °С или «Pyrovar HPA» от 0 до +500 °С Стоимость 2000 инв. р.	—	—
	Эффективность сжигания 0—99%, содержание кислорода от 0 до 20,9%, точность —0,1 ... +0,4% по кислороду, по КПД —1% Масса 0,9 кг Стоимость 800 инв. р.	0 ... +50	—
	РСО 960: масса — 7,2 кг; стоимость 1800 инв. р.	—	—

обретаются по прямым договорам с предприятиями-изготовителями, остальные

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
(рекомендуемое)

БЕРЕГОВОЙ КОМПЛЕКТ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПЕРЕНОСНЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ (для БТОФ и СРЗ)

№ п/п	Название приборов и марка	Назначение	Изготовитель	Техническая документация	Цена, р.
1	Индикатор состояния подшипников ИСП-1	Определение состояния подшипников качения и качества смазки электродвигателей, насосов и турбокомпрессоров	НПО «Спектр», г. Москва; Кокчетавский приборостроительный завод, Минприбор	ТУ 25-06 (Иа 2.778.230)—84 Код ОКП 42.7618.0008	400
2	Измеритель шума и вибрации ВШВ-003	Определение состояния механизмов по уровню вибрации (виброскорость и виброускорение в октавных полосах)	ПО «Виброприбор», г. Таганрог, Минприбор	ТУ 25-06.2527—83 Код ОКП 42.7716.0018	1020
3	Эндоскопы ЭЛЖ и ЭВГ, состоящие из ТС 6.5.500.90; ТС 16.1250.90 (16.1650.90); ЭВГ 10.1300 с одним осветителем БП-1 (220/24 В)	Осмотр внутренних полостей механизмов без разборки для обнаружения отложений и повреждений (втулки, поршни и клапаны дизелей, лопатки турбокомпрессоров и т. д.)	Харьковский завод точного приборостроения, Минприбор	ЭЛЖ: ТУ 25-06.1938—82 ЭВГ: ТУ25-06.1986—82 Код ОКП 02.26.545	3850
4	Термометр цифровой ТТЦ-1-01 (0—200 °С) или ТТЦ-1-02 (0—600 °С)	Обнаружение перегрева, нарушения охлаждения или тепловой изоляции механизмов и оборудования с помощью переносных контактных термопар	НПО «Электротермия», г. Луцк; з-д «Прибор», Львовская обл.; Минприбор	ТУ 25-02.792271—80 Код ОКП 42.1198.0010	776
5	Толщиномер УТ-93П	Определение толщины и локальных утонений для определения износа и повреждения корпусных конструкций, трубопроводов, баллонов и механизмов	НПО «Волна», г. Кишинев, Минприбор	ТУ 25-7761.007—86 Код ОКП 42.7612.0238	600
6	Пневмоиндикатор для определения плотности камеры сгорания дизеля	Определение состояния колец, втулок, плотностей прилегания клапанов	ЦНИИМФ	Конструкторская документация 11200—000	420

7	Набор дефектоскопических материалов	Определение наличия трещин в деталях судовых технических средств	Ильичевский СРЗ; Симферопольский завод бытовой химии (в стадии освоения)	«Опин» или набор красок в соответствии с ОСТ 5.9537—80	6
8	Облучатель ультрафиолетовый КД 33Л	Люминесцентная дефектоскопия для обнаружения трещин	Бобруйский весовой завод, Минприбор	ТУ 25-06.1887—79 Код ОКП 42.7623.006	340
9	Индикатор воды в масле ИВМ	Определение содержания воды в масле	ЦНИИМФ	Конструкторская документация 2604	65
10	Ультразвуковой дефектоскоп общего назначения УД2-12	Определение внутренних дефектов (раковины, трещины, расслоения, рыхлоты, включая коррозию) в стали, чугуне, цветных металлах и пластмассе на глубине до 180 мм. Определение координат дефекта	НПО «Волна», г. Кишинев, Минприбор	Код ОКП 42.7612.0195	1500
11	Портативный токовихревой дефектоскоп «Проба-5» (ВД-22Н)	Контроль, кромок, пазов, отверстий	НПО «Волна», г. Кишинев, Минприбор	ТУ 25-06.1966—80 Код ОКП 42.7672.0059	1000
12	Дефектоскоп МД-42К-02	Контроль зубчатых зацеплений модуля 4,5—8 мм, обнаружение трещин с раскрытием (0,2±0,05) мм и протяженностью 20 мм	НПО «Спектр», г. Москва, Минприбор	Код ОКП 42.7672.0076	310
13	Дефектоскоп магнитный переносной ПМД-70	Контроль гребных и коленчатых валов. Обнаружение трещин с раскрытием 0,001 мм и более и глубиной 0,01 мм и более	НПО «Волна», г. Кишинев, Минприбор	ТУ 25-06.1604—79 Код ОКП 42.7631.0001	655
14	Магнитный толщиномер МТ-41НЦ	Контроль толщины лакокрасочных покрытий. Измеряемая толщина покрытия на ферромагнитных материалах от 0 до 12 мм	Завод «Контрольприбор»; НПО Спектр», г. Москва, Минприбор	ТУ 25-06.2500—82 Код ОКП 42.7672.0078	510

Приборы зарубежного производства, рекомендуемые для включения в комплект

15	Дистанционный инфракрасный измеритель температуры «Thermo-	Определение тепературы бесконтактным способом для обнаружения	«Agema Infard Systems AB»,		1500 инв. р.

Продолжение

№ п/п	Название приборов и марка	Назначение	Изготовитель	Техническая документация	Цена, р.
	point 80 SC», «Thermopoint 40» или «Pyrovar HPA»	перегрева, нарушения режима работы и охлаждения; состояния теплоизоляции	Швеция или завод «Erich Weinert», Магдебург, ГДР		
16	Прибор для измерения эффективности сжигания топлива FEM или PCO 960	Определение КПД сгорания и процент кислорода в выпускных газах котлов. Может использоваться для определения коэффициента избытка воздуха в дизелях	«Neotronics Ltd.», Англия		FEM — 800 инв. р. 1800 инв. р. (PCO 960)
17	Магнитный дефектоскоп 220	Обнаружение трещин в деталях из ферромагнитных материалов	«Tiede», ФРГ		1000 инв. р.

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
(рекомендуемое)

СУДОВОЙ КОМПЛЕКТ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПЕРЕНОСНЫХ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ (зарубежного производства)

№ п/п	Название приборов и марка	Назначение	Изготовитель	Цена, инв. р.
1	Измеритель ударных импульсов SPM 43A	Определение состояния подшипников качения и качества смазки электродвигателей, насосов и турбокомпрессоров, а также утечек в системах высокого давления	"SPM Instrument AB". Швеция. Box 4, S-15201, Strän gnäs, Sweden, Tel. 46152, Telex 17250	2500
2	Виброметр VTM33	Определение состояния механизмов по уровню вибрации в 1/3-октавных полосах (виброскорость в диапазоне 10—1000 Гц)	"AB Hugo Tillquist", Швеция. P. O. Box. 3006, S-17103, Solna Sweden, Tel. 08/830100	700

3	Эндоскоп, состоящий из жестких смотровых трубок диаметром 8 мм, длиной 800—1350 мм с прямым обзором и под углом 90° и гибкой смотровой трубки диаметром 8 мм, длиной 1500—2000 мм, осветителя	Осмотр внутренних полостей механизмов (без разборки для обнаружения отложений и повреждений (втулки, поршни и клапаны дизелей, лопатки турбокомпрессоров и т. д.)	"Olimpus optical Co", Япония. San-Ei Building, 22-2 nishi Shinjuku 1-chome, Shinsuku-ku, Tokyo, Japan. "Fort", Франция, rue Lambert-Z. L. La Gandrèe Dourban France, Tel. (1) 4929463	4000
4	Измеритель температуры с набором контактных термопар THERM 2220 (—10 ... +1200°C)	Обнаружение перегрева, нарушения режима работы, охлаждения; определение состояния изоляции механизмов и оборудования	"Ahlborn MEB und Regelung Technik", ФРГ Einchinfeldstrasse 1—3, D-8150 Holzkirchen bei München, ФРГ. Tel. 08024/7515, Telex 526137	652
5	Дистанционный измеритель температуры «Thermopoint 80 SC» (от —30 до +110 °C), «Thermopoint 40» (от —18 до +870 °C)	Определение температуры бесконтактным способом (инфракрасный пирометр) для обнаружения перегрева, нарушения режима работы, охлаждения; состояния изоляции механизмов и оборудования	"Agema Infard Systems AB". Швеция. Box 3, S-18211, Danderyd, Tel. (46) 08/7533400, Telex 14305 agairsx 6	1500
6	Толщиномер DM3	Определение толщины и локальных утонений для определения износа и повреждения корпусных конструкций, трубопроводов, баллонов и механизмов	"Krautkrämer Gmbh". ФРГ. Luxemburger Strasse 449, 500 Köln 43, Tel. (02233) 601-0, Telex 8881643	2000
7	Аэрозольный набор для цветной дефектоскопии	Определение наличия трещин в деталях судовых технических средств	"Schiedam, C. G. Helling and Co", ФРГ. Sandthorguai 1, 2000 Hamburg 02-13611, Телеграф. адрес: Hellindent	45
8	Прибор для определения воды в масле «Toetik»	Контроль состояния охладителей масла, плотности запрессовки втулок дизелей, работы сепараторов	"Mar-Tec Marine Beratungs und Handelles geselschaft", ФРГ	100
9	Прибор для определения толщины лакокрасочного покрытия «Model 101»	Контроль качества нанесения лакокрасочного покрытия	Elkometer Justruments". Англия Edge Lane, Droyesden, Manchester, M35 6 BU. England, Tel. 061-370 7611. Telex 668960	400
10	Прибор для измерения эффективности сгорания топлива FEM или PCO 960	Определение КПД сгорания и процента кислорода в выпускных газах котлов. Может использоваться для определения коэффициента избытка воздуха в дизелях	"Neotronics Ltd.", Англия	800, 1800 (PCO 960)

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
(справочное)

ОСНОВНЫЕ ДАННЫЕ ЦВЕТОВЫХ ТЕРМОИНДИКАТОРОВ И МЕТОДИКИ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ

1. Типы и принципы действия

1.1. Термохимические индикаторы представляют собой сложные вещества, которые при достижении ими определенной температуры резко изменяют свой цвет за счет химического взаимодействия компонентов. Выпускаются в виде термокрасок, термокарандашей и термопанелей.

Термокраска представляет собой суспензию термочувствительных соединений, наполнителей, связующих и растворителей, которая после нанесения на любую твердую поверхность затвердевает при высыхании в виде тонкой пленки и способна изменять свой цвет при температуре перехода.

Термокарандаш при комнатной температуре представляет собой твердый стержень определенного цвета, пигментированный различными термочувствительными соединениями [длина (65±3) мм, диаметр (8±1)мм]. После нанесения на поверхность обладает свойством изменять свой цвет при температуре перехода.

Термопанели типа «Термопласт» представляют собой полимерную пленку (40×18×0,5 мм) с клейкой обратной стороной (для прикрепления к поверхности) и с четырьмя светло-серыми круглыми метками диаметром 4,5 мм на лицевой стороне, на которых указаны температуры перехода, при достижении которых метки чернеют.

1.2. Термоиндикаторы плавления представляют собой вещества, которые изменяют свой цвет в результате плавления одного или нескольких составляющих компонентов, имеющих строго определенную температуру плавления.

1.3. Все цветовые термоиндикаторы, указанные ниже, являются необратимыми, т. е. их первоначальный цвет после достижения температуры перехода и последующего охлаждения не восстанавливается. Некоторые термокраски являются квазиобратимыми, т. е. постепенно восстанавливающими свой цвет под влиянием влаги в воздухе и способными к повторному изменению цвета.

1.4. Термокраски, термокарандаши и термоиндикаторы плавления выпускаются серийно; производство термопанелей осваивается.

Цветовые термоиндикаторы выпускаются Рижским лакокрасочным заводом (226007, г. Рига, ул. Даугавгривас, 63/65, тел. 45 84 18, телетайп 1164). Заказ термоиндикаторов осуществляется через Всесоюзный образцовый специализированный оптовый магазин химических реактивов (115230, Москва, Каширское шоссе, 7, корпус 3, тел. 113 24 16, 111 73 53, 111 67 52). Заказ термопанелей типа «Термопласт» возможен непосредственно по договору с РЛКЗ.

2. Методики применения

2.1. Термоиндикаторные краски (ТУ 6-09-79—76).

Таблица 1

Марка краски	Температура перехода, °С	Цвет краски	
		исходный	после воздействия температуры
1а	45	Светло-розовый	Голубой
3*1*	55	Светло-розовый	Голубовато-зеленый
4б	65	Светло-зеленый	Светло-синий

Продолжение

Марка краски	Температура перехода, °С	Цвет краски	
		исходный	после воздействия температуры
32	85	Светло-розовый	Светло-синий
50	110	Светло-розовый	Светло-фиолетовый
4	120	Светло-бирюзовый	Коричневый
19	150	Светло-зеленый	Фиолетовый
29	180	Светло-розовый	Светло-коричневый
6	180	Светло-зеленый	Черный
18	205	Бирюзовый	Розовый
8	240	Светло-зеленый	Коричневый
240	250	Бирюзовый	Белый
35	280	Светло-розовый	Темно-бежевый
33	290	Бледно-сиреневый	Черный с синим оттенком
26	320	Бледно-сиреневый	Черный с синеватым оттенком
12	360	Синий	Бежевый
6б	410	Белый	Коричневый через бежевый, при охлаждении — желтый
470	445	Сине-зеленый	Бежевый через темно-зеленый
47	475	Горчичный	Желтый блеклый через черный
480	485	Голубой	Светло-серый через темно-зеленый
490	510	Сине-зеленый	Оранжевый, при остывании — бежевый
14	570	Розовый	Белый через бежевый
7	700	Бледно-зеленый	Ярко-зеленый через коричневый
100	800	Сиреневый	Светло-фиолетовый через черный
190—510	210	Белый	Черный
510	510	Черный	Белый

Приведенные в табл. 1 температуры перехода являются ориентировочными; точные температуры перехода указаны на этикетках.

Краску наносят кистью или краскораспылителем на чистую холодную поверхность в один или два слоя до покрытия поверхности минимальным количеством краски.

Перед употреблением краску тщательно размешивают и при необходимости разбавляют до рабочей вязкости:

краски марок 1а, 31, 4б, 50, 4, 230, 8, 240, 35, 26, 12, 6б, 470, 47, 480, 490, 14, 100 — этиловым спиртом;

краски марок 32, 18, 33, 7 — разбавителем РДВ по ГОСТ 4399—48 или же смесью, состоящей из 18% бутилацетата, 9% этилацетата, 3% ацетона, 10% бутилового спирта, 10% этилового спирта и 50% толуола;

краски марок 19, 29, 6, 190—510 — смесью, состоящей из 67% циклогексанона и 33% толуола.

Термоиндикаторная краска, нанесенная на поверхность слоем толщиной 10—20 мк, высыхает при температуре 20 °С в течение не более 8 ч. Допускается некоторый отлип пленки высохшей краски.

В случае необходимости возможно нанесение краски за несколько суток до испытания. В этом случае детали с нанесенной на них краской должны храниться в закрытом помещении, в защищенном от прямых солнечных лучей месте, при температуре не выше 25 °С.

Цвет нанесенной на поверхность и высохшей термоиндикаторной краски изменяется при достижении поверхностью температуры перехода, указанной на этикетке. Цвета накраски для каждой марки краски — исходные и после воздействия температуры приведены в табл. 1.

Обозначенная на этикетке температура перехода действительна в условиях подъема температуры в течение 2 мин и выдержки при достижении температуры перехода в течение 15—30 с; в случае отклонения от данного режима краску необходимо переградуировать с учетом условий ее применения.

Краски марок 1а, 4, 4б, 31 и 32 являются квазиобратимыми; остальные — необратимыми.

Краску следует хранить в герметически закрытой таре, в защищенном от попадания прямых солнечных лучей месте, при температуре не выше 25 °С. Гарантийный срок хранения краски — 1 год, после чего она должна быть повторно проверена на соответствие требованиям технических условий.

Термоиндикаторные краски содержат легковоспламеняющиеся и токсичные органические растворители (спирт бутиловый, ацетон, толуол и др.) и некоторые токсичные пигменты (соли меди, органические красители и т. п.), в связи с чем при обращении с ними следует соблюдать меры предосторожности.

2.2. Термоиндикаторные карандаши (ТУ 6-10-1110—76).

Таблица 2

Марка термокарандаша	Температура перехода, °С	Цвет штриха, нанесенного термоиндикаторным карандашом	
		исходный	после воздействия температуры
110а	110	Желтый	Оранжевый
110	130	Желтый	Оранжевый
240	240	Бирюзовый	Белый
260	280	Темно-желтый	Красно-коричневый
380	380	Светло-зеленый	Серый через светло-коричневый
440	400	Белый	Коричневый через бежевый
410	410	Голубой	Светло-бежевый через серый
470	470	Сине-зеленый	Белый через темно-зеленый
140—440—525	140	Розовый	Оранжевый
	440	Оранжевый	Темно-серый
	525	Темно-серый	Белый
310—460	270	Зеленый	Светло-коричневый
	460	Светло-коричневый	Белый через серый
280—370—390	290	Светло-сиреневый	Бежевый
	380	Бежевый	Черный
	400	Черный	Серый
250	250	Зеленый	Светло-коричневый

Приведенные в табл. 2 температуры перехода цвета являются ориентировочными; точные температуры перехода для каждой партии термоиндикаторных карандашей указаны на этикетках.

Для измерения температуры на нагреваемую поверхность наносятся термоиндикаторным карандашом штрихи. При необходимости штрихи наносятся один вблизи другого несколькими термоиндикаторными карандашами разных марок. Для лучшей видимости цвета штрихи рекомендуется наносить на предварительно подогретую до 40—60 °С поверхность.

При нагреве поверхности по изменению цвета штрихов определяют температуру поверхности в данный момент. Цвет нанесенных штрихов необратим, и

при охлаждении поверхности первоначальный цвет штрихов не восстанавливается. Обозначенная на этикетке температура перехода цвета действительна в условиях подъема температуры в течение 15—30 с; в случае отклонения от данного режима термоиндикаторные карандаши необходимо переградуировать с учетом условий их применения.

При необходимости нанесенные термоиндикаторными карандашами штрихи снимаются шкуркой или смазываются этиловым спиртом.

Термоиндикаторные карандаши не содержат огне- и взрывоопасных компонентов и при эксплуатации и испытании не выделяют токсичных веществ.

Термоиндикаторные карандаши должны храниться при температуре не выше 25 °С. Гарантийный срок хранения — 2 года со дня изготовления. По истечении гарантийного срока карандаши термоиндикаторные должны проверяться на соответствие техническим условиям.

2.3. Термопанели типа «Термопласт» (опытные).

Таблица 3

Температуры перехода, °С	Температуры перехода, °С	Температуры перехода, °С
45—55—65—75	70—75—80—85	79—84—89—94
53—59—65—72	70—80—90—100	82—84—86—90
55—65—75—85	72—77—82—87	85—88—91—94
65—67—69—72	72—82—92—101	85—93—101—108
65—70—75—80	75—80—85—90	90—88—107—115
67—70—73—76	76—79—82—85	101—108—115—122
67—68—70—72	77—81—85—90	108—115—122—128
70—73—76—79	77—82—87—92	115—120—125—131

Приведенные в табл. 3 температуры перехода являются ориентировочными; точные температуры перехода указаны на панелях.

2.4. Термоиндикаторы плавления (ГОСТ 23514—79).

Таблица 4

Марка	Температура перехода, °С	Цвет накраски	
		исходный	после воздействия температуры
ТП-44	44±2	Светло-салатный	Бирюзовый
ТП-52	52±1	Розовый	Малиновый
ТП-55	55±2	Светло-голубой	Синий
ТП-58	58±2	Лимонный	Желтый прозрачный
ТП-65	65±1	Светло-салатный	Зеленый
ТП-67	67±2	Светло-розовый	Красный
ТП-69	69±2	Светло-розовый	Малиновый
ТП-77	77±1	Абрикосовый	Оранжевый
ТП-79	79±1	Белый	Зеленый
ТП-84	84±2	Светло-розовый	Малиновый
ТП-86	86±2	Светло-кофейный	Малиновый
ТП-90	90±2	Светло-голубой	Синий
ТП-93	93±2	Кремовый	Ярко-желтый
ТП-94	94±2	Светло-розовый	Красный
ТП-95	95±2	Светло-салатный	Зеленый
ТП-97	97±2	Светло-голубой	Синий
ТП-102	102±2	Светло-розовый	Малиновый

Продолжение

Марка	Температура перехода, °С	Цвет накраски	
		исходный	после воздействия температуры
ТП-103	103±2	Кремовый	Желтый
ТП-106	106±2	Желтый	Оранжево-красный
ТП-107	107±2	Кремовый	Желтый
ТП-109	109±2	Белый	Зеленый
ТП-110	110±2	Светло-голубой	Синий
ТП-111	111±2	Белый	Бесцветный
ТП-116	116±1	Светло-бирюзовый	Темно-бирюзовый
ТП-120	120±2	Кремовый	Оранжевый
ТП-122	122±2	Светло-розовый	Красный
ТП-123	123±2	Светло-голубой	Синий
ТП-126	126±1	Светло-голубой	Синий
ТП-130	130±2	Светло-салатный	Зеленый
ТП-134	134±2	Светло-сиреневый	Темно-сиреневый
ТП-136	136±2	Розовато-оранжевый	Суриково-красный
ТП-142	142±2	Светло-кофейный	Коричневый
ТП-144	144±2	Лимонный	Желтый
ТП-145	145±2	Розовый	Малиновый
ТП-147	147±2	Светло-голубой	Бирюзовый
ТП-148	148±2	Бежевый	Коричневый
ТП-150	150±2	Светло-салатный	Зеленый
ТП-152	152±2	Светло-голубой	Бирюзовый
ТП-155	155±2	Абрикосовый	Оранжевый
ТП-158	158±2	Светло-салатный	Зеленый
ТП-160	160±1	Розовый	Красный
ТП-167	167±1	Светло-голубой	Бирюзовый
ТП-172	172±2	Салатный	Зеленый
ТП-179	179±2	Светло-розовый	Красный
ТП-182	182±2	Светло-салатный	Зеленый
ТП-193	193±2	Светло-желтый	Оранжевый
ТП-199	199±2	Лимонный	Зеленый
ТП-203	203±2	Кремовый	Желтый прозрачный
ТП-212	212±1%	Кремовый	Желтый прозрачный
ТП-218	218±1%	Светло-салатный	Зеленый
ТП-223	223±1%	Светло-розовый	Красный
ТП-254	254±1%	Белый	Бесцветный
ТП-268	268±1%	Светло-розовый	Оранжевый
ТП-271	271±1%	Светло-голубой	Синий
ТП-284	284±1%	Светло-салатный	Зеленый
ТП-302	302±1%	Светло-абрикосовый	Оранжевый
ТП-322	322±1%	Светло-салатный	Зеленый
ТП-414	414±1%	Светло-абрикосовый	Оранжевый

Термоиндикаторная метка при достижении температуры перехода плавится, изменяет цвет и образует цветное прозрачное покрытие, вследствие этого интенсивность цветового перехода зависит от цвета подложки. Для удобства визуального определения цветового перехода потребителю рекомендуется пользоваться цветовым эталоном (термоиндикаторные метки наносятся на металлическую пластинку и с одной стороны подплавляются).

Термоиндикаторы плавления (табл. 4) выпускаются в готовом к употреблению виде, за исключением термоиндикаторов плавления марок ТП-36, ТП-44, ТП-52, ТП-55, ТП-65, ТП-77, ТП-90, ТП-109, ТП-158, ТП-167, ТП-284, ТП-302, ТП-322, ТП-414, которые выпускаются в виде двух компонентов — термочувствительного порошка и жидкого связующего. Перед измерением температуры не-

большое количество порошка перемешивается со связующим в соотношении 1:0,5 по объему и тщательно перетирается в фарфоровой ступке. Смесь приготовляют в количестве, необходимом для проведения нужных замеров; хранить смесь порошка со связующим не рекомендуется.

Термоиндикаторы плавления, поставляемые в готовом к употреблению виде, перед проведением измерений тщательно взбалтывают, размешивают и при необходимости разбавляют бутилацетатом.

Термоиндикатор плавления наносят в виде сплошного покрытия или отдельной метки стеклянной палочкой, кистью или краскораспылителем в один слой. Время высыхания нанесенного слоя при температуре 18—20 °С не менее 20 мин. Замер следует производить после полного высыхания нанесенного слоя.

При необходимости покрытие термоиндикаторами плавления смывается этиловым спиртом или снимается шкуркой.

Термоиндикаторы плавления поставляются в стеклянных банках вместимостью от 50 до 100 мл, с плотно завинчивающимися крышками. Они должны храниться в темном помещении, в герметически закрытой таре, при температуре не выше 25 °С. Гарантийный срок хранения — 3 года со дня изготовления, после чего они должны быть повторно проверены на соответствие требованиям технических условий.

В связи с тем что термоиндикаторы плавления содержат легковоспламеняющиеся и токсичные вещества, при обращении с ними следует соблюдать необходимые меры предосторожности.

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
(обязательное)

МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СРЕДСТВ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ

(методические указания)

1. Настоящие методические указания распространяются на средства (системы) технического диагностирования, применяемые на судах Минморфлота, и подлежат согласованию с базовыми организациями Госстандарта СССР.

2. Средства диагностирования применяются для определения технического состояния судовых технических средств и конструкций по методикам, аттестованным базовой организацией Минморфлота.

3. Аттестация методик устанавливает возможность определения технического состояния судовых технических средств с заданной вероятностью в условиях морского судна и обеспечения единства этих определений в системе Минморфлота.

4. Аттестации подлежат все средства (системы) как отечественного, так и зарубежного производства с целью: признания их удовлетворяющими требованиям методик определения технического состояния судовых технических средств в условиях судна; установления правил их проверки и межповерочных интервалов. Аттестация средств диагностирования включает как стендовые, так и судовые испытания.

5. Аттестация средств диагностирования проводится базовой организацией Минморфлота по согласованию с Государственным испытательным центром средств технической диагностики (ГИЦСТД) Госстандарта СССР.

6. При аттестации средств (систем) дагностирования определяют:

6.1. *Нормированные точностные характеристики*;

6.2. Условия применения, размещения или хранения средств диагностирования на судне (в части температуры среды, влажности, вибрации и качки);

6.3. Методы проверки и их периодичность;

6.4. Требования безопасности.

7. Рабочие средства диагностирования, эксплуатируемые на судне, относятся к классу индикаторов диагностических и на них наносится символ «Ид». Под индикатором диагностическим понимается такое измерительное средство, которое в основном служит не для измерения абсолютных значений параметров, а их отклонений, при этом важнейшей характеристикой этого средства является повторяемость.

8. Средство измерения, метрологически аттестованное, может использоваться как средство диагностирования с соблюдением для него правил поверки, установленных органами Госстандарта СССР.

9. Допускается использовать средство измерения в виде рабочего средства диагностирования, переводя его в разряд диагностических индикаторов. В этом случае его поверка осуществляется метрологической службой пароходства путем сравнения в условиях судна с аналогичными средствами измерения, поверка и межповерочные интервалы для которых установлены правилами поверки в органах Госстандарта СССР или имеющих на то право ведомственных служб метрологии. Это средство признается образцовым по отношению к рабочим средствам диагностирования.

10. Средства диагностирования зарубежного производства, применяемые в качестве диагностических индикаторов, поверяются путем сравнения с аналогичными отечественными средствами измерения, признанными как образцовые для отечественных средств диагностирования.

11. Методика сравнения рабочих средств диагностирования с образцовыми разрабатывается базовой организацией Минморфлота с использованием методик Госстандарта СССР МИ187—86 и МИ188—86.

Поверки осуществляются путем сравнения показаний образцовых и рабочих средств диагностирования при последовательном измерении в одних и тех же точках на однотипных механизмах в условиях судна.

12. Судовые встроенные средства диагностирования, как правило, относятся к диагностическим индикаторам.

Средствами поверки для них являются либо специально встроенные калибровочные устройства, либо переносные средства поверки (тарировка), одобренные ведомственной службой.

Должны быть разделены требования к датчикам, постоянно устанавливаемым на судовых технических средствах, и измерительным устройствам (включая индикацию), устанавливаемым в ЦПУ.

13. Порядок использования переносных и встроенных средств диагностирования должен отвечать требованиям Регистра СССР и в необходимых случаях должен быть им одобрен.

14. Межповерочные интервалы для средств диагностирования и измерительных средств, применяемых как средства диагностирования, могут быть увеличены метрологической службой пароходства (распоряжением главного инженера пароходства) до 2 лет, исходя из условий эксплуатации, частоты применения и условий хранения (в соответствии с ГОСТ 8.513—84).

15. Метрологическое обеспечение универсальных переносных средств диагностирования приведено в табл. 1.

Таблица 1

Метрологическое обеспечение универсальных переносных средств диагностирования и неразрушающего контроля

Наименование приборов	Периодичность метрологической поверки	Кем проводится	Что проверяется	Методы и средства поверки, утвержденные метрологическими центрами Госстандарта СССР
Индикатор состояния подшипников ИСП-1	1 раз в год	Ведомственная служба метрологии	Показания прибора	Согласно паспорту на стенд для поверки прибора ИСП-114 1,09.47600.000ПС (стенд поставляется в каждое пароходство с партией приборов)
Измеритель шума и вибрации ВШВ-003	1 раз в год	Территориальная служба метрологии	Показания прибора	Согласно методическим указаниям 5.Ф2.745.009 МУ (проверяется только как измеритель вибрации)
Эндоскопы ЭЛЖ 6.5.500.90, ЭЛЖ 16.1250.90 (16.1650.90) ЭВГ 10.1300 с осветителем БП-1 (220/24 В)		Не проверяются		Оптический смотровой прибор
Термометр цифровой ТТЦ-1-01 или ТТЦ-1-02	1 раз в год	Территориальная служба метрологии	Показания прибора	Согласно методике и средствам поверки цифрового термометра ТТЦ-1-01 и ЦО.282.182.Д6
Толщиномер УТ-93П	1 раз в год	Территориальная служба метрологии	Показания прибора	Согласно методическим указаниям МИ 1272—86 и МИ 1271—86

Продолжение

Наименование приборов	Периодичность метрологической поверки	Кем проводится	Что проверяется	Методы и средства поверки, утвержденные метрологическими центрами Госстандарта СССР
Пневмоиндикатор ПИ-1 или ПИ-Ц для определения плотности камеры сгорания дизеля	1 раз в год	Ведомственная служба метрологии	Манометры	Проверка манометра в соответствии с ГОСТ 15614—70 по образцовым манометрам класса 0,4.
Индикатор количества воды в масле ИВМ	1 раз в год	То же	Манометры	То же
Дистанционный измеритель температуры	1 раз в год	Территориальная служба метрологии	Показания прибора	По установкам: ИТ-80-1, ИТ-250 и излучателю ЧТ-Н2. Требует дополнительного согласования
Аэрозольный набор для цветной и люминесцентной дефектоскопии		Не проверяется		Дефектоскопические материалы

Примечания. 1. Межповерочные интервалы могут быть увеличены судовладельцем до 2 лет в соответствии с ГОСТ 8.513—84, если средства диагностирования используются как рабочие.

2. Указанные методы и средства относятся к средствам диагностирования, используемым как образцовые. К рабочим средствам эти методы применяются в том случае, если не согласована их поверка в условиях судна путем сравнения с образцовыми средствами диагностирования.

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
(справочное)

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОБОБЩЕННОЙ ОЦЕНКЕ ИЗМЕНЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ДИЗЕЛЕЙ И КОТЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ, ИЗМЕРЯЕМЫХ ШТАТНЫМИ ПРИБОРАМИ

1. Общие положения

1.1. Обобщенная оценка предназначена для контроля изменения качества рабочих процессов и технического состояния элементов судовых дизелей и котлов.

При наличии специальных систем диагностирования оценка осуществляется с учетом данных, получаемых от этих систем.

1.2. Применение методики предполагает наличие на судне:

данных по теплотехническим параметрам, соответствующим нормальному техническому состоянию дизеля (котла) (подготавливаются отделом теплотехники пароходства);

микроЭВМ типа МК-52, серийно выпускаемых отечественной промышленностью, зарубежных микроЭВМ типа HP-41 CV или персональных ЭВМ, программ для вычислений на ЭВМ*.

2. Контроль и регистрация параметров

С помощью штатных приборов в общем случае контролируются и регистрируются следующие рабочие параметры:

дизель:

нагрузка двигателя; частота вращения дизеля; частота вращения турбокомпрессоров; температура продувочного воздуха после воздухоохладителей (или в ресиверах); температура воздуха в машинном отделении (прием воздуха из машинного отделения) или температура наружного воздуха (прием воздуха с палубы); температура охлаждающей воды; температура уходящих газов;

котел (кроме котлов с позиционным регулированием):

давление топлива и воздуха; угол поворота воздушной заслонки, температура воздуха в машинном отделении; температура уходящих газов; температура питательной воды; температура и давление пара; температура газа на входе в котел (для утилизационных котлов); частота вращения дизеля (для утилизационных котлов).

Примечание. Перечень контролируемых параметров определяется для каждого конкретного дизеля и котла в зависимости от их оснащенности штатными измерительными приборами.

3. Обработка измеренных данных

3.1. Суть обработки измеренных данных, выполняемой с использованием микрокалькулятора, заключается в определении взаимосвязи всего комплекса измеренных отклонений рабочих параметров с помощью обобщенного показателя технического состояния b. В качестве обобщенного показателя используется величина относительного эксцесса.

3.2. Величина относительного эксцесса рассчитывается по формуле**

---

* Программы для конкретных ЭВМ разрабатываются ЦНИИМФом совместно с отделом теплотехники пароходства.

** Программа расчета закладывается в ЭВМ при отсутствии ее в библиотеке стандартных программ.

$$b = m_4/m_2^2, \qquad (1)$$

где

$$m_2 = \frac{1}{n} y_2 - \frac{1}{n^2} y_1^2;$$

$$m_4 = \frac{1}{n} y_4 - \frac{4}{n^2} y_1 y_3 + \frac{6}{n^3} y_1^2 y_2 - \frac{3}{n^4} y_1^4;$$

$$y_1 = \sum_{i=1}^{n} \delta x_i; \quad y_2 = \sum_{i=1}^{n} \delta x_i^2;$$

$$y_3 = \sum_{i=1}^{n} \delta x_i^3; \quad y_4 = \sum_{i=1}^{n} \delta x_i^4;$$

$\delta x_i = \frac{x_i - x_{i\,исх}}{x_{i\,исх}}$ — относительные отклонения параметров;

$x_{i\,исх}$ — значения параметров на исходном режиме;

$i = 1; 2; 3; \ldots; n$ — число параметров.

3.3. В соответствии с программой, заложенной в ЭВМ, вычисляются текущие отклонения измеренных параметров от соответствующих значений параметров на режиме, принятом за исходный (вычисление должно производиться для режимов при постоянной нагрузке или постоянной частоте вращения):

$$\delta x_i = \frac{x_i - x_{i\,исх}}{x_{i\,исх}} 100\%.$$

Далее определяются текущие значения обобщенного показателя технического состояния $b_{тек}$. Полученные значения $b_{тек}$ сравниваются с базовым значением $b_{баз}$, соответствующим исходному техническому состоянию объекта; признаком загрязненности элементов и изменения их состояния является увеличение или уменьшение обобщенного показателя более чем на 10%.

4. Периодичность контроля

Рекомендуемая периодичность контроля по обобщенному показателю 150—250 ч. Результаты оценки регистрируются в Журнале учета технического состояния СТС по заведованиям.

ПРИЛОЖЕНИЕ 7
(справочное)

Вибрационные характеристики

1. Соотношения вибрационных характеристик

Вибрация характеризуется тремя связанными между собой колебательными величинами: смещением s (мм), вибрационной скоростью v (мм/с) и вибрационным ускорением w (м/с^2):

$$v = 2\pi f s = \frac{w 10^3}{2\pi f};$$

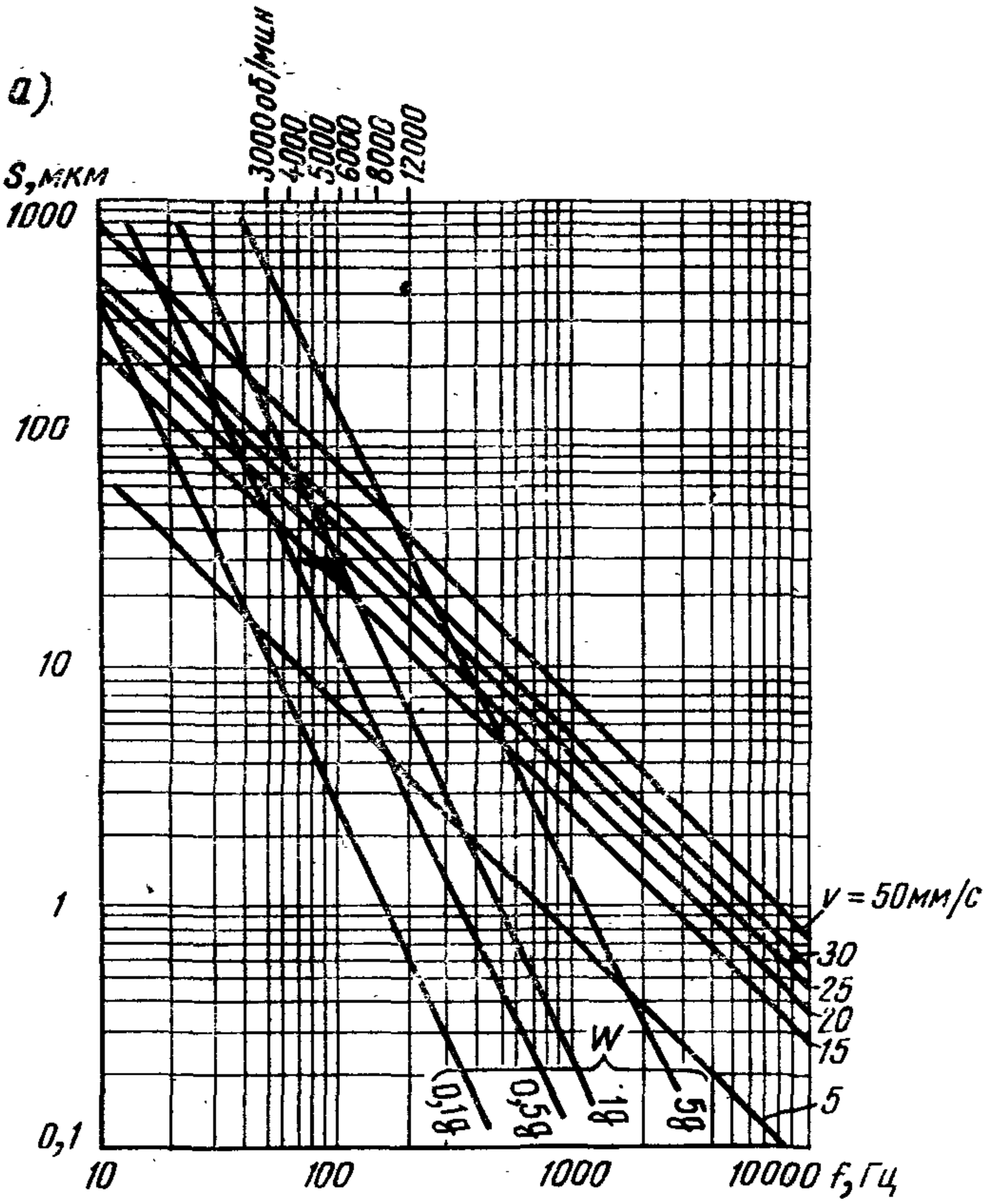
$$s = \frac{v}{2\pi f} = \frac{w 10^3}{(2\pi f)^2};$$

$$w 10^3 = (2\pi f)^2 s = 2\pi f v,$$

где f — частота колебаний, с$^{-1}$.

На рис. П7.1,*а* дана номограмма для пересчета характеристик вибрации.

а)



б)

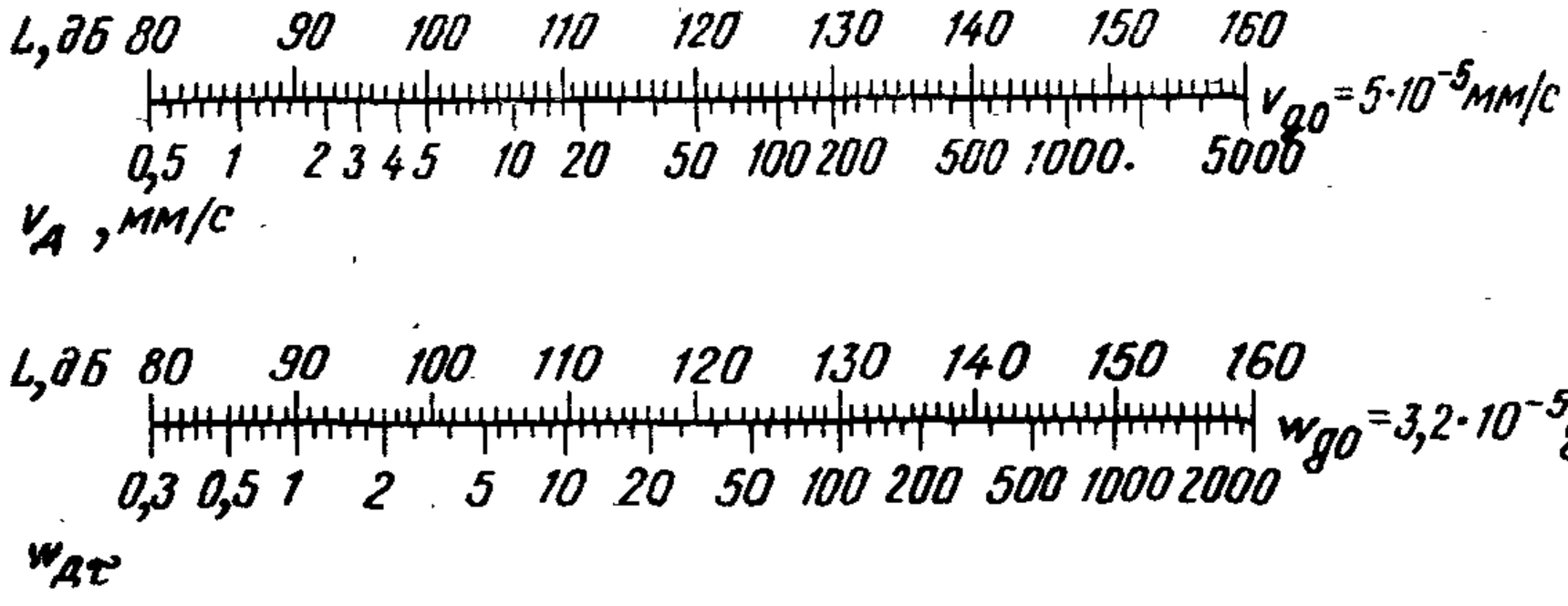


Рис. П.7.1. Номограмма для пересчета вибрационных характеристик

Вибросмещение может характеризоваться двойной амплитудой (в этом случае на приборах зарубежного производства встречается обозначение $p \cdot p$).

Вибрационное ускорение может выражаться также в единицах нормализованного ускорения свободного падения ($\lg = 9{,}807$ м/с^2).

Сложная вибрация характеризуется общими параметрами, пиковыми и эффективными значениями вибрации. Пиковые значения вибрации определяются как наибольшее отклонение колебательной величины $x_{пик} = |x_{пик}| = A$. Пиковое значение смещения используется при выборе зазоров, а пиковые значения ускорения — для оценки наибольших инерционных сил. Для гармонической вибрации $x_{пик} = A$, а среднеквадратичное значение вибрации $x_g = 0{,}707$ А. В большинстве виброметров определяется величина x_g.

Относительные единицы вибрации, измеренные в децибеллах, — это двадцатикратные десятичные логарифмы отношений абсолютного значения действующей виброскорости v_g или виброускорения w_g к некоторому начальному уровню (v_{g0} или w_{g0}): $L = 20 \lg v_g / v_{g0} = 20 \lg w_g / w_{g0}$.

За начальный уровень интенсивности вибрации принимается значение виброскорости $v_{g0} = 5 \cdot 10^{-5}$ мм/с, а виброускорения $w_{g0} = 3{,}2 \cdot 10^{-5}$. Номограмма для пересчета относительных и абсолютных параметров вибрации приведена на рис. П7.1,*б*.

2. Обработка результатов измерений

При разбросе результатов трех измерений менее чем в 1,5 раза в качестве конечного результата принимается максимальное значение.

При большем разбросе количество измерений удваивается, а в качестве конечного результата принимается

$$X = \bar{x} + 1{,}05s,$$

где $\bar{x} = \dfrac{\sum\limits_{1}^{6} x^2}{6}$; $s = \sqrt{\dfrac{\sum\limits_{1}^{6} (x_1 - \bar{x})^2}{5}}$;

x_1 — результат измерений.

СОДЕРЖАНИЕ

Часть I. Технико-организационные основы системы

1. *Общие положения* 6
2. Основные средства и задачи контроля состояния 7
3. Организационные основы системы 9
4. Организация работы контрольно-диагностических и дефектовочных групп (партий) 12
5. Контроль состояния, планирование и регулирование технического обслуживания и ремонта судов, находящихся в эксплуатации 13
6. Контроль состояния, планирование и регулирование ремонта судов 20
7. Организация предремонтной дефектации судов, находящихся в эксплуатации . . . . . —
8. Правовые основы системы 23
9. Требования безопасности . . . . . —

Часть II. Методические основы системы

1. Общие положения 27
2. Универсальные переносные средства диагностирования и неразрушающего контроля 31
3. Встроенные системы технического диагностирования дизелей . . . 56
4. Методические указания по контролю и учету технического состояния корпусов судов 60
5. Методические указания по контролю и учету обрастания подводной части корпуса и лопастей гребного винта 66
6. Методика определения технического состояния судовых дизелей . . 71
7. Методика контроля технического состояния судовых вспомогательных и утилизационных котлов 87
8. Методика определения технического состояния насосов 94
9. Методика определения технического состояния поршневых компрессоров 105
10. Методика определения технического состояния центробежных сепараторов 112
11. Методика определения технического состояния вентиляторов . . 122
12. Методика определения технического состояния электрооборудования 126
13. Методика определения технического состояния средств автоматизации 151
14. Методика определения технического состояния судовых трубопроводов 155
15. *Методические указания по определению технического состояния* теплообменников 170
16. Методика определения технического состояния рулевых устройств и машин 171
17. Методика контроля технического состояния дейдвудного устройства 174
18. Методика определения технического состояния грузовых комплексов с электрическим приводом механизмов 183
19. Методические указания по контролю масел судовых технических средств с помощью атомно-абсорбционного спектрофотометра 191

Приложение 1 (рекомендуемое). Судовой комплект универсальных переносных средств диагностирования и неразрушающего контроля 196

Приложение 2 (рекомендуемое). Береговой комплект универсальных переносных средств диагностирования и неразрушающего контроля (для БТОФ и СРЗ) 200
Приложение 3 (рекомендуемое). Судовой комплект универсальных переносных средств диагностирования и неразрушающего контроля (зарубежного производства) 202
Приложение 4 (справочное). Основные данные цветовых термоиндикаторов и методики их применения 204
Приложение 5 (обязательное). Метрологическое обеспечение средств диагностирования (методические указания) 209
Приложение 6 (справочное). Методические указания по обобщенной оценке изменения технического состояния дизелей и котлов на основе технических параметров, измеряемых штатными приборами 213
Приложение 7 (справочное). Вибрационные характеристики 214

Комплексная система технического обслуживания и ремонта судов.

Основное руководство

РД 31.20.50—87

Отв. за выпуск Г. Ш. Розенберг

Редактор Т. М. Щербакова

Технический редактор Б. Г. Колобродова

Корректоры И. М. Авейде, Г. Е. Грибкова

Сдано в набор 27.04.88 г. Подписано в печать 18.07.88 г. Формат изд. 60×90/16. Бум. тип. № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Печ. л. 14,0. Уч.-изд. л. 14,74. Тираж 3350 экз. Изд. № 201/8-В. Заказ тип. № 1050. Бесплатно

В/О «Мортехинформреклама»

125080, Москва, А-80, Волоколамское шоссе, 14

Типография «Моряк», Одесса, ул. Ленина, 26.