

**ОБЛАСТНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ТОМСКИЙ ТЕХНИКУМ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА И СУДОХОДСТВА»**

**ДИПЛОМНАЯ РАБОТА**

Тема: Движительно-рулевые комплексы

Движительно-рулевые комплекса теплохода проекта 1741А

Студент группы \_\_\_\_\_ 681/1 \_\_\_\_\_ Данилова Дария Сергеевича / \_\_\_\_\_ /

Специальность \_\_\_\_\_ Эксплуатация судовых энергетических установок \_\_\_\_\_

Руководитель: Рыбалкин Дмитрий Иванович \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Допустить к защите:

Зам.директора по УМР Прохорова М.Л. \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /

Оценка \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

г. Томск, 2022 г.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b> .....	<b>3</b>
<b>Глава 1. Общая характеристика движительно-рулевого комплекса</b> .....	<b>4</b>
<b>1.1. Водометный движитель (водовет)</b> .....	<b>8</b>
<b>1.2. Импеллер</b> .....	<b>10</b>
<b>1.3. Водовод</b> .....	<b>11</b>
<b>1.5. Сопловой аппарат</b> .....	<b>13</b>
<b>1.6. Реверсивно-рулевое устройство (РРУ)</b> .....	<b>14</b>
<b>1.7. Привод реверсивно-рулевого устройства (РРУ)</b> .....	<b>15</b>
<b>Глава 2. Особенности управления кораблем с водоветными движителями</b> .....	<b>17</b>
<b>2.1 Винто-рулевые колонки</b> .....	<b>19</b>
<b>2.2. Судовая система ВРШ</b> .....	<b>21</b>
<b>Глава 3. Проект: 1741 А</b> .....	<b>24</b>
<b>3.1. Рулевое устройство</b> .....	<b>25</b>
<b>3.2. Рулевое устройство</b> .....	<b>25</b>
<b>3.3 Рулевая машина</b> .....	<b>26</b>
<b>Глава 4. Особенности управления судном с двумя винтами</b> .....	<b>28</b>
<b>Глава 5. Охрана труда</b> .....	<b>32</b>
<b>Глава 6. Технический регламент</b> .....	<b>34</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ</b> .....	<b>36</b>
<b>СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ</b> .....	<b>37</b>

## ВВЕДЕНИЕ

Одна из задач технической эксплуатации судового оборудования состоит в умении технически обоснованно выбрать режим работы движительно-рулевого комплекса применительно к конкретным условиям плавания и технического состояния судна. Решение этой задачи требует знания, как и технических характеристик движительно-рулевой комплекс, так и показателей, на основе которых оценивается работа в том или ином режиме.

Механики должны требовать, чтобы персонал информировал их о потенциально опасных условиях, которые могут оказать неблагоприятное воздействие на машины и механизмы, и поставить под угрозу безопасность человеческой жизни или судна. Также механик предпринимает необходимые действия для ограничения последствий повреждений, возникающих в результате поломки оборудования, пожара, затопления, пробоины, столкновения, посадки на мель и других причин, он ответственен за техническое обслуживание, при проведении всех работ по профилактике, борьбе за живучесть или ремонту.

Именно поэтому изучение движительно-рулевого комплекса, используемых в работе судоходных организаций, является актуальным вопросом в процессе обучения судовых механиков.

На основе актуальности темы можно поставить цель данной дипломной работы:

Изучить движительно-рулевой комплекс.

Задачи:

1. Рассмотреть виды движительно-рулевых комплексов;
2. Рассмотреть характеристику теплохода 1741А
3. Рассмотреть движительно-рулевой комплекс проекта судна 1741А

## **Глава 1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДВИЖИТЕЛЬНО-РУЛЕВОГО КОМПЛЕКСА**

Изобретение относится к судостроению, а именно к судовым движительно-рулевым комплексам. Движительно-рулевой комплекс (ДРК) водоизмещающего судна содержит совокупность взаимодействующих с корпусом судна и установленных в его кормовой части гребного винта и руля, связанных с центральным постом их управления. ДРК также снабжен элементами с крыльевым профилем для формирования потока гребного винта (ПВГ) и дополнительно включает крыльевые элементы формирователя ПВГ, имеющие дугообразный профиль, повторяющий форму обводов кормовой части корпуса судна. Обводы размещены на противоположных скулах симметрично диаметральной плоскости судна и закреплены на корпусе судна посредством реберных пластин, которые установлены в поперечном к диаметральной плоскости направлении. Крыльевые элементы с дугообразным профилем выполнены с передней кромкой, направленной в сторону набегающего на винт потока, и задней кромкой, направленной в сторону гребного винта. Достигается повышение управляемости и маневренности судна при уменьшении его скорости. Формула изобретения.

Движительно-рулевой комплекс (ДРК) водоизмещающего судна, содержащий совокупность взаимодействующих с корпусом судна и установленных в его кормовой части гребного винта и руля, связанных с центральным постом их управления, причем ДРК снабжен элементами с крыльевым профилем для формирования потока гребного винта (ПВГ), имеющие дугообразный профиль, повторяющий форму обводов кормовой части корпуса судна, которые размещены на его противоположных скулах симметрично диаметральной плоскости судна и закреплены на корпусе судна

посредством реберных пластин, установленных в поперечном к диаметральной плоскости направлении.

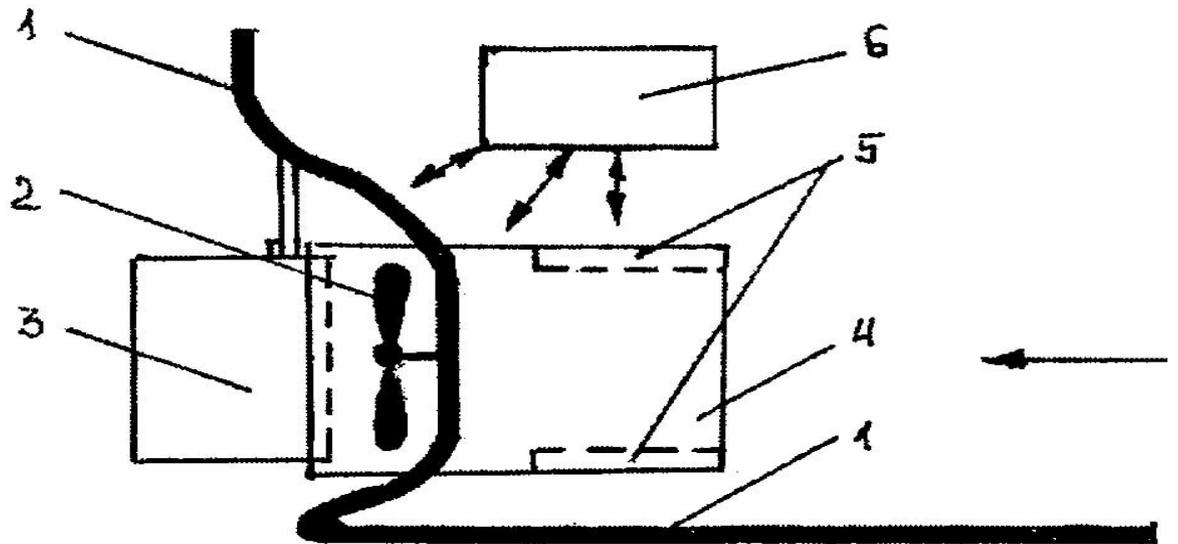


Рис.1

- 1 - корпус судна;
- 2 - гребной винт;
- 3 - руль;
- 4 - скуловые крыльевые элементы дугообразного профиля;
- 5 - реберные пластины крепления крыльевых элементов;
- 6 - центральный пост управления.

Стрелкой показано направление набегающего на гребной винт потока воды.

При набрасывании водяного потока (в направлении стрелки) на винт на каждой его лопасти создается сила, пропорциональная квадрату скорости потока и величине угла атаки. Раскладывая эту силу по двум перпендикулярным друг другу направлениям, получим силу тяги, направленную вдоль оси вращения винта, и силу лобового сопротивления, действующую в плоскости диска винта по касательной к окружности, которую описывают точки на лопасти винта при его вращении. Поскольку работающий винт расположен за корпусом судна, то при его движении водяной поток натекает на лопасти винта с неодинаковыми скоростями и под различными углами. В результате наблюдается неравенство сил тяги и

лобового сопротивления для каждой лопасти, что приводит к появлению помимо тяги винта боковых сил, влияющих на управляемость судна.

Управляемость судна оценивается устойчивостью на курсе и поворотливостью судна и зависит от гидродинамических свойств судна, эффективности органов управления и действий рулевого. Гидромеханические свойства судна определяются формой (обводами) его корпуса, особенно кормовой оконечности, в том числе элементами кормового крыльевого оперения, а также соотношением главных измерений.

Характеристики управляемости водоизмещающих судов приближенно прогнозируют расчетом с построением диаграммы управляемости, однако окончательно их оптимальность устанавливают, как правило, экспериментально при натурных испытаниях.

Известно, что с уменьшением скорости судов их управляемость, особенно крупнотоннажных (танкеры, сухогрузы и др.), ухудшается. Многолетняя штурманская практика (в том числе автора технического решения) подтверждает, что при уменьшении скорости судна до 6 узлов и менее наблюдается снижение управляемости судна, особенно в узкостях, проливах, каналах при его движении против течения.

Работа ДРК со скуловыми элементами дугообразного профиля, закрепленными посредством реберных пластин на корпусе судна, заключается в следующем.

ДРК традиционно включает взаимодействующие с корпусом 1 судна гребной винт 2 и руль 3, связанные с центральным постом 6 их управления. Дополнительно включенные в состав ДРК скуловые крыльевые элементы 4 дугообразного профиля повторяют форму обводов кормовой части корпуса 1 судна и размещаются посредством закрепления реберными пластинами 5 на противоположных скулах симметрично диаметральной плоскости судна (см. чертеж).

Конструкция и расположение крыльевых элементов 4 с дугообразным профилем выполнены таким образом, что их передняя кромка направлена в

сторону набегающего на винт 2 потока, а задняя кромка направлена в сторону гребного винта 2. Такая конструкция крыльевых элементов 4 обеспечивает создание дополнительного предвинтового потока, набегающего на винт потока воды путем предварительного отклонения и перераспределения жидкости, и, как следствие, формирует перенаправленный и ускоренный поток гребного винта.

Таким образом, крыльевые элементы 4 служат своего рода инжектором по нагнетанию дополнительного потока в струю гребного винта 2.

В свою очередь, повышение интенсивности набрасываемого (набегающего) на винт 2 потока и увеличение скорости его натекания повышает гидродинамическую стабильность действующих на руль 3 сил и моментов, устойчивость и поворотливость, то есть управляемость судна, а также оптимизирует пропульсивный коэффициент и обеспечивает эффективное использование мощности двигателя судна.

Исходя из опыта могут быть даны следующие оценки конструктивных особенностей крыльевых элементов 4: площадь каждого составляет от 2,5 до 3,0 площади пера руля, верхние части задних кромок крыльевых элементов 4 размещены на 5-10% выше верхней части пера руля 3 и заходят на переднюю кромку пера на 2-4%. Более оптимальные значения определяются, как правило, эмпирическим путем.

В конструктивном плане реберные пластины 5 (крепёжные средства дугообразных крыльевых элементов 4) целесообразно выполнять также в виде профилированных пластин с передней кромкой, направленной в сторону набегающего на винт потока, и задней острой кромкой, направленной в сторону гребного винта 2. Тем самым создается своего рода крыльевая система (совокупность элементов 4 и 5), подобная кормовому оперению подводного аппарата.

Реберные пластины 5 могут иметь крыльевой профиль с сечением плосковыпуклой формы или двояковыпуклой симметричной формы и устанавливаются на расстоянии от винта 2, равном от 0,25 до 0,50 его

диаметра  $D_v$ , а геометрические характеристики крыльцевого профиля пластин 5 соотносятся с диаметром гребного винта 2: длина хорды составляет  $0,5-1,0 D_v$ , размах крыла –  $0,4 - 0,8 D_v$  при относительной толщине, равной  $0,08 - 0,12D_v$ . Наиболее приемлемые геометрические характеристики пластин 5 определяются эмпирически для каждого конкретного типа водоизмещающего судна.

Для обеспечения жесткости и прочности каждый из крыльцевых элементов 4, имеющих дугообразный профиль, может быть закреплен на корпусе 1 судна двумя реберными пластинами 5, размещенными в верхней и нижней частях крыльцевых элементов 4 с дугообразным профилем.

Элементы дугообразного крыльцевого профиля 4 могут быть выполнены раскрывающимися или выдвигными из корпуса 1 судна, т.е. выдвигаются (втягиваются) из корпуса (в корпус) судна или заваливаются в специальные ниши.

Реберные пластины 5 с закрепленными на них крыльцевыми элементами 4, в ряде случаев, могут быть выполнены поворотными и управляемыми с центрального поста 6 управления (управление углом атаки набрасываемого на винт 2 потока воды).

Таким образом, из формулы и из описания ДРК и его работы следует, что достигается его назначение с указанным техническим результатом (повышение управляемости судна вследствие эффективного синергетического взаимодействия руля, винта и корпуса судна с крыльцевыми элементами), который находится в причинно-следственной связи с совокупностью существенных признаков независимого пункта изобретения.

### **1.1. Водомерный движитель (водомер)**

Водомерный движитель, у которого сила, движущая судно, создается выталкиваемой из него струей воды (реактивная тяга). По сути это водяной насос, который работает под водой. Применяются обычно на судах, плавающих на мелководье.

Водометные движители используются в мире уже с 1950-х годов. Это новозеландцы изобрели лодочный мотор, который можно было использовать безопасно и надежно на мелководных реках для доставки в труднодоступные места разнообразных грузов. Но для более ли менее коммерческого и повсеместного применения водометов ждали около 50 лет.

Водометный движитель обычно состоит из:

- импеллер;
- водовод;
- спрямляющий аппарат;
- сопловой аппарат;
- реверсивно-рулевое устройство;
- привод реверсивно-рулевого устройства;
- подшипниковые узлы и дейдвудные уплотнения.

Достоинства водометного движителя:

- хорошо защищён от механических повреждений и кавитации (процесс парообразования и последующего схлопывания пузырьков пара с одновременным конденсированием пара в потоке жидкости);
- хорошо плавает по мелководью (можно спокойно передвигаться по мелководным горным рекам и озерам с каменным дном), преодолевает засоренные участки водоёмов и даже перекаты и мели (в отличие от винтового мотора, в котором такие штуки могут можно разрушить и винт, и сам мотор);
- безопасен для людей, которые находятся рядом в воде, т.к. импеллер находится внутри. Для применения в спасательной технике это очень актуально, т.к. спасательное судно должно быть как можно ближе к спасаемому человеку. И, кстати, глушить водомет нет необходимости;
- на больших скоростях КПД лучше, чем у винтовых. Тут на выбор: либо увеличенная максимальная скорость, либо экономия топлива;
- водомётные катера более устойчивы и управляемы (даже при резких виражах на высокой скорости), потому что водомёт как бы

«присасывает» катер к воде, за счет чего он устойчиво ведет себя. Можно совершить разворот практически на месте и двигаться бортом вперед. Не требуется использование реверс-редуктора, торможение с полного хода, выбег судна при экстренном торможении наиболее короткий;

- тише по сравнению с винтовыми движителями;

Недостатки водометного движителя

- меньший, по сравнению с винтом, КПД на небольшой скорости из-за необходимости перевозки, помимо собственно полезного груза, также и воды, находящейся в трубопроводе; трения воды в трубопроводах; турбулентных завихрений потока воды в каналах водомёта;

- затруднительность подачи воды сквозь днище судна к насосу, на эффективность которого будет влиять скорость движения судна относительно воды.

## 1.2. Импеллер

Импеллер (или винт, или рабочее колесо) – это лопаточная машина, заключенная в кольцо, снижает потери мощности и шумность.

Импеллер является главным элементом водометного движителя, преобразующим энергию двигателя в энергию поступательного движения судна.

Гидродинамические импеллеры бывают: осевые с цилиндрической и конической ступицей, осе-диагональные, диагональные и шнековые. Каждый из типов имеет свою область использования.

Осевые импеллеры являются предшественниками всех типов импеллеров водометных двигателей. Отличаются высокими значениями упора на низких скоростях движения. Имеют достаточно низкий КПД и небольшой запас по кавитации.

Осе-диагональные импеллеры имеют высокие значения КПД.

Диагональные и шнековые импеллеры – это наиболее современные импеллеры, проектирование которых могут себе позволить только фирмы, имеющие базу разработки гидродинамики.

Вообще, импеллер самая сложная деталь в составе водометного движителя, обычно они изготавливаются литыми с последующей механической обработкой лопастей. Некоторые производители изготавливают сварные импеллеры, заранее обработанные лопасти привариваются к ступице. Такая технология допустима в случае с низкооборотными осевыми импеллерами и совершенно не допустима для высокооборотных движителей

Большинство производителей водометов для малого судостроения изготавливают импеллеры методом точного литья с минимальной последующей обработкой. Такая технология дает значительное снижение стоимости изготовления при соблюдении высокой точности геометрии. Импеллеры изготавливаются из нержавеющей стали или коррозионно-стойких бронз и латуней.

### **1.3. Водовод**

Водовод (или водометная труба, или водозаборник) - обычно это профилированная труба. Водяной поток ускоряется либо лопастным механизмом, либо энергией сгорания топлива или давлением сжатого газа, что и обеспечивает направленный выброс струи через выпускное отверстие в корме. Отбрасываемая масса воды создает упор движителя, что и приводит судно в движение.

Водовод с точки зрения гидродинамики очень важная деталь любого водомета. Кроме этого конструктивно водозаборник, как правило, является несущей силовой деталью водометного движителя. Очень важно, чтобы течение жидкости подошедшей к импеллеру было максимально равномерным и ламинарным по всему сечению.

Многие разработчики и производители недооценивают значения этого важного элемента водометного движителя, считая, что основная задача просто подвести воду к импеллеру. В угоду технологичности и компактности, водозаборники делают зачастую из листового материала, с очень крутыми подъемами свода водозаборника.

Основные правила проектирования водозаборников:

- свод водозаборника не должен быть крутым, должно быть соблюдено условие безотрывного течения потока воды от днища катера к своду водозаборника;
- входящая кромка, так называемая «губа» должна иметь профиль максимально приближенный к гидродинамическому;
- сечения водозаборника должны быть максимально приближены к форме трубы. Плоские поверхности, образующие вход водозаборника, за два калибра от импеллера должны плавно перейти к форме круга.

#### **1.4. Спрямяющий аппарат**

Спрямяющий аппарат создает на пути движения воды определенное сопротивление. Что бы это сопротивление уменьшить, в идеале профиль лопаток спрямяющего аппарата должен быть правильного гидродинамического профиля, при этом сама конструкция спрямяющего аппарата не имеет большого значения с точки зрения гидродинамики.

Гидродинамические схемы исполнения спрямяющего аппарата:

1. Лопаточное поджатие. Это когда лопатки спрямяющего аппарата выполняют одновременно и функцию соплового аппарата. В этом случае профиль лопаток имеет форму клина. У такого спрямяющего аппарата имеется одно преимущество – уменьшение осевого габарита всего водометного движителя. Но недостатков больше, чем преимуществ. Потери КПД достаточно велики, благодаря профилю лопаток. О недостатках такого сопла будет сказано ниже в разделе Сопловой аппарат;

2. Щелевой водомет. Собственно, самого спрямляющего аппарата в такой схеме нет. Функцию спрямления струи выполняет сжатое в прямоугольник сопло.

Авторство этого типа водометного движителя принадлежит ЦНИИ им. Акад. А.Н.Крылова. Разрабатывалось это щелевое сопла для водометов большой мощности, для водоизмещающих судов с частично напорным водозаборником. Для глиссирующих судов этот тип ВД не эффективен. Пропульсивный КПД такого движителя не более 0,46, тогда как у традиционных ВД не менее 0,6, а у лучших образцов до 0,65. Такая разница в КПД дает потерю скорости катера более 40%.

### **1.5. Сопловой аппарат**

Сопловой аппарат (или просто сопло) – элемент гидродинамической части водометного движителя, формирующий струю, которая выходя из сопла обеспечивает реактивную тягу.

Задача соплового аппарата произвести поджатие воды на выходе из водомета. Уменьшение в сопле проходного сечения преобразует давление воды в ее скорость. Наибольшая эффективность сопла достигается его точной, правильной профилировкой. Уменьшая или увеличивая поджатие сопла, можно менять характеристики водометного движителя.

Виды сопловых аппаратов:

- В сопле размещен спрямляющий аппарат. Это значительно экономит осевой размер водомета, но требует очень дорогостоящего производства;

- Сопло с лопаточными поджатием. В этом случае, так же спрямляющий аппарат расположен в сопле, но само сопло не имеет поджатия, эту функцию выполняют клиновые лопатки спрямляющего аппарата. Из недостатков конструктивных и практических: трудность организации реверсивно-рулевого устройства. Диаметр струи равен диаметру импеллера, соответственно увеличиваются и размеры реверсивного

устройства. Струя на выходе из такого сопла рваная и неравномерная, единственный вариант рулевого устройства – рули в потоке – не самый лучший вариант;

- Щелевое сопло. В таком сопле, в угоду технологичности (можно все сделать из листового металла) и стремлению к уменьшению габаритов, некоторые изготовители водометов существенно пренебрегают эксплуатационными и техническими параметрами водометных движителей. Как было сказано выше, пропульсивный КПД такого движителя не более 0,46, что ведет к недобору скорости и перерасходу топлива. Как и для сопла с лопаточным поджатием, на водомете с щелевым соплом не возможно организовать эффективное реверсивно-рулевое устройство. Этот тип водометного движителя предложен в ЦНИИ им. Акад. А.Н.Крылова и разрабатывался специально для водометов большой мощности, с частично напорным водозаборником.

### **1.6. Реверсивно-рулевое устройство (РРУ)**

РРУ обеспечивает поворот судна, а при перекрытии потока из сопла, струя воды поворачивается обратно, что дает судну задний ход.

Задачи реверсивно-рулевого устройства:

Максимально эффективно, без значительных усилий управлять судном на всех режимах переднего хода

Наибольшее количество патентов, касающихся водометных движителей, относится именно к РРУ. Практически все ведущие фирмы, производителей водометной техники имеют свои, отличающиеся от других производителей, схемы РРУ.

Существует, так называемое полноповоротное сопло, устройство, которое не воздействует на сформированную в сопле струю, поворачивая ее, а само поворачивается вместе со струей. То есть такое сопло по праву может называться устройством управления вектором тяги водометного движителя. Эффективность такого поворотного сопла чрезвычайно высока. На

водометах на малом ходу для улучшения управляемости необходимы «подгазовки», а при использовании полноповоротного сопла, такая необходимость отпадает, судно одинаково эффективно управляется как на полном, так и на малом ходу. Конечно, конструкция такого рулевого устройства более сложная, чем у поворотной насадки.

В качестве рулевого устройства иногда используют рули в потоке. Такие устройства имеют целый ряд недостатков таких как: худшая управляемость, нагруженность конструкции, потери эффективности до 5 % кпд двигателя, повышенные усилия на штурвальном устройстве.

Известны схемы РРУ, когда рули в потоке при повороте на 90 градусов перекрывают весь поток струи водомета и вода начинает поступать в реверсивную камеру для обеспечения заднего хода, и при осуществлении реверса управляемость судном отсутствует.

### **1.7. Привод реверсивно-рулевого устройства (РРУ)**

Существует великое множество приводов РРУ водометных двигателей. Как правило каждая модель водомета любой фирмы имеет свой привод РРУ.

Для водометов большой мощности (более 250-300 л.с.), как правило, применяются приводы, использующие гидравлические исполнительные механизмы. Такие приводы достаточно дороги, так как требуют насосных станций, трубопроводов, исполнительных механизмов.

Если исполнительные гидроцилиндры привода РРУ вынесены за борт судна, нужно быть готовым к тому, что он потребует очень внимательного отношения при эксплуатации. Совершенно не допустимо, чтобы исполнительные гидроцилиндры находились под водой.

Для водометов малой мощности (до 150 л.с.), как правило приводы исключительно механические, так как нагрузки на элементы привода незначительны.

Подшипниковые узлы и дейдвудные уплотнения

Многие производители существенно экономят на стоимости производства водометной техники и устанавливают опорные подшипники скольжения и дейдвудные уплотнения – сальниковые набивки.

Применение подшипника скольжения в водометном двигателе с технической точки зрения абсолютно не оправдано. Одним из главных параметров водометного двигателя является величина зазора между импеллером и обечайкой. При значительном увеличении этого зазора КПД двигателя может существенно упасть.

Подшипник скольжения из-за своих свойств не может обеспечить постоянный зазор. Импеллер начинает задевать за обечайку, изнашиваться и в конечном счете зазор увеличивается. Некоторые производители для уменьшения этого эффекта используют коническую обечайку и рабочее колесо, требующее в процессе эксплуатации регулировки в осевом направлении.

При использовании подшипников качения таких проблем не существует. Безусловно, подшипниковые узлы должны быть надежно защищены от попадания в них воды. Эту функцию выполняет, в том числе, дейдвудное уплотнение.

Идеальным типом дейдвудного уплотнения является торцевое уплотнение. Такое уплотнение требует обязательного использования шарикоподшипниковых опор вала водомета. Торцевое уплотнение при эксплуатации неприхотливо, не требует обслуживания и единственное чего «не любит» - работы без воды.

Водомет подвержен забиванию водорослями, которые, наматываясь на вал с импеллером, могут его заклинить. В случае заклинивания водомета, для предотвращения поломки стационарного двигателя, на валу предусмотрена срезаемая шпонка. Очистить от водорослей можно, открыв смотровой лючок и убрав их. Смотровой лючок находится в своеобразном «колодце», края которого подняты выше ватерлинии, что позволяет иметь доступ к водоводу

на плаву. От попадания в водомет крупных камней предохраняет решетка во впускном отверстии.

## Глава 2. ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ КОРАБЛЕМ С ВОДОМЕТНЫМИ ДВИЖИТЕЛЯМИ

Водометным движителем называется размещенный внутри корпуса корабля движительный комплекс, состоящий из водопроточных труб или каналов и насосов различного типа, которые засасывают воду через приемные отверстия в днищевой части корабля и выбрасывают ее с повышенной скоростью в виде струи через отливной трубопровод. Движущая сила — реакция струи, действующая в направлении движения, полностью или частично приложена к неактивным поверхностям (стенкам водоотливного патрубка), в то время как у других типов движителей (винты, крыльчатые движители) эта сила развивается главным образом на рабочих лопастях.

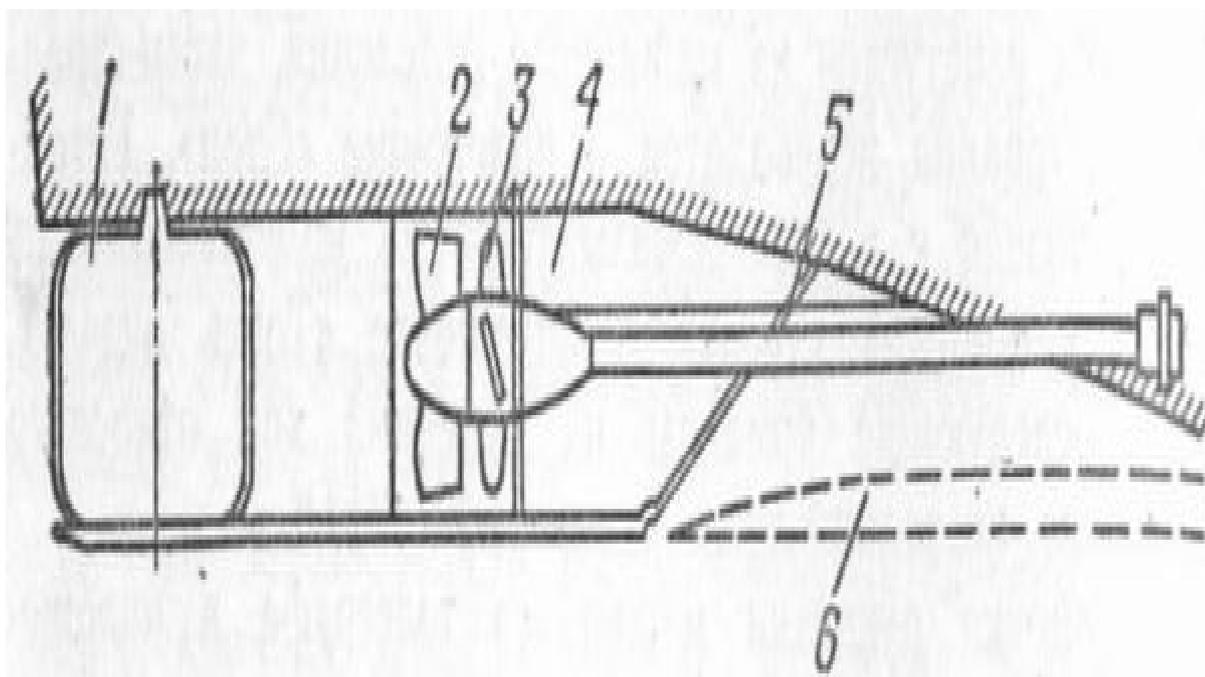


Рис.2 Схема водометного движителя

Конструктивно водометный движительный комплекс состоит из следующих элементов (рис.2): рабочего колеса 3 (преимущественно гребной винт), водопроточного канала 4, выпрямляющего водяную струю аппарата 2 (контрпропеллер) и реверсивно-рулевого устройства 1. Водозаборник 6

обычно находится в днищевой части корабля, вследствие чего исключается влияние свободной поверхности на работу движителя. Водометная труба, закрытая решеткой 5, вместе с контрпропеллером располагается внутри корпуса корабля, который полностью защищает движитель от ударов о грунт или плавающие предметы. Характерной особенностью водометных движителей является отсутствие движущихся частей снаружи корпуса, что позволяет кораблю плавать на мелководных и засоренных водных акваториях. Для уменьшения потерь мощности двигателя на закручивание струи служит контрпропеллер, эффективность действия которого обуславливается тем, что водометный движитель работает в трубе с практически постоянной нагрузкой при всех режимах движения корабля.

В зависимости от места выброса водяной струи водометные движители подразделяются на движители с подводным, полуподводным и атмосферным выбросом. В настоящее время на кораблях устанавливают движители с подводным или полуподводным выбросом струи, так как у движителей с атмосферным выбросом струи часть мощности двигателя затрачивается на подъем воды выше ватерлинии. Для увеличения скорости на корабле устанавливают двухступенчатые и более движители. Каждая ступень их представляет собой винт с контрпропеллером, установленным на валу одного двигателя. Скорости кораблей с водометными движителями в настоящее время могут достигать 60 - 80 уз.

## 2.1 Винто-рулевые колонки



Рис.3. Традиционное расположение главной гребной установки:

1 – руль, 2 - гребной винт, 3 - валопровод, 4 - главный двигатель.

Винто-рулевые колонки (ВРК) объединяют в себе пропульсивную (гребную) установку и рулевое устройство.

Принцип действия заключается в следующем. Приводной вал 9 получает вращательное движение постоянной частоты и одного направления от главного двигателя (на рисунке не показан) через соединительный вал 27. Коническая шестерня 11 приводного вала передает вращение зубчатому колесу 16, которое насажено на гребной вал 18. Он жестко соединен с корпусом 20 гребного винта 21. Регулирование шага винта осуществляется с помощью гидравлического механизма изменения шага (МИШ) 19.

Этот механизм и его гидравлическая система имеют традиционную конструкцию. Они применяются кроме ВРК в подруливающих устройствах. Гидравлическая система на рис.3. Там же рассмотрен принцип их действия.

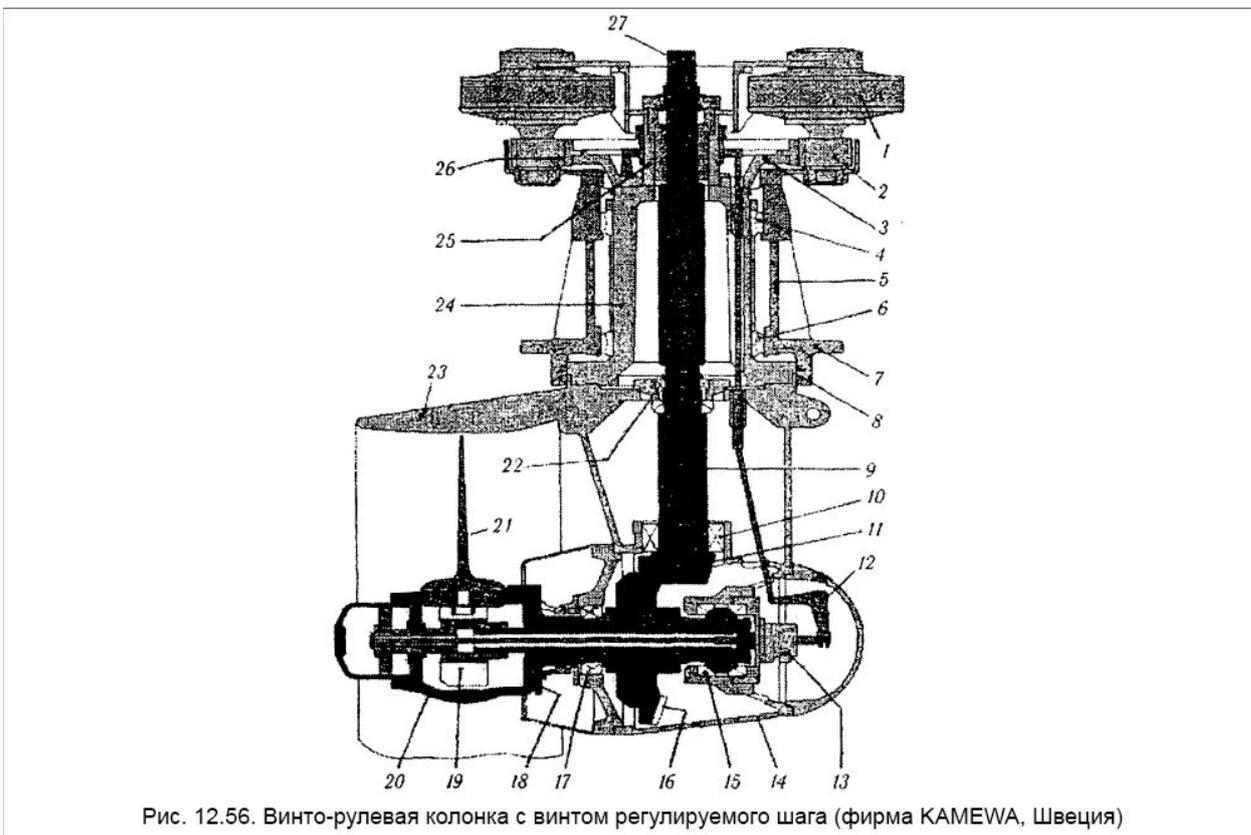


Рис.4. Винто-рулевая колонка с винтом регулируемого шага (фирма KAMEWA, Швеция):

1 - гидромотор; 2 - шестерня гидромотора, 3 - корпус зубчатого колеса, 4 - подшипник, 5 - внешний корпус ВРК, 6 - подшипник, 7 - фланец корпуса, 8-уплотнение, 9- приводной вал, 10 - подшипник, 11 - шестерня, 12-рычаг обратной связи, 13 - гидравлическая распределительная коробка, 14- корпус редуктора, 15 - подшипник, 16 - главная шестерня, 17 - подшипник, 18 - гребной вал, 19 - механизм изменения шага, 20 - корпус, 21 - поворотная лопасть, 22 - подшипник, 23 - поворотная насадка, 24 - поворотная труба (баллер), 25 - золотниковое устройство, 26 - зубчатое колесо, 27 - соединительный вал.

Механическая обратная связь 12 и золотниковое устройство 25 обеспечивают следящий принцип работы МИШ и его гидросистемы, т. е. однозначное соответствие фактического угла поворота лопастей 21 и его заданного значения (на мостике). Корпус 20 МИШ и корпус редуктора 14 герметизируются уплотнениями во избежание попадания забортной воды.

Вторая функция ВРК- поворот насадки 23, в которой расположен ВРШ. Это осуществляется следующим образом.

Гидромоторы 1 вращают с помощью своих шестерен 2 зубчатое колесо (3 + 26). Оно соединено с поворотной трубой 24, которая выполняет роль баллера. Труба 24 расположена в подшипниках 4 и 6 внутри неподвижного корпуса 5 и жестко соединена с поворотной насадкой 23. Уплотнения 8 предотвращают попадание забортной воды внутрь ВРК. Корпус 5 закрепляется на палубе фланцем 7.

Вращение гидромоторов 1 обеспечивается специальной гидросистемой, включающей кроме гидромоторов насос регулируемой подачи и золотники с дистанционным управлением.

Для дистанционного управления ВРК используется специальная электрогидравлическая система.

ВРК этой фирмы широко используются на передвижных буровых платформах, буксирах, крановых судах большой грузоподъемности, вспомогательных и спасательных судах. Например, буровые платформы оборудуются четырьмя ВРК мощностью 2400 кВт каждая. На спасательном судне устанавливаются три ВРК мощностью 2200 кВт каждая и три подруливающих устройства мощностью по 1325 кВт.

Применение винтов фиксированного шага, как альтернативы ВРШ, требует регулирования частоты его вращения для изменения скорости судна. Это обеспечивается дополнительным специальным устройством - гидравлической фрикционной муфтой.

3 и 4 - винты противоположного вращения, 5 - корпус ВРК.

## **2.2. Судовая система ВРШ**

На судне установлена система винта регулируемого шага (ВРШ) (проект 394) с гидравлическим приводом, включающая:

- винт с поворотными лопастями (ВПЛ). Основные детали ВПЛ— лопасти, цилиндрическая ступица, обтекатель. В ступице имеется три окна, в которых смонтированы узлы комлевой заделки лопастей. Каждая лопасть крепится шестью болтами. Узел комлевой заделки лопасти уплотняется

манжетами. Поворот лопастей осуществляется за счёт преобразования поступательного движения ползуна и кулисного механизма. ВПЛ крепится к гребному валу девятью шпильками и штифтами. В кормовой части ступицы крепится обтекатель;

- гребной пустотелый вал с маслбуксой для смазки ВПЛ и штанги для передачи поступательного движения от поршня МИШ к ползуну ВПЛ. С кормового конца штанги имеется отверстие с резьбой, в которое вворачивается стяжной болт ползуна ВПЛ. С носового конца - фланец для соединения с фланцем штанги МИШ при помощи болтов;

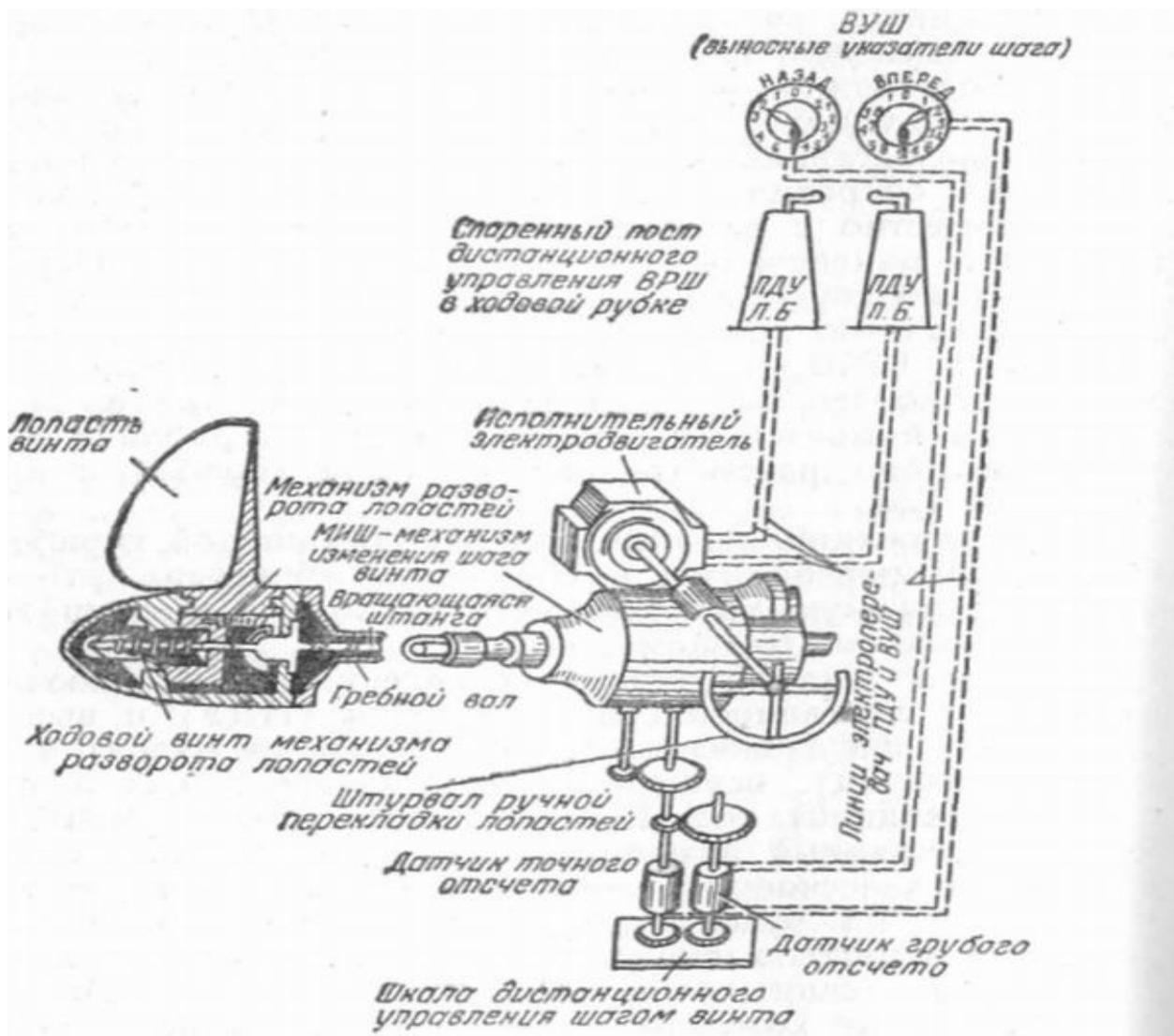


Рис.5

- механизм изменения шага винта (МИШ) - силовой гидравлический агрегат, встроенный в линию валопровода для создания усилия, необходимого для поворота лопастей, удерживания их в заданном положении и осуществления обратной связи. Состоит из вала МИШ, цилиндра, стенки кормовой, поршня, диска обратной связи и фиксаторов шага;

- маслобукса служит для подачи масла в радиальные сверления вала МИШ через гидравлические замки. Состоит из двух половин надетых на вал и стянутых болтами. Внутренние поверхности залиты баббитом. В средней части имеется проточка для гребня на валу МИШ, предохраняющая маслобуксу от осевого смещения;

- дистанционное управление состоит из трёх мостов МО, носовая, кормовая рулевые рубки. Пост состоит из тумбы с рукояткой "О " "Вперёд " "Назад ". Рукоятка имеет самовозврат на "О ". Так же на каждом посту имеется указатель разворота лопастей;

- гидравлическая система состоит из основной и аварийной, системы смазки ВПЛ и системы охлаждения. Основная гидросистема служит для подвода масла к гидроцилиндру МИШ и отводу обратно. Состоит из масляной системы гидравлики, цистерны сбора утечек, двух гидравлических насосов напором 3,0 МПа (30 кг см), двух пар сдвоенных фильтров, реверсивного золотника, насоса откачки из цистерны утечек. Смазка ВПЛ состоит из напорного маслобочка, расположенного выше оси валолинии на 10м, ёмкости сбора утечек, насоса откачки утечек. Для аварийной перекидки лопастей предусмотрены два ручных насоса и специальные упорные болты, фиксирующие поршень МИШ в гидроцилиндре.

### Глава 3. ПРОЕКТ: 1741 А

Тип: Буксир-толкач для сибирского и дальневосточного регионов

Название серии: РТ-600 (речной толкач 600 л. с.)

Год постройки первого судна серии: 1972

Судостроительное предприятие: Тюменский СЗ (Россия, Тюмень) - (пр. 1741), Сретенский СЗ (Россия, Забайкальский край, поселок Кокуй) - (пр. 1741 А)

Класс речного регистра: О (пр. 1741), О (лед) (пр. 1741 А)

Характеристики (по умолчанию даны справочные данные по проекту, могут изменяться в зависимости от проведенной модернизации конкретного судна)

Длина, м: 33.0

Ширина, м: 8.3

Высота борта, м: 2.7

Высота габаритная от ОП, м: 7.5

Осадка, м: 1.5

Дедвейт, т: 66

Мощность, л. с.: 745

Скорость, км/ч: 19.7

История серии:

Суда типа «РТ 600» модификация серии судов типа «РТ 300» для Сибири и Дальнего Востока. Суда оборудованы автосцепным устройством типа УДР-50. Проект 1741А - модификация, имеющая ледовое усиление корпуса и отличающаяся остеклением рубки. 2 гребных винта в поворотных насадках с отдельным управлением

### 3.1. Рулевое устройство

Насадки поворотные со стабилизаторами:

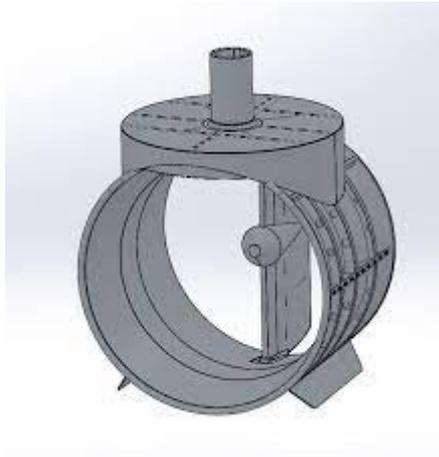


Рис.6

Количество: 2

Длина насадки (м): 1,376

Длина стабилизатора (м): 0.7

Длина: 1,16

Рулевая машина: P0,7

Количество: 2

Крутящий момент при перекладке насадок на угол  $\pm 35^\circ$ : 2,5

Электродвигатель: АОМО-01-2

Мощность, кВт: 2,2

Частота вращения, об/мин: 1420

### 3.2. Валопровод

Валопровод служит для передачи мощности от коленчатого вала главного двигателя к гребному винту. Валопровод состоит из упорного, промежуточных и гребных валов. Валы изготавливают из углеродистой стали, а для небольших судов - из легированной стали.

Число валовых линий в валопроводе: 2

Число валов в линии: 1

Диаметр гребного вала

В шейках: 135мм

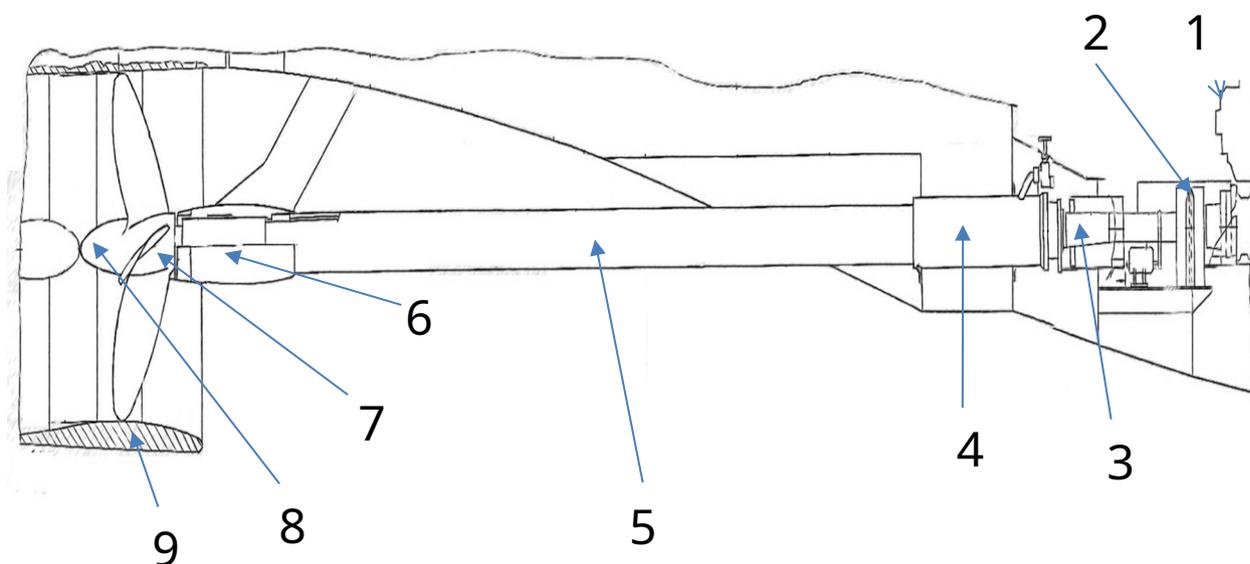
По облицовкам: 160мм

Материал гребного вала – сталь 35 ГОСТ 1050-74

Количество подшипников на валовой линии: 2 шт

(опорные резинометаллические подшипники гребного вала)

Направление вращения гребных валов: на переднем ходу правый по часовой стрелке левый против часовой стрелки.



1.Двигатель; 2.Соединительная муфта; 3.Редуктор; 4.Дейдвудная втулка; 5.Вал;  
6.Дейдвудная втулка кормовая; 7.Винт; 8.Гайка обтекатель; 9.Рулевая насадка.

### 3.3 Рулевая машина

К важнейшим вспомогательным механизмам любого судна относится рулевая машина, входящая в комплекс узлов, механизмов и агрегатов, составляющих рулевое устройство катера или корабля.

Судовая рулевая машина выполняет функцию обеспечения управляемости корабля, придерживание судном заданного курса, эффективное маневрирование.

Гидравлические рулевые машины судовые находят применение на новых судах, так как способны обеспечить более высокие крутящие моменты, плавное изменение скорости, бесшумность, защиту от перегрузок. Также они отличаются компактностью, небольшой массой и высоким КПД. Электрические (электромеханические) варианты считаются устаревшими, маломощными, с невысоким КПД, однако ими все еще могут комплектоваться небольшие речные и смешанного плавания суда. Такие машины более дешевы, но более капризны.

В состав корабельного рулевого устройства входят:

- руль (перо руля, штурвал или направляющая поворотная насадка руля), представляющий собой сам рабочий орган, к которому прилагается воздействие управляющего;
- баллер – элемент, служащий для соединения руля с рулевым приводом;
- рулевой привод – механизм для передачи усилия от рулевой машины к рулю;
- судовая рулевая машина – механизм, обеспечивающий усилие, необходимое для поворота баллера, а затем и руля на заданный угол для удержания требуемого курса или совершения маневра;
- привод – узел, связывающий пост управления с рулевой машиной посредством гидравлической или механической передачи;
- двигатель рулевого привода – может быть паровым (на современных судах не устанавливается) и электрическим.

## **Глава 4. ОСОБЕННОСТИ УПРАВЛЕНИЯ СУДНОМ С ДВУМЯ ВИНТАМИ**

Суда с двумя винтами – буксиры, ледоколы, буксировщики, пассажирские и т.д. Количество винтов зависит от конструктивного типа, назначения, района плавания, обеспечения безопасности плавания, живучести и маневренности судна, экономичности эксплуатации.

Двухвинтовые суда по сравнению с одновинтовыми имеют следующие преимущества:

- при поломке или ремонте и профилактике одного движителя судно продолжает следовать по назначению, управляясь рулем и вторым движителем;
- при поломке рулевого устройства временно при хорошей погоде можно управляться с помощью гребных винтов;
- судно лучше маневрирует в стесненных условиях (реки, каналы, акватории порта и т.д.);
- хорошо управляется на заднем ходу.

Недостатки:

- гребные винты меньше оказывают влияние на перо руля, так как винты вращаются наружу, то винтовая струя воды действует на перо руля слабее;
- расположение винтов в стороне от ДП судна увеличивает вероятность их повреждения при плаваниях в узкостях и при швартовых операциях;
- уменьшение общего к.п.д. СЭУ.

Гребные винты двухвинтовых судов обычно располагаются симметрично диаметральной плоскости, а сторона их вращения одноименна с бортом. Из-за разной стороны вращения боковые силы С, СВ.О, D при

одновременной работе винтов компенсируются, ввиду чего диаметры циркуляции двухвинтового судна вправо и влево одинаковы. По этой же причине двухвинтовое судно на заднем ходу слушается руля так же, как и на переднем. Уменьшение диаметра циркуляции достигается изменением частоты вращения винтов, а при работе винтов враздрай судно может разворачиваться на месте.

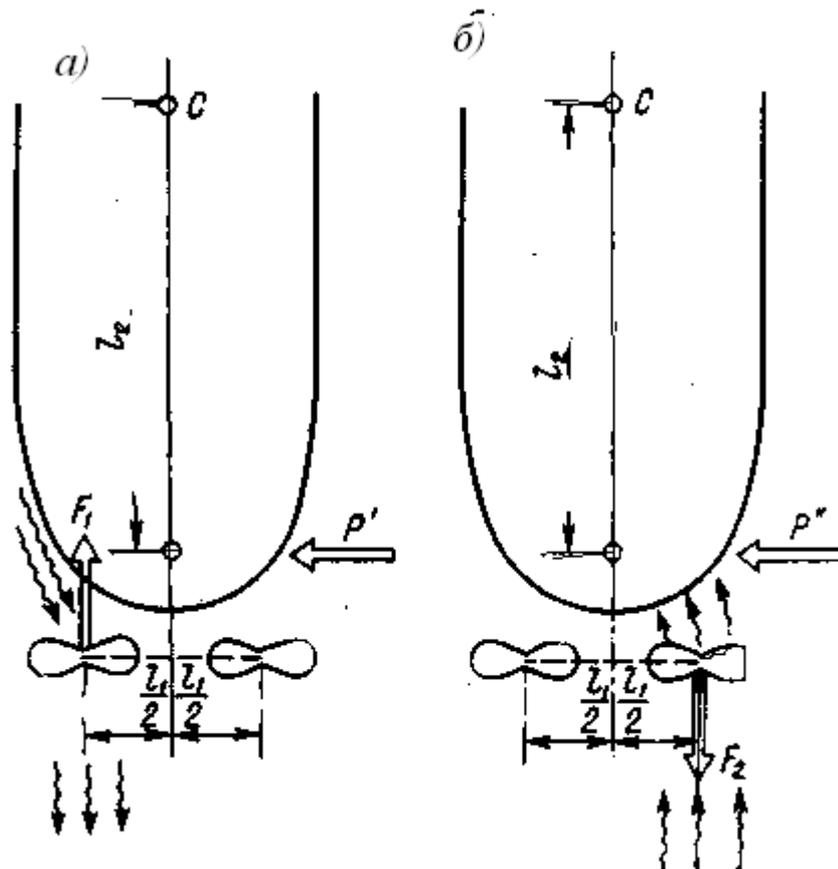


Рис.6 Действие сил при работе машин двухвинтового судна.

а) левый винт работает вперед; б) правый винт работает назад.

С точки зрения управляемости двухвинтовое судно с рулем, установленным в диаметральной плоскости, имеет один недостаток — слабое влияние струи винтовой отработки на перо руля. Поэтому на малых скоростях судна, когда эффективность руля низкая, основным способом управления является маневр машинами.

Разворачивающий момент двухвинтового судна создается как за счет плеч упоров винтов  $F$  (рис. 1), так и за счет взаимодействия винта с

корпусом. Взаимодействие винта с корпусом состоит в том, что работающий со стороны одного борта на передний ход винт ускоряет поток, обтекающий кормовые обводы, и давление на раковину падает. Возникшая за счет разницы давлений сила  $P'$  уклоняет корму в сторону работающего винта. При работе винта на задний ход корма будет уклоняться в противоположную сторону под влиянием натекающего на раковину всасываемого винтом потока (сила  $P''$ ). Если винты работают враздрай, то на кормовые обводы будет действовать суммарная сила  $P=P'+P''$ . Таким образом, разворачивающий момент, действующий на судно, составит: (1) или (2). Действие сил при развороте судна на месте: судно не имеет поступательного движения вперед. Частота вращения винтов, работающих враздрай, подобрана так, чтобы упоры винтов были одинаковы ( $F_1=F_2$ ). Примерное равенство упоров имеет место, когда машине, работающей вперед, дают ход на одну ступень меньше, чем машине, работающей назад. С учетом равенства упоров разворачивающий момент  $M=F_1l_1+F_2l_2$ . Действие момента  $F_1l_1$  не изменится, если пару сил  $+F$  и  $-F$  развернуть на  $90^\circ$ . Тогда поворот судна можно считать происходящим под влиянием равнодействующей  $Q$  сил  $+F$ ,  $-F$ ,  $P$ .

Равнодействующая  $Q$  равна силе  $P$ , а точка ее приложения зависит от соотношения сил  $+F$  и  $P$ . Соотношение сил нам неизвестно. Однако точка приложения равнодействующей находится в районе кормовой оконечности судна. Таким образом, разворот судна при работе винтов враздрай аналогичен развороту с помощью подруливающего устройства, расположенного в корме, а центр вращения находится впереди мидель-шпангоута на расстоянии  $0,12—0,18L$  от него. Если теперь увеличить или уменьшить частоту вращения одного из винтов, то судно получит дополнительное поступательное движение и начнет описывать циркуляцию с малым радиусом и полюсом поворота, примерно совпадающим с центром вращения. При развороте на месте с помощью работы машины враздрай руль должен оставаться в диаметральной плоскости, чтобы исключить влияние

всасываемой струи (сила  $B$ ), которая в данном случае противодействует повороту.

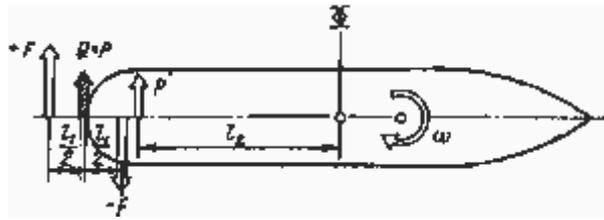


Рис.2 Действие сил и положение точки вращения при развороте двухвинтового судна на месте.

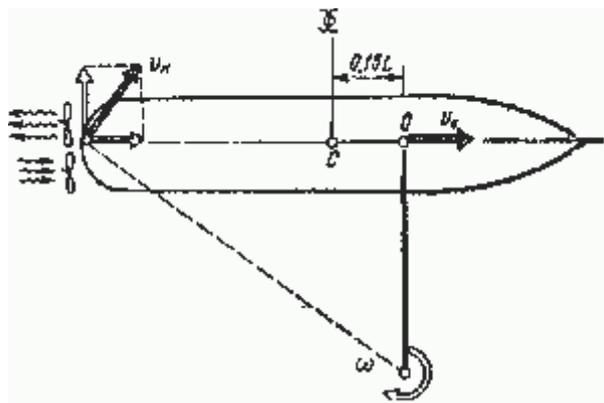


Рис. 3 Положение точки вращения двухвинтового судна, имеющего поступательное движение при работе винтов враздрай.

## Глава 5. ОХРАНА ТРУДА

Организация и проведение ремонтных работ на судах в период эксплуатации должна производиться в соответствии с требованиями Правил, инструкций заводов - изготовителей оборудования.

При привлечении к ремонтным работам на судне подрядных организаций заказчик и исполнитель работ обязаны сотрудничать в вопросах обеспечения охраны труда как работников подрядных организаций, так и членов судовой команды, находящейся во время ремонта на борту судна.

При заводском ремонте, если судно приказом работодателя (судовладельца) не выведено из эксплуатации, капитан судна обязан обеспечить безопасность переходов по трапам и проходам, ограждение открытых люков и перекрытие проходов у этих люков, вывешивание знаков безопасности.

Члены экипажа судна, занятые на ремонте и техническом обслуживании, должны быть обеспечены исправным инструментом и приспособлениями, соответствующими характеру выполняемых работ. Неисправные инструменты и приспособления должны быть немедленно изъяты из употребления.

Для снятия агрегатов и деталей массой более 16 кг следует применять грузоподъемные устройства (тельферы, тали), съемники.

Перед началом ремонтных работ капитан судна или механик (в зависимости от характера работ), или лицо командного состава, назначенное ответственным за проведение работ, обязаны:

1. проинструктировать членов экипажа судна, назначенных для выполнения работ, о технологии производства работ, о безопасных методах их выполнения с записью в соответствующем журнале инструктажей;

2. обеспечить соблюдение и выполнение ими требований Правил и инструкций по охране труда.

Помещения судов, в которых производятся ремонтные работы, и рабочие места должны быть освещены в соответствии с действующими нормами искусственного освещения на судах.

В опасных местах при производстве ремонтных работ должны быть вывешены предупредительные знаки безопасности, открытые люки и проемы должны иметь надежное ограждение.

Не допускается хранение на месте работ легковоспламеняющихся жидкостей и материалов. Запас керосина, масла, необходимый для промывки и смазки деталей, должен храниться не более дневной (сменной) нормы в прочных железных бидонах в специально предусмотренных для этих целей помещениях.

При проведении аварийных ремонтных работ, связанных с опасностью для судна и его экипажа, допускаются отступления от правил безопасности с разрешения капитана судна при условии принятия всех возможных мер предосторожности. Для этого следует убедиться в прочности и надежности применяемых для этой цели средств, обеспечивающих безопасность работающих.

Если работы должны производиться на высоте или за бортом судна, необходимо закрепить индивидуальный канат работающего через предохранительный пояс, а одного-двух помощников, страхующих его действия, прикрепить канатом за прочные судовые конструкции, при этом работающий должен быть в спасательном рабочем жилете (в случае опасности падения в воду).

## Глава 6. ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ

Самоходные суда должны быть оборудованы рулевым устройством, обеспечивающим маневренность, удовлетворяющую требованиям пункта 132 настоящего технического регламента. Несамходные суда, предназначенные для буксировки на канате, вместо рулевого устройства в отдельных случаях могут быть оборудованы неподвижными стабилизаторами. На стоечных и несамходных судах, предназначенных для вождения методом толкания, стабилизаторы допускается не устанавливать.

Конструкция рулевого устройства с приводом от источника энергии должна исключать возможность самопроизвольной перекладки руля.

Рулевое устройство в целом должно быть спроектировано таким образом, чтобы его исправность обеспечивалась при статических дифференте 5 градусов и крене 15 градусов, а также при температуре окружающей среды от минус 20 градусов Цельсия до плюс 40 градусов Цельсия.

Составные элементы рулевого устройства должны иметь такую конструкцию и прочность, чтобы они без риска причинения вреда выдерживали нагрузки, которые могут возникнуть в спецификационных условиях эксплуатации. Внешнее воздействие на руль не должно создавать препятствий для функционирования рулевой машины и ее привода.

Рулевое устройство судна должно иметь 2 привода: основной и запасной. В случае повреждения или неисправности основного привода должен вводиться в действие запасной рулевой привод.

Запасной привод не требуется на судах с несколькими рулями или насадками, приводимыми в действие отдельно управляемыми машинами.

Основной и запасной рулевые приводы должны быть устроены так, чтобы повреждение одного из них не выводило из строя другой. Допускается при этом иметь общие детали передачи момента на баллер (румпель, сектор,

цилиндровый блок). Если запасной привод не вводится в действие автоматически, то должна обеспечиваться возможность немедленного и простого включения его рулевым при помощи одной операции.

Как основной, так и запасной рулевые приводы могут быть ручными или приводиться в действие от источников энергии.

Если оба привода рулевого устройства приводятся в действие от источников энергии, должно быть предусмотрено их питание от 2 независимых друг от друга источников энергии.

Рулевые машины должны быть защищены от перегрузки приспособлением, ограничивающим значение крутящего момента, передаваемого приводом.

В случае если приводы рулевого устройства являются электрическими, к цепи питания приводов рулевых устройств не должно подключаться никакое другое из используемых на судне технических средств.

Должна исключаться возможность обратного движения штурвала ручного привода вследствие гидравлического воздействия воды на перо руля (рулевой орган).

Положение руля должно быть четко обозначено на посту управления судном в рулевой рубке. Если индикатор положения руля является электрическим, то он должен иметь отдельную цепь питания.

Рулевая рубка должна быть оборудована таким образом, чтобы судоводитель мог непрерывно и без излишних движений выполнять свои функции.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В процессе написания дипломной работы мной была изучена общая характеристика движительно-рулевого комплекса, а именно, что (ДРК) содержит совокупность взаимодействующих с корпусом: гребного винта и руля, связанных с центральным постом управления.

Водометный движитель, у которого сила, движущая судно, создается выталкиваемой из него струей воды. По сути это водяной насос работающий под водой.

Импеллер-это лопаточная машина заключенная в кольцо, снижает потери мощности и шумность.

Водовод-это профилированная труба, в которой водяной поток ускоряется лопастным механизмом, либо энергией сгорания топлива или давлением сжатого газа.

Спрямяющий аппарат-создает на пути движения воды определенное сопротивление. Что бы уменьшить сопротивление, профиль лопаток должен быть правильного гидродинамического профиля.

Сопловой аппарат-элемент части водометного движителя, формирующий струю, которая выходя из сопла обеспечивает реактивную тягу.

РРУ-обеспечивает поворот судна, а в перекрытии потока из сопла струя воды поворачивается обратно, что дает суду задний ход.

Привод РРУ-для водометов малой мощности как правило используют механические приводы.

Особенности управления кораблем с водометными движителями- Для уменьшения потерь мощности двигателя на закручивание струи служит контрпропеллер, эффективность действия которого обуславливается тем, что водометный движитель работает в трубе с практически постоянной нагрузкой при всех режимах движения корабля.

Винто-рулевые колонки- объединяет в себе пропульсивную(гребную) установку и рулевое устройство.

Судовая система ВРШ-включает в себя: винт с поворотными лопастями гребной пустотелый вал, механизм изменения шага винта, маслобукса.

Рассмотрена характеристика теплохода проекта 1741А- модификация, имеющая ледовое усиление корпуса и большими средствами автоматики.

Рулевое устройство- насадки поворотные со стабилизаторами.

Валопровод- служит для передачи мощности от коленчатого вала главного двигателя, к гребному винту.

Рулевая машина- выполняет функцию обеспечения управляемости корабля.

Особенности управления судном с двумя винтами- судно лучше маневрирует в стесненных условиях реки, каналов, акватории порта.

Охрана труда- организация и проведение ремонтных работ на судах в период эксплуатации должна производиться в соответствии с требованиями правил, инструкций заводов - изготовителей оборудования.

Технический регламент- конструкция рулевого устройства с приводом от источника энергии должна исключать возможность самопроизвольной перекладки руля.

Надежная работа зависит от правильной эксплуатации на судне, соблюдения регламента и Систем Управления Безопасности (СУБ).

Нарушение функционирования хотя бы одной из систем может привести к необратимым последствиям и последующему дорогостоящему ремонту ДВС.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### **Нормативные материалы:**

1. Федеральный закон от 07.03.2001г. 24-ФЗ «Кодекс внутреннего водного транспорта РФ».
2. Техническая документация теплохода проекта 1741.
3. Письмо Министерства речного флота РСФСР от 21.10.1986г. 1-52-58-99 «Наставления по борьбе за живучесть судов МРФ РСФСР (НБЖС РФ-86)»
4. Судовое руководство по управлению безопасностью, 2013
5. Правила Российского речного регистра (с изменениями на 1 сентября 2016 года).
6. Правила по охране труда на судне морского и речного флота.
7. Охрана труда (нормативные документы 2009).

### **Книги:**

1. Колпаков Б.А., Мартынов А.А, Пичурин А.М. Оборудование судовых энергетических установок. Учебное пособие.- Новосибирск: НГАВТ, 2004. -112с.
2. Сизых В.А. Судовые энергетические установки. М: Транспорт, 1990. - 301с.
3. Сенков Г.И. Судовые энергетические установки, их эксплуатация и ремонт. Учебник.
4. Баранов В.В. Монтаж, техническое обслуживание и ремонт судовых энергетических установок. Учебник / Судостроение. 2011.