

## ОХЛАЖДАЮЩАЯ ВОДА, СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ

В судовых двигателях от 8 до 25% тепла, выделяющегося при сгорании топлива, передается в стенки ЦПГ, в корпус ГТК, которые во избежание перегрева необходимо охлаждать. К числу потерь тепла необходимо также отнести потери на трение, преобразующиеся в тепло, идущее на нагревание циркуляционного масла, которое тоже приходится охлаждать. В задачи систем охлаждения входит также отвод тепла от наддувочного воздуха, нагреваемого при сжатии в ГТК. Наименьшую долю потерь тепла (8-10%) имеют большие двухтактные двигатели и все двигатели с высоким наддувом.

Отвод тепла осуществляется в системах охлаждения, включающих:

- систему охлаждения пресной водой цилиндровых втулок, крышек и газовых турбин дизелей;
- систему охлаждения пресной водой или маслом головок поршней;
- систему охлаждения пресной водой или топливом форсунок дизеля;
- систему охлаждения забортной водой рабочих веществ, циркулирующих в системах дизелей,
- систему охлаждения наддувочного воздуха.

При охлаждении поршней маслом система их охлаждения у всех дизельных установок общая с циркуляционной системой смазки. При охлаждении поршней водой система охлаждения поршней, как правило, выполняется автономной. Это вызывается в основном двумя причинами: различными температурными уровнями и загрязнением воды охлаждения поршней маслом, поступающим на смазку телескопических устройств. Кроме того, объединение систем охлаждения цилиндров и поршней приводит также к попаданию масла на наружные поверхности цилиндровых втулок, что ухудшает теплообмен. В то же время охлаждение поршней водой обеспечивает лучшую теплоотдачу и является более эффективным. При охлаждении форсунок пресной водой система охлаждения форсунок, как правило, также автономная по аналогичным причинам, с той лишь разницей, что вода загрязняется не маслом, а топливом, проникающим через неплотности притертых плоскостей разъемов распылителей форсунок. Соединение систем охлаждения цилиндров и форсунок приводит также к загрязнению системы охлаждения форсунок шлаком из системы охлаждения цилиндров. При

охлаждении форсунок топливом автономная система применяется в том случае, если главные двигатели работают на тяжелом топливе. При работе дизеля только на дизельном топливе форсунки охлаждаются топливом от системы топливоподдачи к топливным насосам высокого давления. В современных конструкциях судовых дизелей постепенно уходят от охлаждения форсунок путем уменьшения тепловоспринимающей лобовой поверхности распылителей и интенсификации охлаждения зон расположения форсунок в крышках.

### Система охлаждения пресной водой

Охлаждение главных и вспомогательных двигателей производится пресной водой. В системе циркулирует постоянное количество воды, которая после выхода из двигателей охлаждается в водоохладителе протекающей через него забортной водой и вновь поступает в двигатели.

Давление воды в системе для каждой установки обычно указывается в инструкции и составляет 1,5-2,8 бар. Поддержание заданного давления исключает образование застойных зон в отдельных участках зарубашечного

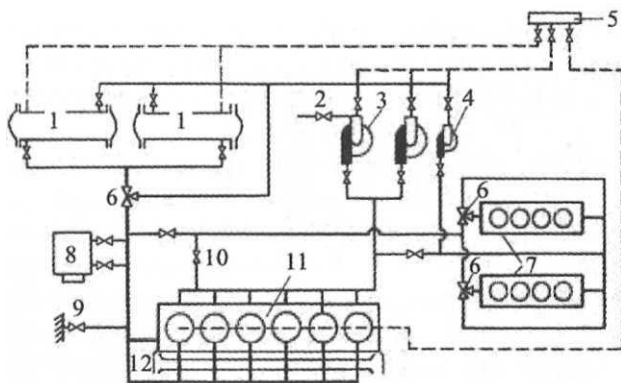


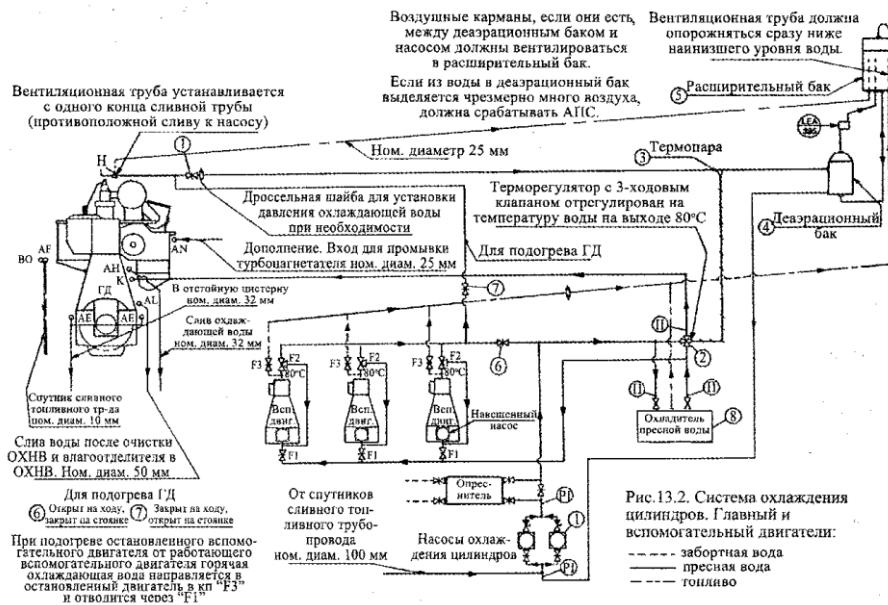
Рис. 13.1. Принципиальная схема системы охлаждения пресной водой:

1 - водоохладители; 2 - подвод забортной воды для аварийного охлаждения; 3 - вспомогательные дизели; 8 - опреснитель; 9 - отвод забортной воды; 10 - клапан для подогрева - охлаждающие насосы; 4 - портовый охлаждающий насос; 5 - расширительная цистерна; 6 - автоматические регулирующие клапаны; 7 - главного дизеля от вспомогательных дизелей; 11 - главный дизель; 12 - отвод воды от воздухоохладителей

пространства дизеля. В системах охлаждения преду-

смачивается автоматическая сигнализация по снижению давления ниже заданного значения, а на некоторых дизелях - **автоматическая защита, останавливающая дизель** при понижении давления воды ниже допустимого предела.

Температура входящей и выходящей воды также указывается в инструкции и находится в следующих пределах: на входе 50-70°C; на выходе 60-85°C. В двигателях нового поколения повышают температурный режим до 80-85° С, что способствует снижению температурного перепада в стенках и уменьшению тепловых потерь. Температура выходящей воды обычно поддерживается постоянной. Повышение или понижение температуры воды по сравнению с рекомендованной может сопровождаться увеличением износа втулок и поршневых колец из-за ухудшения условий смазки или коррозионного



износа. Предусматривается автоматическая сигнализация по повышению температуры выходящей воды выше заданного значения.

Производительность насоса охлаждения должна быть достаточной для обеспечения необходимого отвода тепла при заданном температурном перепаде.

Системы охлаждения оборудуют, кроме сигнализации, устройством для наблюдения за протоком воды.

Принципиальные схемы систем охлаждения двигателей показаны на рис. 13.1-13.3. Вспомогательные дизели 7 (рис. 13.1) охлаждаются от системы главного дизеля. Такое подключение осуществляется на большинстве судовых дизельных установок. Когда главный дизель не работает, вспомогательные дизели охлаждаются своей автономной системой от портового насоса 4 (водоохладители вспомогательных дизелей на схеме не показаны). Схема предусматривает подогрев главного дизеля от вспомогательных дизелей через клапан 10. Автоматические регулирующие клапаны 6 устанавливаются на системах всех современных судовых дизельных установок.

**Насосы охлаждающей воды.** Для системы охлаждения дизелей применяют центробежные насосы. Эти насосы имеют высокий КПД, просты по конструкции и обеспечивают свободный проход воды при опорожнении системы. Предусматриваются один рабочий и один общий резервный насос для пресной и забортной воды. В автоматизированных установках обязательна установка отдельного резервного насоса пресной воды.

Простота конструкции существенно облегчает эксплуатацию центробежных насосов, которая сводится к наблюдению за работой, замене сальниковых уплотнений и профилактическим осмотрам подшипников, крылаток, вала и муфты сцепления.

Пуск насоса производится при открытом всасывающем клапане и закрытом или **слегка приоткрытом нагнетательном**. После пуска нагнетательный клапан открывается, и производительность доводится до нормальной. Критериями требуемой производительности служат давления воды в системе и температура воды на входе и выходе. Если насос длительное время не работал, то до его пуска следует убедиться в отсутствии воздуха в корпусе насоса, открыв воздушный (пробный) кран. Кроме того, следует повернуть вал насоса вручную и убедиться в том, что сальниковое уплотнение не зажимает его и нет других причин, препятствующих вращению насоса. Кроме непосредственного наблюдения за работой насоса, следует обращать внимание и на показания амперметра. Увеличение силы тока при прочих равных условиях обычно свидетельствует об увеличении мощности трения в насосе или моторе, а уменьшение - о поломке крылатки насоса.

**Водоохладители.** На судах применяются пластинчатые или трубчатые водоохладители. Ремонт и профилактика

водоохладителя сводятся к очистке полостей забортной воды от грязи, замене протекторных пластин и вальцовке или глушению трубок.

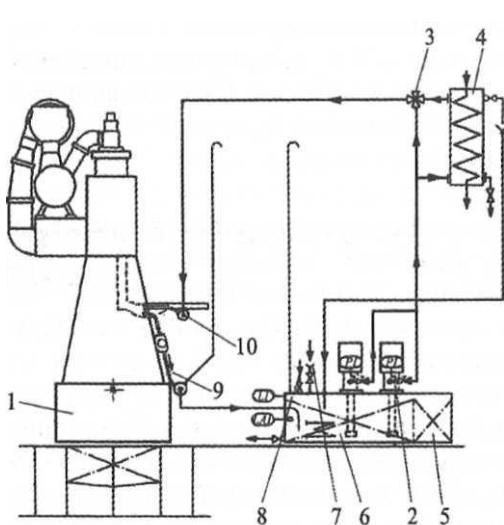
При плавании в чистой воде рекомендуется осматривать полости забортной воды не реже одного раза в год. Осмотр обычно производится через смотровые лючки, к которым с внутренней стороны прикреплены протекторные пластины. Пластины, разъеденные более чем на 50%, должны быть заменены. При плавании в загрязненной воде и на мелководе рекомендуется осматривать полости забортной воды при увеличении сопротивления в охладителе и при ухудшении теплообмена.

Известно, что в процессе эксплуатации давление забортной воды всегда ниже, чем пресной, и нарушение плотности трубок охладителя определяется по увеличению утечки пресной воды.

На судах неограниченного района плавания в системе охлаждения устанавливают два охладителя.

**Расширительная цистерна.** В системе охлаждения дизеля пресной водой устанавливается расширительная цистерна, которая

Рис. 13.3. Система пресной воды охлаждения цилиндров двигателя РТА:



1 - гл. двигатель; 2 - насосы; 3 - портовый насос; 4 - подогреватель; 5 - вход в рубашки цилиндров; 6 - сепаратор для удаления воздуха; 7 - стабилизатор потока; 8 - диафрагма регулирования давления; 9 - выход воды из двигателя; 10 - водоохладитель; 11 - термостат; 12 - испаритель; 13 - диафрагма; 14 - расширительная цистерна; 15 - пополнение системы водой; 16 - ввод присадок; 17 - уравнивающая труба

служит для создания подпора на всасывающей стороне насосов, удаления воздуха из системы и пополнения утечек, имеющих место в эксплуатации.

Цистерну устанавливают выше верхней точки системы охлаждения и соединяют с ней трубопроводами в двух, трех и иногда четырех местах. Характерными участками являются всасывающий трубопровод у насоса и верхняя полость водоохладителя. На многих дизелях цистерна соединяется трубопроводами с верхними полостями крышек цилиндров, а иногда и с коллектором выходящей охлаждающей воды.

Эксплуатация цистерны сводится к ее очистке, учету количества воды, добавляемой в систему, и наблюдению за чистотой воды. Учет воды необходим для своевременного обнаружения утечек воды.

**Подготовка пресной воды.** Рекомендуется использовать деионизированную и дистиллированную воду из опреснителя. В

### **Нитритно-боратные ингибиторы коррозии для обработки пресной охлаждающей воды**

Фирма-изготовитель	Название ингибитора	Форма поставки	Минимальная дозировка по рекомендации поставщика
Castrol Ltd. Swindon Wiltshire, England	Castrol Solvex WT4 Castrol Solvex WT2	порошок жидкость	3 кг/1000 л 20 л/1000 л
Drew Ameriod Marine Boonton, N.J./USA	DEWTNC Liquidewt Maxiquard	порошок жидкость жидкость	3,2 кг/1000 л 8 л/1000 л 16 л/1000 л
Unitor Rochem Marine Chemicals Oslo, Norway	Dieselguard NB Rocor NB Liquid	порошок жидкость	3 кг/1000 л 10 л/1000 л
Vecom Maassluis, Holland	CWT Diesel QC2	жидкость	12 л/1000 л

исключительных случаях может использоваться обычная питьевая вода. Показатели качества воды должны укладываться в следующие пределы: pH 6,5-8,0 (при 20° C); хлориды 50 ррт (50 мг/л); сульфаты 50 ррт; силикаты 25 ррт.

До недавнего времени применялось добавление в воду антикоррозионного масла, которое легко растворяется в воде и образует защитную пленку. Однако в связи с форсировкой

двигателей и необходимостью в гарантированном теплосъеме с охлаждаемых поверхностей, в современных двигателях отказались от применения водоэмульсионных масел и перешли на химические ингибиторы коррозии. Причина перехода заключалась в том, что при недостаточно тщательном обслуживании систем охлаждения на охлаждаемых поверхностях откладывался толстый слой масла, затруднявший теплоотвод и приводивший к перегревам.

За последние годы все большее распространение находит метод обработки воды химическими средствами (ингибиторами), замедляющими коррозионное действие воды на металл и препятствующими образованию накипи, они также смягчают воду и снижают образование накипи.

**Проверка системы и воды в эксплуатации.** Проверьте систему охлаждающей воды и воду в ней через указанные ниже промежутки времени. Рекомендуется вести запись всех проверок, чтобы следить за состоянием охлаждающей воды и тенденцией его изменения.

Регулярно, когда осуществимо, проверяйте систему охлаждающей воды на наличие шлама или отложений. Проверяйте охлаждающие трубопроводы, охлаждающие полости (каналы) в верхней части цилиндра, крышку и седло выпускного клапана. Шлам и отложения могут объясняться:

- загрязнением системы охлаждающей воды;
- цинковыми гальванопокрытиями в системе охлаждающей воды.

Опыт показал, что цинковые гальванопокрытия в системе пресной охлаждающей воды часто оказываются весьма подверженными коррозии, результатом чего бывает интенсивное шламообразование, даже если система охлаждения правильно ингибирована. Кроме того, первоначальное удаление накипи кислотой в значительной мере разрушает гальванопокрытие. Поэтому не советуется использовать оцинкованные трубопроводы в охлаждающей системе пресной воды.

**Еженедельно** отбирайте пробу воды из системы при работе. Пробу отбирайте из системы циркуляции, т.е. не из расширительного бака или труб, ведущих к баку. Проверьте состояние охлаждающей воды. Набор приборов обычно можно получить от поставщика ингибитора.

Проверьте:

► концентрацию ингибитора. Концентрация ингибитора не должна падать ниже величины, рекомендованной поставщиком,

т.к. это может повысить риск коррозии. Когда поставщик оговаривает диапазон концентрации, рекомендуется поддерживать концентрацию на верхнем уровне;

► величину рН. Она должна быть в пределах 8,5-10 при 20° С. Уменьшение величины рН (и увеличение содержания сульфата, если замеряется) может свидетельствовать о загрязнении выпускными газами (протечки). Величину рН можно повысить добавлением ингибитора, однако если необходимо значительное его количество, рекомендуется заменить воду;

► содержание хлоридов не должно превышать 50 ррт (мг/л). В исключительных случаях может быть приемлемым максимум 100 ррт, однако следует придерживаться величины верхнего предела, оговоренного поставщиком ингибитора.

Увеличение содержания хлористых солей может указывать на попадание заборной воды. Проследите и устраните протечки при первой возможности.

Еженедельно отбирайте пробу воды из системы при работе двигателя для проверки содержания: ингибитора, сульфата, железа, общей солености.

Ежегодно опорожните, промойте и вновь заполните систему охлаждающей воды. Введите ингибитор.

Каждые четыре-пять лет и после длительного вывода из эксплуатации, основываясь на регулярных проверках, очистите систему охлаждающей воды от масляного шлама, ржавчины и известняка. Вновь заполните водой с ингибитором.

**Потери воды.** Возместите испарившуюся охлаждающую воду неингибированной водой. Возместите утечки воды ингибированной водой. После переборки, например, отдельных цилиндров добавьте новую порцию ингибитора непосредственно после окончания работ. Проверяйте концентрацию ингибитора каждый раз, когда значительное количество охлаждающей воды заменяется или добавляется.

### ***Общие рекомендации.***

Проводите очистку прежде, чем в первый раз вводить ингибитор в систему охлаждающей воды. Это обеспечит равномерную защиту поверхностей ингибитором и улучшит теплопередачу.

В эксплуатации повторяйте очистку и ингибирование каждые 4-5 лет и после длительного вывода из эксплуатации. Очистка включает обезжиривание для удаления масляного шлама и удаление накипи для устранения ржавчины и известковых отложений.



## Очищающие средства.

Специальные готовые очищающие средства можно получить от фирм, специализирующихся на подготовке охлаждающей воды и от поставщиков ингибитора (см. таблицу выше). Эти фирмы предлагают обработку, помощь и анализы охлаждающей воды. Указаниям фирм-поставщиков следует всегда строго следовать.

Очищающие средства не должны повреждать уплотнение, прокладки и т.п. Следует также удостовериться в том, что очищающие средства совместимы со всеми элементами системы охлаждения, чтобы исключить какие-либо неисправности. Очищающие средства не следует подмешивать непосредственно, их следует растворить в воде, а затем вводить в систему охлаждающей воды.

Для обезжиривания могут быть использованы эмульсии моющих средств в воде, а также легкощелочные чистящие средства<sup>1</sup>.

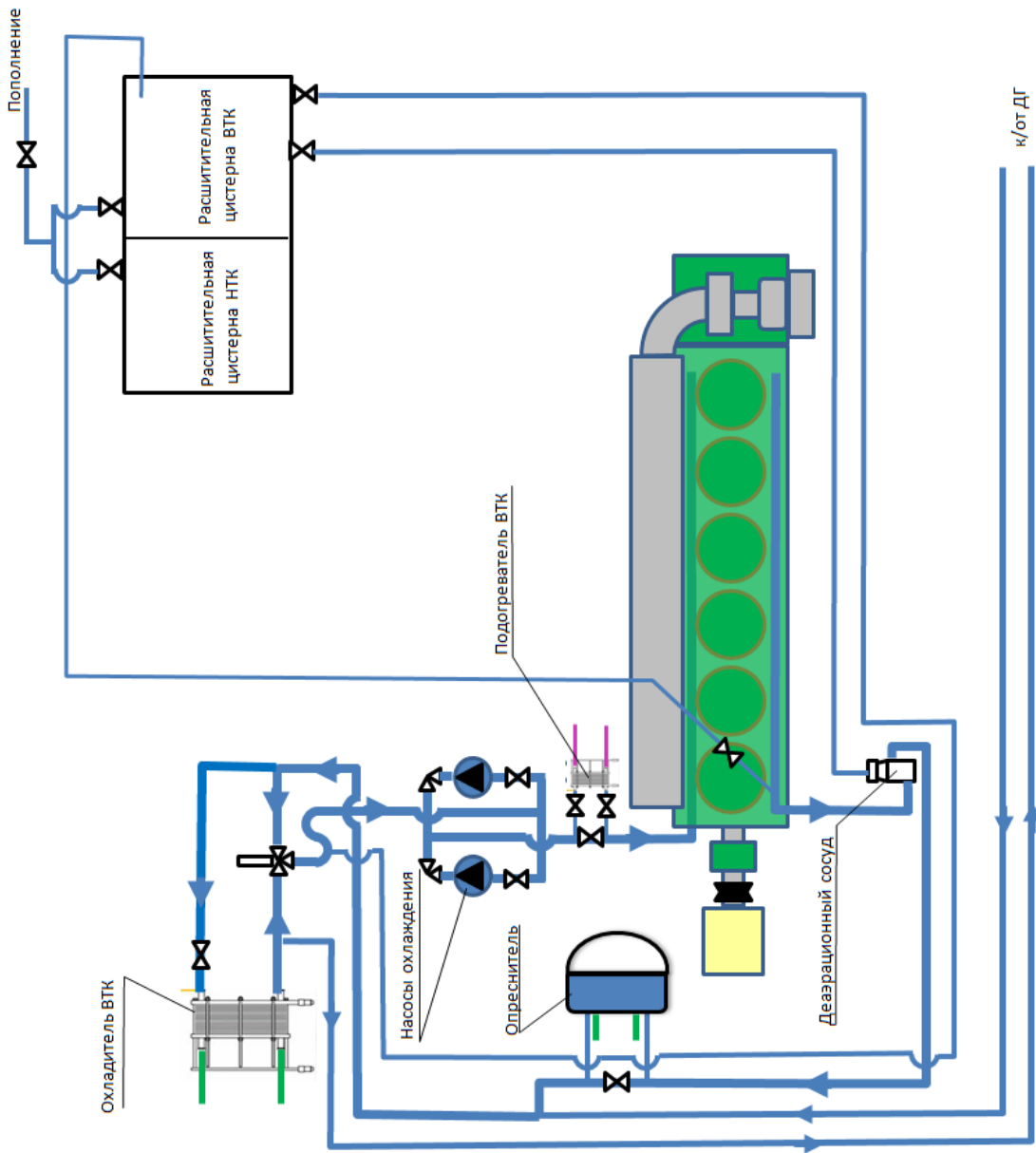
---

<sup>1</sup> Готовые моющие средства, склонные к воспламенению, совершенно очевидно, не должны использоваться для этих целей.

## Литература:

- Возницкий И. В. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Том 2. / И.В.Возницкий, А.С.Пунда – М.:МОРКНИГА, 2010.- 382 с. Стр. 348-358
- Возницкий И. В. Судовые двигатели внутреннего сгорания. Том 2. / И.В.Возницкий, А.С.Пунда – М.:МОРКНИГА, 2008.- 470 с. Стр. 433-443
- Возницкий И. В. Судовые дизели и их эксплуатация / И.В.Возницкий, Е.Г.Михеев – М.:Транспорт, 1990. - 360 с стр.164-166

# Система охлаждения ВТК судов типа т/х «Механик Ярцев»



# Система охлаждения НТК судов типа т/х «Механик Ярцев»

