

Н.А.ЗАЙЦЕВ, А.И.МАСКАЛИК

отечественные суда



на подводных крыльях

У.О.

Издание 2-е, переработанное и дополненное

369525

УЧЕБНЫЙ ОТДЕЛ РАЙОННОГО КОМПЛЕКСНОГО ЦЕНТРА «СУДОСТРОЕНИЕ»

БИБЛИОТЕКА

ДЛЯ СЛУЖ. ПЕДАГОГОВ

РАЙОНА

<http://motorka.org>

В книге сфотографированы материалы по проектированию, постройке и эксплуатации отечественных судов на подводных крыльях, созданных коллективом конструкторов под руководством д-ра техн. наук Р. Б. Алексеева.

По сравнению с первым изданием книга коренным образом переработана за счет включения в нее новых, ранее не публиковавшихся материалов.

В книге описаны особенности проектирования разных судов на малополусогнутых подводных крыльях («Ракета», «Метеор», «Спутник»), желосоддающих судов с частично погруженными гребными винтами («Ракета-Мо», «Беларусь»), судов с водометными движителями («Чайка», «Беларусь-В», «Буревестник»), морских судов («Бонет», «Борис»), катера («Волга», «Чайка» и др.). Рассмотрены вопросы гидродинамики судов на подводных крыльях, а также их эксплуатационно-экономические показатели.

Книга предназначена для специалистов, работающих в области проектирования и постройки судов на подводных крыльях, а также может быть использована студентами высшей технической школы и учащимися техникумов.

От авторов

За время, прошедшее после выхода в свет первого издания книги, созданы новые оригинальные образцы отечественных судов на подводных крыльях, представляющие значительный интерес для судостроителей. Данные об этих судах включены во второе издание. Кроме того, при подготовке второго издания авторы, учитывая многочисленные пожелания читателей, включили в книгу материалы по гидромеханическим комплексам, устойчивости и движителям судов на подводных крыльях. Немало шире представлены также описания судов.

Н. А. Зайцев написал § 1, 2, 6, 7 главы II; § 9 главы III; главу IV; § 20, 21 главы V и главу VI. А. И. Маскалик написал главу I; § 3, 4, 5, 8, подразделы «Кавитация подводного крыла» и «Влияние желосодда на гидродинамические характеристики подводного крыла» § 1 и раздел «Рулевые устройства судов на подводных крыльях» § 2 главы II; § 10, 11, 12, 13, 14 главы III и § 18, 19 главы V. Заключение написал авторами совместно.

Авторы выражают благодарность Л. В. Андриашову, принявшему участие в подготовке материалов § 13 и 14 главы III; Р. Г. Фейдельману и Л. А. Комарову, принявшим участие в подготовке материалов по водометным движителям теплохода «Беларусь», газотурбохода «Буревестник» и § 8 главы II, а также Л. В. Колесникову за помощь в оформлении графического материала.

Отзывы о книге просим направлять в адрес издательства «Судостроение»: Ленинград, Д-65, ул. Гоголя, д. 8.

ОСНОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- b — ширина крыла.
 l — размах крыла.
 S — площадь крыла.
 $c = \frac{l^2}{S}$ — относительное удлинение крыла.
 t — толщина профиля крыла.
 $\delta = \frac{t}{c}$ — относительная толщина профиля крыла.
 χ — угол стреловидности крыла.
 χ_0 — угол обтекания V-образности крыла.
 χ_m — угол местной V-образности крыла.
 l_{mV} — размах части крыла с местной V-образностью.
 θ — скорость давления крыла относительно воды.
 α — угол атаки крыла.
 γ — подъемная сила крыла.
 X — сопротивление крыла.
 c_p — коэффициент подъемной силы крыла.
 c_x — коэффициент сопротивления крыла.
 l_{cp} — расстояние между носовым краем носового и кормового пол-
 водных крыльев.
 l_{cn} — расстояние от носовой кромки крыла до ЦТ судна.
 $k = \frac{c_x}{c_p}$ — гидродинамическое качество крыла.
 l_p — расстояние от носовой кромки крыла до крайней кормовой точки
 движущего режима.
 k — отношение от носовой кромки крыла до основной линии судна.
 p_s — атмосферное давление.
 D — основное волновое сопротивление судна.
 γ — удельный вес воды.

1 В тексте книги встречаются величины k и k_1 (в волновом сопротивлении сим-
 воле). Они обозначают принадлежность соответствующего к кормовому либо
 носовому крылу.

Глава I

КРАТКИЙ ОБЗОР РАЗВИТИЯ СУДОВ НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ

Значительные резервы в повышении скоростей судов по-
 явились при использовании новых принципов движения, в ча-
 стности, основанных на применении гидродинамических сил
 поддержания. Одним из таких принципов движения судов
 является глиссирование. Глиссирование представляет собой
 скольжение судна по поверхности воды, при котором вес судна
 уравновешивается в основном гидродинамическими силами.

По результатам произведенного Г. Е. Павленко анализа [8]
 можно определить некоторые границы, характеризующие раз-
 личные режимы движения в зависимости от безразмерного па-

раметра скорости

$$\frac{v}{\sqrt{\epsilon \sqrt{\frac{\delta}{\gamma}} \frac{D}{\gamma}}}$$

планинг при

$$\frac{v}{\sqrt{\epsilon \sqrt{\frac{\delta}{\gamma}} \frac{D}{\gamma}}} < 1;$$

переходный режим при

$$1 < \frac{v}{\sqrt{\epsilon \sqrt{\frac{\delta}{\gamma}} \frac{D}{\gamma}}} < 3;$$

глиссирование при

$$\frac{v}{\sqrt{\epsilon \sqrt{\frac{\delta}{\gamma}} \frac{D}{\gamma}}} > 3.$$

Глиссирование позволяет избежать наступления известного
 для водоконтактных судов волнового барьера и тем самым от-
 крыть возможности для повышения скоростей движения по
 воде. Однако оно не нашло широкого применения на водном

транспорте из-за крайне ограниченной мореходности судов, основанных на этом принципе движения.

Наиболее полно и эффективно используются гидродинамические силы в случае применения подводных крыльев в качестве несущей системы судна. С помощью возникающих на крыльях гидродинамических сил корпус судна поднимается над поверхностью воды, способствуя тем самым существенно уменьшению сопротивления движению судна и повышению его мореходности. Возможное сопротивление у такого судна практически отсутствует, а общее сопротивление значительно меньше сопротивления гребного судна.

Первая патентованная заявка на судно на подводных крыльях принадлежит русскому подводному Шарлю де Ланбергу, который в 1891 г. получил патент на это изобретение во Франции, а в 1894 г. в США. Он же впервые построил и испытал судно на подводных крыльях. Однако вплоть до 40-х годов текущего столетия суда на подводных крыльях не получили широкого распространения. Это объясняется многими причинами: малой изученностью вопросов гидродинамики подводного крыла, слабым развитием корпусно-и машиностроения и др. Одной из причин следует считать также трудность обеспечения удовлетворительной продольной и поперечной устойчивости в сочетании с высоким гидродинамическим качеством судов на подводных крыльях. Даже в 30-х годах, когда промышленностью были освоены прочные сплавы с малым удельным весом и легкие высокооборотные двигатели, а также решены некоторые задачи движения подводного крыла, вопросы создания судов на подводных крыльях оставались еще проблемными ввиду трудности получения достаточно пригодных для практических целей крыльевых устройств.

Началом эффективных исследований в области создания судов на подводных крыльях следует считать конец 30-х и начало 40-х годов текущего столетия, когда выделились два основных направления развития этих судов: отечественное, которое основывается на использовании малоопоружимых подводных крыльев, и зарубежное, базирующееся на применении V-образных крыльев. Оба эти направления развивались параллельно и теперь наиболее полно представлены отечественными судами, созданными ЦКБ по судам на подводных крыльях, и зарубежными судами фирмы «Супрамар».

В последние годы большое распространение, особенно в США, получили суда с глубоко погружаемыми автоматическими управляемыми крыльями. Это третье направление является, по мнению ряда специалистов [23], наиболее перспективным для высокоскоростных морских судов.

В зависимости от принципа обеспечения устойчивости движения и способа создания неизменной подъемной силы крыльев

при изменении скорости (регулирование или саморегулирование) все крыльевые схемы можно условно подразделить на три группы:

1. Схемы, обеспечивающие регулирование за счет изменения погруженной площади крыльев (рис. 1, а).

2. Схемы с регулированием, которое достигается принудительным изменением углов атаки несущих поверхностей или другими искусственными методами изменения подъемной силы (рис. 1, б).

3. Схемы, обеспечивающие регулирование за счет изменения подъемной силы крыльев при приближении или удалении их от свободной поверхности (рис. 1, в). Крылья, работающие при по-

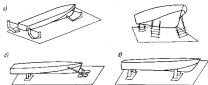


Рис. 1. Предлагаемые схемы подводных крыльев: а — первая группа; б — вторая группа; в — третья группа.

груженным крыла, меньших чем его хорда, получили название малоопоружимых.

Каждая группа крыльевых схем имеет свои преимущества, недостатки и область рационального применения.

Наиболее просто регулирование подъемной силой достигается для крыльев первой группы (V-образные и этажерочные подводные крылья). В то же время крыльевые схемы с V-образными и этажерочными подводными крыльями имеют ряд недостатков:

гидродинамическое качество этих крыльев сравнительно невелико, поскольку у V-образных крыльев появляется дополнительное сопротивление от пересечения крылом поверхности воды и наличия значительного градиента давления по размаху крыла, а у этажерочных крыльев — ввиду неблагоприятного взаимодействия крыльев в системе решетчат;

при обеспечении достаточной устойчивости судна размах таких крыльев оказывается значительным и, как правило, превышает габариты корпуса;

при пересечении V-образным крылом поверхности воды возникает прорыв атмосферного воздуха к засасывающей стенке крыла, приводящий к падению подъемной силы;

наконец, вид V-образной формы крыльев судна имеет большую осадку, что значительно затрудняет их применение в реальных условиях.

Для схем крыльев второй группы характерно использование средств автоматизации с целью стабилизации движения судна.

Главная трудность в осуществлении схем третьей группы заключается в обеспечении принципа саморегулирования.

В работах советских специалистов Н. Е. Кочина, М. В. Келдыша, М. А. Лаврентьева теоретически показана возможность снижения подъемной силы при приближении подводного крыла к поверхности воды [9], [14].

После тщательного анализа преимуществ и недостатков различных групп крыльевых схем специалисты ЦКБ по судам на подводных крыльях пошли по наиболее перспективному для речного флота пути создания судов с малопогруженными крыльями. Для решения основного запроса — обеспечения саморегулирования подъемной силы крыльев в зависимости от скорости — была проведена большая работа по исследованию гидродинамических характеристик малопогруженных подводных крыльев.

В 1941—1942 гг. впервые получены приближенные гидродинамические характеристики подводного крыла в зависимости от глубины его погружения и относительной скорости. На основании исследований была подтверждена гипотеза о реальности обеспечения достаточной устойчивости судна при помощи малопогруженного подводного крыла и определены оптимальные рабочие погружения такого крыла.

Многочисленные исследования, проведенные в бассейне и открытом водоеме на несамолетах и самолетах-моделях, дали положительные результаты. В 1943 г. на заводе «Красное Сормово» был разработан проект и осуществлена постройка верного катера на малопогруженных подводных крыльях (рис. 2). В крыльевой схеме этого катера заложены некоторые элементы саморегулирования подъемной силы подводного крыла в зависимости от скорости. При достижении определенной скорости угол атаки носового крыла увеличивался за счет поворота, а крыло, вследствие возрастания подъемной силы, начинало всплывать, выталкивая носовую часть корпуса катера из воды; дифференциал катер на корму; углы атаки носового и кормового крыльев при этом увеличивались и подводные крылья получали дополнительную подъемную силу. По мере выхода корпуса катера из воды подъемная сила снижалась вследствие уменьшения свободной поверхности воды и уменьшения дифферента, а также в результате искусственного изменения угла атаки. Таким образом, элемент саморегулирования в данном случае вы-

ражался в увеличении и уменьшении подъемной силы при выходе катера на крыло. Испытания прошли успешно, но одновременно показали, что искусственная регулировка углов атаки подводных крыльев наводило условия, усложняющие конструкцию судна и делающие осуществление такой регулировки требуется специальным подпитанием подпитателя. Поэтому необходимо было создать более простую и достаточно надежную схему крыльевого устройства с малопогруженными, жестко закрепленными на корпусе подводными крыльями.

В этот период были проведены также многочисленные эксперименты по обработке отдельных узлов крыльевого устройства, оказывающих влияние на гидродинамическое качество, устойчивость движения, маневренность и морозостойкость судна на под-



Рис. 2. Схема катера на малопогруженных подводных крыльях. 1943 г.

водных крыльях; созданы серии оптимальных профилей для малопогруженных подводных крыльев, серии оптимальных профилей для выступающих частей (стойки, пересечения поверхности воды, кромчатый гребень налов и т. д.), заложены оптимальные образования корпуса судна и т. д. Все это позволило к 1945 г. получить необходимые данные для разработки проекта катера на малопогруженных подводных крыльях с жестким креплением крыльев к корпусу при обеспечении продольной и поперечной устойчивости на всех режимах движения. В 1946 г. такой катер был построен (рис. 3). Носовое крыльевое устройство катера состояло из трех ступенчатых, а кормовое из двух ступенчатых крыльев. Саморегулирование подъемной силы крыльев при различных скоростях достигалось в результате:

изменения углов атаки при дифферентовке катера; выхода отдельных крыльев из воды; изменения свободной поверхности воды на гидродинамические характеристики подводных крыльев.

Ступенчатое расположение крыльев в схеме данного катера обеспечивает остойчивость в переходном режиме — при выходе катера из воды. В водонизсающем состоянии (на плаву) остойчивость судна достигается гидростатическими силами корпуса; при ходе судна на подводных крыльях — гидродинамическими силами крыльев. Переходный режим характеризуется тем, что в определенный момент корпус отрывается от воды и не принимает участия в обеспечении остойчивости, а подводные крылья еще погружены глубоко и не реагируют на изменение погружения (отсутствует эффект влияния свободной поверхности). В этом случае остойчивость должна обеспечиваться ло-



Рис. 3. Схема катера на малопогруженных жестко закрепленных на корпусе подводных крыльях, 1946 г.

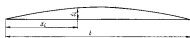
появляемыми средствами. Именно с этой целью на данном катере применялись достаточно высоко расположенные крылья, которые с ростом скорости выходят из воды и на эксплуатационных скоростях катера находятся в воздухе.

В том же 1946 г. катер был испытан. Он развивал скорость до 87 км/час, рекордную по тому времени для разъемных катеров. Гидродинамическое качество катера на этой скорости составляло 10 (против 5 у глиссера).

Дальнейшие работы были направлены на совершенствование конструкции судна на подводных крыльях, повышение гидродинамического качества, совершенствование средств обеспечения поперечной остойчивости, устойчивости движения, улучшение маневренных характеристик и т. д. К этому времени относятся создание профилей, наиболее пригодных для судов с малопогруженными подводными крыльями (рис. 4). Такие профили обладают высоким гидродинамическим качеством, большим диапазоном бескризисных углов атаки абдан свободной поверхности воды; они малочувствительны к аэриям атмосферного воздуха и пересечению крылом свободной поверхности

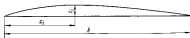
воды, имеют повышенную скорость бескавитационного обтекания.

Параллельно с отработкой оптимального профиля решались вопросы взаимодействия подводных крыльев, крыльев и корпуса, крыла и стоек, крепящих крыло к корпусу, взаимодействия крыльев с другими выступающими частями судна на подводных крыльях и т. д. Все это находило отражение в новых проектах.



Геометрические характеристики (в % от хорды)

$\frac{x}{b}$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$\frac{f}{b}$	0	2,4	4,1	5,0	6	6,3	6	5,3	4,1	2,4	0



$\frac{x}{b}$	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$\frac{f}{b}$	0	3,5	5,2	6	6	5,8	5,1	4,1	3	1,7	0

Рис. 4. Оптимальные профили для малопогруженных подводных крыльев.

В 1947 г. был разработан проект судна (рис. 5), явившегося прообразом будущих отечественных пассажирских теплоходов на подводных крыльях. В этом же году крыльевым устройством был оборудован глиссирующий корпус одного из судов. Испытания показали его высокие гидродинамические, мореходные и маневренные качества. Схема крыльцевого устройства данного судна представляет собой два малопогруженных подводных крыла. Простая в конструктивном отношении она оказалась в то же время наиболее приемлемой с гидродинамической точки

зрения, обеспечения суду устойчивое движение и высокое гидродинамическое качество. Дальнейшие работы по созданию новых более совершенных судов на подводных крыльях основывались на этой принципиальной схеме и были направлены на разработку новых обводов корпуса, отвечающих требованиям оптимального взаимодействия с крыльями, а также новых гидродинамически оптимальных малопогруженных подводных крыльев и выступающих частей.

В 1949 г. был разработан первый проект пассажирского теплохода на подводных крыльях. В этом же году на заводе «Красное Сормово» была построена самоходная модель теплохода

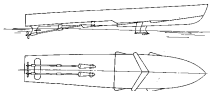


Рис. 5. Схема судна на малопогруженных подводных крыльях, 1947 г.

(рис. 6). Испытания самоходной модели показали ее высокое гидродинамическое качество, равное 14 при скорости 60 км/час. При схеме крыльевого устройства, близкой к схеме предыдущего судна на подводных крыльях, самоходная модель пассажирского теплохода имела новые, в отличие от предыдущих моделей, обводы корпуса, отвечающие требованиям оптимального взаимодействия с подводными крыльями и использующие скоростной напор набегающего воздуха. Применение новых обводов корпуса позволяло значительно уменьшить удары воды в скулу и дельте за счет амортизирующего действия подводных крыльев и воздушной подушки, образующейся под плоским днищем. Носовая часть корпуса (лижесобранной формы с противотолковыми реданами) обеспечивала хорошую всхожесть на воду.

В 1950 г. был разработан новый проект судна на подводных крыльях (рис. 7). В этом проекте произведена доработка конструкции, уточнены место расположения и форма малопогруженных подводных крыльев. В том же году судно было построено и испытано. Испытания показали повышенные по сравнению с предыдущими судами на подводных крыльях гидродинамические и мореходные качества.

Таким образом, разработка принципиальной схемы судна с малопогруженными подводными крыльями была успешно завершена.

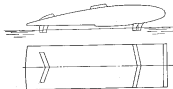


Рис. 6. Схема первого отечественного пассажирского теплохода на малопогруженных подводных крыльях, 1949 г.

В этот период на заводе «Красное Сормово» начинают работы по созданию первых в мире речных пассажирских судов на малопогруженных подводных крыльях.

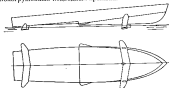


Рис. 7. Схема судна на малопогруженных подводных крыльях, 1950 г.

Предъявляемые к пассажирским судам требования обусловили необходимость проведения новых больших исследований. Нужно было более тщательно решить вопросы устойчивости движения, ходкости, остойчивости, маневренности, мореходности, неустойчивости, надежности, безопасности, прочности в любых условиях эксплуатации; на тихой воде, волнении и при движении в условиях ограниченного фарватера. Теоретические и экспериментальные исследования, проводившиеся в течение 1950—1954 гг. при испытаниях и гидроканале и открытом

водоенне несамостоятельных и самостоятельных моделей и образцов судов на подводных крыльях, позволили приступить к разработке проектов речных пассажирских судов на подводных крыльях.

В последующие годы на основе ранее выполненных многочисленных исследований и опыта эксплуатации экспериментальных образцов судов на подводных крыльях были разработаны



Группа ведущих конструкторов ЦКБ по судам на подводных крыльях. Слева направо: Б. А. Зобнин, Н. М. Шалова, Р. Е. Алексеев, Н. А. Зайцев.

проекты и построены головные образцы первых отечественных пассажирских судов на подводных крыльях: речного теплохода «Ракета» (1957 г.), катера «Волга» (1958 г.), речных и озерных теплоходов «Метеор» (1960 г.), «Саунино» (1961 г.), «Чайка» (1962 г.), «Беларусь» (1963 г.), теплохода «Вуревешник» (1964 г.), морских теплоходов «Комета» (1961 г.), «Вихрь» (1962 г.) и др. Многие из этих судов строятся серийно.

Глава II

ОСОБЕННОСТИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СУДОВ НА МАЛОПОГРУЖЕННЫХ ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ

§ 1. ГИДРОДИНАМИКА МАЛОПОГРУЖЕННЫХ ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЕВ Подъемная сила

Подъемная сила крыла выражается известной формулой

$$Y = c_y \frac{\rho v^2}{2} \cdot S,$$

Эта сила возникает вследствие разности давлений на нижней (нагнетающей) и верхней (засасывающей) стенках крыла, обусловленной, в соответствии с уравнением Бернулли, разностью скоростей обтекания (рис. 8). При приближении крыла к поверхности воды, ввиду граничного условия на свободной поверхности $p_2 = \text{const}$, на засасывающей стенке крыла происходит подтормаживание частиц жидкости. В результате снижения скорости частиц давление на засасывающей стенке крыла уменьшается, в общем разность давлений, обуславливающая величину подъемной силы, уменьшается по сравнению с той, которая наблюдается при обтекании крыла в безграничной жидкости.

На рис. 9 приведены результаты испытаний оптимального для малопогруженных подводных крыльев профиля в виде зависимости $c_y = f(\alpha)$ и $c_x = f(\alpha)$ для разных погружений профиля относительно свободной поверхности воды. Как следует из рисунка, с приближением к поверхности воды c_y падает во всем диапазоне углов атаки крыла, причем угол нулевой подъемной силы также уменьшается.

Существует ряд приближенных методов аналитического определения коэффициентов подъемной силы малопогруженного крыла по данным испытаний крыла в безграничной жидкости. Отдельные коэффициенты определяются на основании обобщения многочисленных испытаний крыльев с различными параметрами вблизи поверхности воды.

Работа подводного крыла в системе гидродинамического комплекса судна имеет ряд особенностей, которые на разных

режимах движения приводят к значительным отклонениям гидродинамических характеристик комплекса от характеристик изолированного крыла. Основная особенность работы подводных крыльев в системе гидродинамического комплекса судна — взаимодействие их с корпусом, выступающими частями и между собой. Поэтому окончательная оценка гидродинамических характеристик, в частности, подъемной силы подводного крыла, производится экспериментально в комплексе с прочими элементами.

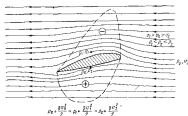


Рис. 8. Схема образования подъемной силы крыла.

Многолетний опыт проектирования судов на малонагруженных подводных крыльях показывает, что влияние свободной поверхности воды на гидродинамические характеристики подводного крыла с достаточной для практических целей точностью можно оценить по формуле

$$Y = c_{Yk} \frac{\rho v^2}{2} S.$$

По данным многочисленных экспериментов коэффициент подъемной силы крыла на глубине \bar{h}

$$c_{Yk} = c_{Yk}^0 (1 - 0,5e^{-2,73\bar{h}}).$$

Здесь

c_{Yk}^0 — коэффициент подъемной силы крыла при $\bar{h} \rightarrow \infty$;
 $\bar{h} = \frac{h}{\delta}$ — относительная глубина погружения носка крыла;
 e — основание натуральных логарифмов ($e=2,73$).

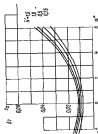
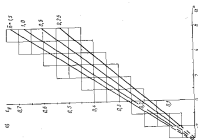


Рис. 9. Крылья $c_{Yk}^0 = f(\bar{h})$ и $c_{Yk} = f(\bar{h})$ при отношениях \bar{h} оптимального профиля: а — для $c_{Yk}^0 = 0.5$; б — для $c_{Yk}^0 = 0.75$; в — для $c_{Yk}^0 = 1.0$.



Для более точной оценки $c_{\text{вк}}$ можно рекомендовать известную формулу

$$c_{\text{вк}} = \left(\frac{dc_{\text{вк}}}{d\alpha} \right)_{\alpha} [\alpha - (\alpha_0 + \Delta\alpha)]$$

где $\left(\frac{dc_{\text{вк}}}{d\alpha} \right)_{\alpha}$ — тангенс угла между осью α и касательной к кривой $c_{\text{вк}} = f(\alpha)$ при заданном относительном погружении;
 α_0 — угол нулевой подъемной силы;
 $\Delta\alpha$ — поправка на угол нулевой подъемной силы вблизи поверхности воды.

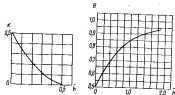


Рис. 10. Коэффициент k в зависимости от относительной толщины погружаемого.

Рис. 11. Коэффициент δ в зависимости от относительной толщины погружаемого.

На основании обработки экспериментальных материалов по малопогруженным крыльям [5] для $\Delta\alpha$ получена следующая эмпирическая формула:

$$\Delta\alpha = 0,87A\bar{h},$$

где $k = f(\bar{h})$;

\bar{h} — относительная толщина крыла.

Величина $\left(\frac{dc_{\text{вк}}}{d\alpha} \right)_{\alpha}$ выражается в виде

$$\left(\frac{dc_{\text{вк}}}{d\alpha} \right)_{\alpha} = \frac{5,47\bar{h}}{1 - 5,47\bar{h} \left(\frac{1}{\alpha} - \frac{1}{\alpha_0} \right)}.$$

На рис. 10—13 приведены графики зависимостей $k = f(\bar{h})$, $B = f(\bar{h})$, $\alpha = f(\lambda)$, $\tau = f(\lambda)$, построенные по данным [5]. С по-

мощью этих графиков можно в каждом конкретном случае рассчитать значение $\left(\frac{dc_{\text{вк}}}{d\alpha} \right)_{\alpha}$.

Некоторые результаты экспериментальных исследований плоских подводных крыльев на разных относительных погружениях показаны на рис. 14 и 15. Эти данные относятся к крыльям сегментного профиля с относительной толщиной $\bar{h} = 0,06$; 0,075 и удлинением $\lambda = 5,1$; 5,84. На рис. 16 приведены результаты экспериментальных исследований распределения давления на засасывающей и нагнетающей стенках подводного крыла при разных относительных погружениях для сегментного про-

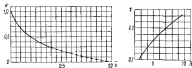


Рис. 12. Коэффициент σ в зависимости от относительной глубины погружения.

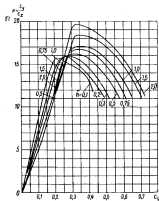
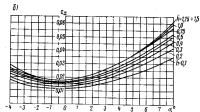
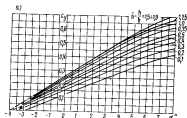
Рис. 13. Коэффициент τ в функции от удлинения.

филя и профиля NACA [5]. Как следует из рис. 10—16, заметное влияние свободной поверхности воды на гидродинамические характеристики крыла начинает сказываться при относительных погружениях крыла $\bar{h} < 0,5$.

Исходя из опыта эксплуатации судов на малопогруженных подводных крыльях можно рекомендовать следующие оптимальные значения величин $c_{\text{вк}}$ малопогруженного подводного крыла:

Для скоростей 30—70 км/час:	
малопогруженное крыло	0,30÷0,16
карманное " "	0,24÷0,28
Для скоростей 70—90 км/час:	
малопогруженное крыло	0,12÷0,08
карманное " "	0,16÷0,12

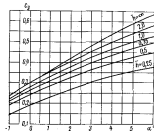
Эти значения $c_{\text{вк}}$, соответствующие относительным погружениям подводных крыльев $\bar{h} = 0,15 \div 0,25$ и углам атаки малопогруженных крыльев $0,5 \div 1,5^\circ$, оказываются наиболее эффективными для обеспечения высоких значений гидродинамического качества и устойчивости движения.



Гидродинамические характеристики (в % от хорды)

$\frac{\alpha}{\delta}$	0	5	10	20	30	40	50	60	70	80	90	95	100
$\frac{C_{y0}}{\delta}$	0	1.31	2.16	3.84	5.05	5.76	6.0	5.76	5.14	3.84	2.16	1.14	0
$\frac{C_{x0}}{\delta}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Рис. 11. Характеристики эллиптического надоборзовидного крыла осесимметричного профиля ($\delta=0.06$; $\lambda=5.5$): α — для $C_y=f(\alpha, \delta)$; $\delta=254 \text{ } C_x=f(\alpha, \delta)$; α — для $\delta=f(C_y, \delta)$
 C_{y0} , C_{x0} — ординаты вершин и точек изгиба профиля.



Геометрические характеристики (в % от хорды)

$\frac{x}{b}$	$\frac{y_a}{b}$	$\frac{y_b}{b}$	$\frac{y_{cp}}{b}$	δ	$\frac{x}{b}$	$\frac{y_a}{b}$	$\frac{y_b}{b}$	$\frac{y_{cp}}{b}$	δ
0	0	0	0	0	40	7.2	0	3.6	7.2
1.25	0.37	0	0.185	0.37	50	7.2	0	3.75	7.5
2.5	0.73	0	0.366	0.73	60	7.2	0	3.8	7.2
5	1.43	0	0.715	1.43	70	6.3	0	3.15	6.3
7.5	2.05	0	1.025	2.05	80	4.8	0	2.4	4.8
10	2.7	0	1.35	2.7	90	2.7	0	1.35	2.7
15	3.82	0	1.91	3.82	95	1.43	0	0.715	1.43
20	4.8	0	2.4	4.8	100	0	0	0	0
25	5.6	0	2.8	5.6					
30	6.3	0	3.15	6.3					

Рис. 15. Характеристики эллиптического профиля (δ=0.975, k=0.54).

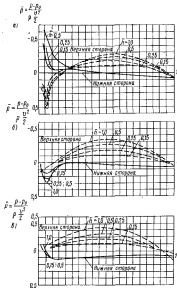


Рис. 16. Распределение давлений при различных погружениях в угол атаки: а — при α=0°; б — при α=3°; в — при α=5°.

Сопротивление

Сопротивление подводного крыла

$$X = c_x \frac{\rho v^2}{2} \cdot S,$$

где $c_x = c_{x_p} + c_{x_f} + c_{x_a}$ — коэффициент сопротивления.

Здесь $c_{x_p} = c_{x_{тр}} + c_{x_f}$ — коэффициент профильного сопротивления крыла;

$c_{x_{тр}}$ — коэффициент сопротивления трения крыла;

c_{x_f} — коэффициент сопротивления формы крыла;

c_{x_i} — коэффициент индуктивного сопротивления крыла;

c_{x_w} — коэффициент волнового сопротивления крыла.

Профильное сопротивление крыла возникает из-за вязкости жидкости. Это сопротивление можно подразделить на сопротивление трения и сопротивление формы. В свою очередь, сопротивление трения можно представить как сопротивление трения бесконечно тонкого симметричного профиля и сопротивление трения, обусловленное телесностью профиля по сравнению с плоской пластиной. Последнее зависит от формы профиля и его геометрических характеристик.

Можно представить также, что

$$c_{x_p} = c_{x_{pmin}} + \Delta c_{x_p},$$

где $c_{x_{pmin}}$ — коэффициент минимального профильного сопротивления;

Δc_{x_p} — приращение коэффициента профильного сопротивления при изменении угла атаки по сравнению с углом атаки, соответствующим $c_{x_{pmin}}$.

На основании изложенного выше

$$c_{x_{pmin}} = c_{x_{тр}} + \Delta c_{x_{тр}} + c_{x_f} + \Delta c_{x_f},$$

где $c_{x_{тр}}$ — коэффициент трения плоской пластины;

$\Delta c_{x_{тр}}$ — поправка к коэффициенту сопротивления трения, учитывающая кривизну профиля. Для подводных крыльев эта поправка весьма мала и ею можно пренебречь.

Для турбулентного режима обтекания по Прандтлю

$$c_{x_{тр}} = \frac{0,425}{(\log Re)^{2,58}}.$$

Величина $\Delta c_{x_{тр}}$ зависит от угла атаки крыла. Ввиду малости углов атаки на судах с малопрокрученными крыльями величин $\Delta c_{x_{тр}}$ в ряде случаев можно пренебречь.

Зависимость $c_{x_{pmin}}$ от числа Рейнольдса крыла ($Re = \frac{\rho v}{\mu}$) определяется по графикам [15] Ф. Г. Гласса (рис. 17).

При обтекании крыла конусного размера вдали перед крылом направление потока совпадает с направлением движения

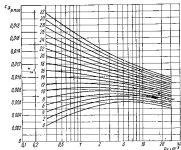


Рис. 17. Диаграмма Ф. Г. Гласса для определения $c_{x_{pmin}} = f(Re)$.
 $c^* = 8 + 0,17 \sqrt{Re}$ — относительная шероховатость средней линии (α в $^\circ$).

крыла (рис. 18). Вблизи крыла пахреные пилы, образующиеся вследствие перетекания жидкости из области повышенного давления нагнетающей стенки крыла в область пониженного давления засасывающей стенки, отбрасывают вниз набегающий на крыло поток; последний сжимается вблизи крыла на некоторый угол $\Delta\alpha$, именуемый углом сноса потока. Из-за сноса потока фактический угол атаки крыла уменьшается на величину $\Delta\alpha$ и толкая гидродинамическая сила, направление которой в идеальной (вязкой) жидкости должно быть перпендикулярно направлению движения, также отклоняется на угол $\Delta\alpha$. Разложив полную гидродинамическую силу на вертикальную и горизонтальную составляющие, можно получить в направлении

скорости v составляющую X_{λ} , называемую индуктивным сопротивлением.

Для малопогруженного крыла ($\bar{h} < 1$) вводится поправка, учитывающая влияние погружения на индуктивное сопротивление.

Коэффициент индуктивного сопротивления малопогруженного крыла

$$c_{x\lambda} = c_{x\lambda_0} + \Delta c_{x\lambda}$$

Коэффициент индуктивного сопротивления при $\bar{h} \rightarrow \infty$ выражается формулой [15]

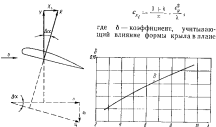


Рис. 18. Скор потока у крыла конечного размаха.

$$c_{x\lambda_0} = \frac{3 + k}{\pi} \cdot \frac{c_y^2}{\lambda}$$

где δ — коэффициент, учитывающий влияние формы крыла в плане

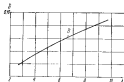


Рис. 19. Зависимость коэффициента δ для треугольных крыльев от удлинения λ .

на индуктивное сопротивление; зависимость $\delta = f(\lambda)$ показана на рис. 19.

На основе обработки многочисленных экспериментальных данных получено выражение для определения $\Delta c_{x\lambda}$:

$$\Delta c_{x\lambda} = \frac{1}{\alpha} (c_{x\lambda}^2 - c_{x\lambda_0}^2),$$

где $c_{x\lambda}$ соответствует погружению $\bar{h} \rightarrow \infty$; $c_{x\lambda_0}$ — заданному погружению.

Движение малопогруженного крыла сопровождается волнообразованием на поверхности жидкости. Поскольку хорда подводного крыла значительно меньше, чем длина судна, число

Фруда $\left(Fr = \frac{v}{\sqrt{g \bar{h}}} \right)$ для крыла при той же скорости значительно больше, чем для водонезагруженных судов. В связи с большими абсолютными скоростями и очень высокими значениями числа Фруда волновые процессы для судов на подводных крыльях имеют второстепенное значение.

Оценка коэффициента волнового сопротивления может быть произведена по формуле Н. Е. Кочина, полученной в предположении относительной малости амплитуды вали [14]

$$c_{xw} = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{2\alpha}{Fr^2} \right) c_{x\lambda}^2$$

Коэффициент волнового сопротивления малопогруженного подводного крыла оптимальных геометрических параметров на относительном погружении $\bar{h} = 0,15 + 0,25$ составляет $0,009 + 0,010$.

Пересчет гидродинамических характеристик малопогруженного подводного крыла с одного удлинения на другое

Пересчет гидродинамических характеристик малопогруженного подводного крыла с одного удлинения на другое при заданном относительном погружении можно приближенно произвести (при одинаковых профилях сечений крыла, форме в плане и проекции на вертикальную плоскость) по методу А. Н. Владимирова или по другим известным методам [6].

По методу А. Н. Владимирова сначала рассчитываются характеристики крыла бесконечного размаха c_y и c_x на относительном погружении \bar{h} . Затем определяется снос потока за крылом

$$\beta = \frac{2\alpha}{\pi} (1 + \gamma),$$

где

$$\gamma = \frac{1}{\pi} \ln \frac{1,05 \lambda^2 + 4}{0,00025 \lambda^2 + 4};$$

$$k = \frac{\delta}{\bar{h}}.$$

По экспериментальной кривой $c_y = f(\alpha)$ для $\lambda \rightarrow \infty$ строится кривая $c_y = f(\alpha)$ для заданного λ . Коэффициенты $c_{y\lambda}$ и $c_{x\lambda}$ определяются по ранее приведенным формулам.

Можно также рекомендовать другой метод пересчета. На основании известных формул [5] запишем выражения для

коэффициента подъемной силы крыла с заданным удалением и погружением:

$$c_{p_0} = \left(\frac{dy}{dx} \right)_{1,5} [x - (x_0 + \lambda_{0,5})],$$

$$c_{p_{0,5}} = \left(\frac{dy}{dx} \right)_{1,5} [x - (x_0 + \lambda_{0,5})],$$

где c_{p_0} — коэффициент подъемной силы крыла с удалением λ_0 на глубине \bar{h} ;

$c_{p_{0,5}}$ — то же для крыла с λ_0 и \bar{h} .

Экспериментально установлено, что при одинаковых относительных погружениях и углах атаки у крыльев с разными удалениями λ_0 и $\lambda_{0,5}$ разные. Поэтому выражение для $c_{p_{0,5}}$ можно представить в виде

$$c_{p_{0,5}} = c_{p_{0,5}} \left(\frac{dy}{dx} \right)_{1,5} \left(\frac{dy}{dx} \right)_{1,5},$$

Значения коэффициентов $c_{p_{0,5}}$ и $\left(\frac{dy}{dx} \right)_{1,5}$ определяют экспериментальным путем. Коэффициент $\left(\frac{dy}{dx} \right)_{1,5}$ рассчитывается по формуле

$$\left(\frac{dy}{dx} \right)_{1,5} = \frac{5,47B}{1 - 5,47B \left(\frac{1 - \varepsilon}{\varepsilon} \right)},$$

Значение коэффициентов B , ε и σ находят по графикам, представленным на рис. 11—13. Величины коэффициентов c_{p_0} и $c_{p_{0,5}}$ можно рассчитать по приведенным ранее формулам.

Кавитация подводного крыла

В соответствии с уравнением Бернулли давление в любой точке профиля

$$p_1 = p - \frac{\rho}{2} (\alpha_1^2 - \alpha^2),$$

Из этого выражения следует, что с увеличением скорости в данной точке (α_1) давление p_1 может стать равным нулю и отрицательным.

Коэффициент разрежения, характеризующий изменение давления на поверхности профиля, можно в соответствии с уравнением Бернулли выразить в виде:

$$1 - \left[\left(\frac{\alpha_1}{\alpha} \right)^2 - 1 \right]$$

или

$$\xi = \frac{2(p - p_1)}{\rho \alpha^2}.$$

По мере увеличения скорости α до $\alpha_{кр}$ давление (разрежение) на засасывающей стенке крыла достигает величины $p_{кр}$ — давления насыщенных паров воды, при котором начинается вскипание воды. Из воды выделяется растворенный в ней воздух. При дальнейшем увеличении скорости к пузырькам воздуха начинают присоединяться пузырьки водяного пара. На крыле образуются полости, заполненные парами воды, нарушается обтекание, падает коэффициент подъемной силы, увеличивается сопротивление.

Выделяющийся пузырек воздуха уносится потоком воды (их выделение сопровождается шумом), а пузырек пара весьма быстро конденсируется, попадая в зону повышенного давления. Конденсация их сопровождается сильными изменениями давления в жидкости и возникновением шума. Непрерывное появление новых пузырьков пара и их конденсация обуславливает мощные и частые удары жидкости о поверхность крыла, вызывающие разрушение этой поверхности — эрозию. Конденсация пузырьков пара может привести также к значительной вибрации.

Процесс кавитации начинается в зоне максимального разрежения крыла (рис. 20). При дальнейшем увеличении скорости обтекания постепенно по всей засасывающей стенке крыла давление станет равным (или меньшим) давлению насыщенного пара воды $p_{кр}$. Это приведет к тому, что зона, заполненная парами воды, охватит всю засасывающую стенку крыла.

Различают две стадии кавитации — первую и вторую. Первая стадия кавитации характеризуется местными отслаива-



Рис. 20. Схема возникновения кавитации в зоне максимального разрежения.

1, 2 — первая стадия кавитации; 3 — вторая стадия кавитации.

ипение. Образуются пароводяные каверны замыкаются на поверхности крыла. Гидродинамические характеристики крыла практически не меняются, однако возможно появление эрозии. Вторая стадия кавитации характеризуется развитием кипения по всей поверхности засасывающей стороны крыла. В этом случае каверны замыкаются за крылом. На данной стадии кавитация существенно ухудшает гидродинамические характеристики крыла, а эрозия исчезает.

На рис. 21 приведены кривые c_p и c_x крыла сегментного профиля с относительной толщиной $\delta=0,0385$ при угле атаки $\alpha=3^\circ$

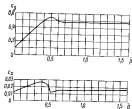


Рис. 21. Зависимость коэффициентов c_p и c_x от числа кавитационных \bar{p} .

в зависимости от числа кавитации $\bar{p} = \frac{p - p_c}{\rho V^2}$, полученные Вальдером в кавитационной трубе (p_c — давление насыщенных паров воды).

В. М. Лаврентьев [16] вывел следующую формулу для коэффициента максимального разрежения на профилях типа сегментных:

$$\bar{z} = 4,8\bar{\delta} + 0,4c_p,$$

где $\bar{\delta}$ — относительная толщина профиля.

Когда давление в данной точке профиля достигает значения p_c ,

$$\bar{z} = \frac{2(p - p_c)}{\rho V^2} = \bar{p}.$$

В случае $\bar{p} > \bar{z}_{\max}$ кавитации отсутствует; при $\bar{p} < \bar{z}_{\max}$ начинается первая стадия кавитации.

Во второй стадии кавитации, когда вся засасывающая стенка крыла находится под давлением p_c , формула для коэффициента подъемной силы плоско-выпуклого сегментного профиля имеет вид

$$c_{y_{kp}} = 1,59\bar{p} - 2,66\bar{\delta},$$

где $c_{y_{kp}}$ — критическое значение c_y , при котором начинается вторая стадия кавитации.

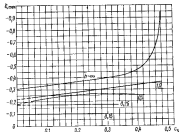


Рис. 22. Изменение максимального разрежения на поверхности плоского крыла по относительному погружению.

На рис. 22 приведены экспериментальные кривые $\bar{z}_{\max} = \frac{p_{\min} - p_c}{\rho V^2}$ (безразмерное максимальное разрежение) в зависимости от c_p для разных погружений крыла сегментного профиля с относительной толщиной $\delta=0,06$. Как следует из этого рисунка, с уменьшением погружения давление на засасывающей стенке повышается, что способствует отдалению (по скорости) момента начала кавитации. Таким образом, если глубоко погруженное крыло имело границу наступления кавитации по скорости v_k , то с приближением к поверхности эта скорость увеличится до $v_k > v_c$.

Определение наступления второй стадии кавитации по малопогруженном подводном крыле можно производить по характеристике критического значения величины коэффициента

подъемной силы. Метод расчета заключается в сравнении двух коэффициентов: коэффициента $c_{y_{кр}}$ по формуле

$$c_{y_{кр}} = 3,18 \frac{R_0 - R_c}{R_0^2} - 2,654$$

и действительного коэффициента подъемной силы подводного крыла при заданном погружении.

В случае $c_y > c_{y_{кр}}$ наступает вторая стадия кавитации. Условие $c_y < c_{y_{кр}}$ соответствует бескавитационному обтеканию крыла.

На основании расчета данным методом можно показать, что граница бескавитационного обтекания малопогруженного подводного крыла по скорости на 30–40 км/час больше, чем глубина погруженного подводного крыла.

На рис. 23 представлена диаграмма для определения скорости наступления кавитации на малопогруженном подводном крыле сегментного профиля.



Рис. 23. Диаграмма для определения скорости наступления кавитации на малопогруженном крыле сегментного профиля.

тendency к увеличению осадки. Экспериментальные исследования, проведенные с подводными крыльями вблизи твердой стенки, показали, что при отстоянии крыла от твердой стенки $h_c < \delta$ (h_c — отстояние носа крыла от стенки, δ — хорда крыла) подъемная сила крыла возрастает по мере приближения крыла к стенке, а сопротивление уменьшается. Это приводит к росту гидродинамического качества.

Рост коэффициента подъемной силы по мере приближения крыла к твердой стенке объясняется дополнительным подпораживанием потока у стенки и повышением давления из магнетической

Влияние мелководья на гидродинамические характеристики подводного крыла

В связи с эксплуатацией судов на подводных крыльях на мелководных рейсах представляет интерес вопрос о влиянии мелководья на гидродинамические характеристики крыла.

Известно, что водометальные суда при движении на мелководье имеют

такой же стенки крыла. Этот вывод приводит к интересному результату: мелководье положительно влияет на ходовые качества судов на подводных крыльях.

Для приближенной оценки влияния мелководья на гидродинамические характеристики подводного крыла можно рекомендовать способ проф. Я. М. Серебрянского, разработанный на основании экспериментальных исследований крыла вблизи твердой стенки методом аэралиного отображения [17]. Согласно этому способу изменение гидродинамических характеристик крыла на мелководье происходит под влиянием трех факторов: системы свободных вихрей крыла, хорды крыла и толщины профиля. Поправка к коэффициенту подъемной силы крыла при выходе от

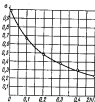


Рис. 24. Зависимость $c_y = f\left(\frac{2h}{c} \cdot \frac{1}{l}\right)$.

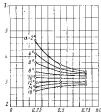


Рис. 25. Зависимость $c_y = f\left(\frac{h}{c} \cdot \frac{1}{b}\right)$.

крыла, движущегося на глубокой воде, к крылу на мелководье, выражается в виде

$$\Delta c_y = \Delta c_{y_1} + \Delta c_{y_2} + \Delta c_{y_3},$$

где Δc_{y_1} , Δc_{y_2} , Δc_{y_3} — поправки, учитывающие влияние соответственно системы свободных вихрей, хорды крыла, толщины профиля.

Величины поправок могут быть рассчитаны следующим образом:

$$\Delta c_{y_1} = \frac{c_y}{\pi(1 + \alpha(1 - \alpha))} c_y,$$

$$\Delta c_{y_2} = r(\gamma - 1) c_y,$$

$$\Delta c_{y_3} = -\alpha_0 k h,$$

где $\sigma = f\left(\frac{2h}{c} \cdot \frac{1}{l}\right)$, график для определения σ приведен на рис. 24;

369525.

БИБЛИОТЕКА

$\alpha_0 = \frac{d\epsilon_0}{dx}$ — для крыла бесконечного размаха;

$$r = \sqrt{1 + \frac{4\alpha_0}{\pi} \frac{2\alpha_0}{l}};$$

$\gamma = \frac{\pi}{\alpha_0}$, график для определения γ_0 приведен на рис. 25;

$$k = 0,03 \frac{A_0}{\pi} \left(\frac{1}{\left(\frac{A_0^2}{\pi^2} + 1 \right)^2} + \frac{1}{\left(\frac{A_0^2}{\pi^2} - 9 \right)^2} \right).$$

Соответствующая поправка к коэффициенту сопротивления $\Delta c_x = \Delta \alpha \cdot c_{x_0}$.

Расчет по этой формуле производится в следующем порядке:

1. Строится кривая $c_x = f(\alpha)$ для $A_0 \rightarrow \infty$ и для A_0 расчетной.
2. Строится кривая — кривая $c_{x_0} = f(c_x)$ для $k \rightarrow \infty$.
3. Перестраивается поларя. Определяется эквивалентное приращение угла атаки $\Delta \alpha$, которое получается при переходе от кривой $c_{x_0} = f(\alpha)$ при $A_0 \rightarrow \infty$ к кривой $c_x = f(\alpha)$ при конечном A_0 , если сохранить $c_x = \text{const}$.

4. По найденным значениям $\Delta \alpha$ и c_x определяется величина поправки Δc_x .

Для оценки влияния неэквивалентности на c_x подводного крыла рекомендуется также метод М. И. Френкеля [18].

Геометрия малопогруженных подводных крыльев

К основным геометрическим характеристикам подводного крыла могут быть отнесены: форма в плане, форма мидельного сечения, относительное удлинение и профиль сечения, площадь, размах, хорда.

Форма крыла в плане может быть разнообразной (рис. 26): прямоугольной, стреловидной, ромбовидной и т. д. На судах с малопогруженными крыльями наибольшее распространение получили прямоугольные и стреловидные в плане крылья. Носовому крылу рекомендуется придавать стреловидность $15^\circ - 40^\circ$ в зависимости от скорости движения, причем большей скорости, как правило, соответствует большая стреловидность. Кормовое крыло обычно прямоугольное или имеет небольшую стреловидность ($3^\circ - 10^\circ$).

Благодаря стреловидности малопогруженного крыла улучшаются следующие качества судна на подводных крыльях:

1. Устойчивость на курсе. При отклонении от курса одна половина крыла получает дополнительное сопротивление вследствие увеличения относительной толщины профиля крыла, обтекаемого потоком. Сопротивление другой уменьшается, так как

относительная толщина профиля в этом случае уменьшается (рис. 27). В результате при отклонении судна от курса крыло способствует восстановлению прежнего курса.

2. Мореходность. Стреловидное крыло имеет большую протяженность по длине судна, чем прямоугольное, поэтому оно

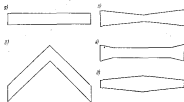


Рис. 26. Формы крыльев в плане: а — прямоугольной; б — стреловидной; в — с расчетной стреловидностью переднего и заднего краев; г — ромбовидной с увеличенными концами; д — ромбовидной.

а большей мере перекрывает волну, уменьшая тем самым возможность одностороннего оголения всей площади крыла в момент пересечения волны.

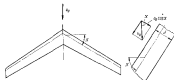


Рис. 27. Схема обтекания стреловидного крыла.

3. Стреловидность крыла способствует повышению скорости бескавитационного обтекания крыла. Характеристики кавитации зависят непосредственно от относительной толщины профиля. Чем больше относительная толщина профиля, тем меньше скорость обтекания, при которой начинается кавитация. При

одинаковой толщины прямоугольного и стреловидного крыльев обтекание стреловидного происходит по большей хорде (размер по течению), что приводит к снижению относительной толщины обтекаемого профиля, а следовательно, к повышению скорости бескавитационного обтекания.

4. Благодаря стреловидности удар при встрече крыла с плавающим предметом получается косым и предметы отбрасываются. Тем самым повышаются эксплуатационные качества судна.

Относительное удлинение крыла ($\lambda = \frac{b}{S}$) для судов на подводных крыльях меняется в широких пределах. Для малопогруженных подводных крыльев рекомендуется принимать $\lambda > 4$. При меньших значениях λ величина индуктивного сопротивления крыла оказывается большой, что приводит к существенному падению гидродинамического качества крыла. По условиям прочности величина λ , как правило, принимается не более девяти.

Килеватость (V-образность) малопогруженного крыла позволяет улучшить некоторые мореходные качества судов на подводных крыльях. Так, в результате более значительного перераспределения подъемных сил по размаху крыла при накренивании остойчивость судна улучшается. Килеватость крыла способствует уменьшению ветрового сноса. При циркуляции на носовом килевате крыла возникает горизонтальная составляющая, способствующая повороту судна к поперечному крену. Увеличение местной (по размаху) килеватости в средней части крыла позволяет улучшить мореходность судна, так как в этом случае крыло при пересечении волны не оголится полностью; тем самым исключается полная потеря подъемной силы.

Килеватость малопогруженных подводных крыльев может составлять:

для судов ограниченной мореходности 1—2°;

Таблица 1

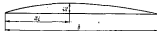
Сравнительные характеристики общей и местной V-образности подводных крыльев асимметричных обтекаемых судов

Тип судна	V_a°	V_c°	V_m°	V_n°	$C_{D_{V_a}}^*$	$C_{D_{V_c}}^*$
«Метеор»	1°30'	1°25'	10°00'	9°15'	2,80	1,50
«Спутник»	1°30'	1°25'	11°00'	11°00'	3,33	1,50
«Комета»	10°00'	9°00'	27°00'	26°00'	3,30	1,60
«Визирь»	10°30'	2°00'	25°20'	11°40'	4,30	1,90
«Навиг»	6°12'	3°17'	—	—	—	—
«Белуга»	2°00'	2°00'	—	—9°00'	—	1,80
«Воронежская»	12°00'	3°30'	—	7°30'	—	4,25
«Визирь», 1966 г.	10°12'	5°45'	—	—11°00'	—	0,62

для мореходных судов 1—5° на конках крыла и 10—25° в средней части.

Размах средней части крыла с увеличенной килеватостью принимается равным (0,2—0,3) l . В табл. 1 приведены сравнительные характеристики общей и местной V-образности подводных крыльев некоторых обтекаемых судов.

Профиль сечения крыла. Оптимальными профилями малопогруженных подводных крыльев обычно считают плоско-



Гидроэрометрические характеристики (α % от хорды)

$\frac{x}{b}$	0	1/10	2/10	3/10	4/10	5/10	10	20
$\frac{t}{b}$	0	0,46	0,82	1,12	1,40	1,64	2,38	4,32

Продолжение

$\frac{x}{b}$	30	40	50	60	70	80	90	100
$\frac{t}{b}$	5,21	5,50	5,31	4,77	3,90	2,80	1,48	0,006

Рис. 28. Оптимальный профиль малопогруженного крыла.

выпуклые профили с относительными толщинами $\delta = 0,04—0,08$ и с максимальной толщиной на расстоянии (0,4—0,5) b от носка крыла. Диапазону относительных толщин $\delta = 0,08—0,04$ соответствует диапазон скоростей $v = 50—100$ км/час.

На рис. 28 показан наиболее совершенный профиль малопогруженного крыла для диапазонов скоростей 50—120 км/час, который обладает высокими гидродинамическими качествами в широком диапазоне безрывных углов атаки вблизи свободной поверхности воды. Профиль имеет повышенные атакангидродинамические характеристики вблизи поверхности воды.

Площадь, размах, хорда крыла. Площадь крыла выражается формулой

$$S = \frac{2V}{C_{D_{V_a}}}$$

Для определения площади подводного крыла необходимо знать нагрузку Y , приходящуюся на крыло, расчетную скорость v и коэффициент подъемной силы c_p . Нагрузку на крыло находят в соответствии со схемой усилки, действующих на судно при установившемся движении (рис. 29). Составляя уравнения сил и моментов и решая его относительно нагрузки, определяют Y . Распределение нагрузки между носовым и кормовым крыльями может приниматься в пределах 45—55% веса судна на каждое крыло. По рассчитанной на основании приведенных данных площади носового и кормового подводных крыльев определяют хорду и размах.

Многочисленные экспериментальные исследования и опыт эксплуатации судов на малопогруженных подводных крыльях показали, что размах носового и кормового подводных крыльев,

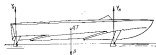


Рис. 29. Схема сил, действующих на судно в вертикальной плоскости при установившемся движении.

примерно равный ширине корпуса, может быть достаточным для обеспечения необходимой устойчивости судна и наиболее приемлем по эксплуатационным соображениям. Исходя из этого, размах подводных крыльев в первом приближении допустимо принимать равным габаритной ширине корпуса в месте расположения крыла. В дальнейшем, при помощи схемы крыльевой установки и совместно с корпусом и выступающими частями размах крыльев может быть несколько изменен.

При выборе места расположения кормового крыла по длине корпуса следует учитывать размеры и форму носового крыла, а также величину размаха кормового крыла. При обтекании носового крыла поток получает колебательное волновое движение, на образование которого затрачивается определенная мощность механической установки. Потерянную мощность можно частично компенсировать при правильном расположении носового и кормового подводных крыльев. Кормовое крыло должно попасть в район восходящей ветви трети волны от носового крыла (рис. 30). В этом случае эффективный угол атаки кормового крыла увеличивается, его подъемная сила и гидродинамическое качество повышаются, что приводит к росту общего гидродинамического качества судна.

Таблица 2
Сравнительные характеристики подводных крыльев некоторых советских судов

Тип судна	$S_{\text{к}}, \text{м}^2$	$S_{\text{к}}, \text{м}^2$	$S_{\text{к}}, \text{м}^2$	$\Delta_{\text{к}}, \text{м}$	$l_{\text{к}}, \text{м}$	$l_{\text{к}}, \text{м}$	$l_{\text{к}}, \text{м}$	$\gamma_{\text{к}}$
«Ракета»	5,54	4,29	1,2	1,09	4,43	3,70	18,00	1,93
«Волга»	0,43	0,34	0,25	0,25	1,75	1,24	10,40	0,12
«Метеор»	11,50	8,20	0,98	1,03	9,00	6,00	40,00	0,14
«Спутник»	18,30	12,00	1,24	1,20	14,50	10,30	40,00	0,14
«Скорость»	5,24	4,29	1,03	1,03	4,25	3,00	10,11	0,13
«Визирь»	17,70	13,50	1,24	1,25	10,80	10,00	40,00	0,13
«Навигатор»	1,72	1,40	0,38	0,46	3,20	2,00	40,00	0,13
«Благодаря»	2,08	1,69	0,49	0,65	4,20	2,80	40,00	0,13
«Бурлаков»	3,46	4,76	0,60	0,65	5,00	3,40	40,00	0,13
«Волга», 1965 г.	0,43	0,38	0,19	0,20	2,00	1,50	20,00	0,13

Продолжение

Тип судна	$\lambda_{\text{к}}$	$l_{\text{к}}, \text{м}$	$H_{\text{к}}, \text{м}$	$c_{\text{к}}, \text{м}^2$	$c_{\text{к}}, \text{м}^2$	$\Delta_{\text{к}}, \text{м}$	$c_{\text{к}}, \text{м}$	$c_{\text{к}}, \text{м}$
«Ракета»	1,30	21,10	11,46	1,00	3,83	0,75	0,35	0,22
«Волга»	0,10	5,45	3,47	1,00	1,57	0,20	0,16	0,19
«Метеор»	0,44	28,45	13,86	10,08	3,47	1,05	0,50	0,16
«Спутник»	0,15	30,48	13,86	12,45	3,22	1,05	0,50	0,16
«Скорость»	0,10	21,40	12,10	10,08	3,47	1,05	0,50	0,16
«Визирь»	0,10	32,50	16,19	13,71	3,83	1,05	0,50	0,16
«Навигатор»	0,15	16,58	10,38	6,00	2,70	0,35	0,33	0,20
«Благодаря»	0,15	18,40	9,86	6,00	2,70	0,35	0,33	0,20
«Бурлаков»	0,15	18,40	9,86	6,00	2,70	0,35	0,33	0,20
«Волга», 1965 г.	0,15	28,25	14,40	13,05	3,83	1,05	0,50	0,16
«Волга», 1965 г.	0,15	5,65	3,12	2,51	1,57	0,27	0,20	0,15

Примечание. Для всех типов судов $\gamma_{\text{к}} = 0^\circ$.

Величину размаха кормового крыла выбирают обычно с таким расчетом, чтобы концы крыла не выходили из свободной, невозмущенной носовым крылом воды, т. е. чтобы режим обтекания кормового крыла сохранялся по размаху. На судах с маловооруженными подводными крыльями отношение размаха кормового и носового крыльев l_k/l_n составляет обычно 0,8—0,9. Расстояние между крыльями по длине для этого случая соответствует (20—25) b_k , где b_k — хорда носового крыла.



Рис. 30. Схема расположения кормового подводного крыла и воздуха вокруг носового крыла.

В табл. 2 приведены сравнительные характеристики подводных крыльев отечественных судов на подводных крыльях.

§ 3. ОСОБЕННОСТИ ОБВОДОВ КОРПУСА И ВЫСТУПАЮЩИХ ЧАСТЕЙ СУДОВ НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ

Суда на маловооруженных подводных крыльях имеют высокое гидродинамическое качество на эксплуатационных скоростях. У отечественных судов оно колеблется в пределах 12—16. Однако возможность реализации этого качества связана с режимом выхода судна на подводные крылья. Как показано на рис. 31, в районе (0,4—0,6) u_0 судно на подводных крыльях имеет минимальное гидродинамическое качество. В этом диапазоне расположено так называемый «горб» сопротивления. На «горбе» гидродинамическое качество отечественных судов на подводных крыльях составляет 8—11.

Наличие «горба» сопротивления, как правило, не позволяет реализовать максимальное гидродинамическое качество при ходе на подводных крыльях, так как параметры движителя выбираются не только на условия его оптимальности в районе максимального гидродинамического качества, но и на условия обеспечения судну убора, необходимого для преодоления «горба» сопротивления, т. е. выхода судна на крылья. Таким образом, одна из важных задач при проектировании судна на подводных крыльях — повышение гидродинамического качества на режиме выхода судна на крылья (снижение «горба» сопротивления).

Исследования показывают, что преобладающей составляющей сопротивления судна на подводных крыльях на малых скоростях, включая режим выхода, оказывается сопротивление его корпуса. Поэтому правильный выбор формы и обвода корпуса — одна из главных задач, обеспечивающих

успешное проектирование судна на подводных крыльях. Проектируя корпус, следует учитывать необходимость придания судну хороших мореходных качеств при движении на волнении.

Разработанные для отечественных судов на маловооруженных подводных крыльях формы и обводы корпуса существенно отличаются от известных обводов водоизмещающих и глиссирующих судов. Корпусам судов на крыльях свойственны килеватость дна, наличие резко выраженных скула и реданов. Килеватость дна, форма и количество реданов, полнота носовой и кормовой оконечностей зависят от назначения судна и в каждом конкретном случае выбираются исходя из условий оптимального взаимодействия с крыльевым устройством и выступающими частями. Например, корпус катера «Волга» для обеспечения наибольшего гидродинамического качества при выходе на крылья и повышения мореходности снабжен четырьмя реданами. Реданы имеют клиновидную и плавную форму, что обуславливает при ходе катера на волнении (в случае замыкания корпуса на провала подводного крыла) вход в воду относительно небольшой части дна. Этому же способствует и килеватость впадинок на реданах, которая меняется в пределах 12—25°, причем кормовым реданам соответствуют меньшие углы. Большое значение при движении на волнении имеет носовой редан, улучшающий всхожесть катера на волну.

Корпус катера «Волга» — ширый многореданный корпус, созданный применительно к судну на подводных крыльях, — показал во взаимодействии с подводными крыльями и выступающими частями высокие гидродинамические характеристики в мореходных качествах.

Корпус теплохода «Ракета» имеет один клиновидный редан с углом килеватости 8°, расположенный на расстоянии 0,7 $l_{до}$ от носового крыла. В кормовой части за реданом расположен кормовой рыльник. Такие обводы корпуса обеспечивают во взаимодействии с подводными крыльями необходимую дифференцировку корпуса при выходе на крылья к высокому гидродинамическому качеству.

Корпус теплохода «Метеор», рассчитанный на плавание и в подкритических, имеет увеличенную килеватость и дополнительный носовой редан. Корпуса морских судов «Комета» и «Вихрь» обладают увеличенной килеватостью по сравнению с корпусами речных и озерных судов.



Рис. 31. Зависимость сопротивления воды движению судна от скорости. u_0 — скорость, соответствующая $R_{мин}$; $u_{0,7-0,8}$ — скорость, соответствующая $R_{макс}$.

В каждом конкретном случае выбранные в первом приближении форма и обводы корпуса в комплексе с подводными крыльями и выступающими частями должны быть доработаны экспериментально.

Для повышения гидродинамического качества при выходе судна на крылья на морских судах «Комета» и «Вихрь» впервые применено среднее крыло. При выходе судна из крыльев и замыкании корпуса водой среднее крыло работает аналогично redanу, значительно снижая сопротивление на этих режимах движения. Параметры и расположение среднего подводного крыла выбирают для конкретных форм и обводов корпуса с учетом взаимодействия с носовым крылом и кормовым комплексом судна.

К выступающим частям судов на подводных крыльях относятся стойки крыльев, крошительны, гребные валы, обтекатели, рули и т. д.

Сопротивление выступающих частей у отечественных судов на малоподвижных подводных крыльях составляет (в процентах от полного сопротивления):



одноконтурные суда	15—30
двухконтурные	20—40
трехконтурные	25—50

Эти значения соответствуют скорости 60—100 км/час, причем, меньшим значениям скорости соответствуют меньшие значения сопротивления.

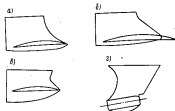
Рис. 32. Сопротивление подводного крыла со стойкой или крошительной.

Выступающие части выбираются с учетом требований, предъявляемых к гидродинамике и прочности. Проектируя стойки крыльев и крошительны, соединенные с крыльями, следует исключить возможность попадания воздуха на засасывающую стенку крыла при срывном обтекании стоек на высоких скоростях движения или за циркуляцией. Для этого носок стоек и других выступающих частей необходимо перекрывать горизонтальным козырьком или ставить стойки так, чтобы их носки располагались не ближе $\frac{1}{3}$ хорды от носка крыла. При таком расположении точки максимальных разрежений на поверхности профиля крыла и профиля стоек смещены. Заднюю кромку стоек следует выпускать за заднюю кромку крыла и для высоких скоростей делать ее тупой (рис. 32). Этим достигается отрывное обтекание стоек, и воздух, проникающий по стойкам, уходит в образующуюся за стойкой каверну, не попадая на крыло.

Заметное влияние на величину сопротивления выступающих частей оказывает свободная поверхность. Ввиду образования вала и брызг при пересечении выступающими частями поверх-

ности воды сопротивление значительно увеличивается. Применяемые формы стоек крыльев и крошительной гребных валов, а также типовые профили сечений стоек показаны на рис. 33.

Условия работы рулей судов на подводных крыльях имеют специфическую особенность, заключающуюся в том, что при ходе судна на подводных крыльях руль пересекает поверхность



Геометрические характеристики (в % от хорды)

$\frac{x}{b}$	0	1,25	2,5	3,75	5	10	15	20	25	30	40	50	60	80	100
$\frac{y_a}{b}$	0	0,110	0,470	0,600	0,671	0,900	1,110	1,300	1,310	1,310	1,240	1,140	1,010	0,810	0,510
$\frac{y_b}{b}$	0	0,110	0,470	0,600	0,671	0,900	1,110	1,300	1,310	1,310	1,240	1,140	1,010	0,810	0,510

Рис. 33. Применяемые формы стоек и крошительных: а — бортовой стойки носового крыла; б — бортовой стойки кормового крыла; в — средней стойки; г — концевой крошительной.

y_a, y_b — крайние соответствующие верхней и нижней дугам концевых стоек стоек крошительных.

воды. Поэтому при выборе геометрии и места расположения руля следует стремиться к тому, чтобы требуемые усилия на руле, обеспечивающие необходимые эволюции судна, достигались в беспримесном диапазоне углов перекладки руля. Угол срыва потока с руля, пересекающего поверхность воды, в широком диапазоне изменения удлинений и профилей сечений составляет 12—15°.

Гидродинамические характеристики рулей, пересекающих поверхность воды, в каждом конкретном случае определяются

экспериментально. Исследования [19] показывают, что в случае пересечения свободной поверхности срыва потока с рулей происходит при меньших углах атаки, чем у глубокопогруженных рулей, и более резко выражен (рис. 34).

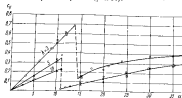


Рис. 34. Функция $c_y = f(\alpha)$ для рулей, пересекающих поверхность воды в различных относительных положениях

Для повышения эффективности рулей на отечественных теплоходах ставят значительные горизонтальные козырьки (рис. 35), которые при движении находятся в воде и предотвращают ранний срыв потока с наиболее эффективной подводной части руля.



Рис. 35. Схема установки горизонтального козырька на руле теплохода «Ракета»

(рис. 36). Некоторые гидродинамические характеристики рулей теплоходов «Ракета», «Метеор» и «Спутник» показаны на рис. 37.

§ 2. ДВИГАТЕЛИ СУДОВ НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ

Полностью погруженные гребные винты

Гребной винт — наиболее распространенный тип двигателя для судов на подводных крыльях (рис. 38). Достоинствами гребного винта являются высокий коэффициент полезного действия и простота конструкции. Выбор параметров гребного

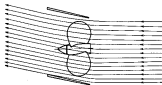


Рис. 36. Схема установки рулей, обтекаемая струей гребного винта для создания боковой силы

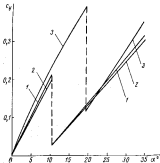


Рис. 37. Функция $c_y = f(\alpha)$ для рулей теплоходов «Ракета» (1), «Метеор» (2) и «Спутник» (3).

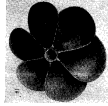
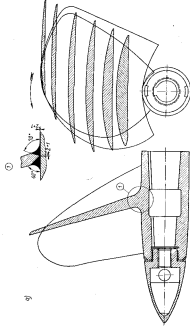


Рис. 26. Гребной винт «подсолнух» (Р.В.П.): а — само винтаж; б — винт

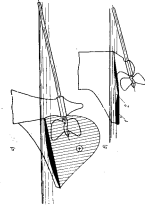


Рис. 29. Схема расположения гребного винта в зоне вытесненного давления поперечного «фюзеляжа» (б). Схема установки эллиптического козырька (в). 1 — крыло; 2 — козырек.

винта производится по известным методам [4] с учетом специфических особенностей, характерных для данного типа судов. К этим особенностям относятся: косое обтекание гребного винта, кавитация и засасывание атмосферного воздуха в область работы гребного винта. Как известно, косое обтекание ускоряет наступление кавитации, а засасывание атмосферного воздуха в область работы гребного винта обуславливает качественное изменение характера кавитации (возникновение паровоздушной кавитации) и т. д.

Угол наклона гребного вала на отечественных судах с малопогруженными подводными крыльями принимается обычно 8—12°. Это связано с необходимостью сохранять достаточное погружение винта при ходе судна на крыльях. Ввиду того, что гребной вал при ходе судна на крыльях пересекает поверхность воды, к винту по зоне разрежения за валом может попадать атмосферный воздух, который отрицательно влияет на гидродинамические и эксплуатационные характеристики гребного винта (падение упора и к.п.д., вибрация, эрозия и т. д.). С целью устранения или сведения к минимуму этого явления гребной винт обычно устанавливается (рис. 39, а) под кормовым крылом в зоне повышенного давления. В ряде случаев над гребным винтом помещают пластину, служащую преградой провакиванию атмосферного воздуха (рис. 39, б).

Для получения наибольшего коэффициента полезного действия относительно толщина лопастей гребного винта должна быть минимальной ($\delta = 0,02 \div 0,03$), а число лопастей 3—4. Однако условия эксплуатации гребного винта судна на подводных крыльях выдвигают дополнительные требования к выбору геометрических характеристик винта. Повышенная прочность гребного винта, работающего близко поверхности воды, — необходимое условие безаварийной эксплуатации его в засоренном фарватере. Она обеспечивается за счет увеличения толщины лопастей, а иногда и установкой перед винтом защитных «экранов» (см. рис. 39). Это в свою очередь отрицательно сказывается на гидродинамических характеристиках гребного винта.

С целью максимального снижения вибрации, вызываемой косым обтеканием гребного винта, количество лопастей его выбирается наибольшим по условиям технологии изготовления (обычно 5—6), а форма лопастей принимается сбалансированной.

При создании гребных винтов для судов на подводных крыльях серьезной проблемой оказывается борьба с эрозией — разрушением лопастей от кавитации. Эрозия выдвигает новые требования к геометрии гребного винта. В частности, если эрозия вызывается взаимодействием гребного винта с выступающими частями судна, рекомендуется отклонение лопастей в корму на угол до 20°, что не приводит к заметному изменению гидродинамических характеристик винта.

Расчет элементов гребного винта с учетом специфики его работы в составе гидродинамического комплекса судна на подводных крыльях может производиться по вихревой теории или при помощи диаграмм, составленных на результатах систематических испытаний серий гребных винтов.

Частично погруженные гребные винты

При использовании судов на подводных крыльях на мелководных реках необходимо максимальное снижение их осадки. Это достигается применением частично погруженных гребных винтов.

В связи с тем, что гребные винты у судов на подводных крыльях расположены обычно под плоскостью кормового подводного крыла, осадка судна на подводных крыльях определяется нижней точкой гребного винта. Поэтому при подъеме гребного винта осадка уменьшается, но гребной винт за эксплуатационных скоростей работает в условиях неполного (частичного) погружения. Максимальное снижение осадки судна на подводных крыльях за счет гребного винта возможно, очевидно, тогда, когда нижняя точка винта расположена на одном уровне с плоскостью крыла или другой выступающей частью крыльевого устройства. Помимо снижения осадки подъем гребного винта уменьшает скос потока в районе гребного винта и погруженную в воду часть вала при движении судна на крыльях. При таком расположении гребной винт защищен крылом от столкновений с плавающими в воде предметами.

Однако серьезным недостатком частично погруженных винтов по сравнению с полностью погруженными гребными винтами является ухудшение их гидромеханических характеристик. Основные причины этого следующие:

- 1) уменьшение гидравлического сечения из-за частичного погружения или понижения уровня воды перед винтом;
- 2) засасывание воздуха из атмосферы и поверхность кавитации;
- 3) неоднородность, вызываемое гребным винтом;
- 4) неадекватность развития подъемной силы на лопастях гребного винта.

В общем виде задача о частично погруженном гребном винте решена д-ром техн. наук проф. А. М. Басиным [4]. Известны и некоторые экспериментальные исследования, проведенные в частично погружаемых винтами. Однако использование результатов этих исследований с целью выбора параметров частично погруженных винтов для судов на подводных крыльях оказалось невозможным, так как эксперименты носили случайный характер, конструктивные элементы исследованных винтов выбирались без учета специфических условий работы в частично

погруженном состоянии, данные по разным испытаниям в ряде случаев оказались противоречивыми и т. п.

На основе анализа материалов о частично погруженных винтах ЦКБ во судам на подводных крыльях совместно с Ленинградским институтом водного транспорта (руководители работ д-р техн. наук проф. А. М. Босни и инж. А. И. Маскалик) разработало серию моделей и программу испытаний частично по-

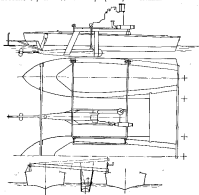


Рис. 39. Экспериментальная установка для исследования частоты колебаний гребных винтов.

груженных гребных винтов с целью выявления возможности их эффективного применения для судов на подводных крыльях [3]. Программа испытаний винтов предусматривала вариации шагового отношения винтов H/D , дискового отношения θ , числа лопастей z , погружения и числа n U/D при неизменной форме (саблендам) и профиле осевого (сегмент) лопастей, обеспечивающих наилучшие условия работы винта на всех режимах и погружениях.

Экспериментальная установка, построенная по проекту ЦКБ и ЛИНВТ (рис. 40), представляла собой катамаран из двух

жестко связанных лодок, между которыми была расположена катающийся платформа, несущая двигатель для привода испытываемых винтов и сигарообразный водонепроницаемый корпус с заключенными в нем датчиками для измерения упора и момента. Система регулирования карбюраторного двигателя обеспечивала получение устойчивых оборотов в пределах от 200 до 4000 об/мин.

Катамаран приводился в движение с помощью четырех подвесных моторов типа «Москва» мощностью 10 л. с. каждый. Регулировка числа оборотов и комбинация различных режимов работы моторов допускала получение скоростей движения катамарана в пределах от 0,7 до 4 м/сек с промежуточными 0,2 м/сек. Измерение скорости движения производилось с помощью вертушки, установленной в носовой части катамарана и тапирован-



Рис. 41. Схема расположения датчиков упора и момента.

ной на морском участке. Для измерения числа оборотов винта использовался индукционный датчик.

Измерение упора и момента производилось механическим устройством, состоящим из гребного вала 1 (рис. 41) с упорным подшипником, подвешенным на пружине 2, промежуточного вала 3 с опорно-упорными подшипниками 6, подвешенных на пружине 5, валуунуфта 4, обеспечивающих передачу момента, и полуунуфта 7, преобразующих окружное усилие T в осевую силу N . Упор, создаваемый гребным винтом, передавался корпусу подшипника 3, который вследствие деформации пружины 2 получал осевое смещение относительно неподвижного основания 9. Смещение фиксировалось индуктивным датчиком упора. Момент, создаваемый гребным винтом, передавался через вал 1 полуунуфты 4 и вал 3 полуунуфтам 7, где происходила трансформация окружных сил T в осевую силу N . Под действием сил N вал 8, следовательно, корпус подшипника 6 за счет деформации пружин 5 смещался влево. Величина смещения фиксировалась индуктивным датчиком момента. Полуунуфты 4, не передающие осевых сил, обеспечивали независимость осевых перемещений валов 1 и 3. Сигналы датчиков скорости, числа оборотов, упора и момента поступали на щельфы осциллографа марки К-12-21.

Погружение винта фиксировалось с помощью нити, установленной впереди винта на расстоянии $2D$ от его диска (см. рис. 40 и 41). Регулировка погружения в процессе испытаний осуществлялась с помощью винтового механизма.

Программа исследований предусматривала испытания девяти моделей винтов диаметром $D=0,2$ м с сегментным профилем и саблевидной формой лопасти. Элементы моделей винтов приведены в табл. 3. Для оценки влияния погружения исследованы четыре винта с различными H/D № 4712, 4721, 4724, 4726 при постоянном $\lambda \sqrt{D}=4,56$ и относительных погружениях $T/D=0,5; 0,65; 0,80; 1,0; 2,0$ (T — погружение винта по нижнюю точку). Результаты испытаний этих винтов были представлены в виде зависимостей $k_1=f(\lambda_p)$ и $\eta=f(\lambda_p)$. На рис. 42 показаны кривые действия винта № 4712.

Таблица 3

Характеристики моделей винтов

№ винта	H/D	θ	z	№ винта	H/D	θ	z
4712	1,140	1,080	4	4725	1,380	0,685	4
4721	1,250	0,995	4	4714	1,400	1,385	4
4712	1,380	0,975	4	4703	1,305	1,000	3
4724	1,460	1,038	4	4707	1,365	1,040	6
4726	1,570	1,043	4				

Исследование влияния дискового отношения θ проводилось на трех винтах № 4705, 4712, 4714, испытанных при погружениях $T/D=0,8; 2,0$ и числе $\lambda \sqrt{D}=4,56$. Влияние числа лопастей оценивалось по работе трех винтов № 4703, 4712, 4707, испытанных при погружениях $T/D=0,8; 2,0$ и числе $\lambda \sqrt{D}=4,56$. По результатам испытаний винта № 4710 проведено исследование влияния параметра $\lambda \sqrt{D}$. Винт испытывался при постоянном погружении $T/D=0,8$ и числах $\lambda \sqrt{D}=4,56; 6,08; 7,70; 9,08$. На рис. 43 показаны результаты испытаний этого винта.

На основании проведенной работы были получены материалы для проектирования частично погруженных гребных винтов, а также сделаны некоторые выводы.

В частности, оказалось, что при некотором значении относительной поступи λ_p частично погруженного винта, коэффициенты его упора и момента имеют наибольшее значение. Обозначив эту поступь через λ_{p1} , по результатам эксперимента можно установить приближенную зависимость

$$\lambda_{p1} \approx \lambda_1 = 0,55,$$

где λ_1 — поступь нулевого упора.

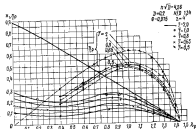


Рис. 42. Кривые действия винта № 4712

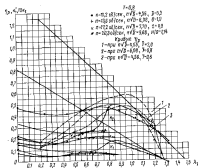


Рис. 43. Кривые действия винта № 4710

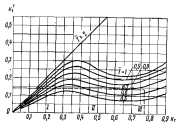


Рис. 44. Зависимость коэффициента упора K_1' частично погруженного винта от K_2 в свободной воде (для винтов $z=4$, $\theta=1$ при $n^2/D=0,56$).

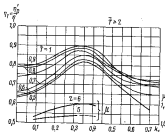


Рис. 45. Зависимость коэффициента η_r от коэффициента упора K_1 винта в свободной воде в относительном погружении T (для винтов $z=4$, $\theta=1$ при $n^2/D=0,56$). Зависимость погружающего коэффициента $\mu=\eta_r/\zeta_{r,1}$ от K_1 и числа лопастей винта z .

Величина λ_{cr} мало зависит от погружения. При $\lambda_r < \lambda_{cr}$ коэффициенты упора и момента K_1 , K_2 частично погруженного винта значительно уменьшаются. Это происходит в основном из-за подсоса воздуха к винту. Интенсивность подсоса воздуха с увеличением числа n^2/D повышается. При $\lambda_r = \lambda_{cr}$ коэффициенты K_1 , K_2 значительно возрастают.

Количественная оценка влияния погружения и конструктивных элементов винта на его гидродинамические характеристики дана на рис. 44 и 45, на которых приведены зависимости K_1' и η_r для различных погружений при $\theta=1$ и $z=4$ (K_1' — коэффициент упора частично погруженного винта; $\eta_r = \eta_r'/\eta_r$ — коэффициент относительного уменьшения к.п.д. частично погруженного винта в сравнении с глубоко погруженным).

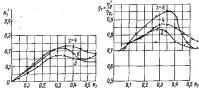


Рис. 46. Зависимость K_1' и η_r от K_1 для винтов с числом лопастей $z=3$; 4; 6 при $n^2/D=0,56$ и $T=0,4$.

На рис. 46 и 47 приведены кривые K_1' и η_r для винтов с различным числом лопастей z и дисковым отношением θ . С возрастанием числа лопастей упор и, в.п.д. частично погруженного винта возрастают. Если $\lambda_r > \lambda_{cr}$ ($K_1 < K_{cr}$), характер влияния θ практически не зависит от погружения винта. В области малых поступов при больших θ коэффициенты K_1' и η_r заметно повышаются. На рис. 43 видно, что в области малых поступов $\lambda_r < \lambda_{cr}$ увеличение числа n^2/D отрицательно сказывается на работе винта.

На основании результатов эксперимента д-ром техн. наук А. М. Васиним и канд. техн. наук Г. А. Гошениным [8] даны рекомендации по проектированию и предложен приближенный метод расчета частично погруженных гребных винтов.

Основные рекомендации сводятся к следующему:

1. Режим работы частично погруженного винта следует выбирать исходя из неравенства $\lambda_r > \lambda_{cr}$.

2. Относительное погружение должно приниматься не менее $T/D \geq 0,4$, так как при $T/D < 0,4$ k_1 и η_p настолько падают, что пят становится неэффективным движителем.

3. Дакские отношения θ при работе частично погруженного винта в области поступей $\lambda_p > \lambda_{op}$ следует принимать таким же, как и для глубоко погруженного некавитирующего винта.

4. С целью повышения к. п. д. и уменьшения выбранного числа лопастей винта должно быть наибольшим ($z=5 \div 6$).

5. Профиль сечения лопастей частично погруженного винта следует выбирать в виде плоско-выпуклого сегмента.

6. Форму лопастей нужно принимать сообразной.

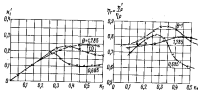


Рис. 47. Зависимость k_1 и η_p от T/D для винтов с дакскими отношениями $\theta = 0,688; 1,00; 1,285$ при $\lambda T/D = 4,56$ и $T = 0,8$.

Схему расчета частично погруженных гребных винтов можно представить в такой виде:

1. В первом приближении задается ожидаемая скорость движения v_0 и определяется сопротивление судна R .
2. Рассчитывается коэффициент упора винта

$$k_1' = \frac{R}{\rho n^2 D^4}$$

и поступь

$$\lambda_p = \frac{v_p}{nD}$$

3. По графику (см. рис. 44) в зависимости от k_1' и T/D определяется коэффициент упора винта в свободной воде k_1 .

4. По графику (см. рис. 45) в зависимости от k_1 и T/D определяется коэффициент относительного уменьшения к. п. д. η_p и поправка на число лопастей μ .

5. По выбранной диаграмме в зависимости от k_1 и λ_p находится штиховое отношение H/D , к. п. д. η_p , постуль нулевого упора λ_0 .

6. Рассчитывается мощность, подводимая к винту,

$$N_R = \frac{R v_0}{23 \eta_p \eta_F}$$

Расчет производится методом последовательных приближений, пока определяемая мощность не совпадает с мощностью устанавливаемой на судне двигателя.

Гребной винт, подобранный по такому методу и рассчитанный применительно к режиму эксплуатационной скорости судна, может оказаться, однако, непригодным на малых скоростях, где он находится в условиях полного погружения. Поэтому при выборе характеристик частично погруженного винта необходимо рассматривать все режимы движения как полного, так и частичного погружения. Как показал опыт проектирования и эксплуатации частично погруженных винтов на теплоходах «Ракета-М», «Беларусь» и катере «Волга-М», эту задачу можно решить успешно.

Водометные движители

До недавнего времени область применения водометного движителя полагали ограниченной малыми скоростями. Это мнение основывалось на том, что с ростом скорости судна, а следовательно, и скорости струи, проходящей через рабочее сечение водометного движителя, значительно возрастают гидравлические потери в движителе, приводящие к существенному падению к. п. д. водомета. Существенным препятствием в развитии скоростных водометных движителей считалась также кавитация рабочего органа, которая, по мнению ряда специалистов, в условиях работы винта и трубе наступает при меньших скоростях, чем для винта в свободной воде.

В 1947 г. специалисты ЦКБ по судам на подводных крыльях предложили использовать на судне с подводными крыльями водометный движитель с осевым пропеллерным насосом. Необходимость создания водометного движителя для скоростного судна была обусловлена такими недостатками гребного винта, как низкая живучесть, повышенная вибрация и эрозия в кавитационном потоке, значительная габаритная осадка судна и т. п. В 1947—1951 гг. в ЦКБ проводились большие экспериментальные исследования по скоростным водометным движителям. При этом широко варьировались геометрические характеристики элементов водометных движителей (в частности, подбораборника, насосной части, рабочего колеса, сопла), отыскивались оптимальные расположения подбораборника, определялось влияние числа

судов на подводных крыльях невыгодно из-за малого к. п. д. Кроме того, воздушный винт имеет повышенную шумность. Целесообразность использования ВРШ для судов на подводных крыльях также не бесспорна, поскольку создание механизма поворота лопастей при малых габаритах винта весьма сложно и дорого. Необходимо также учитывать и низкую шумность гребного винта у судов на подводных крыльях, эксплуатируемых в условиях засоренного фарватера.

Для разработки водометных двигателей, работающих совместно с однопалочной газовой турбиной, потребовалось проведение большого объема экспериментальных исследований. Были созданы различные варианты водометов, имеющих разные принципиальные схемы. Модели этих водометов неоднократно испытаны на самоходных и самоходных судах с имитацией совместной работы двигателя и турбины. Наиболее оптимальные варианты водометных двигателей испытаны совместно с газовой турбиной типа ЛН-20 на натуральных стендах со скоростью более

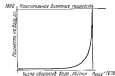


Рис. 49. Зависимость мощности от частоты оборотов газовой турбины типа ЛН-20.

50 км/час. Эти работы позволили создать новый тип водометного двигателя, который в настоящее время введен на газотурбодвигатели на подводных крыльях «Буревестник». Работы в области развития скоростных водометных двигателей продолжаются.

Рассмотрим некоторые особенности расчета и проектирования скоростных водометных двигателей.

Для характеристики работы водометного двигателя комплекса необходимо знать следующие величины: полезную тягу комплекса, упор винта, среднюю скорость протекания воды в диске винта, подводную к винту мощность, количество оборотов винта, скорость перемещения комплекса, гидравлические и другие потери в струе двигателя. В зависимости от характера задания на проектирование часть этих величин оказывается известной, а остальные определяются расчетом. Первый этап такого расчета может быть произведен по методу А. М. Вавина и М. И. Френкеля, изложенному ниже [2].

Тогда комплекс (отличающийся от сопротивления судна на величину силы засасывания, возникающей между двигателем и судном) определяется по формуле

$$P_e = \pi \omega^2 \cdot r F_{\text{см}} v_0 \omega - r F_e \cdot (v_e + \omega) \omega,$$

а упор винтов водомета по формуле

$$P = r F_{\text{см}} \left(v_e + \frac{\omega}{2} \right) \omega + r^* \frac{\rho}{2} F_{\text{см}} v_0^2 + \zeta_{\text{л}} \frac{\rho}{2} F_{\text{см}} v_0^2,$$

В этих формулах:

π — масса воды, отбрасываемая двигателем в секунду;

ρ — массовая плотность воды;

$F_{\text{см}}$ — сечение винтом площадь (площадь диска винта за вычетом площади ступицы);

F_{∞} — площадь струи на бесконечности за двигателем;

v_0 — скорость движения комплекса (скорость судна, аспирационная на попутный поток);

v_e — скорость протекания жидкости через диск двигателя;

ω — осевая вынужденная скорость на бесконечности за двигателем;

$\zeta_{\text{л}}$ — коэффициент гидравлических потерь водометной трубы; потеря давления отнесена к скоростному напору на выходе из сопла (рис. 50);

$\zeta_{\text{л}}^* = \frac{2gh}{v_0^2}$ — коэффициент потерь напора на подъем струи (h — высота подъема струи над ватерлинией, g — ускорение силы тяжести).

Мощность, затрачиваемую на создание струи двигателя, можно определять по формуле

$$N_e = P v_0 = \pi \omega^2 \left(v_e + \frac{\omega}{2} \right) + m^* \frac{v_0^2}{2} + m_{\text{л}} \frac{v_0^2}{2},$$

где m^* — коэффициент потерь напора на подъем струи (h — высота подъема струи над ватерлинией, g — ускорение силы тяжести).

Мощность, затрачиваемую на создание струи двигателя, можно определять по формуле

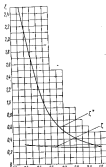


Рис. 50. Функция $\zeta = f(v)$; $\zeta^* = f(v)$.

Тогда коэффициент полезного действия струн двигателя записывается в виде

$$\eta_c = \frac{P_{\text{ср}}}{N_c} = \frac{P_{\text{ср}}}{P_0} = \frac{1}{1 + \frac{\alpha}{4\beta} + \frac{\bar{v}_s}{v_s} (\zeta^2 \beta^2 + \zeta_s)}$$

где $\bar{v}_s = \frac{v_s}{v_s}$ — относительная скорость протекания в диске двигателя.

Если обозначить через N мощность, подводимую к двигателю, то коэффициент полезного действия комплекса

$$\eta_k = \frac{P_{\text{ср}}}{N} = \frac{P_{\text{ср}}}{P_0} \cdot \frac{P_0}{N} = \eta_c \eta_a$$

где $\eta_a = \frac{P_0}{N}$ может быть назван коэффициентом полезного действия насоса.

Относительная скорость протекания жидкости в диске двигателя связана с коэффициентом нагрузки двигателя по тяге $\alpha = \frac{2P_t}{\rho^2 F_{\text{ср}}}$ зависимостью

$$\bar{v}_s = \frac{\alpha}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{2\alpha}{\zeta}} + 1 \right),$$

где $\alpha = \frac{F_s}{F_{\text{ср}}}$ — коэффициент поджатия струн из бесконечности (отношение площади струн из бесконечности к площади выбрасывающего отверстия водометной трубы);

F — коэффициент конструктивного поджатия.

Введя обозначения:

$\bar{v}_s' = \bar{v}_s / \beta$ — относительная скорость струн из выброса из водометной трубы;

$\alpha' = \frac{2P_t}{\rho^2 F_{\text{ср}} \beta} = \frac{\alpha}{\beta}$ — коэффициент нагрузки двигателя по тяге (определенный по площади выброса);

$\zeta = \zeta^* \cdot \beta^2$ — коэффициент гидравлических потерь водометной трубы (потери давления отнесены к скоростному напору на выбросе из трубы).

Тогда можно записать:

$$\eta_c = \frac{1}{1 + \frac{\alpha'}{4\beta} + \frac{\bar{v}_s'}{v_s} (\zeta^* \beta^2 + \zeta_s)}$$

$$\bar{v}_s = \frac{\alpha}{2} \left(\sqrt{1 + \frac{2\alpha}{\zeta}} + 1 \right).$$

Для практического использования этих формул необходимо предварительное определение коэффициентов α и ζ . На основе

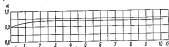


Рис. 51. Функция $\alpha = f(\beta)$.

результатов эксперимента [2] предлагается принимать коэффициент α постоянным и равным 0,935 (рис. 51).

Коэффициент гидравлических потерь в водометной трубе может быть найден по β

двумя гидравлических справочников. С целью определения этого коэффициента для трубы сложной конфигурации в изрядной трубе была продута модель водометной трубы, близкая по форме водозаборника к водометной трубе теплохода «Чайка». По результатам этого эксперимента при изменении β от 0,35 до 1,0 коэффициент ζ менялся соответственно в пределах 0,33—0,25 (см. рис. 50).

Если величины α и ζ известны, две последние формулы позволяют определить основные геометрические и гидродинамические характеристики двигателя. На рис. 52 и 53 представлены построения по этим формулам зависимости η_c и соответствующие η_k значения \bar{v}_s в функции от коэффициента нагрузки двигателя по колесной тяге α' при $\zeta = 0,25$ и $\alpha = 0,935$. Подобные кривые могут быть легко построены и при других значениях ζ и α .

Рис. 52. Функция $\eta_c = f(\alpha')$.

Взаимодействие гребного винта и подметной трубы характеризуется коэффициентом засасывания t , определенным выражением:

$$t = 1 - \frac{P_p}{P}$$

На основании приведенных выше формул можно записать:

$$t = 1 - \gamma\beta,$$

где

$$\gamma = \frac{\frac{2P_p}{\rho g Q} \left(\frac{\bar{\omega}_0}{\alpha} - 1 \right)}{\left(\frac{V_p}{\alpha} - 1 \right) + \left(\frac{2P_p}{\rho g Q} - t_0 \right)}$$

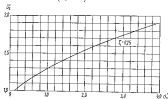


Рис. 53. Функция $\bar{\omega}_0' = f(\omega_0')$.

На рис. 54 и 55 показаны зависимости коэффициента γ от коэффициентов нагрузки по узору винта и тяге двигателя; соответственно $\alpha = \frac{2P_p}{\rho g Q}$ и $\beta = \frac{2P}{\rho g Q_{\text{всп}}}$ при $\zeta = 0,25$ и $\alpha = 0,935$. Такими графиками удобно пользоваться для поверочного расчета двигателя.

При выборе главных двигателей величину потребной мощности в первом приближении можно определять, исходя из приближенного значения пропульсивного коэффициента $\eta \approx 0,40 - 0,50$ (при больших скоростях следует принимать большие значения η из указанного диапазона). После выбора главных двигателей производится уточненный расчет двигателя по приведенной здесь расчетной схеме.

Заданными считаются следующие величины:

скорость судна (задается последовательными приближениями) v ;

коэффициент попутного потока корпуса (крыльцевого устройства) $\Psi_{\text{к}}$;

коэффициент засасывания корпуса (крыльцевого устройства) t_k ;

мощность главного двигателя N ;

число оборотов гребного винта (винтов) n ;

зависимость сопротивления движению от скорости $R = f(v)$;

Для обоснованного назначения величин $\Psi_{\text{к}}$ и t_k требуются специально экспериментальные исследования. При отсутствии обоснованных данных для выбора этих коэффициентов можно приближенно принимать $\Psi_{\text{к}} = t_k = 0$. Это допущение основывается на следующем соображении. При ходе на крыльях попутный поток корпуса отсутствует, а влияние относительно незначительного попутного потока крыльцевого устройства мало из-за удаленности двигателя от носового крыла и различия в геометрических образованиях подлоборного обтекателя и крыльев. По тем же причинам допустимо пренебречь силовым воздействием крыльцевого устройства на движитель (однако это не значит, что можно не принимать во внимание влияние движителя на характеристики крыла).

Выбор основных геометрических характеристик должен производиться таким образом, чтобы оба сомножителя в выражении $\eta_p = \eta_c \cdot \eta_b$ по возможности достигли максимального или близкого к нему значения.

Коэффициент нагрузки движителя α' определяется по графику на рис. 52 исходя из наибольшего значения η_c (или по аналогичному графику при других значениях α и ζ). Максимальное значение η_c а соответствующие значения α' и β , можно получить дифференцированием выражения для η_c . Однако более удобно в данном случае использовать графическую зависимость $\eta_c = f(\alpha')$. Это позволяет производить оценку влияния отклонения η_c от максимального значения на величину общего к. и. л. движителя.

Отсутствие от максимального значения η_c и, следовательно, от соответствующей скорости протекания v , может иногда оказаться целесообразным (например для отдаления момента наступления кавитации). Относительную скорость протекания на выходе из трубы находят по рис. 53.

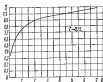


Рис. 54. Функция $\gamma = f(\alpha')$.

Площадь выбрасывающего отверстия подметной трубы определяется по формуле

$$F_{\text{выб}} = \frac{2p_s}{\rho_s v_s^2},$$

где

$$p_s = \frac{R}{1 - \lambda_s};$$

$$v_s = v(1 - \eta_s).$$

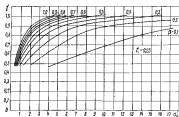


Рис. 55. Функция $\eta = f(d/D)$.

Перепад давлений в диске винта можно найти по формуле

$$\Delta p = \rho \frac{v_s^2}{2\alpha^2} (1 + \zeta) + \rho \frac{v_s^2}{2} + \gamma h$$

(γ — удельный вес воды).

Теоретический перепад давлений, учитывающий вязкостные потери на спиральных аппаратах и на ступице, а также потери на закручивание струи, определяется как

$$\Delta p_s = \frac{\Delta p}{\eta_s}.$$

На этой стадии расчета величину η_s принимают приблизительно равной 0,80—0,85.

Определение оптимальной скорости протекания в диске винта (винтов) v , можно произвести дифференцированием выражения для к. п. д. насоса η_n по v . Однако ввиду отсутствия достоверных аналитических зависимостей η_n от v , особенно характер-

ных потерь и насосе (вязкостные потери на винтах и спиральных аппаратах), такой путь оказывается недостаточно точным.

Для определения скорости протекания v , более целесообразно пользоваться нормативными материалами, разработанными в насосной технике. В частности, может быть использована формула С. С. Руднева

$$v_s = (0,06 + 0,08) \sqrt[3]{Q/\alpha^2},$$

где

$$Q = F_{\text{выб}} \cdot \bar{v}_s \cdot \alpha_s.$$

Практика создания осевых насосов и движителей показывает также, что при произвольном соотношении скорости протекания в диске движителя и окружающей скорости могут возникнуть значительные трудности в проектировании лопастей винта. В соответствии с нормативными материалами целесообразно принимать

$$\bar{v}_{\text{выб}} = \frac{v_s}{v_{\text{пр}}} \approx 0,27 + 0,36.$$

В этом случае диаметр гребного винта определяется по формуле

$$D = \frac{v_s}{\bar{v}_{\text{выб}} \cdot \pi n},$$

а считаемая винтом площадь

$$F_{\text{ом}} = \frac{Q}{v_s}.$$

Коэффициент конструктивного поджатия

$$\beta = \frac{F_{\text{выб}} p_s}{Q}.$$

а относительный диаметр ступицы

$$\bar{d} \approx \frac{d}{D} = \sqrt{1 - \frac{\beta F_{\text{ом}}}{\pi D^2}}.$$

Для водометных движителей, спроектированных специалистами ЦКБ по судам на подводных крыльях, характерны следующие значения этих величин: $\bar{d} = 0,6-0,8$; $\beta = 0,25-0,35$.

После определения площади $F_{\text{ом}}$ упор винта (винтов) подмета выразится в виде

$$p = \Delta p_s F_{\text{ом}}.$$

На этом заканчивается первый этап проектного расчета водометного движителя.

Цель следующего этапа расчета — определение геометрических характеристик винта. Этот расчет производится как

с использованием схем и методов, разработанных в теории гребных винтов, так же с использованием методов теории решеток, получающих распространение в насосной технике. И те и другие методы хорошо освещены в литературе [16].

Поверхностный расчет гребного винта (ротора) водометного движителя в первом приближении можно произвести по методу В. В. Копеецкого [11], разработанному в предположении, что гребной винт работает в трубе бесконечной длины. Не останавливаясь подробно на теоретических основах данного метода, приведем лишь схему поворачного расчета [16].

1. Основные данные по гребному винту и коэффициенты влияния решетки k_1 и k_2 записываются в табл. 4.

Таблица 4

Основные данные для расчета винта

R (число лопастей) =	δ (диаметр отливки)								
Относительный радиус $\frac{r}{R}$	0,30	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	0,95	
Шаговое отношение H/D									
Шаговый угол $\varphi = \arctg\left(\frac{1}{\pi} \frac{H}{D} \frac{R}{r}\right)$									
Относительная ширина лопасти $\frac{\delta}{4\pi r}$									
Относительная толщина лопасти δ									
Относительный шаг решетки $\frac{a}{\delta} = \frac{r}{2\pi\delta}$									
Коэффициент влияния решетки k_1, k_2 [11]									
Коэффициент влияния решетки k_3 [11]									
Нужный угол α_0									

2. Для нескольких значений относительной поступи гребного винта $\lambda_0 = \frac{2\pi}{\sin \alpha_0}$ в табл. 5 и 6 производится расчет коэффициентов F в свободных членах φ следующей системы линейных уравнений, полученной решением интегродифференциального уравнения для винта:

$$F_{11}A_1 + F_{12}A_2 + F_{13}A_3 = \tau_1$$

$$F_{21}A_1 + F_{22}A_2 + F_{23}A_3 = \tau_2$$

$$F_{31}A_1 + F_{32}A_2 + F_{33}A_3 = \tau_3$$

В табл. 5 коэффициенты F и φ определяются для работы винта в свободной воде, в табл. 6 — для работы винта в трубе. Зная коэффициенты F и φ , находим коэффициенты A .

Значения скоростей $\bar{\omega}_1, \bar{\omega}_2, \bar{\omega}_3$ приведены на рис. 56—58 в зависимости от коэффициента

$$\alpha = \frac{\lambda_0}{2 \sqrt{1 + \lambda_0^2}}$$

Величины $\Delta\bar{\omega}_1, \Delta\bar{\omega}_2, \Delta\bar{\omega}_3$ определяются расчетом по формуле

$$\Delta\bar{\omega}_k = \frac{2\pi}{\lambda_0 R} \left(\frac{R}{R_1} \right)^2 B_m$$

$$\text{где } B_1 = \frac{5\pi}{32}; B_2 = \frac{\pi}{6}; B_3 = \frac{\pi}{32};$$

$$\bar{\omega} \approx \sqrt{\lambda_0^2 + \left(\frac{r}{R} \right)^2}$$

3. В анде табл. 7 подсчитывают распределение циркуляции вдоль лопасти и распределение коэффициентов упора и момента винта $\frac{dA_1}{dr}$ и $\frac{dA_2}{dr}$ вдоль его радиуса.

Величину $\varepsilon(c_p \delta)$ определяют по графику (рис. 59).

4. Строят графики зависимости $\frac{dA_1}{dr}$ и $\frac{dA_2}{dr}$ от r для различных λ_0 .

5. Интегрированием кривых (п. 4) определяют значения коэффициентов упора k_1 и момента k_2 для различных λ_0 .

Таблица 5

Схема расчета коэффициентов F и q при работе пилы в свободной пиле

$\frac{R}{R_1} = \Phi \quad \lambda_p =$			
$\frac{r}{R}$	0,40	0,70	0,90
$\lg \beta = \frac{\lambda_p}{r}$			
$(\gamma + \alpha_0)^\circ$			
β°			
$(\gamma + \alpha_0 - \beta)^\circ$			
$(\gamma + \alpha_0 - \beta) \text{ рад.}$			
$\left(\frac{\partial \lambda_p}{\partial \gamma} \right) \delta$			
$(\partial \lambda_p / \partial \alpha_1)_\delta \delta \text{ при } (\gamma + \alpha_0 - \beta)$			
$\bar{\omega}_1 \text{ (пр. 56)}$			
$2\bar{\Gamma}_1$			
$(\partial \lambda_p / \partial \alpha_1)_\delta \delta \bar{\omega}_1$			
$2\bar{\Gamma}_1 + (\partial \lambda_p / \partial \alpha_1)_\delta \delta \bar{\omega}_1$			
$\bar{\omega}_2 \text{ (пр. 57)}$			
$2\bar{\Gamma}_2$			
$(\partial \lambda_p / \partial \alpha_1)_\delta \delta \bar{\omega}_2$			
$2\bar{\Gamma}_2 + (\partial \lambda_p / \partial \alpha_1)_\delta \delta \bar{\omega}_2$			
$\bar{\omega}_3 \text{ (пр. 58)}$			
$2\bar{\Gamma}_3$			
$(\partial \lambda_p / \partial \alpha_1)_\delta \delta \bar{\omega}_3$			
$2\bar{\Gamma}_3 + (\partial \lambda_p / \partial \alpha_1)_\delta \delta \bar{\omega}_3$			
$\bar{\omega} = \sqrt{\lambda_p^2 - r^2}$			

Таблица 6

Схема расчета коэффициентов F и q при работе пилы в трубе при заданном R/R_1

$\frac{R}{R_1} \quad \lambda_p =$			
$\frac{r}{R}$	0,40	0,70	0,90
$\lg \beta = \frac{\lambda_p}{r}$			
$(\gamma + \alpha)^\circ$			
β°			
$(\gamma + \alpha_0 - \beta)^\circ$			
$(\gamma + \alpha_0 - \beta) \text{ рад.}$			
$(\partial \lambda_p / \partial \alpha_1)_\delta \delta$			
$(\partial \lambda_p / \partial \alpha_1)_\delta \delta \text{ при } (\gamma + \alpha_0 - \beta)$			
$\bar{\omega}_1 \text{ (пр. 56)}$			
$\Delta \bar{\omega}_1 = \bar{\omega} - \bar{\omega}_1$			
$\bar{\omega}_2 = \Delta \bar{\omega}_1$			
$2\bar{\Gamma}_1$			
$(\partial \lambda_p / \partial \alpha_1)_\delta \delta (\bar{\omega}_2 - \Delta \bar{\omega}_1)$			
$2\bar{\Gamma}_1 + (\partial \lambda_p / \partial \alpha_1)_\delta \delta (\bar{\omega}_2 - \Delta \bar{\omega}_1)$			
$\bar{\omega}_3 \text{ (пр. 57)}$			
$\Delta \bar{\omega}_2 = \bar{\omega} - \bar{\omega}_2$			
$\bar{\omega}_4 = \Delta \bar{\omega}_2$			
$2\bar{\Gamma}_2$			
$(\partial \lambda_p / \partial \alpha_1)_\delta \delta (\bar{\omega}_4 - \Delta \bar{\omega}_2)$			
$2\bar{\Gamma}_2 + (\partial \lambda_p / \partial \alpha_1)_\delta \delta (\bar{\omega}_4 - \Delta \bar{\omega}_2)$			
$\bar{\omega}_5 \text{ (пр. 58)}$			

$2\omega_2 - \omega_1 \approx \Phi \cdot \omega_1$		
$\omega_2 \approx 2\omega_1$		
$2\Gamma_2$		
$(\partial \epsilon_p / \partial \lambda_1) \cdot \bar{\omega}_2 - 2\omega_1$		
$2\bar{\omega}_1 + (\partial \epsilon_p / \partial \lambda_1) \cdot \bar{\omega}_2 - 2\omega_1$		
$\bar{\omega} = \sqrt{\lambda_p^2 + \Gamma^2}$		

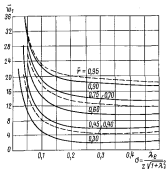


Рис. 54. Функция $\bar{\omega}_1 = f(\sigma)$.

б. Полученные значения k_1 и k_2 исправляют на действительные дисковые отношения по формулам:

$$K_1 = k_1 \sqrt{\frac{\Theta'}{\Theta}}, \quad K_2 = k_2 \sqrt{\frac{\Theta'}{\Theta}},$$

где Θ и Θ' — соответственно расчетное и действительное дисковое отношение винта.

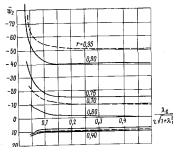


Рис. 55. Функция $\bar{\omega}_2 = f(\sigma)$.

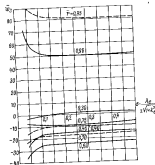


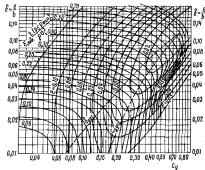
Рис. 56. Функция $\bar{\omega}_2 = f(\sigma)$.

Схема расчета $\frac{dk_1}{dr}$ и $\frac{dk_2}{dr}$

$\frac{R}{R_0} = \frac{r}{r_0}$	ϵ_0	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
$\frac{r}{R} = \frac{r_0}{R_0}$	0,30	0,40	0,60	0,70	0,80	0,90	0,95
$V_1 = (1 - \cos \theta) \sin \theta$							
$V_2 = (1 - \cos \theta) \sin 2\theta$							
$V_3 = (1 - \cos \theta) \sin 3\theta$							
$A_1 V_1$							
$A_2 V_2$							
$A_3 V_3$							
$\tilde{V} = A_1 V_1 + A_2 V_2 + A_3 V_3$							
$\tilde{\omega} = \sqrt{\lambda_V^2 + \tilde{V}^2}$							
$c_V = \frac{\partial \tilde{V}}{\partial \omega}$							
$\sigma_V^0 = \frac{11,0}{\pi_0} c_V$							
$\lambda_V = \gamma + \pi_0 - \sigma_V$							
$\lg \lambda_V$							
$\epsilon = (\epsilon_{00})$ (рис. 59)							
$\cos \lambda_V$							
$\sin \lambda_V$							
$\frac{1}{\sigma_V} \frac{dk_1}{dr} = \tilde{\omega} \cos \lambda_V (1 - \epsilon \lg \lambda_V)$							
$\frac{2}{\sigma_V} \frac{dk_2}{dr} = \tilde{\omega} \sin \lambda_V \left(1 - \frac{\epsilon}{\lg \lambda_V}\right)$							

7. По полученным значениям k_1 и k_2 строит график действия инта

$$b_1 = f(\epsilon_0), \quad b_2 = f(\epsilon_0), \quad \lambda = f(\epsilon_0) \left(\lambda_0 - \frac{v_0}{nD} \right).$$

Рис. 59. Функция $\epsilon = f(\epsilon_0, b)$.

8. Переход от коэффициента упора инта $k_1 = \frac{P}{\rho \pi D^4}$ к коэффициенту тяги $k_2 = \frac{P_T}{\rho \pi D^4}$ и, следовательно, переход от упора инта к тяге движителя не вызывает затруднений, так как

$$\frac{k_2}{k_1} = 1 - \epsilon k_1^2.$$

После выполнения расчетов по приведенной схеме может быть построена обычным способом паспортная диаграмма судна.

Вопросы эрозии гребных винтов судов на подводных крыльях

Эксплуатация кавитирующих гребных винтов, работающих в неравномерном поле скоростей, сопровождается, как правило, эрозией лопастей.

В связи с тем, что отсутствует достаточно надежная методика расчета кавитирующих гребных винтов, работающих в косом потоке, выбор параметров движителя, исключающих эрозию лопастей, затруднен. Поскольку к гребному винту судна на подводных крыльях возможен просек атмосферного воздуха вдоль гребного вала, пересекающего при движении поверхность воды, постановка эксперимента по изучению особенностей работы гребного винта, работающего в подобных условиях, также достаточно сложна.

При создании первых судов на подводных крыльях целесообразными оказались приближенные расчеты кавитирующих гребных винтов, работающих в косом потоке, и выбор на основании этих расчетов параметров серии гребных винтов в широком диапазоне изменения основных геометрических характеристик: шагового отношения H/D , дискового отношения θ , профиля сечения лопастей и т. д. Эти гребные винты испытывали на головных судах. По итогам испытаний делали выводы о влиянии того или иного параметра на интенсивность эрозии.

На рис. 60 показаны гребные винты судов на подводных крыльях с эрозийным разрушением. Как правило, эрозийные разрушения расположены на нагнетающей поверхности лопастей гребного винта.

В результате ряда исследований удалось повысить срок службы гребных винтов до 300—500 час. без заметных следов эрозии вместо 100—200 час. Однако полностью устранить эрозию и найти метод проектирования гребных винтов оказалось затруднительным.

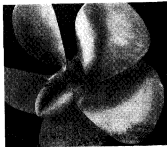
В 1962 г. начали разрабатывать мероприятия, исключающие эрозию гребных винтов судов на подводных крыльях. Внедрение этих мероприятий привело к положительным результатам.

Теоретические и экспериментальные исследования позволили разработать метод определения момента возникновения кавитации на нагнетающей поверхности кавитирующего гребного винта, работающего в косом потоке, а следовательно, и метод борьбы с эрозией¹.

Схема расчета (предложена Е. П. Георгиевской и О. В. Родестенским) заключается в следующем.

1. Определяют момент возникновения кавитации на нагнетающей кромке закручивающей и нагнетающей поверхности профиля в рассматриваемом сечении по формулам:

а)



б)

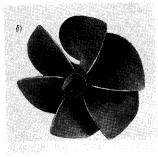


Рис. 60. Эрозийное разрушение гребных винтов десктовой «Ракеты»: а — нагнетающий винт, б — закручивающий винт.

¹ См. журнал «Судостроение», № 7, 1966.

для засасывающей поверхности местное число кавитации

$$\sigma = (0,5 - \delta)(\alpha_x - 200^\circ) + 35,$$

для нагнетающей поверхности

$$\sigma = -(0,5 - \delta)(200^\circ + \alpha_x) + 35,$$

где δ — относительная толщина сечения лопасти;

δ_1 — относительная толщина засасывающей поверхности;

δ_2 — относительная толщина нагнетающей поверхности, причем знак минус соответствует вогнутости;

α_x — кромочный угол атаки.

Далее находят величину

$$\sigma_{\min} = 0,2 + 6(0,55 - \delta_2)$$

и строят зависимость

$$\alpha_x = f(\sigma).$$

2. Подсчитывают максимальное и минимальное значения относительной поступи винта при заданном значении угла сноса потока по формуле

$$\lambda_p = \frac{\lambda_p \cos \varphi}{1 \pm \frac{\lambda_p}{r} \sin \varphi \cos \psi},$$

где λ_p — относительная поступь гребного винта;

φ — угол сноса потока;

ψ — угол поворота лопасти;

r — относительный радиус сечения.

3. Определяют зависимость (для профиля в рассматриваемом сечении) относительной поступи от кромочного угла атаки α_x , а также колебания угла атаки профиля за один оборот лопасти гребного винта по уточненной схеме Э. Э. Павлова [4].

4. Производят подсчет местного числа кавитации σ , соответствующих заданным числам кавитации σ винта в целом, по формуле

$$\sigma = \kappa - \frac{\lambda_p^2}{\lambda_p^2 + (\pi r)^2}.$$

5. Найденные предельные значения угла атаки наносят на график $\alpha_x = f(\sigma)$ для соответствующего числа кавитации, определенного в п. 4.

Если максимальные и минимальные значения угла атаки для местного числа кавитации σ располагаются по обе стороны границ кавитации на впадине кромки в течение одного оборота лопасти гребного винта, то это свидетельствует о периодическом возникновении и исчезновении кавитации и возможности появления эрозии.

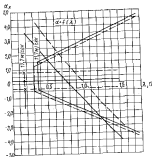


Рис. 61. Зависимость $\alpha_x = f(\delta)$ для $r = 0,54$,
— $r = 0,20$; — $r = 0,30$; — $r = 0$; — — — $r = 0,50$; — — — $r = 0,80$; — — — $r = 1,00$.

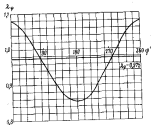


Рис. 62. Колебания местной относительной поступи в течение одного оборота.
 $\lambda_p = f(\psi)$; $\lambda_p = 0,65$.

Схема и пример расчета элементов гребного винта

Таблица 8

$\bar{r} = 0,54$ $k = 0,055$	$z = 0$ $z_2 = 0$	$\frac{A}{Ad} = 1,43$ $\frac{H}{D} = 1,22$				
$z = \frac{ab}{2ar} = 1,86$		$k_2 = 1 - \frac{\sqrt{1 - \lg^2 \theta}}{\lg \theta} = 0,826$				
$\gamma = \frac{2\pi}{2\pi} = 0,105$		$\lg \theta = \frac{H}{2ar} = 0,72$; $\theta = 35^\circ 45'$; $c_0 = 115$				
$\alpha_0 = \frac{c_0}{2} (k_1 - k_2) = 3^\circ 46'$						
α_0^*	-3,16	-2,9	0	2,0	4,0	6,0
$\alpha' = \alpha_0 + \alpha_0$	0	1,16	3,16	5,16	7,16	9,16
$\theta = \theta + \alpha_0$	39°51'	37°04'	35°45'	33°41'	31°44'	29°41'
$\lg \theta$	0,805	0,773	0,718	0,667	0,617	0,570
$\bar{k} = \lg \theta \bar{r}$	0,435	0,417	0,398	0,360	0,335	0,328
$\lambda = \frac{z}{2} \frac{\sqrt{1 - \bar{k}^2}}{\bar{k}}$	7,54	7,77	8,27	8,85	9,47	10,15
$k_0 = f(\lambda)$	0,980	0,963	0,905	0,970	0,975	0,980
$\delta_1 = \frac{11,5k_1k_2}{z \frac{1}{2} (1 - \lg^2 \theta)}$	13,15	13,46	13,80	14,30	14,66	15,00
$k_2 = \frac{28,8 \lg \frac{1}{1 - k_1}}{1 - k_1}$	14,55	13,90	13,65	13,25	12,85	12,46
$x = \frac{r'}{k_1 - k_2}$	0	0,043	0,115	0,188	0,261	0,334
$\alpha_2 = \frac{x}{1 - x}$	0	0,046	0,130	0,199	0,297	0,250
$\theta' = \frac{x}{\lg^2 \theta}$	—	0,071	0,221	0,423	0,666	1,030

Продолжение

$\alpha_1 = \frac{r'}{1 - \theta'}$	0	0,074	0,388	0,731	2,290	—
$\alpha_2 = \alpha_0$	0,094	0,015	0,038	0,049	0,063	—
$\bar{z} = \frac{1,1 \lg \frac{1}{1 - \alpha_2}}{\bar{r}}$	—	0,056	0,125	0,186	0,230	—
$\rho = \frac{r'}{1 - z}$	—	0,070	0,329	0,521	0,900	—
$\alpha_1 = \frac{\rho}{1 - \rho}$	—	0,082	0,490	1,090	9,000	—
$k = \bar{z} \lg \frac{1 - \alpha_2}{1 - \alpha_1}$	1,368	1,155	0,735	0,456	0,083	—

На рис. 61 приведены результаты расчета чисел кавитации, характеризующих возникновение кавитации для сечения лопасти, расположенного на $\bar{r} = 0,54$. Величины колебаний мгновенной относительной скорости k_0 в течение одного оборота показаны на рис. 62. В табл. 8 дан пример расчета функции $\alpha_0 = f(\lambda)$ для этого случая по схеме Э. Э. Паппелса [4]. Из рассмотрения данных расчета для сечений, расположенных на относительных радиусах \bar{r} , равных соответственно 0,54, 0,2, 0,845 (рис. 62, 63 и 64), следует, что гребной винт работает в режиме кавитации кавирующей поверхности.

Как показали результаты выполненных расчетов и проведенного анализа, можно исключить кавитацию кавирующей поверхности и, следовательно, эрозия, уменьшив кривизну профиля сечений лопастей. Однако для сохранения неизменной величины угла гребного винта в этом случае требуется увеличить шаг винта.

С целью определения параметров винта, при которых эрозия отсутствует, произведен расчет распределения шага и кривизны средней линии профиля для гребного винта (табл. 9). Как видно из таблицы, выбранный гребной винт не должен подвергаться эрозии. Гребной винт, имеющий параметры, определенные расчетом по приведенной схеме с учетом материалов натурных экспериментальных исследований, был изготовлен в 1954 г. и установлен на одном из теплоходов «Ракета». Осмотр гребного винта после 1536 час. эксплуатации показал, что следы эрозии на его лопастях отсутствуют.

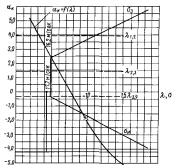
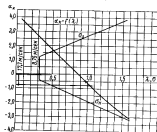
Рис. 63. Функция $\alpha_x = f(\lambda, \sigma)$ для $\bar{r} = 0.2$.Рис. 64. Функция $\alpha_x = f(\lambda, \sigma)$ для $\bar{r} = 0.45$.

Схема и пример расчета элементов гребного винта

$k_1 = 0.18$	$\frac{H}{D} = 1.5$					
$z = 5$	$i_p = 1.04$					
$\frac{A}{Ad} = 0.968$	$D = 0.7 \text{ м}, k = 1600 \text{ об/мин.}$					
\bar{r}	0.24	0.33	0.54	0.68	0.84	0.93
ϵ	26.8	25.0	19.3	15.6	12.0	9.8
b/D	0.411	0.305	0.581	0.621	0.586	0.479
$\lg \nu$	1.72	1.66	0.765	0.599	0.493	0.444
ν	50°56	46°43	37°25	30°55	26°15	23°56
$\lambda_{\text{max}} = \frac{\pi r g}{27 - z \frac{r}{D} \frac{0.75}{\sin \nu}}$	1.335	1.199	1.125	1.12	1.10	1.08
$\gamma_p = \frac{8k_1}{z i_p^2 \lambda_{\text{max}}}$	0.362	0.330	0.342	0.364	0.379	0.393
η	0.87	0.86	0.86	0.86	0.86	0.85
$\frac{H}{D} = \frac{\lambda_{\text{max}}}{\gamma_1}$	1.505	1.300	1.345	1.665	1.280	1.270
$\gamma = \frac{2}{z} k_1 \left(\frac{1}{\gamma_1} - 1 \right) \frac{\gamma^2}{\gamma^2 + \gamma_1^2}$	0.00795	0.0124	0.016	0.0173	0.0159	0.013
$\lg \gamma_1 = \frac{\gamma_1}{z}$	2.03	1.135	0.790	0.601	0.485	0.433

$\lg \delta = \frac{1}{\pi} \frac{p}{\rho c}$	1,760	0,977	0,680	0,518	0,418	0,370
δ_m	0,300	0,385	0,430	0,440	0,475	0,505
$\varepsilon_p = 2\pi \frac{\sin \beta D}{\cos (\beta_l - \beta) \delta}$	0,0955	0,107	0,097	0,081	0,065	0,0509
$\beta_{\text{в}} = \left(\frac{1}{\beta_l} - 1 \right) \cos \beta_l \sin \beta > \frac{\delta_m}{4}$	0,005	0,00365	0,00799	0,0082	0,0075	0,0074
$\delta = \frac{e}{b}$	0,0034	0,0055	0,0475	0,0357	0,0588	0,0293
$\delta'_c = \delta_c - \delta_{\delta_c}$	0,0136	0,0113	0,0067	0,007	0,0033	0,0128
$\delta_c = 0,58 - \delta'_c$	0,034	0,0019	0,007	0,0011	0,0061	—

§ 4. СОПРОТИВЛЕНИЕ ВОДЫ ДВИЖЕНИЮ СУДОВ НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ

Рассмотрим основные режимы движения судна на малоуглубленных подводных крыльях (рис. 65).

На малых скоростях движения такое судно практически не отличается от водоизмещающего. Подъемная сила и сопротивление подводных крыльев в этом режиме движения незначительны. В дальнейшем с увеличением скорости движения подъемная сила подводных крыльев начинает существенно увеличиваться. Наступает второй, характерный для такого судна режим — режим выхода на крылья.

Выход судна на крылья происходит следующим образом. При увеличении скорости на подводных крыльях возникают подъемные силы, причем коэффициенты подъемных сил носового и кормового подводных крыльев выбираются так, чтобы сначала «вышло» носовое крыло. За счет этого судно получает значительный дифферент на корпус. Увеличению дифферента способствуют также глиссирующие обводы корпуса. При дифференте судна на корпус углы атаки крыльев увеличиваются, подъемная сила подводных крыльев значительно возрастает и корпус поднимается над водой.

По мере дальнейшего увеличения скорости прирост подъемной силы носового крыла прекращается ввиду того, что крыло приближается к поверхности воды и уменьшается угол атаки из-за подъема кормового крыла. На этом заканчивается режим выхода судна на крылья и наступает третий, основной, режим — движение на подводных крыльях.

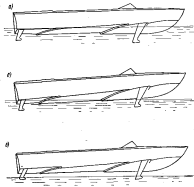


Рис. 65. Основные режимы движения судна на малоуглубленных подводных крыльях: а — движение на воде; б — выход на крылья; в — ход на крыльях.

Важнейшей задачей при проектировании судна на подводных крыльях является получение оптимальных гидродинамических характеристик всего гидродинамического комплекса судна во взаимодействии: корпуса, подводных крыльев и выступающих частей. Эта сложная задача может быть решена только на основе тщательно проведенного эксперимента.

При выборе оптимальной формы и обводов корпуса судна на подводных крыльях необходимо добиваться оптимального взаимодействия корпуса с подводными крыльями и выступающими частями, а также необходимой дифферентовки судна при

различной скорости с целью обеспечения наиболее благоприятных условий для выхода на крылья. Выбирая параметры подводных крыльев, также следует стремиться к оптимальному взаимодействию крыльев с корпусом, выступающими частями и движителем. Это необходимо для обеспечения максимального сопротивления, саморегулирования подъемной силы крыльев по скорости, продольной и поперечной устойчивости, устойчивости движения в вертикальной плоскости и на курсе, достаточной мореходности. Геометрические характеристики выступающих частей (стойки, кронштейны, калы) выбирают таким образом, чтобы сопротивление судна было минимальным и чтобы эти части оптимально взаимодействовали с крыльями. Необходимо исключить возможность ослепления плоскости крыла вследствие попадания воздуха через пересекающий поверхность воды гребной вал.

При выборе параметров гидродинамического комплекса судна на подводных крыльях главной целью является получение максимального сопротивления (или максимального гидродинамического качества). В первом приближении расчет сопротивления судна на малоперсуженных крыльях можно произвести аналитически с использованием экспериментальных материалов.

Расчет сопротивления судна на подводных крыльях

Полное сопротивление движению судна из подводных крыльев выражается в виде

$$R = R_{\text{корп}} + R_{\text{кр}} + R_{\text{в.ч.}} + R_{\text{ст}} + R_{\text{взм}}$$

где $R_{\text{корп}}$ — сопротивление корпуса;

$R_{\text{кр}}$ — сопротивление подводных крыльев;

$R_{\text{в.ч.}}$ — сопротивление выступающих частей (рули, гребные калы, кронштейны и т. д.);

$R_{\text{ст}}$ — сопротивление стабилизатора (закрылки, стабилизирующие крылья малого удлинения и т. д.);

$R_{\text{взм}}$ — воздушное сопротивление.

Рассмотрим сопротивление на основных режимах движения. Режим движения на плаву. Этому режиму соответствуют числа Фруда по водозмещению

$$Fr_D = \frac{v}{\sqrt{g \frac{V}{D}}} \approx 0 \div 1,$$

Вследствие относительной малости скоростей движения возникающие на подводных крыльях подъемные силы незначительны. Величиной их с достаточной для практических расчетов точностью можно пренебречь. Поэтому на данном режиме дви-

жения подводные крылья рассматриваются как выступающие части в полное сопротивление движению

$$R = R_{\text{корп}} + R_{\text{в.ч.}}$$

Здесь в величину $R_{\text{в.ч.}}$ включено также и $R_{\text{кр}}$. В свою очередь, составляющие полного сопротивления $R_{\text{корп}}$ и $R_{\text{в.ч.}}$ можно выразить формулами

$$R_{\text{корп}} = \zeta_{\text{корп}} \frac{\rho v^2}{2} S_{\text{корп}}$$

$$R_{\text{в.ч.}} = \zeta_{\text{в.ч.}} \frac{\rho v^2}{2} S_{\text{в.ч.}}$$

где $\zeta_{\text{корп}}$, $\zeta_{\text{в.ч.}}$ — коэффициенты полного сопротивления соответственно корпуса и выступающих частей, определяемые известными методами [7];

$S_{\text{корп}}$, $S_{\text{в.ч.}}$ — смоченные поверхности соответственно корпуса и выступающих частей.

Режим выхода судна из крылья. Этому режиму движения соответствуют числа $Fr_D \approx 1 \div 2,3$.

Данный режим движения характеризуется значительным ростом гидродинамических сил, возникающих на корпусе и подводных крыльях. Корпус в этом режиме движения глиссироват. Полное сопротивление движению можно представить в виде

$$R = R_{\text{корп}} + R_{\text{кр}} + R_{\text{в.ч.}} + R_{\text{ст}}$$

Рассмотрим составляющие полного сопротивления.

Сопротивление корпуса в соответствии с известными зависимостями теории глиссирования выражается [7]

$$R_{\text{корп}} = \Delta (\zeta_D + R_T)$$

где $\Delta = D - (Y_H + Y_B)$ — нагрузка на редан;

$\Delta \cdot \zeta_D$ — сопротивление давления (α_D — угол итака редана);

R_T — сопротивление трения,

$$R_T = (\zeta_{\text{в.ч.}} + \zeta_{\text{корп}}) \frac{\rho v^2}{2} S_{\text{к.}}, \text{ Здесь } \zeta_{\text{т.к.}} \text{ — коэффициент сопротивления трения эквивалентной гладкой пластине; } \zeta_{\text{корп}} \text{ — надбавка к коэффициенту } \zeta_{\text{в.ч.}}, \text{ учитывающая шероховатость корпуса.}$$

Для турбулентного режима обтекания по формуле Праудтла — Шлихтинга

$$\zeta_{\text{т.к.}} = \frac{0,455}{(\log Re)^{2,58}}$$

Надбавку на шероховатость $\zeta_{\text{корп}}$ в соответствии с работой [7] можно принять равной $(0,3 \div 0,5) \cdot 10^{-4}$ для сварной обшивки и $(0,65 \div 1,0) \cdot 10^{-2}$ для клепаной обшивки для сварной со значительными волнами на поверхности.

Сопротивление подводных крыльев можно рассчитать по формуле

$$R_{\text{кр}} = c_{x_{\text{кр}}} \frac{\rho v^2}{2} S_{\text{кр}} + c_{x_{\text{кр}}} \frac{\rho v^2}{2} S_{\text{кр}},$$

где $c_{x_{\text{кр}}}$, $c_{x_{\text{кр}}}$ — коэффициенты сопротивления соответственно носового и кормового крыльев.

Сопротивление выступающих частей определяют по формуле

$$R_{\text{в.ч}} = c_{x_{\text{в.ч}}} \frac{\rho v^2}{2} S_{\text{в.ч}},$$

где $c_{x_{\text{в.ч}}}$ — коэффициент сопротивления выступающих частей.

В первом приближении коэффициенты сопротивления крыльев и выступающих частей можно принять следующими:

Подводное крыло	0,009 + 0,010
Среднее крыло	0,09 + 0,31
Рука	0,10 + 0,30
Кронштейны гидротрансформатора	0,016 + 0,608
Гребной вал	0,025 + 0,525

Сопротивление стабилизатора типа эллиптической пластины

$$R_{\text{ст.п}} = Y_{\text{ст}} \tan \alpha_{\text{ст}} + c_{x_{\text{ст.п}}} \frac{\rho v^2}{2} S_{\text{ст.п}}$$

где $Y_{\text{ст}}$ — подъемная сила стабилизатора;

$\alpha_{\text{ст}}$ — угол атаки стабилизатора;

$S_{\text{ст.п}}$ — проекционная площадь стабилизатора.

Приведенные значения коэффициентов сопротивления дают возможность при знании погруженных площадей определить сопротивление крыльев и выступающих частей для различных скоростей движения судна.

Режим движения на подводных крыльях. Этому режиму движения соответствуют числа $Fr_0 > 2 \div 3$. При таких значениях относительной скорости движения погружены подводные крылья, часть стоек, кронштейнов, рулей; корпус судна находится над водой. Полное сопротивление длинноносу и длинноносу выражается в виде

$$R = R_{\text{кр}} + R_{\text{в.ч}} + R_{\text{м.п.}}$$

Воздушное сопротивление можно определить по формуле

$$R_{\text{м.п.}} = c_{x_{\text{м.п.}}} \frac{\rho_a v^2}{2} S_{\text{м.п.}}$$

где $c_{x_{\text{м.п.}}}$ — коэффициент воздушного сопротивления судна (для существующих типов судов на подводных крыльях $c_{x_{\text{м.п.}}} \approx 0,4 \div 0,6$);

ρ_a — массовая плотность воздуха, $\rho_a = 0,125 \text{ кг-сек}^2/\text{м}^4$;

$S_{\text{м.п.}}$ — площадь минимального сечения судна.

Необходимое условие для расчета сопротивления судна — определение посадки (осадки носом и кормой) судна при различных значениях скорости. Существует несколько методов определения посадки судна. Ниже приведен один из них. С помощью этого метода можно приближенно определить посадку судна на подводных крыльях в зависимости от скорости движения.

На рис. 66 приведена схема сил, действующих на движущееся судно на подводных крыльях. Если судно движется в вер-

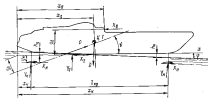


Рис. 66. Схема сил, действующих на судно на подводных крыльях при движении.

тикальный плоскости, то уравнения его движения записываются в следующем виде:

$$m \frac{dv_x}{dt} = P \cos(\varphi + \psi) - \sum R_i,$$

$$m \frac{dv_y}{dt} = P \sin(\varphi + \psi) + \sum V_i - D,$$

$$I_y \frac{d^2 \gamma}{dt^2} = -P x_p - M_v - M_R,$$

где m — масса судна с учетом присоединенной массы воды;

v_x , v_y — проекция скорости ЦТ судна на соответствующую ось координат;

I_y — момент инерции судна, включая присоединенный момент относительно поперечной оси, проходящей через ЦТ;

M_v — момент подъемных сил относительно поперечной оси;

M_R — момент сил сопротивления относительно поперечной оси;

x_p — плечо силы упора относительно поперечной оси.

С приемлемой для практических расчетов точностью (при установившемся движении судна) величинами σ_y ; dv_y/dt ; d^2v_y/dt^2 ; d^2q/dt^2 можно пренебречь. Тогда уравнения установившегося движения запишутся в виде:

$$\sum Y_i + P \sin(\tau + \varphi) = D,$$

$$P \cos(\tau + \varphi) - \sum R_i = 0,$$

$$P z_y + M_y + M_K = D(x_g - x_g \varphi).$$

Эта система уравнений выражает условие равновесия судна и является исходной для определения посадок. Исключив из уравнений P , получим:

$$\sum Y_i + \lg(\tau + \varphi) \sum R_i = D,$$

$$M_y + M_K - \frac{\sum R_i z_y}{\cos(\tau + \varphi)} = D(x_g - x_g \varphi).$$

При каждом значении скорости можно наметить ряд положений судна, охватывающих весь возможный диапазон посадок, и затем для каждого положения судна определить величины подъемных сил и сопротивлений. Далее приведенные уравнения решаются графически в следующем порядке.

1. При скорости v заданы рядом погружений косоугольного крыла $h_{k1}, h_{k2}, h_{k3}, \dots, h_{kn}, h_{k2}, h_{k3}, \dots$. Угол дифферента φ определяется по формуле

$$\varphi = \frac{h_{k1} - h_{kn} - h_{k2} - h_{kn}}{L_{\text{кр}}}$$

2. Для погруженных крыльев подъемные силы и сопротивления вычисляются ранее рассмотренными способами.

3. На диаграмме (рис. 67) в координатах φ и h_{k1}, h_{k2} строятся значения правых частей уравнений движения:

$$\sum Y_i + \lg(\tau + \varphi) \sum R_i,$$

$$M_y + M_K - \frac{\sum R_i z_y}{\cos(\tau + \varphi)},$$

где $M_K = \sum Y_i (x_i - y_i \varphi)$; $M_y = \sum R_i (y_i - x_i \varphi)$.

На верхней части диаграммы, служащей графическим изображением первого уравнения, кривые, соответствующие $h = \text{const}$, пересечены прямой $D = \text{const}$. Спроектировав их точки пересечения на кривые нижней части диаграммы, получим также линию $D = \text{const}$. Пользуясь такой диаграммой, можно определить положение равновесия при заданном D и ЦТ. Для этого нужно величину $D x_g$ отложить по оси ординат и провести

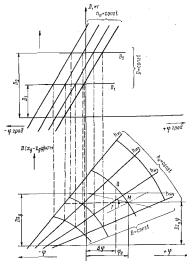


Рис. 67. Диаграмма Эколю.

прямую под углом $D\alpha_0\phi$. Точка пересечения данной прямой с соответствующей $D=\text{const}$ даст угол дифферента ϕ и глубину погружения h_0 .

Зная посадку судна по скорости, можно определять смоченные площади корпуса, выступающих частей и погружения крыльев.

Метод пересчета буксировочного сопротивления с модели на натурное судно

Наиболее надежный метод определения сопротивления судна — пересчет сопротивления с модели на натуру. Если приближенный метод лавинного расчета используется на первой стадии проектирования, когда необходимо предварительно оценить характеристики судна, то метод пересчета является конечным этапом, по которому производится окончательная оценка сопротивления судна на подводных крыльях, на основании которой выбирается силовая установка судна и параметры двигателя.

Для получения надежных результатов при пересчете сопротивления на натурные условия нужно обеспечить условия моделирования, достаточную точность замеров при испытании модели и выбрать правильный метод пересчета результатов испытаний с модели на натуру.

При испытании моделей судов на подводных крыльях осуществляют частичное моделирование, определяя скорость движения модели только из условия равенства чисел Фруда у модели и у натуре. Влияние несоответствия чисел Рейнольдса во время таких испытаний можно учесть с некоторым приближением, если расчетным путем найти сопротивление трения. Итак,

$$F_{R_n} = F_{R_m},$$

$$F_{R_n} = \frac{v_n}{\sqrt{\mu \sqrt{\frac{D_n}{\gamma_n}}}},$$

$$F_{R_m} = \frac{v_m}{\sqrt{\mu \sqrt{\frac{D_m}{\gamma_m}}}}.$$

Положив $\gamma_n = \gamma_m$, запишем формулы для пересчета скорости и сопротивления в виде

$$v_n = v_m \sqrt{\mu},$$

$$R_n = R_m \mu^2,$$

где $\mu = \sqrt[3]{\frac{D_n}{D_m}}$ — масштаб.

Предполагается, что геометрические подобия выдержаны:

$$L_n = \frac{L_m}{\mu^3}, \quad S_n = \frac{S_m}{\mu^2}.$$

Испытания моделей судов на подводных крыльях проводятся обычно в опытовом бассейне либо на открытом водоеме. При испытании моделей в опытовом бассейне рабочий участок, на котором производится измерение, ограничен, время наблюдения за поведением модели небольшое, скорость движения модели мала. На открытом водоеме с помощью буксировки модели специальноым скоростным катером можно значительно увеличить

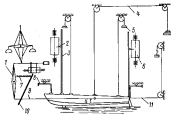


Рис. 68. Схема буксировки модели в бассейне.

1 — динамическое сопротивление, 2 — верт, 3 — стержень, 4 — разгрузочный трос, 5 — измерительный блок, 6 — трос, 7 — модель, 8 — измерительный блок, 9 — трос, 10 — измерительный блок, 11 — измерительный блок.

масштаб модели, скорость и время наблюдения за моделью в процессе испытаний.

Во избежание масштабного эффекта, который может сказаться при пересчете буксировочного сопротивления и досадок судна, масштаб модели выбирается из условия получения числа Рейнольдса для крыльев ($Re_{cr} = \frac{v_n}{\nu}$) не менее $5 \cdot 10^5$. Опытные бассейны часто не в состоянии удовлетворить данному условию.

Испытание моделей в бассейне производится следующим образом. Модель, установленную под винт перед буксировочной тележкой (рис. 68), буксируют за рым, расположенный в районе ЦТ. Буксировка осуществляется с помощью тягового троса. Трос

связывает модель с динамометром сопротивлений и отрицательной тягой.

Погружения подводных крыльев фиксируются триггерами, стержни которых установлены над крыльями. Запись производится с помощью пера и барабана. Угол дифферента φ определяется по разности погружений носового h_n и кормового h_k подводных крыльев, расстоянию между крыльями и основной линией корпуса h_n , h_k и расстоянию между стержнями триггерами.

Крылья установлены к основной линии корпуса под углом $\alpha_{\text{крт}}$. Геометрический угол атаки крыльев

$$\alpha = \varphi + \alpha_{\text{крт}}$$

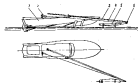


Рис. 68. Схема испытательной модели на открытом водоеме.

1 — автор-буксировщик; 2 — динамометр; 3 — буксировочная штанга; 4 — направляющий блок.

Положение ЦТ модели в процессе испытаний изменяется посредством специальных моментных грузов. Вес модели уменьшается разгрузочным тросом с помощью гири. Модель может свободно перемещаться по дифференту, крену и в вертикальном направлении. Рысканию модели препятствуют носовая и кормовая направляющие катачки.

На рис. 69 приведена схема испытаний модели на открытом водоеме. В качестве буксировщика применяется обычно судно на подводных крыльях или специальный скоростной буксировщик. Модель при буксировке располагается, как правило, сбоку или впереди буксировщика (рис. 70).

Сопротивление модели определяется динамометром, укрепленным на буксировщике; усилие к динамометру передается буксировочным тросом, проходящим через направляющие блоки. Один из направляющих блоков закреплен на буксировочной штанге, другой — на вертикальной трубе, жестко связанной со штангой. При буксировке линии действия силы тяги проходит

через ЦТ модели. Угол дифферента модели устанавливается с помощью дифферентомера. Погружение крыльев измеряется по отметкам на стойках крыла.

Пересчет сопротивлений с модели на натурное судно для различных режимов движения производится следующим образом.



Рис. 70. Буксировка модели на открытом водоеме: а — момент испытаний, б — модель.

Режим плавания. Формула пересчета для данного режима движения может быть представлена в виде

$$R_a = (R_m - R_{\text{тр}a}) \alpha^2 + R_{\text{тр}a}$$

Здесь $(R_m - R_{\text{тр}a})$ — остаточное сопротивление модели;

$R_{\text{тр}a}$ — сопротивление трения натурного судна.

В свою очередь, остаточное сопротивление

$$R_{\text{ост}} = \frac{\rho}{2} \sum S_i V^2$$

где $\sum S_i$ — суммарная смоченная площадь корпуса, крыльев и выступающих частей.

Расчет остаточного сопротивления, таким образом, производится исходя из равенства коэффициентов остаточного сопротивления модели и натурального судна

$$\zeta_{\text{ост.м}} = \zeta_{\text{ост.н}}$$

Полное сопротивление модели $R_{\text{м}}$ определяется по результатам буксировки модели с крыльями и выступающими частями в бассейне или на открытом водоеме.

Сопротивление трения модели $R_{\text{тр.м}}$ и затем натурального судна $R_{\text{тр.н}}$ рассчитывается как сопротивление трения эквивалентной пластины. Формулы для расчета сопротивления трения модели и натурального судна имеют вид:

$$R_{\text{тр.м}} = R_{\text{тр.кор.м}} + R_{\text{тр.кр.м}} + R_{\text{тр.ч.м}},$$

$$R_{\text{тр.н}} = R_{\text{тр.кор.н}} + R_{\text{тр.кр.н}} + R_{\text{тр.ч.н}},$$

где $R_{\text{тр.кор.м}}$ — сопротивление трения корпуса;

$R_{\text{тр.кр.м}}$ — сопротивление трения крыльев;

$R_{\text{тр.ч.м}}$ — сопротивление трения выступающих частей (стойки, рули, гребные валы и т. д.).

Соответствующие сопротивления трения модели $R_{\text{тр.м}}$ и натурального судна $R_{\text{тр.н}}$ находятся по формулам:

$$R_{\text{тр.м}} = \zeta_{\text{тр.м}} \frac{\rho v^2}{2} S_{\text{м}},$$

$$R_{\text{тр.н}} = (\zeta_{\text{тр.м}} + \zeta_{\text{кор}}) \frac{\rho v^2}{2} S_{\text{н}},$$

где $\zeta_{\text{тр.м}}$ — коэффициент сопротивления трения эквивалентной гладкой пластины;

$S_{\text{н}}$ — соответствующая смоченная площадь.

Коэффициент сопротивления трения определяется в функции от числа Рейнольдса

$$Re_L = \frac{v L}{\nu},$$

Здесь L — длина судна, хорда крыла и т. п. в зависимости от того, сопротивление какого элемента рассчитывается.

Режимы течения на крыльях. Результаты экспериментов показывают, что некоторые изменения сопротивления трения в данном режиме движения подводных крыльев и выступающих частей компенсируется дополнительным сопротивлением, возникающим при пересечении стоек крыльев и другими

выступающими частями поверхности воды, причем у натурального судна такое сопротивление более ощутимо вследствие более интенсивного брызгообразования.

Применительно к этому режиму движения формула пересчета несколько видоизменяется

$$R_{\text{м}} = (R_{\text{м}} - R_{\text{тр.кор.м}}) \pi^2 + R_{\text{тр.кор.н}}.$$

Остаточное сопротивление

$$R_{\text{ост}} = R_{\text{м}} - R_{\text{тр.кор.м}}.$$

Режим движения на подводных крыльях. Формулы пересчета для этого режима движения записываются в виде

$$R_{\text{м}} = (R_{\text{м}} - R_{\text{тр.кр.м}}) \pi^2 + R_{\text{тр.кр.н}}.$$

Остаточное сопротивление имеет вид

$$R_{\text{ост}} = R_{\text{м}} - R_{\text{тр.кр.м}}.$$

Порядок определения сопротивления натурального судна при наличии модели обычно такой:

- 1) задается ряд значений скорости натурального судна;
- 2) скорости пересчитываются с натурального судна на модель;
- 3) проводится испытание модели с выполнением всех необходимых замеров;
- 4) рассчитываются числа Рейнольдса корпуса, крыльев и выступающих частей модели и натурального судна;
- 5) определяются соответствующие коэффициенты трения сопротивления для модели и натурального судна

$$\zeta_{\text{тр.н}} = f(Re_L).$$

Далее для каждого режима движения по соответствующей формуле подсчитываются остаточные сопротивления и сопротивление трения и затем определяется полное сопротивление натурального судна.

Метод определения сопротивления натурального судна по результатам испытания модели с переменной скоростью

Этот метод еще не получил широкого распространения, но представляется весьма перспективным для судов на подводных крыльях.

Обычно сопротивление модели определяют на установившихся режимах с постоянной скоростью буксировки. Однако на режиме выхода на подводные крылья получить установившийся режим сложно. А постоянную скорость, соответствующую

максимальному значению сопротивления (горб сопротивления), при сохранении посадки модели практически невозможно. Для этих режимов движения наиболее приемлем метод буксировки модели с переменной скоростью. Данный метод применяется также для изучения процесса разгона и торможения судна.

Рассмотрим режим движения судна с переменной скоростью [7].

Уравнение неустойчивости движения судна при неработающем двигателе имеет вид

$$(m + \lambda_{21}) \frac{dv}{dt} = -R_w$$

где m — масса судна;

λ_{21} — присоединенная масса воды с учетом влияния свободной поверхности;

R_w — сопротивление судна при неустойчивом движении.

Теоретические исследования показывают, что величина λ_{21} зависит от ускорения судна и вязкости жидкости. Ее можно определить экспериментально путем обработки, например записи изменения скорости модели при буксировке с восточным усилием (метод гравитационных испытаний).

В этом случае величина присоединенной массы λ_{21} определяется в виде

$$\lambda_{21} = \frac{p}{\frac{dv}{dt}} - m.$$

Сопротивление R_w можно представить как

$$R_w = R + \Delta R_a,$$

где R — сопротивление судна при установившемся движении;

ΔR_a — дополнительное сопротивление, связанное с наличием ускорения.

Если величину ΔR_a объединить с инерционной силой, которая выражена через присоединенную массу, то уравнение движения примет вид

$$m(1 + \kappa) \frac{dv}{dt} = -R,$$

где

$$\kappa = \frac{\lambda_{21} + \Delta R_a}{m} \frac{dv}{dt}.$$

Коэффициент κ зависит от типа и формы судна и определяется инерционными испытаниями моделей в бассейне с заданной скоростью модели во времени. Зная коэффициент κ и ускорение dv/dt , по испытаниям модели с массой m можно установить сопротивление в любой точке модели по скорости и произвести соответствующий пересчет на натурное судно. Этот метод позволяет при уже найденном коэффициенте κ определить сопротивление модели $R_w = f(v_w)$ за одну пробежку в бассейне.

§ 5. ВОПРОСЫ ОСТОЙЧИВОСТИ СУДОВ НА МАЛОПОГРУЖЕННЫХ ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ

Остойчивость судов на подводных крыльях в основном режиме обеспечивается за счет дополнительных гидродинамических сил, возникающих на крыльях при возмущениях по крену и дифференту. Рассмотрим поперечную остойчивость судна в режиме движения его на подводных крыльях.

При наклоне на малый угол θ (рис. 71) на судно действуют следующие силы:

Y_n, Y_k — подъемная сила соответственно носового и кормового крыла;

$Y_{n\delta}^*, Y_{k\delta}^*$ — сила дрейфа соответственно носового и кормового крыла;

$R_{n\delta}^*, R_{k\delta}^*, R_{\delta}^*, R_{\delta p}^*$ — сила сопротивления дрейфу соответственно носового и кормового крыла, стоек крыльев, руля, кронштейнов.

Указанная система сил, действующих на судно, должна придать к паре, момент которой, называемый восстанавливающим, характеризует остойчивость судна при заданных угле крена θ и скорости v .

Горизонтальные составляющие подъемных сил крыльев, направленные в сторону наклоненного борта, вызывают дрейф судна. В начальный момент наклонения, когда дрейф отсутствует, сумму моментов всех сил относительно продольной оси,



Рис. 71. Система сил, действующих на судно при наклоне.

проходящей через ЦТ судна при наклоне на угол θ , можно записать в виде

$$M(\theta) = M(Y_A) + M(Y_A),$$

где $M(Y_A)$ — момент силы Y_A ;

$M(Y_A)$ — момент силы Y_A .

При установившемся дрейфе судна силы, вызывающие дрейф, Y_A , Y_A вызовут силу сопротивления дрейфу судна R_D , которая равна $R_{D,x} = Y_{A,x}$ и направлена в сторону, противоположную дрейфу.

Выражение для определения восстанавливающего момента судна в этом случае имеет вид

$$M(\theta) = M(Y_A) + M(Y_A) - M(R_D).$$

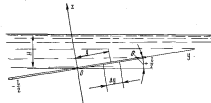


Рис. 72. Восстанавливающий момент наклоненного малопогруженного крыла.

Начальная поперечная метацентрическая высота может быть определена из условия равенства восстанавливающего момента произведению $D \cdot h \cdot \sin \theta$

$$h = \frac{M(Y_A) + M(Y_A) - M(R_D)}{D \sin \theta}.$$

Рассмотрим составляющие восстанавливающего момента.

Восстанавливающий момент крыла. В зависимости от погружения коэффициент подъемной силы малопогруженного подводного крыла

$$c_{Y_k} = c_{Y_k} [1 - 0,5e^{-2,5\delta}].$$

При наклоне на угол θ (рис. 72) одна половина крыла приближается к поверхности воды, а вторая удаляется. В ре-

зультате разности погружений крыла по размаху образуется разность в подъемных силах для разных сечений крыла, что является причиной возникновения восстанавливающего момента наклоненного крыла.

Подъемная сила малопогруженного крыла

$$Y = c_{Y_k} \cdot \frac{\rho S}{2} = c_{Y_k} \left[1 - 0,5e^{-2,5\delta} \right] \frac{\rho S}{2}.$$

Соответственно приращение подъемной силы наклоненного крыла по размаху

$$\Delta Y = c_{Y_k} \cdot \frac{\rho S}{2} b (1 - 0,5e^{-2,5\delta}) \Delta y.$$

Момент этой силы относительно точки О (рис. 72)

$$\Delta M_k = \Delta Y y = c_{Y_k} \cdot \frac{\rho S}{2} b (1 - 0,5e^{-2,5\delta}) y \Delta y.$$

Интегрируем по размаху крыла

$$M_k = c_{Y_k} \cdot \frac{\rho S}{2} b^2 \frac{e^{-2,5\delta}}{2\delta} \left[e^{-2,5\delta} \frac{1}{2\delta} \left(\frac{1}{2\delta} - \frac{1}{2,5\delta} \right) + e^{-2,5\delta} \frac{1}{2\delta} \left(\frac{1}{2\delta} - \frac{1}{2,5\delta} \right) \right].$$

При знании экспериментальных значений коэффициента момента c_m в зависимости от погружения крыла выражение для определения M_k можно представить в более простом виде

$$M_k = c_m \frac{\rho S}{2} b^2.$$

Кренящий момент сил сопротивления дрейфу судна. Из рис. 71 следует, что

$$Y_{A,x} = Y_A \sin \theta,$$

$$Y_{A,x} = Y_A \sin \theta,$$

то

$$R_A = Y_{A,x} + Y_{A,x},$$

потому

$$R_A = Y_A \sin \theta + Y_A \sin \theta = (Y_A + Y_A) \sin \theta.$$

С другой стороны,

$$R_A = R_{A,x} + R_{A,x} + R_c^2 + R_p^2 + R_{sc}^2.$$

Рассмотрим составляющие этого выражения: силу сопротивления дрейфу крыла и силу сопротивления дрейфу выступающих частей.

Сила сопротивления дрейфу крыла

$$R_{a, \kappa} = R_{\kappa} \sin \varphi$$

или

$$R_{a, \kappa} = c_{\kappa} \frac{\rho v^3}{2} S \sin \varphi \approx c_{\kappa} \frac{\rho v^3}{2} S \varphi \quad (\varphi \text{ мало}).$$

Здесь R_{κ} — лобовое сопротивление крыла;

φ — угол дрейфа крыла.

С гидродинамической точки зрения выступающие части судна на подводных крыльях (стойки, руль, кронштейны) представляют собой крылья, ориентированные относительно судна в вертикальной плоскости. Следовательно, общее выражение для сил сопротивления в данном случае может быть записано в виде

$$R_{a, \kappa} = \sum_{i=1}^n c_{\kappa i} \frac{\rho v^3}{2} S_i,$$

где $R_{a, \kappa}$ — суммарное сопротивление выступающих частей;

n — число выступающих частей.

Учитывая, что угол атаки выступающих частей равен углу дрейфа φ , выражение для $R_{a, \kappa}$ ориентировочно можно представить как

$$R_{a, \kappa} = \varphi \frac{\rho v^3}{2} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial c_{\kappa}}{\partial \varphi} \right)_i S_i.$$

Тогда суммарная сила сопротивления дрейфу судна будет

$$R_A = R_{a, \kappa}^a + R_{a, \kappa}^b + R_{a, \kappa}^c + R_{a, \kappa}^d + R_{a, \kappa}^e = (c_{a, \kappa}^a S_a + c_{a, \kappa}^b S_b) \frac{\rho v^3}{2} \varphi + \\ + \varphi \frac{\rho v^3}{2} \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial c_{\kappa}}{\partial \varphi} \right)_i S_i$$

или

$$R_A = \varphi \left[c_{a, \kappa}^a S_a + c_{a, \kappa}^b S_b + \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial c_{\kappa}}{\partial \varphi} \right)_i S_i \right] \frac{\rho v^3}{2}.$$

Принимая во внимание, что $R_A = (Y_A + Y_{\kappa}) \sin \Theta$, определим угол дрейфа

$$\varphi = \frac{2(Y_A + Y_{\kappa}) \sin \Theta}{\left[c_{a, \kappa}^a S_a + c_{a, \kappa}^b S_b + \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial c_{\kappa}}{\partial \varphi} \right)_i S_i \right] \frac{\rho v^3}{2}}$$

и суммарный кренящий момент сил сопротивления дрейфу судна

$$M_A = \varphi \left[c_{a, \kappa}^a S_a l_a + c_{a, \kappa}^b S_b l_b + \sum_{i=1}^n \left(\frac{\partial c_{\kappa}}{\partial \varphi} \right)_i S_i l_i \right] \frac{\rho v^3}{2}.$$

Теперь можно рассчитать восстанавливающий момент судна к начальной поперечной метacentрической высоте

$$M(\Theta) = M_A + M_{\kappa} - M_{\Sigma}, \\ h = \frac{M(\Theta)}{D \sin \Theta}.$$

Построив графическую зависимость $h=f(\Theta)$ для различных углов Θ , получим представление о поперечной остойчивости судна на подводных крыльях при малых качрениях (рис. 73).

Анализ выражений для оценки начальной поперечной остойчивости судна на подводных крыльях позволяет сделать некоторые выводы:

поперечная остойчивость судна на малопогруженных подводных крыльях обеспечивается гидродинамическим восстанавливающим моментом подводных крыльев;

при уменьшении погружения крылья учащаются остойчивость судна;

крезмерное заглубление выступающих частей приводит к уменьшению поперечной остойчивости судна.

На рис. 73 показаны кривые $h=f(\Theta)$, рассчитанные для разных углов крена теплохода «Ракета» по приведенным формулам. Эти расчетные данные согласуются с результатами эксперимента, приведенного на затруном судне.

Как следует из анализа кривых, наиболее неблагоприятный режим в отношении поперечной остойчивости — режим выхода судна на подводные крылья, когда корпус уже не участвует в обеспечении остойчивости, а крылья еще слабо реагируют на изменение погружения, поскольку глубина погружения крыльев превышает половину хорды. В этом режиме движение поперечной остойчивость достигается обычно с помощью различных дополнительных устройств: выскоки расположенных подводных крыльев, глоссирующих пластин и т. д.

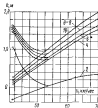


Рис. 78. Функция $k=f(\alpha)$ для разных θ теплохода «Ракета».

На теплоходе «Метеор» для обеспечения устойчивости при выходе судна на крылья применены дополнительные крылья малого удлинения, расположенные над носовым крылом на расстоянии, равном хорде несущего крыла. С этой же целью на теплоходе «Спутник» установлены дополнительные крылья малого удлинения. Они расположены в два ряда над носовым подводным крылом в пределах высоты, равной 1,5 хорды несущего крыла.

На теплоходе «Комета» устойчивость при выходе на крылья обеспечивается дополнительным высоко расположенным носовым крылом. Дополнительное крыло находится на расстоянии 1,36 хорды по длине и корму и 1,32 хорды вверх по высоте от носка носового несущего крыла. На теплоходе «Вихрь» дополнительное носовое высоко расположенное крыло установлено на расстоянии 1,48 хорды по длине и корму и 1,09 хорды по высоте от носка носового несущего крыла.

В табл. 10 приведены сравнительные характеристики

Таблица 10

Сравнительные характеристики дополнительных устройств для обеспечения устойчивости при выходе судна на крылья

Тип судна	Устройство	l , м	b , м	S , м ²	α , град.	χ , град.	Количество
«Ракета»	Галсерирующая планета	2,80	0,60	1,68	8°	—	По одной на борт
«Волга»	Носовое крыло	1,70	0,25	0,43	—230°	0	1
«Метеор»	« малое удлинение »	3,10	0,90	3,45	7°	40°	По одному на борт
«Спутник»	То же	1,60	1,14	2,26	3°	40°	По два на борт
«Комета»	Носовое крыло	4,30	0,83	9,43	2°30'	42°	1
«Вихрь»	« »	11,00	1,62	16,70	3°	40°	1
«Чайка»	« »	3,30	0,42	1,95	0°	345°	1
«Беларусь»	Носовое крыло малого удлинения	0,70	0,56	0,51	3°	3°	По одному на борт
«Буревестник»	Носовое крыло	7,00	0,85	3,94	3°	8°30'	1
«Галсерирующая планета»	Галсерирующая планета	1,90	0,70	1,3	8°	—	По одной на борт
«Волга», 1965 г.	Носовое крыло	2,00	0,24	0,43	2°30'	30°00'	1

дополнительных устройств для обеспечения устойчивости при выходе судна на крылья.

Продольная устойчивость достигается также гидродинамическими силами, возникающими на крыльях благодаря эффекту сливания свободной поверхности при перемещении крыльев. В случае возмущения по дифференцу косыми и кормовые подводящие крылья меняют глубину погружения и возникающие восстанавливающие моменты приводят судно к первоначальному положению.

Характерной особенностью малогрузовых подводных крыльев является то, что в большинстве случаев достаточная устойчивость судна достигается при размахе крыльев, сопоставимом с габаритной шириной судна.

Важным фактором в обеспечении устойчивости судна оказывается также оптимальное взаимодействие крыльев с выступающими частями, благодаря которому исключаются процессы крыва атмосферного воздуха, местные срывы и т. д.

§ 6. АРХИТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ СУДОВ НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ

Внедрение нового принципа движения на воде настоятельно потребовало пересмотреть внешнюю и внутреннюю архитектуру и планировку судов, разработать и выбрать новые конструкции и материалы.

Резкий рост скорости движения, подъем всего корпуса судна над водной поверхностью привели к тому, что с целью снижения аэродинамического сопротивления и улучшения экстерьера корпуса, надстройки, рубки и выступающим частям судна приданы обтекаемые стреловидные формы.

Судно на подводных крыльях можно назвать скоростным водным автобусом, название которого — быстрая доставка пассажиров на короткие и средние расстояния (до 500—600 км) с использованием самых дешевых дорог — рек, водохранилищ и морей. По общему расположению судна на подводных крыльях также напоминают самолет или автобус.

Учитывая критичность пребывания пассажира на борту пассажирские помещения судна на подводных крыльях выполняются в виде салонов, оборудованных индивидуальными креслами занавешенного типа с откидывающимися спинками для облегчения мягкими креслами или диванами. Салоны располагают с учетом обеспечения максимальных удобств пассажиров, хорошего обзора и достаточного удаления от основного источника шума — машинного отделения.

Рулевая рубка — центральный пост управления — находится, как правило, в носовой части судна, что обуславливает нормаль-

ное управление судном даже в условиях извилистых и загоренных рек.

Машинное отделение следует по возможности удалить и изолировать от пассажирских помещений. Наиболее рационально располагать машинное отделение в кормовых отсеках судна. Это связано, однако, с необходимостью применения угловых редукторов или вертикальных передач мощности от двигателя к гребному винту.

На некоторых судах («Чайка», «Беларусь» и «Буревестник») кормовое расположение машинного отделения достигнуто в результате применения водометных двигателей. Таким путем удалось значительно улучшить условия обитаемости этих судов по сравнению с судами, у которых машинное отделение находится в средних отсеках.

Вспомогательные служебные и бытовые помещения (кладовые, санузлы, дежурные каюты, буфеты и др.) необходимо размещать между машинным отделением и пассажирскими салонами, создавая тем самым дополнительную звукоизоляцию от источника шума. При расположении машинного отделения в средних отсеках теплохода над ними можно предусматривать только вспомогательные помещения или прогулочные палубы.

Основные места посадки и высадки на теплоходе необходимо проектировать с учетом максимального сближения их к посту управления, т. е. рулевой рубке, с целью минимальной потери времени на проведение операций по швартовке судна, высадке и посадке пассажиров и отходу судна от причалов.

На крылатых теплоходах целесообразно предусматривать для пассажиров открытые палубы или прогулочные палубы. При планировке помещений должны также учитываться определенные требования к положению ЦТ судна по длине. Наиболее целесообразное расположение ЦТ по длине — 2—4% длины в корму от миделя. Разница в положении ЦТ при полном водоизмещении и порожнем не должна превышать 4% длины.

Оборудование и архитектурное решение помещений теплохода на подводных крыльях подчинено одной задаче — обеспечению хороших условий обитаемости при минимальных затратах.

Для отделки внутренних помещений применяются синтетические материалы, такие как пластик (на стеклоткани), слоистый пластик, полиакриловый линолеум, отличительной особенностью которых является относительно малый удельный вес, долговечность, стойкость к воздействию внешней среды и простота ухода в период эксплуатации. Эти материалы, выпускаемые в большом разнообразии как по цвету, так и по рисунку, позволяют составить любое сочетание красок и рисунков при отделке помещений. Цвета подбираются с учетом объектов, обитаемости помещений, а также температурного режима района плавания теплохода. Как правило, водлодка, борта, переборки

самонам затянута по обрешетке занавесом; занавес по бортам и переборкам изготовлены из слоистого пластика; палуба закрыта полидиффузионным листовым либо светотехническим ковром на резиновой основе. Обшивка кресел выполняется обычно из ларсана. Для тепло- и звукоизоляции помещений применяется или капроновая пена или ультратонкое стекловолокно АТМ-1; последнее обладает лучшими тепло- и звукоизоляционными свойствами и меньшим удельным весом.

Внедрение новых материалов и учет специфических условий эксплуатации судов на подводных крыльях обусловили создание новых методов расчета прочности. В результате большой научно-исследовательской работы и обобщения опыта смежных областей техники были получены приближенные методы оценки прочности судов на подводных крыльях, позволившие разрабатывать конструкцию корпуса современных судов на подводных крыльях.

Характерная особенность судов на подводных крыльях — значительное увеличение динамической составляющей изгибающего момента, который в несколько раз превышает статическую составляющую. Кроме того, динамические конструкции должны обеспечивать достаточную прочность при ударе о волну. Существующие методы расчета ударных нагрузок, возникающих при посадке гидросамолета с движением глиссера на волнении, не могли быть применены для судов на подводных крыльях. Поэтому в сотрудничестве с учеными Горьковского политехнического института и Института инженеров водного транспорта (под руководством д-ра техн. наук проф. Н. В. Маттея) была разработана приближенная методика расчета внешних сил при движении судна на волнении.

Как показали многочисленные исследования, динамический изгибающий момент и давление на днище судна в значительной степени зависят от схемы крыльевого устройства, и в особенности от носового крыльевого устройства. В результате применения новых конструкций крыльевых устройств, разработанных применительно к конкретным условиям эксплуатации каждого судна, внешние нагрузки, действующие на корпус, удалось уменьшить на 50—60% (по сравнению с нагрузками глиссирующих судов).

Многие построенные суда на подводных крыльях имеют удельную мощность 28—32 л. с. на 1 т подводимости при скорости около 60 км/час. Однако доля полезной нагрузки у этих судов не превышает 30—32% (с учетом топлива) от полного веса судна. Для повышения доли полезной нагрузки, а следовательно, и увеличения экономической эффективности судна на подводных крыльях необходимо вскрыть пути дальнейшего снижения веса корпуса, крыльев, механической установки, оборудо-

вания и др. В табл. 11 приведены данные по весовой нагрузке построенных судов на подводных крыльях.

Корпуса и крыльевые устройства судна на подводных крыльях составляют в среднем 45—55% от веса его порожнем, и поэтому особое внимание при проектировании следует обращать на возможно большее уменьшение именно этих составляющих нагрузки. Анализ характеристик различных материалов показал, что наиболее приемлемы для судов на подводных крыльях такие материалы, как дюралюминий, используемый для изготовления клепаных корпусов, алюмининевоманганевые сплавы различных марок, применяемые для корпусов в сварном исполнении, а также нержавеющей стали, используемые для изготовления крыльевых устройств.

Снижение веса корпуса и крылевого устройства судна на подводных крыльях во многом зависит от рационального выбора элементов конструкции корпуса и крылевого устройства на основе правильно установленных действующих внешних нагрузок. Для крыльевых устройств дополнительные резервы и снижение веса можно найти также в результате применения других (замен нержавеющей стали) материалов. На теплоходах «Чайка», «Беларусь» и «Буревестник» крыльевые устройства выполнены из алюмининевоманганевых сплавов типа АМг-61. При этом экономия составляет 50—65% от веса крылевого устройства из нержавеющей стали. Опыт эксплуатации этих судов в 1963—1964 гг. показал достаточную прочность крыльевых устройств из алюмининевоманганевых сплавов не только при нормальном эксплоатации, но и в случае ударов о плавающие бревна, а также при посадке на мель. В настоящее время необходимо экспериментально установить характеристики устойчивости прочности и долговечности крыльевых устройств, выполненных из алюмининевоманганевых сплавов.

Большая экономия в весе может быть получена также в результате применения пластика для изготовления крыльевых устройств. Расчеты показывают, что изготовленные из стеклопластика с армированием крыльевые устройства обеспечивают экономию в весе для теплохода типа «Ракета» ~ 700 кг, типа «Метеор» — 2000 кг, типа «Комета» — 2300 кг (по сравнению с крыльевыми устройствами из нержавеющей стали).

Экономия в весе при создании изоляции и при отделке судов достигается благодаря применению пенопластовых материалов, а также менее шумных механизмов и устройств, что позволяет уменьшить вес материала, идущего на звукоизоляцию.

Учитывая сравнительно высокую стоимость материалов и оборудования, используемых на скоростных судах, необходимо, помимо с экономией веса, стремиться к упрощению технологии и уменьшению стоимости постройки этих судов. В некоторых случаях целесообразно пойти на ухудшение гидродинамических и

Состав весовой нагрузки	«Ракета»	«Волга»	«Метеор»	«Спутник»	«Чайка»	«Комета»	«Вихрь»	«Буревестник»	«Буревестник»
Корпус	6,7	0,34	13,4	30,5	2,95	14,6	32,03	2,93	14,662
Крыльевое устройство	2,0	0,16	5,5	11,8	0,52	7,1	17,11	0,50	4,101
Среднее устройство и детали	1,3	0,12	2,4	8,4	0,51	2,3	4,29	0,73	2,032
Оборудование пилотажной системы	2,9	0,17	4,8	20,3	1,16	4,6	11,57	1,26	4,336
Механизмы и трубопроводы	3,4	0,43	5,8	13,1	3,12	6,5	13,47	3,84	9,193
Система системы	0,3	—	0,8	1,8	0,33	1,2	1,83	0,16	1,037
Электрооборудование, связь и управление	0,5	0,04	0,9	1,3	0,46	1,3	2,38	0,39	2,235
Охлаждение	0,5	0,06	0,8	1,4	0,21	1,5	4,28	0,29	0,894
Жидкие грузы и системы водозабора	0,2	0,05	1,1	1,8	0,42	0,9	1,65	0,35	0,890
Затяг зажимов	—	—	0,1	—	—	0,4	—	0,10	—
Возможность перемещения	17,8	1,34	26,5	76,0	9,94	40,4	69,60	9,60	39,660
Детали, в том числе:	7,2	0,34	17,0	34,0	4,34	15,4	33,73	4,90	26,732
а) металл (включая с ба- тареями и проводящими стенами)	0,6	0,08	0,6	0,9	0,20	0,6	1,20	0,20	0,600
б) неметаллический грунт (пластики, брезент)	—	—	—	—	—	—	—	—	—
в) топливо, вода, масло	1,5	0,06	3,5	7,0	1,14	3,7	6,64	0,73	11,352
Возможность полета	25,0	1,88	52,9	110,0	14,38	55,8	121,34	14,500	55,6

других качества судна. Так, в последнее время клепаные корпуса из дюралюминия стали заменяться сварными корпусами из алюминий-магниевого сплава. Это приводит к некоторому утяжелению конструкции (механические свойства алюминий-магниевого сплава типа АМг-61 хуже, чем у дюралюминия; у Д16АТ $\sigma_t = 3000 \text{ кг/см}^2$, $\sigma_{0.2} = 4400 \text{ кг/см}^2$, у АМг-61 $\sigma_t = 1800 \text{ кг/см}^2$, $\sigma_{0.2} = 3400 \text{ кг/см}^2$), однако оправдано тем, что снижается трудоемкость и стоимость изготовления, а также улучшаются условия труда рабочих.

Применение клеесварных конструкций из дюралюминия позволяет сохранить как весовые, так и прочностные качества конструкции при значительном снижении трудоемкости на изготовление. Такие конструкции применяются на судах типа «Комета» и «Буревестник». В недалеком будущем клеесварные конструкции как наиболее перспективные найдут широкое применение в конструкциях из легких сплавов. Очень перспективно использование в конструкциях судов на подводных крыльях пресованных панелей. Особенно широко применение пресованных панелей для корпусов с навесной системой набора. Навесная система (рис. 74) характеризуется тем, что шпангоуты «навешены» на продольные ребра жесткости. Применение такой конструкции позволило значительно уменьшить прочность, заклепочных или сварных швов и снизить трудоемкость постройки.

Металлические конструкции судов на подводных крыльях, выполненные из алюминиевых сплавов, с целью защиты от коррозии покрывают снаружи и изнутри грунтами ВЛ-02. Наружные поверхности дополнительно окрашивают: надводную часть — красками типа ПФ, подводную — красками ЗПЗЛ, ХВ.

Кроме лакокрасочных покрытий подложная часть корпуса морских судов защищается от коррозии электрохимическим способом. Благодаря установке на судах типа «Комета» магнитных протекторов МЛ-5 или МЛ-5 (на днищевой части корпуса и кронштейнах крыльевых устройств) корпус оказывается



Рис. 74. Схема навесной системы набора.
1 — обшивка шпангоута; 2 — продольные ребра жесткости; 3 — обшивка; 4 — обшивочные детали.

полностью защищенным от коррозии. Однако при этом на подводные крылья, выполненные из нержавеющей стали и электрически не изолированные от алюминиевого корпуса, интенсивно выпадают солевые отложения, не смываемые водой. Через 20—25 дней слой солей крупнозернистой структуры, отложившийся на поверхности крыльчатого устройства, приводит к тому, что теплоход выходит на крылья со значительной перегрузкой главных двигателей или вовсе не выходит на крылья. На преодоление дополнительного сопротивления требуется 100—150 л. с. Для очистки крыльев необходим подъем теплохода. Очистка от солей производится механически (с помощью наждачной шкурки, скребков, шлифовальной машинки) или химически — 3—4%-ным раствором серой кислоты.

Ворота с выпадением солей ведутся двумя способами. Первый — покрытие алоэкостей крыльев и стоек красками типа ЭСКАП, т. е. изоляция крыльев от корпуса путем окраски.

Хотя такая окраска и не устраняет полностью выпадение солевых осадков, однако сцепление солей с алоэкостью крыла значительно уменьшается, в результате соли легко смываются водой при ежедневной эксплуатации или могут удаляться периодически через 20—30 дней аквалангистом с помощью жесткой щетки.

Второй способ — электроизоляция от корпуса крыльчатого устройства и выступающих частей, выполненных из металла с другим потенциалом, нежелателен корпусный металл. Изоляция в данном случае производится с помощью прокладок и втулок, устанавливаемых под планшеты и болты крепления. Этот способ более трудоемкий и сложный, но, во-первых, и более эффективный. Оба способа по предотвращению солеотложения проверяются в эксплуатации.

§ 7. СИЛОВЫЕ УСТАНОВКИ СУДОВ НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ

Многие построенные суда на подводных крыльях укомплектованы высокооборотистыми судачными двигателями типа М-50. Двигатели этого типа отличаются относительно небольшим удельным весом. При максимальной мощности двигателя 1200 л. с. вес его составляет 1800 кг, т. е. 1,5 кг/л. с. Это наиболее легкий из тех выпускаемых в мире двигателей такого класса. Весовые и ограничительные характеристики двигателя типа М-50 показаны на рис. 75.

На мелких судах на подводных крыльях можно встретить силовую установку с аллюмобальным (алюминиево-баллонным) бензиновым двигателем или с подвесным мотором. В последнее время начала строиться суда с газотурбинными двигателями.

Что же предопределяет выбор типа силовой установки? Прежде всего — необходимая мощность в одном агрегате при

минимальном весе, малый удельный расход топлива, небольшие габариты, возможность реверсирования и свободного хода; высокая эксплуатационная надежность, большой моторесурс, низкая стоимость. В настоящее время трудно найти двигатель, отвечающий одновременно всем перечисленным требованиям. Рассмотрим особенности двигателей различных типов.

Двигатель внутреннего сгорания. Из двигателей внутреннего сгорания наиболее целесообразно применять дизели, работающих на относительно безопасном топливе (по сравнению с бензином).

Выпускаемые промышленностью быстроходные дизели небольших габаритов мало расходуют топлива, имеют сравнительно незначительную строительную стоимость. Реверсивные муфты их обладают свободным ходом, а большие числа оборотов позволяют выбрать гребной винт с высоким пропульсивным характеристиками при относительно небольшом диаметре. Последнее (диаметр гребного винта) особенно важно для речных судов на подводных крыльях, осадка которых ограничена. Однако небольшой моторесурс быстроходных высокооборотистых дизелей (500—600 час.) и относительно небольшая мощность в одном агрегате ограничивают применение дизелей на судах с подводными крыльями, особенно при водоизмещении судов свыше 100 т.

Турбовинтовые двигатели (ТВД), используемые в авиации, имеют небольшие габариты, обладают очень малым удельным весом (0,15—0,3 кг/л. с.), большой мощностью в одном агрегате и значительным моторесурсом. Однако применение этих двигателей в судостроении связано с необходимостью ряда переделок.

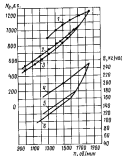


Рис. 75. Весовые и ограничительные характеристики двигателя типа М-50.

1 — верхняя характеристика двигателя; 2 — ограничительная характеристика полной мощности; 3 — ограничительная характеристика эксплуатационной мощности; 4, 5, 6 — кривые расхода топлива соответственно для 1, 2, 3 л.с.

Использование выпускаемых отечественной промышленностью одновальных турбин с приводом на воздушный винт нерационально, поскольку при скоростях 60—70 км/час к. п. д. воздушного винта крайне мал. Возможна установка ТВД с приводом на гребной винт регулируемого шага (ВРШ). Однако в этом случае необходимо учитывать сложность, повышенную стоимость и недостаточную надежность (особенно в речных закоряженных водах) винтов регулируемого шага.

Наиболее реалистична силовая установка с одновальной ТВД и с приводом на водометный движитель. Такая установка предусмотрена на турбоходе «Буревестник» и находится в опытной эксплуатации. Двухвальные турбовинтовые двигатели могут быть применены с приводом на гребной винт фиксированного шага, но в этом случае требуются дополнительные средства для обеспечения заднего хода судна.

Кроме отмеченного, к недостаткам ТВД надо отнести их сравнительно высокую строительную стоимость и большой удельный расход топлива. При использовании подобных двигателей на судах всегда нужно помнить о необходимости приспособления ТВД к работе в морских условиях.

Применение на крылатых судах реактивных двигателей нецелесообразно ввиду значительного удельного расхода топлива и большой шумности этих двигателей.

На многих построенных судах передача мощности от двигателя к гребному винту осуществляется через наклонный валопровод. Для нормальной работы двигателя и гребного винта наклон валовой линии вала не должен превышать 12—15°. Поэтому силовая установка размещается в средних отсеках судна, т. е. вблизи от пассажирских помещений. При таком расположении валопровод имеет большую длину и значительный вес, создает дополнительное сопротивление движению, а гребной винт работает в косом потоке. Но несмотря на отмеченные недостатки передача мощности через наклонный валопровод оказывается относительно дешевой, надежной и легко осуществимой.

Создание вертикальных передач мощности позволило бы не только улучшить условия работы гребного винта и расположить силовую установку в кормовых отсеках судна, но и дало бы возможность значительно увеличить подъем корпуса судна над водой, а следовательно, повысить мореходность судов.

С некоторыми потерями к. п. д. Двигатели силовую установку можно расположить в кормовых отсеках судна при установке водометного движителя. Такие силовые установки с водометными движителями применены на судах «Чайка» (с дизелем типа М-50) и «Буревестник» (с газотурбинным двигателем АН-20). Кроме возможности расположения силовой установки в кормовых отсеках судна, использование водометных движе-

лей позволяет повысить эксплуатационную надежность движительно-рулевого комплекса, наиболее уязвимого в условиях закоряженных фарватеров.

Независимо от расположения на дните судна силовая установка должна управляться из рулевой рубки. Управление силовой установкой — запуск, изменение подачи топлива, реверс и останов — могут осуществляться с помощью гидравлической, электрической или электрогидравлической систем или с помощью жестких тяг. На построенных судах применен электри-

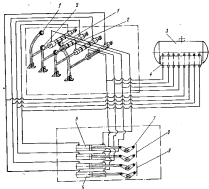


Рис. 76. Типовая принципиальная схема управления подачей топлива и реверсом двух двигателей типа М-50.

1 — рукоятка реверса; 2 — рукоятка топлива; 3 — запорный бак; 4 — клапаны поршней; 5, 6 — клапаны-исполнители; 7 — рычаги клапанов управления; 8 — датчик давления; 9 — пружинный клапан.

ческий привод пускового клапана и гидравлический привод для управления подачей топлива и реверсом. На рис. 75 показана типовая для всех построенных судов принципиальная схема управления подачей топлива и реверса движителей типа М-50.

Обеспечение эксплуатационных удобств в обслуживании и выбор размеров машинного отделения сопровождаются против-

речными предпосылками. Учитывая, что практически все машинное отделение имеет звукоизоляцию и противопожарные покрытия, целесообразно с целью снижения веса стремиться к уменьшению его размеров. Однако для эксплуатационного обслуживания установки (смена фильтров, смена масла, осмотр соединенной системы, работы с вспомогательными электронагревателями) необходимо предусмотреть проходы ко всем механизмам (главным и вспомогательным) и оборудованию силовой установки. При обеспечении дистанционного управления не только главными двигателями, но и вспомогательными, эти противоречия практически исключаются.

Жесткие требования предъявляются также к системам, обслуживающим силовую установку. Чтобы все трубопроводы и оборудование был наименьшим, они должны изготавливаться из легких сплавов или из пластмасс. Кроме того, оборудование должно быть расположено так, чтобы длина трубопроводов была минимальной. Иногда целесообразно некоторое снижение долговечности отдельных деталей или узлов с целью значительного уменьшения их веса.

§ 5. ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

25 августа 1967 г. была открыта первая в Советском Союзе регулярная экспрессная пассажирская линия Горький — Казань протяженностью 419 км. Теплоход на подводных крыльях «Ракета-Б» успешно прошел опытную эксплуатацию на этой линии, подтвердив экономическую целесообразность внедрения подобных судов. Спустя три года в эксплуатацию вступили 10 теплоходов типа «Ракета», теплоход «Метеор» пассажироместностью 124 чел., а еще через год — теплоход «Спутник», вмещающий 260 пассажиров.

В короткий срок суда на подводных крыльях становятся одним из наиболее популярных транспортных средств, которые по своим технико-экономическим показателям превосходят другие виды транспорта.

Принятие судов на подводных крыльях позволяло уменьшать в 2—3 раза капиталовложения в пассажирский флот (из расчета на 1 пасс. км), сократить время поездки пассажира в 3—4 раза, уменьшить затраты труда плановщика примерно в 7—8 раз и увеличить провозную способность пассажирских судов в 2—3 раза.

В настоящее время Советский Союз обладает самым большим в мире флотом крылатых судов.

В 1966 г. в эксплуатации находилось несколько сотен судов на подводных крыльях, в том числе катера типа «Волга», тепло-

ходы типа «Ракета», «Метеор», «Комета», «Беларусь». Кроме того, в опытной эксплуатации находятся морской теплоход «Визур», теплоход «Чайка» и газотурбоход «Буревестник». Динамика строительства скоростного флота по годам отражена на рис. 77.

Судами на подводных крыльях в настоящее время обслуживается более 100 линий пятнадцати речных и одного морского пароходства. На рис. 78 показана схема размещения районов эксплуатации судов на подводных крыльях на внутренних водных и морских путях СССР.

Из года в год увеличивается объем перевозки пассажиров судами на подводных крыльях. В 1957—1966 гг. было перевезено 13,5 тыс. пассажиров, в 1960 г. — 662,2 тыс., а в настоящее

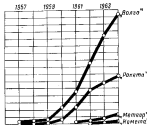


Рис. 77. Динамика строительства судов на подводных крыльях в СССР (1957—1966 гг.).

в 1964 г. только речные суда перевезли 4 622,5 тыс. пассажиров и прошли 373,0 млн. пасс. км. Чистая прибыль от эксплуатации в 1964 г. составила 536,7 тыс. руб.

Высокие скорости движения крылатого флота в сочетании со сравнительно низкими тарифами на перевозку позволяют судам на подводных крыльях успешно конкурировать с другими видами транспорта. По продолжительности поездки и стоимости проезда суда на подводных крыльях не уступают другим видам пассажирского транспорта (табл. 12). Опыт эксплуатации судов на подводных крыльях и анализ экономических показателей за ряд лет показывают, что скоростной флот — эффективное и высоко rentable средство пассажирского сообщения.

¹ По материалам [18, 19, 21, 22].

Таблица 12
Продолжительность и стоимость проезда различными видами транспорта

Линии	Продолжительность по воде, км	Стоимость проезда, руб.: в зависимости от — кроме посадки, выск. и бага.				
		на крылатых судах	на обычных речных судах и пароходах	самолетом*	поездом (плацкартный вагон)	на автобусах
Ярославль — Рыбинск	86	1-34 1-35	5-52 4-00	—	1-40 3-30	1-83 3-30
Горький — Казань	419	4-08 8-30	9-56 24-30	10-00 3-40	7-50 15-60	—
Казань — Чебоксары	144	2-62 2-50	6-89 6-85	3-15 2-80	4-00 4-30	4-50 3-00
Куйбышев — Саратов	441	5-50 7-50	9-47 20-00	10-00 3-35	9-00 18-00	—
Волгоград — Астрахань	506	5-40 8-35	11-18 22-00	10-15 8-15	6-20 13-00	—

* Кроме посадки самолетом включается с учетом затрат на провозы от города до аэропорта и обратно.

В табл. 13 приведены данные, характеризующие работу скоростного флота Волжского объединенного речного пароходства (ВОРП) за 1957—1965 гг. Отрицательный финансовый результат первых трех лет эксплуатации объясняется большим аморти-

Таблица 13
Экономические результаты эксплуатации судов на водных крыльях Волжского объединенного речного пароходства

Показатели	1957 г.	1958 г.	1959 г.	1960 г.	1961 г.	1962 г.	1963 г.*	1964 г.*
Перевозов млрд. т/км, тыс. вод. высл. км	2,1	11,46	15,1	65,3	200,4	633,0	1119,2	1540,5
Финансовый результат, тыс. руб.	-1,3	-20,9	-12,8	-13,4	+140,7	+217,9	+355,6	+410,9
+ прибыль — убыток	5,1	4,48	2,83	1,77	5,83	1,18	1,37	1,35

* Все результаты работы теплохода «Саратов» включаются в данные эксплуатации.

тизационными отчислениями, связанными с относительно высокой стоимостью постройки опытных головных образцов. В последующие годы работа судов на подводных крыльях стала рентабельной.

Эффективность скоростных судов обусловлена относительно низким уровнем эксплуатационных затрат. Среднее значение показателя производительности работы скоростного флота по данным ВОРПа в 1964 г. составило 316 пасс. км на одно пассажирское место в сутки, а по отдельным теплоходам более 400, например, у теплохода «Ракета-6» (линия Куйбышев—Саратов)—459, у теплохода «Ракета-45» (линия Казань—Чебоксары)—488 в т. д.

Высокая производительность работы судов на подводных крыльях обеспечивается в свою очередь большой грузовой крылатого флота и высокой скоростью доставки. Так, средний коэффициент использования пассажироемкости за навигацию 1964 г. по данным ВОРПа составил 0,74, что примерно в два раза выше, чем по сопоставимому флоту местного сообщения.

Увеличение серийности постройки скоростных судов, наряду с повышением эксплуатационной надежности конструкции и механизмов, приводит к закономерному снижению стоимости постройки и в значительной степени к уменьшению эксплуатационных затрат. На рис. 79 показано изменение затрат на постройку судов на подводных крыльях в зависимости от количества их в серии.

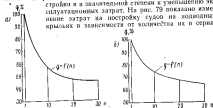


Рис. 79. Затраты на строительство судов на подводных крыльях в зависимости от количества судов в серии: а — теплоход «Ракета»; б — теплоход «Метеор».

Наряду с обслуживанием пассажироперевозок на внутренних водных путях по морским прибрежным линиям Черноморского пароходства успешно эксплуатируются суда на подводных крыльях типа «Комета», «Вихрь», прогулочные катера типа «Волга» и др.

Скоростными морскими судами за время их эксплуатации перевезено около миллиона пассажиров и сделано 30 млн. пасс.

Таблица 14

Экономические результаты эксплуатации морских судов на подводных крыльях

Показатели	Тип скоростного судна			
	«Комета»			«Викра»
	№ 1	№ 2	№ 3	
Перевезено пассажиров, тыс. чел.	301,8	156,5	53,8	96,5
Сожжено палес. маз., тыс.	10 992,0	5822,0	2905,0	6374,0
Коэффициент использования (по- сле)капремонтности	0,75	0,71	0,6	0,5
Финансовый результат, тыс. руб.: + прибыль; — убыток	-26,8	-14,0	+27,41	-238,0

Таблица 15

Продолжительность и стоимость проезда различными видами транспорта

Линии	Расстояние морем, злата	Стоимость проезда, руб.: в эквиваленте — время в пути, час.				
		на крылатых судах	на обычных транспортных судах	на автобусе	автомобилем	показат.
Одесса — Херсон	86	3—16 3,0	3—70 10,0	4—13 5,0	5—00 0,7	9—50 10 (плакатар- ный вагон)
Ялта — Севастополь	63	2—08 2,5	5—18 6,0	1—40 3,0	3—00 0,8 (перевозит)	Нет сооб- щения
Ялта — Феодосия	74	2—74 3,66	4—39 7,5	2—30 5,0	4—00 1,0	То же
Сочи — Сухуми	72	2—02 2—30	5—81 8,0	2—45 6,0	3—00 0,8	2—15 4,0 (защитка)

миле. Эксплуатационно-экономические показатели работы этих судов за навигацию 1964 г. приведены в табл. 14.

Отрицательный финансовый результат работы теплоходов «Комета-1», «Комета-2» и «Викра» можно объяснить в значитель-

ной мере высокой балансовой стоимостью их и соответствующими амортизационными отчислениями. Удельный вес последних составляет до 50% в общей сумме эксплуатационных расходов. Теплоход «Комета-3», балансовая стоимость которого ниже стоимости опытного образца на 35%, дал порту Ялта 27,0 тыс. руб. чистой прибыли несмотря на относительно меньшую загрузку этого судна.

Дальнейшее снижение строительной стоимости морских судов, а также реализация мероприятий по уменьшению простоев судов и повышению доли ходового времени в общем эксплуатационном периоде значительно повысит экономическую эффективность морских судов на подводных крыльях.

Сравнительные данные о стоимости и времени проезда (табл. 15) показывают, что морские суда на подводных крыльях могут конкурировать с другими видами транспорта.

В ближайшие годы пассажирские перевозки на скоростных судах должны возрасти. Дальнейшее повышение экономической эффективности крылатого флота связано с решением ряда технических задач, среди которых важнейшими являются:

1. Увеличение ходового времени, в том числе и за счет внедрения круглогодичной эксплуатации скоростных судов, повышающей их экономичность на 30—40%.

2. Повышение надежности и ресурса главных двигателей, оборудование и конструкция судов на подводных крыльях.

3. Совершенствование эксплуатации таких судов (улучшение технического обслуживания, обеспечение ремонта-поддержки базам и т. п.).



Рис. 81. Топографический чертеж корпуса танкера «Росток».

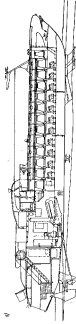


Рис. 82. Схема общего расположения танкера «Росток»: а — продольный разрез; б — план палубы.



Рис. 83. Пассажирский салон теплохода «Ракета» (вид в нос).



Рис. 84. Протуберанс палубы теплохода «Ракета» (вид в нос).

пассажирского салона расположена продольная палуба (рис. 84), на которой размещены: мачта моторного отделения, саамузлы, диньки для пассажиров и посадочный трап, ведущий на тенцовую палубу. Под посадочным трапом находится кладовая.

В жилой части тенцовой палубы установлена металличе- ская мачта и предусмотрены крепления для наметки и отпоро- жного крюка. В кормовой части тенцовой палубы расположены: ходовая рубка, полуотопленная в моторное отделение, воздухо- заборник системы вентиляции салона, лесное устройство, опортонные кнехты и трап-сходы для посадки и высадки пас- сажиров.

Конструкция корпуса и материалы

Конструктивная схема корпуса и надстройки, а также ми- дель-шпангоут теплохода «Ракета» показаны на рис. 85 и 86.

Корпус и надстройка теплохода полностью клепаные и из- готовлены из дюралюминия марки Д16. Некоторые детали и подкрепления корпуса выполнены из стали. В целях повышения коррозионной стойкости детали из дюралюминия оксидированы, а соприкасающиеся с ними стальные — оцинкованы. Для обес- печения непроницаемости соединений корпуса и надстройки, а также соединений алюминиевых деталей со стальными приме- нены прокладки из тнжоловой ленты, тнжоловой уплотннтель- ной замазки или прокладки из бязи, пропитанной цинковыми белилами.

Корпус теплохода имеет двойное дно, причем перекрытн- е двойного дна является палубой переборок. Надстройка состав- ляет с корпусом единое целое. Поперечный набор над двойным дном (и надстройкой) состоит из рамок шпангоутов, устано- вленных через одну шпанго, продольный набор — из ребер жесткости, установленных одно от другого на расстоянии 200 мм, и рамок связей — карлингсов.

Обшивка диньки и бортов до палубы переборок изготовлена из листов толщиной 3 мм; обшивка бортов выше палубы пере- борок, а также обшивка трюма — из листов толщиной 2 мм. Впоследствии обшивка бортов и районе окон выполнена из ли- стов толщиной 4 мм с целью устранения трещин, появившихся в перемичках окон. Настил палубы переборок и палубы полу- баки составлен из листов толщиной 2 и 3 мм. Для изготовления тенцовой палубы применены листы толщиной 1 и 2 мм.

Поперечный набор корпуса выполнен следующим образом. На каждом шпангоуте установлено флоры, высота которых переменяет по ширине судна. Средняя высота флоров составляет 150 мм. На 1, 6—9, 29—38 и 45—47 шп. флоры при- крепляются к обшивке диньки угольниками из дюралюминия размером 25×25×2 мм. Стенки флоров изготовлены из листов

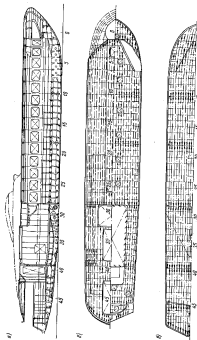


Рис. 85. Конструктивная схема корпуса и надстройки теплохода «Росток»: а — внешний вид; б — план сечения; в — план палубы.

дюралюминия толщиной 1,5 мм на 7—9, 11—17, 19—27, 40—44 шп., толщиной 2 мм на 29—38, 48 шп. и толщиной 1,5 и 2 мм на 1,0 и 2—6 шп. Верхняя кромка у всех флоров окантована угольником размером 25×25×2 мм.

Флоры на 7—9, 11—17 и 19—27 шп. установлены на продольные ребра жесткости. Нижняя кромка этих флоров окантована тапврым профилем размером 40×35×2 мм. Шпангоуты под палубой переборок у борта и в ДП у кильсонов прикреплены к обшивке дна коротышами из профиля размером 40×25×1,5×2 мм. Стенки разных шпангоутов изготовлены из листов

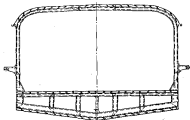


Рис. 86. Шпангоут теплохода «Росток».

толщиной 1,5 мм с отогнутым фланцем размером 20 мм. Высота стенки составляет 200 мм. Рамный шпангоут прилепляется к борту угольником размером 25×25×2 мм.

Багсы палубы переборок изготовлены из профиля ПК размером 98×25×3 мм. У борта и в ДП они прикрепляются к палубе коротышами Z-образного профиля, спущенного из листа толщиной 2 мм.

На всех шпангоутах (кроме шпангоутов моторного отделения) в плоскости кильсонов установлены баллерсы из угольника размером 30×30×2 мм. Бортовые баллерсы изготовлены из листа толщиной 1,5 мм, шириной 100 мм с отогнутыми фланцами размером 20 мм по обеим кромкам. Баллерсы установлены от ДП на расстоянии: 450 мм на 5—8, 11—17 и 19—27 шп.; 1050 мм на 7—9 шп.; 1200 мм на 11—17, 19—27 и 46 шп.; 1000 мм на 42—44 шп. и 650 мм на 46 шп. В районе 29—40 шп.

бортовые шпалеры устанавливаются под комингсом шахты моторного отделения.

Шпалготы от нулевой в направлении носа и бимсы на 1—2 шп. изготовлены из листа толщиной 1,5 мм. Обделочные угольники по верхней и нижней кромкам выполняются из угольника размером 25×25×2 мм. Шпалготы выше палубы переборок и бимсы в районе 4—26 шп. изготовлены из листа толщиной 1,5 мм, высотой 100 мм и окантованы по кромкам угольником размером 25×25×2 мм.

В районе 29—42 шп. бимсы по спуску тентовой палубы имеют высоту 80 мм и изготовлены из листа толщиной 2 мм, окантованного по кромкам угольниками размером 25×25×2 мм. В районе шахты моторного отделения высота бимсов равна 100 мм. В районе 42—50 шп. бимсы изготовлены из углубудыба размером 40×25×2,5 мм, приклепанного к продольным ребрам жесткости тентовой палубы.

Установленные на 34, 36, 38, 40, 42, 44, 45½, 46½ и 47½ шп. контрфорсы выполняются из листа толщиной 2 мм и доведены до 920 мм над палубой переборок. Эти контрфорсы приклепаны угольниками размером 25×25×2 мм, а по свободной кромке окантованы двумя угольниками размером 25×25×2 мм, склепаными в тавр. Ребра жесткости по траверзе изготовлены из угольника размером 25×25×2 мм.

Продольный набор корпуса состоит из киля, карлингсов и ребер жесткости. По длине от форштея на 28 шп. установлен непрерывный кильсон из листа толщиной 2 мм, имеющий высоту 275 мм в районе 7½—28 шп. В районе 1—7½ шп. высота кильсона равна высоте междудюкового пространства. В районе 7½—28 шп. в ДП под таким углом установлен карлингс высотой 155 мм. Толщина листов карлингса — 2 мм, обделочные угольники карлингса имеют размеры 25×25×2 мм (нижний) и 30×20×2,5 мм (верхний).

На тентовой палубе в районе 1—28 шп. установлены два карлингса на расстоянии 500 мм от ДП. Стенки карлингсов изготовлены из листов размером 1,5×123 мм. Карлингсы сделаны разрезными на шпалготках. Обделочные угольники имеют размеры 25×25×2 мм.

В районе 39—45 шп. устанавливаем два кильсона на расстоянии 276 мм от ДП. Кильсоны изготовлены из листа размером 3×275 мм с обделочными угольниками размером 40×40×3 мм. Кильсоны крепятся к переборкам килями 150×200×3 мм с фланцем 20 мм по свободной кромке.

По длине от носа до кормы устанавливаем на расстоянии 200 мм ребра жесткости Z-образного профиля размером 40×25×1,5 мм. К поперечным переборкам ребра жесткости крепятся килями размером 130×100×2 мм с фланцем 15 мм по свободной кромке. Продольные ребра жесткости борта под па-

лубой переборки сделаны разрезными на шпалготках. Профиль ребер — углубудыб размером 35×20×2 мм. Ребра выше палубы переборок — разрезные. Профиль ребер — углубудыб размером 35×20×2 мм. По палубе переборки устанавливаем ребра жесткости из швеллера размером 30×20×2 мм, а по тентовой палубе — из Z-образного профиля размером 25×15×1,5 мм.

Поперечные переборки под палубой на 1, 10, 18, 28 и 39 шп. изготовлены из листов толщиной 1,5 мм, а на 45 шп. — из листов толщиной 2 мм. Стойки переборки сделаны из угольника размером 30×20×2,5 мм. Размер обделочного угольника по контуру переборки составляет 30×30×2 мм. Поперечные переборки в надстройке на 1 и 28 шп. изготовлены из листов толщиной 2 мм и толщиной 1,5 мм — на 39 шп. Ребра жесткости переборки выбраны из Z-образного профиля размером 40×25×2 мм. Обделочные угольники имеют размер 25×25×2 мм. Поперечная переборка на 42 шп. сделана из листов толщиной 2 мм, с ребрами жесткости из Z-образного профиля 40×25×2 мм и швеллера 40×25×2 мм. Размер обделочного угольника по контуру составляет 25×25×2 мм.

Продольные переборки шахты машинного отделения в районе 28—42 шп. изготовлены из листов толщиной 1,5 мм с приклепанной ребрами жесткости Z-образного профиля размером 40×25×2 мм и швеллера размером 40×25×2 мм. Обделочные угольники по кромкам имеют размер 25×25×2 мм.

Для выгородок и платформ рубки в буфета (район 28—32 шп.) применены листы толщиной 1,5 и 2 мм, ребра жесткости из углубудыба размером 40×25×2,5 мм и Z-образного профиля размером 40×25×2 мм. Обделочные угольники имеют размер 25×25×2 мм. Для выгородки под посадочным трапом (район 42—45 шп.) использованы листы толщиной 1,5 мм, ребра жесткости из угольника размером 20×15×1,5 мм и обделочные угольники размером 25×25×2 мм. Для выгородки под аккумуляторные батареи (район 35½—37 шп.) применены листы толщиной 1,5 мм и ребра жесткости из угольника размером 25×25×2 мм.

Фундаментные балки под главный двигатель изготовлены из листов толщиной 4 мм. Обделочные угольники по верхней и нижней кромкам листов имеют размер 50×50×5 мм. По верхней кромке фундамент покрыт также полосой размером 4×104 мм в районе 35—39 шп. и листом 4×200 мм в районе 30—35 шп. В районе переборки 28 шп. фундаментные балки соединены с палубой переборки горизонтальными листом размером 3×700×1000 мм. На шпалготках фундаментные балки закреплены килями из листов толщиной 2 и 3 мм с отпущенной свободной кромкой. За переборкой фундаментные балки заканчиваются килями длиной в одну шпацию. Фундамент под вспомогательный двигатель сделан из двух угольников

размером 50×50×5 мм, установленных горизонтально в плоскости рамы шпангоута и соединенных с последними концом из листов толщиной 3—4 мм и угольником размерами 25×25×2 и 40×40×3 мм. Фундамент под брашшлю изготовлен из листов толщиной 4 мм и угольником размерами 40×40×3 мм.

На шпангоутах 1½, 2½, 3½, 4½, 43½ и 44½ в ДП установлены brackets, а на шпангоутах 2½, 3½, 4½, 5½, 8½, 9½, 47½ и контрфорсах 45½, 46½ — кинцы, подкрепляющие динце в местах присоединения стоек крыльев. Brackets и кинцы сделаны из листов толщиной 2—3 мм и обделочных угольников размерами 25×25×2 мм.

Рубка теплохода изготовлена из листов толщиной 1 мм с набором из продольных ребер жесткости и рамы шпангоутов. Рамные шпангоуты переменной высоты набраны из листов толщиной 1,0 и 1,5 мм с отогнутыми фланцами по обоим краям. Продольный набор рубки изготовлен из ребер жесткости по крыше рубки — из углового профиля размерами 25×18×1,8 мм, а по бортовым стенкам — из Z-образного профиля размерами 25×18×1,5×2 мм. Поперечная переборка рубки на 26 шп. сделана из листов толщиной 2 мм и ребер жесткости из угольника размерами 20×15×1,5×2 мм.

Форматекель теплохода сварен из стальных листов толщиной 3 и 4 мм. Редан изготовлен из дюралюминиевого листа толщиной 3 мм переменной высоты и угольников размерами 30×30×3 мм. Хвостовые накладки сделаны из листов толщиной 1 мм, угольников размерами 20×15×1,5 и 25×25×2 мм и Z-образного профиля размерами 25×18×1,5×2 мм. Сланы в моторном отделении выполнены из дюралевых рифленых листов толщиной 3 мм. Верхний горизонтальный и вертикальный листы кронштейна привального бруса имеют толщину 2—3 мм, нижний наклонный лист — толщину 1—1,5 мм, а соединительные угольники — размер 25×25×2 мм.

Изоляция, покрытие, отделка и окраска

Обрешетка и различные подделки изготовлены из ели и березовой шпательной фанеры. Прокладки обрешетки настала слабой в моторном отделении выполняем из бакелитизированной фанеры. Все дерево, применяемое для постройки судна, пропитано огнезащитными составами.

Привальный брус изготовлен из ели. Размеры его сечения составляют 30×90 мм. В носовой и кормовой оконечностях привальный брус склеен из пяти реек толщиной по 6 мм. По транцу установлен привальный брус размерами 30×90 мм. Верхний привальный брус (над окнами) в носовой части также склеен из пяти реек. Привальный брус обделан дюралевой планкой размерами 3×75 мм.

Цепной ящик сделан из досок размерами 20×120 мм и брусьев размерами 40×40 мм.

Обрешетка подполка салона и по бортам изготовлен из брусков размерами 22×35, 25×25 и 30×35 мм; в рубке и туалетах обрешетка сделана из брусков размерами 25×20, 25×40, 25×50 и 40×50 мм. Борты салона, а также поперечные перегородки выше палубы переборки обшиты фанерой толщиной 2 мм. В качестве тепло- и звукоизоляционных материалов на судне применены:

- теплозвукоизоляционный материал марки ВТ-4С (капроновый вата) толщиной 20 мм;
- термоизоляционный картон;
- асбестовый картон (в районе глушителя выхлопа главного двигателя);
- перфорированные дюралевые листы.

Теплозвукоизоляция приклеивается противошумной мастикой или эпоксидным клеем. Борты и подполки салона изолированы двумя слоями капроновой ваты марки ВТ-4С. Для изоляции стен туалета используется один слой капроновой ваты марки ВТ-4С (наклеится по металлу); подполки изолированы двумя слоями этого материала.

Звукоизоляция стек в подполках машинного отделения выполнена следующим образом. На металл наклеен при помощи противошумной мастики слой ваты марки ВТ-4С и полочек лист термоизоляционного картона толщиной 5 мм. Затем сверху уложено для слои ваты марки ВТ-4С и наклеен слой пазикла. По стенам машинного отделения обшито перфорированными дюралевыми листами толщиной 0,8 мм. В местах нагрева дополнительно сверху пазикла укладывается асбестовый картон толщиной 6 мм. Продольные переборки ниже линии палубы изолированы цштами размерами 460×500 мм, изготовленными из дюралевых листов толщиной 1 мм, покрытого двумя слоями ваты марки ВТ-4С и слоем пазикла.

Для отделки помещений применен цветной пазикла и слоистый аластик. Пассажирский салон оклеен по бортам и переборкам пазиклом. Бортовая панель до окон изготовлена из пазикла или пластика. Подполки салона обшиты пенополиом. Стенки пазикла закрыты дюралевыми раскладками (в последнее время начинают применяться безраскладочные оклеки салонов). Туалеты по стенкам отделаны пластиком толщиной 1,5 мм, а подполки — пластиком толщиной 3 мм; стыки пластика закрываются дюралевыми раскладками. Стенки рубки отделаны пластиком толщиной 1,5 мм, а подполки — пазиклом. Пол салона покрыт линолеумом толщиной 2,5 мм. К палубе палубы линолеум приклеивается клеем марки ДН-6. Пол рубки покрыт войлоком толщиной 14 мм, а сверху — линолеумом толщиной 2,5 мм. Пол в туалетах покрыт слоистым пластиком

толщиной 3 мм. Пластик уложен на горячий каменкоутоляемый пек. Прогрунтован палубе от 28 шп. в корму, посадочная площадка к проходам в рубке на тентовой палубе покрыта листовой рафолой резиной толщиной 2 мм. Резина приклеена клеем марки Б-88-4 по всей площади.

Подлодная часть корпуса ниже ГВЛ окрашена грунтом АЛГ-5 и краской ЭКЖС-40, подводная — эмалью марки ПФ-56. Подводная часть судла, строящихся с 1965 г. покрывается красками марки ЭШЭЛ. Машинное отделение, переборки и надстройки и подволоки окрашены эмалью марки ПФ-56.

Пассажиры селов оборудованы мягкими анатомическими креслами. Ножки кресел крепятся к настилу валуны болтами. Крепление выполнено непроводящим и акустически изолированным с резиновыми уплотнителями. Над окнами селов установлена полка для ручного багажа, выполненная из дюралюминиевых анодированных труб, на которые накинута капроновая сетка. У кормовой переборки селов в районе 26—28 шп. расположен буфет, состоящий из шкафов в нише переборки на 28 шп. и буфетной стойки, в которую амортирован холодильник. Холодовая рубка оборудована двумя металлическими мойками размером 1850×630 мм, платяным шкафом, шкафом для личных вещей, шкафом для раши, раскладными табуретами и вентоым табуретом для капитана.

Дельные вещи

Лок в форша сделан непрокладным. Его размер в свету составляет 410×600 мм. Крышка локла выполнена откармливающейся на петлях и снабжена клиновым захватом. Она состоит из листов толщиной 2 мм и швеллеров размером 25×15×1,5 мм. По контуру крышка имеет уплотнительную резиновую прокладку. Для сообщения с междудонным пространством в районе 42—43 шп. сделан непрокладный лок с размером в свету 450×450 мм. Он закрывается крышкой из листа толщиной 2 мм. Крышка по контуру окантована швеллером размером 25×15×1,5 мм с резиновым уплотнением и имеет устройство для запирания. Комингс локла изготовлен из угольника размером 20×20×2×2,5 мм. В носовой части рубки (над воздушноборником) имеется непрокладный лок размером в свету 600×800 мм. Крышка локла изготовлена из листа толщиной 2 мм и угольника размером 25×15×1,5×2 мм. По контуру ее имеется резиновое уплотнение. Крышка снабжена захватом.

Для сема двигателя над машинным отделением в районе 32—38 шп. устроен непрокладный лок размером в свету 1400×2650 мм. Толщина листов сменной крышки локла 2 мм. Набор крышки состоит из продольных ребер жесткости Z-образ-

ного профиля размером 25×18×1,5×2 мм, поперечных рамок и комингс, собранного из листов толщиной 2 мм и угольников размером 25×25×2 мм. Крышка крепится болтами из машинного отделения.

Горлоном и междудонное пространство в районе 1—28 и 43—44 шп. изготовлены непроводящими, размерами в свету 418×418 мм. Крышка горлоном выполнена заводом с палубой и крепится к палубе при помощи анитов и анкеров тавел. Крышки сделаны из листов толщиной 2 мм, подкрепленных по контуру угольниками размером 25×25×2 мм. Сверху крышки оклеены акколемумом (в районе 1—28 шп.) и рифленой резиной (в районе 43—44 шп.), а также окантованы по контуру дюралевой полосой. Горлоном в палубе второго дна в районе 39—40 шп. изготовлены круглыми, диаметром в свету 268 мм. В настиле в районе 45—47 шп. предусмотрены проникающие лючки для остатка: два из них имеют размеры в свету 360—390 мм, а один — 190×310 мм. Крышки люков сделаны заводом с настилом.

Окна в селоне — глухие размером 690—800 мм. Они остеклены плексигласом, который вставлен в рамы из уплотнительного резинового жугте, как у автобусов. На судах последующей постройки на окнах селов предусмотрены движимые форточки. В холловой рубке бортовые окна сделаны из плексигласа и вставлены на резиновом уплотнении. Переднее окно размером 470×986 мм открывается из рубки.

Двери селов в переборке на 28 шп. имеют размеры 800×1960 мм. Толщина двери — 46 мм. Рама двери изготовлена из Z-образного профиля размером 40×25×1,5×2 мм и швеллера размером 40×25×2 мм. Наружное полотно двери состоит из дюралюминиевых листов толщиной 2 мм. Внутренняя сторона двери обшита пластиком. Верхняя часть двери застеклена плексигласом с наружной и внутренней сторон; стекло вставлено на резиновом уплотнении. Между наружной и внутренней обшивкой двери проложен слой изоляционного материала марки ВТ-4С, а по контуру двери поставлена уплотнительная резина. По обоим сторонам двери на высоте 1000 мм установлены поручни из дюралевых труб диаметром 20 мм.

Двери машинного отделения и туалетов имеют размеры 696×1850 мм. Конструкция этих дверей аналогична конструкции дверей в переборке 28 шп. за исключением внутренней обшивки, которая выполнена из дюралевых листов толщиной 2 мм. Дверь в переборке на первом япантоуте имеет размеры 700×1357 мм. Конструкция двери подобна конструкции двери машинного отделения. Внутренняя сторона двери оклеена плексигласом. Двери холловой рубки имеют размеры 716×1104 мм и изготовлены из дюралевых листов толщиной 1,0—1,5 мм и угольников 20×15×1,5×2 мм. Верхняя часть дверей застеклена

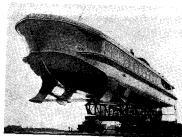


Рис. 88. Тепловой «Ракеты» из стали

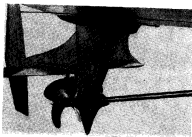


Рис. 89. Кормовое крыло и дистанционно-рулевой механизм теплохода «Ракета»

Крылья и стойки крыльев, а также кронштейн гребного вала изготовлены сварными. В качестве материала применена нержавеющая сталь марки X18H9T. Закрылки и их стойки выполнены из дюралюминия. Конструкция их жесткая. Крылья изготовлены из листов толщиной 4,5 мм, подкрепленных с внутренней стороны ребрами жесткости из полос толщиной 3 мм. Носовые и кормовые кромки крыльев выполнены в виде конических шпек, к которым прикрепляются листы обшивки крыла. В местах соединения крыльев со стойками листы крыльев усилены полосами размером 8х180 мм. Внутреннее пространство крыльев заполнено пенопластом марки ПС-4.

Нижние части стоек крыльев изготовлены из листов толщиной 20 мм, фланцы стоек — из листов толщиной 12 мм. Верхние части стоек (планшеты) и фланцы сделаны из листов толщиной 3 мм. Закрылки и стойки их изготовлены из дюралевых листов толщиной 2—3 мм и уголкамечка размерами 25х25х2, 30х30х2 и 40х40х3 мм.

На теплоходе установлен один сварной балансирующий руль общей площадью 1,4 м². При ходе на крыльях площадь погруженной части пера руля равна 0,7 м². Баллер руля диаметром 65 мм изготовлен из стали марки Ст. 3, а перо руля — из листовой нержавеющей стали толщиной 5 мм. Перо руля крепится на двух опорах. Верхней опорой является баллер, прикрепленный в подшипнике с бронзовой втулкой, нижней опорой — шестая, укрепленная на кормовом крыле. Подшипник нижней петли имеет резиновую втулку. На баллер руля насажен сектор радиусом 500 мм, который изготовлен из стали марки Ст. 3.

Перекадка руля осуществляется при помощи установленной в ходовой рубке ручной рулевой машины со штуртросовой проводкой к сектору баллера. Угол перекадки руля на каждый борт составляет 45°. Штуртросовая проводка выполнена из троса диаметром 11 мм. На теплоходе предусмотрен ручной аварийный рулевой. С 1963 г. на теплоходах устанавливается гидравлическая система управления рулями.

Основные характеристики ручной рулевой машины

Диаметр штурвала, мм	625
Наибольший ход штурвала, мм	1396
Число оборотов штурвала при полной перекадке руля с борта на борт	5,5

Теплоход «Ракета» снабжен одним носовым якорем повышенной держащей силы весом 35 кг и якорной цепью калибром 9 мм и длиной 40 м. Подъем якоря осуществляется вручную акробатической с тяговым усилием 300 кг; цепь убирается в цепной ящик через палубный клюз. Концы якорной цепи закреплены в цепном ящике, имеющем устройство для быстрой отдачи якоря. Якорный клюз расположен в ДП (в носовом

фильмборте) и снабжен специальным роликом. Между якорной лебедкой и клипом устанавливается эксцентриковый створ для крепления цепи при стоянке на якоре. Для этой же цели используется тормоз якорной лебедки. Крепление якоря по-подводному осуществляется найтовым створом с талером. Ручная якорная лебедка (брашпиль) оборудована тураткой для швартовки.

Основные характеристики лебедки

Тентовое усилие, кг	
на лебедке	300
> туратке	415
Скорость, м/мин:	
подъема якоря	1,62
выбрасыва троса из туратки	1,17
Усилие на рукоятке (для давки рукоятки 200 мм), кг	7
Передаточное отношение лебедки	14,5

Теплоход снабжен швартовками из манильского каната окружностью 100 мм. Общая длина швартовки 20 м. Хранятся якоря в специальных ящиках, приделанных к фальшборту. Для швартовки судна предусмотрено четыре якорных двойных кнехты с тужбами диаметром 70 мм, расположенных по два в районе 29—30 шп. на тековой палубе и в районе 41—42 шп. на обшесах (по одному с каждого борта). На командном мостике в тековой палубе над полубаком установлены две утки. Кроме того, на полубаке установлены два битага диаметром 100 мм, за которые осуществляется буксировка и швартовка теплохода, и каяфос-блок, служащий для направления швартовного каната на туратку брашпиля. Все кнехты, утки и битыги изготовлены литыми из алюминиевого сплава марки АЛ8.

Лесное ограждение на тековой палубе и поручень послонного трапа имеют высоту 900 мм. Лесер в лесерные стойки изготовлены из дюралюминиевых труб диаметром 45 мм и толщиной 2 мм. Тентовые стойки и поручень в районе прогулочной палубы набраны из труб диаметром 50 и 45 мм соответственно. Толщина труб равна 2 мм. По борту судна, от носа до прогулочной палубы над окнами, а также по крыше рубки установлен поручень из трубы диаметром 22 мм и толщиной 1,5 мм. В качестве лесера служат также антенна, натянутая между мачтой и рубкой на высоте 1250 мм над тековой палубой.

На тековой палубе, в районе 6 шп. установлена металлическая мачта длиной 2400 мм для несения ходовых огней. Мачта имеет обтекаемый профиль и окраслена в жемчуг на угол 36°. В кормовой части тековой палубы на 47 шп. установлен сделанный из алюминия флагшток высотой 1100 мм и диаметром 40 мм.

В качестве спасательных средств на судне имеется 70 спасательных кругов и четыре спасательных круга; 66 нагрудников для пассажиров крепятся под креслами; четыре па-

грудники для команды размещены в рубке и в машинном отделении. Спасательные круги находятся: два на тековой палубе (на лесере) и два на фальшборте, в районе прогулочной палубы (по одному с каждого борта).

Судовые системы

Для устранения очагов пожара на теплоходе «Ракета» имеется четыре огнетушителя марки ОП-3 и восемь огнетушителей марки ОУ-2. Огнетушители установлены:

в машинном отделении на продольной переборке правого борта в районе 32 и 34 шп. (два огнетушителя ОП-3); на переборке 1 шп. (два огнетушителя ОУ-2); по бортам в районе 29—30 шп. (два огнетушителя ОУ-2); на переборке 42 шп. (три огнетушителя — один огнетушитель ОП-3 и два огнетушителя ОУ-2).

Для осушения отсеков на теплоходе имеется переносный ручной осушительный насос РН-20 производительностью 1,2 м³/час. Насос хранится на продольной переборке машинного отделения в районе 31—32 шп. по правому борту. Осушительный насос снабжен дюритовым шлангом длиной 10 м с арматурной сеткой. Откачка воды производится через палубные штуки отсеков по огневому шлангу за борт. Дождевая вода улавливается из водосточника через сливной клапан.

Для обеспечения водой снабжения, мытья палубы, промывки фекальной цистерны и унитазов на теплоходе имеется система питьевой воды. К умывальникам вода подается после фильтрации в песчаном фильтре. Для смыва унитазов, промывки фекальной цистерны и мытья палубы используется заборная нефилтрированная вода.

Система питьевой воды состоит из расходного бака питьевой воды емкостью 30 л, песчаного фильтра, насоса марки ЗИЦН-104 и трубопровода с арматурой. Расходный бак пополняется на ходу за счет использования скоростного напора из системы заборной воды главного двигателя, а на стоянке и при малой скорости хода судна — при помощи санитарного насоса марки ЗИЦН-104. Подавание нефилтрированной воды к умывальникам при режимах работы системы (в том числе и в случае армизации) исключается. Расходный бак оборудован указательной колонкой, запирающим поплавковым устройством и электрическим выключателем, включающим и выключающим санитарный насос. Трубопровод системы выполнен из алюминиевых труб. Трубы соединены между собой с присоединением к оборудованию питьевой системы с помощью дюритовых шлангов.

Система питьевой воды обеспечивает потребителей горячей либо охлажденной питьевой водой. Эта система состоит из следующих элементов: бака запасной воды; кипятильника,

использующего тепло выхлопных газов; сборника питьевой воды (титановой головки), бака кипяченой воды емкостью 25 л, электробака емкостью 8 л и трубопровода с арматурой. Трубопровод системы изготовлен из алюминиевых труб, соединенных сварочными шлангами, кипятильник — из нержавеющей стали, холодильник и сборник — из алюминиевого сплава марки АД6. Общая емкость всех сборников питьевой воды на судне составляет 123 л, из которых 33 л кипяченой воды наливается в санитарных бачках, установленных в буфете судна, 10 л — в сборнике питьевой воды кипятильника непрерывного действия и 80 л кипяченой воды — в запасном баке питьевой воды. Подготовка на судне заключается в кипячении воды, охлаждении ее, а также в подогреве кипяченой, но остывшей воды в электробаке типа БП-8 емкостью 8 л. Вода в систему питьевой воды на городского водопровода закачивается во время останова судна.

Сточно-фановая система состоит из сточно-фанового трубопровода с арматурой и фекальной цистерны емкостью 400 л. Фекальная цистерна оборудована металлическим трубопроводом с озоотатором, трубопроводом для удаления нечистот (самостоком) за борт, а также унитазным патроном для откидки фекалий и сливным трубопроводом. Фекальная цистерна и трубопровод системы изолированы из стали марки Х18Н9Т.

На судне предусмотрена система естественной и принудительной вентиляции. Поступление свежего воздуха в салон и рубку обеспечивается на ходу судна в результате использования скоростного напора встречного потока воздуха. На стоянке воздух подается электровентилятором. При помощи отбойного щита, отсасывающего дефлектора, а также через отверстия и двери в форточки в окнах свежий воздух равномерно распределяется по салону. В машинном отделении помощью вытяжной электровентилятор производитсяностью 400 м³/час, обеспечивающий 20-кратный обмен воздуха. На ходу судна обмен воздуха в машинном отделении осуществляется воздушнойкой главного двигателя.

Отопление салона и рубки — воздушное с использованием тепла воды системы охлаждения главного двигателя. Теплообменником служит радиатор автомобиля ГАЗ-51.

Сливная установка

Машинное отделение теплохода «Ракета» размещено между переборками 28 и 39 шп. (рис. 90). В качестве главного двигателя на первых теплоходах серии устанавливались дизели марки М50-6 правой модели, на последующих — дизели марки М50Ф-3.

Главный двигатель — дизель марки М50-6, 12-цилиндровый, V-образный, четырехтактный, простого действия, правого вращения с наддувом, со всережимным регулятором и реверсивной муфтой. Максимальная мощность этого дизеля равна при 1700 об/мин 1000 л. с., а дизеля М50Ф-3 — 1200 л. с. при 1850 об/мин. Сорт топлива — специальное дизельное марки ДС. Заменителем служит дтнее дизельное топливо марки ДЛ. Сорт масла — авиационное, марки МК-22 с добавлением 3% (по

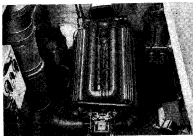


Рис. 90. Машинное отделение теплохода «Ракета».

весу) присадки марки АЗНИИ-ЦИАТИМ-1Ф. Заменителем является авиационное масло марки МС-20 с тем же процентом присадки.

Комплектно с двигателем устанавливаются следующие контрольно-измерительные приборы: электротасометр для замера числа оборотов двигателя, манометр давления топлива, вступающего в топливную насос, манометр давления масла в главной магистрали дизеля, термометры дистанционные (двотермометры) для замера температуры входящей и выходящей пресной воды, входящего и выходящего масла. Мощность передается на гребной винт через вал, соединяемый с резерв-муфтой двигателя фланцевой полушестерней.

Для зарядки баллонов сжатого воздуха, аккумуляторных батарей и для прогрева главного двигателя перед пуском на теплоходе установлен вспомогательный агрегат марки ДГК-10-1.

Системы, обслуживающие силовую установку

Масляная система теплохода состоит из расходного маслябака емкостью 120 л, запасного маслябака емкостью 80 л, комбинированного водомасляного холодильника, агрегата предварительной прокачки, ручного маслопрокачивающего насоса марки РН-20, термостата и трубопровода с арматурой. Расходный маслябак оборудован указательной колонкой, двумя электрогрелками марки ЭН-350 и одной электрогрелкой марки ЭН-1500, датчиком уровня масла марки С/3-2 и двумя самозащитными фильтрами. Вентиляция маслябака производится через трубу, выведенную в каютер резерв-муфты, который вентилируется через трубопровод, соединенный с засасывающей вальсой магистральной двигателя. Расходный маслябак пополняется из запасного маслябака, оборудованного указательной колонкой, вентиляционным патрубком и спусковым краном. Масло находится в запасной масляный бак через палубную горловину, расположенную на тектовой палубе.

Температура выходящего из двигателя масла регулируется автоматически термостатом. Контроль за давлением и температурой масла осуществляется дистанционными манометрами и термометрами, установленными на штахтах ящиков как в машинном отделении, так и в рубке. На трубах масляной системы в самых низких точках установлены сливные пробки. Трубопровод и арматура масляной системы выполнены из алюминиевых сплавов. Трубопровод соединяется с агрегатами и арматурой дюритовыми муфтами.

Топливная система состоит из двух топливных баков общей емкостью 1400 кг, двух автономных топливных фильтров, агрегата предварительной прокачки топлива, ручного топливно-прокачивающего насоса марки РН-20 и трубопровода с арматурой.

Топливные баки имеют указательные колонки, трубопровод вентиляции с опевыми предохранительными и отстойными с самозатворными кранами. Схема топливопровода предусматривает: прием топлива через палубную горловину в оба бака одновременно или раздельно, питание главного и вспомогательного двигателей из любого бака или одновременно из обоих, подачу топлива из баков на палубу ручным насосом марки РН-20. Топливный трубопровод и арматура выполнены из алюминиевых сплавов и соединены дюритовыми муфтами.

На теплоходе имеется двухконтурная система охлаждения главного двигателя; по внутреннему замкнутому контуру (двигатель — комбинированный холодильник) циркулирует пресная вода, прокачиваемая центробежным насосом главного двигателя. Охлаждение воды и масла в комбинированном водомасляном холодильнике производится за-

бортной водой, прокачиваемой насосом забортной воды главного двигателя. Пресная вода поступает через палубную горловину в расширительный бак емкостью 30 л, оборудованный указательной колонкой, патрубками паропровода, а также вентиляционным патрубком. На судах серии предусмотрена сигнализация нижнего уровня воды. Температура пресной воды регулируется автоматически термостатом. От калорийной магистрали забортной воды сделаны отводы на охлаждение выхлопных трубопроводов и глушителей главного и вспомогательного двигателей, а водопитнику дейдвуда, на санитарные нужды и на охлаждение компрессора. Для контроля за температурой воды в машинном отделении и в рубке установлены дистанционные элктротермометры.

Предварительный прогрев главных двигателей перед пуском в холодное время года производится от системы охлаждения вспомогательного двигателя марки 248,5/11 или электрогрелками, монтированными в трубопровод внутреннего контура. Питание электрогрелок осуществляется с берега, напряжением 220 в.

Система сжатого воздуха состоит из компрессора марки КЗ-150, входящего в комплект вспомогательного агрегата марки ДГК-10-1, двух баллонов сжатого воздуха емкостью по 40 л и трубопровода с арматурой. Баллоны рассчитаны на рабочее давление до 150 кг/см². Каждый баллон снабжен предохранительным клапаном и головкой с расходным и продувочными кранами. Контроль за давлением в баллонах осуществляется манометром типа IP-250. Баллоны сжатого воздуха расположены в специальных карманах в носовой части рубки. Запуск главного двигателя осуществляется при помощи тросового крана, установленного на посту управления в рубке. Воздушный трубопровод сделан из стальных труб с латунной и стальной арматурой на вентильных соединениях.

Газовыводная система главного двигателя состоит из выхлопного трубопровода и глушителя, который в последнее время не устанавливается.

Для уменьшения задымления во время наведения на причальной стенке на судне, помимо основного выхлопа по левому борту, имеется дополнительный выхлоп по правому борту. Переключение выхлопа с борта на борт осуществляется в рубке. Устройство выхлопа на оба борта позволяет, кроме того, использовать реакцию выхлопных газов в момент швартовки судна. Выхлоп вспомогательного двигателя марки 248,5/11 производится через автономную систему газовывода. Выхлопные трубопроводы охлаждаются впрыскиваемой в них забортной водой. В последнее время на судах (в рубке) устанавливается сигнализация, сообщающая о перегреве выхлопного трубопровода главного двигателя.

Выхлопные трубопроводы главного и вспомогательного двигателей выполнены из стали.

На теплоходе «Ракета» предусмотрено гидравлическое дистанционное управление главным двигателем из рубки. Гидравлическое управление состоит из запорного бачка, гидроцилиндров — цилиндра-датчика и цилиндра-исполнителя подачи топлива, цилиндра-датчика и цилиндра-исполнителя резерва и трубопровода с арматурой. Вся система заполняется авиационным гидронасом марки АМг-10. Управление подачей топлива и резервом осуществляется из рубки при помощи соответствующих рукояток. Имеется также ручное управление из машинного отделения. Контрольно-измерительные приборы главного двигателя: тахометр, азотермометры воды и масла и манометры масла и топлива — расположены на щитках приборов, установленных в машинном отделении и в рулевой рубке.

Вспомогательный агрегат марки ДГК-10-1 состоит из: двигателя марки 248,5/11 мощностью 10 л. с. при 1500 об/мин; генератора постоянного тока КГ-5,6 мощностью 5,6/2,75 кат, напряжением 28/36 в при 1500 об/мин;

вертикального трехступенчатого компрессора марки К2-150, производительностью 1,8 л/мин при конечном давлении 150 кг/см².

Запуск вспомогательного двигателя производится с помощью электростартера или пружину. Контрольно-измерительные приборы вспомогательного агрегата марки ДГК-10-1 (тахометр, азотермометры воды и масла, а также щиток манометров компрессора) установлены на специальном щите в машинном отделении.

Валопровод и движители

Валопровод состоит из гребного и промежуточного валов, соединенных между собой продольно-свертной муфтой. Вали и муфта изготовлены из стали марки 2Х13. Упор от гребного вала воспринимается подшипником, смонтированным в резервной муфте и допускающим величину упора до 4000 кг.

Гребной вал лежит на двух опорных резино-металлических подшипниках. Один из них расположен в концевом кронштейне, другой, промежуточный, — в дейдвудной втулке, в месте выхода вала из корпуса (на 37 ш.). Дейдвудный сальник крепится к стакану подшипника эластично при помощи дюралевой муфты. В качестве уплотнения сальника дейдвуда применяется хлопчатобумажная набивка. Смазка подшипника в концевом кронштейне осуществляется встречным потоком воды. Промежуточный подшипник смазывается водой, подаваемой под давлением от магистрали забортной воды главного двигателя.

В качестве движителя на теплоходе установлен гребной винт (рис. 38), изготовленный латунью из латуни марки ЛцМцЖ67-5-2-2.

Основные характеристики гребного винта

Диаметр D , м	0,665
Шаг H , м	0,815
Дисконное отклонение θ	1
Количество лопастей z	6

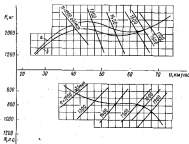


Рис. 38. Паспортная диаграмма гребного винта теплохода «Ракета»: а — расчетная кривая; б — экспериментальная кривая.

Паспортная диаграмма гребного винта теплохода приведена на рис. 31.

Электрооборудование и радиосвязь

На теплоходе «Ракета» принято напряжение: 24 в постоянного тока при питании от судовой электростанции; 24 и 220 в переменного тока при питании с берега. Система распределения электроэнергии — однопроводная. От источников питания электроэнергия поступает к потребителю через главный распределительный щит. Некоторые потребители получают питание через пульт управления, который, в свою очередь, питается от главного распределительного щита.

Источники питания и схема распределения обеспечивают питание потребителей электроэнергии во всех режимах работы теплохода. Источником питания электроэнергии судовых потребителей в ходовом режиме теплохода является навешенный на главный двигатель генератор постоянного тока типа ГСК-1500 напряжением 27 в, мощностью 1000 ат с автоматическим регулированием напряжения, защищенный от перегрузок и обратного тока реле-регулятором коробкой типа РК-1500А, а также аккумуляторная батарея, состоящая из двух последовательно соединенных кислотных аккумуляторных батарей типа 6СТК-180М напряжением 12 в, емкостью 180 а·ч каждая. На судне имеется зарядное устройство, обеспечивающее зарядку аккумуляторной батареи при питании теплохода с берега.

Питание потребителей в момент стоянки теплохода происходит от вспомогательного дизель-генератора с генератором типа КГ-5,6 напряжением 27 в, мощностью 5,6 квт. Автоматическое регулирование напряжения генератора типа КГ-5,6 осуществляется угольным регулятором напряжения типа Р-27. От обратного тока защищает дифференциально-минимальное реле типа ДМР-400Д.

Для независимого питания потребителей и подзарядки аккумуляторной батареи генераторы соединены параллельно с батареями. Параллельная работа навешенного генератора со вспомогательными не предусмотрена. С целью сохранения емкости аккумуляторной батареи и моторесурса вспомогательного двигателя на стоянке теплохода предусмотрено питание части потребителей береговым током напряжением 220 в (через штепсель с берега). Для повышения напряжения до 24 в установлен понижающий трансформатор типа ОБП-025 на напряжение 220/24 в, мощностью 250 ат.

Распределение электроэнергии к потребителям, регулирование напряжения генераторов, управление, контроль и защита источников питания и потребителей от перегрузок и коротких замыканий, а также зарядка аккумуляторных батарей осуществляется при помощи таких распределительных устройств, как главный распределительный щит, установленный в машинном отделении теплохода, пульт управления, который находится в рубке, и щит питания с берега, расположенный в носе на теневой палубе.

Особенностью конструкции главного распределительного щита и пульта управления являются примененные в них штепсельные разъемы, позволяющие легко снимать устройства. Контроль за работой генераторов осуществляется при помощи амперметров и вольтметров, установленных на главном распределительном щите, и вольтметра, установленного на пульте управления. Работу аккумуляторной батареи контролируют

амперметры, расположенные на главном распределительном щите и пульте управления.

Защита источников питания и потребителей электроэнергии от коротких замыканий и перегрузок осуществляется автоматами типа АЗС и инерционными предохранителями типа ИП. С целью защиты потребителей от коротких замыканий предусмотрены предохранители типов ПК и ПР. Для дистанционного управления потребителями и источниками питания применены контакторы типа КМ.

Зарядное устройство представляет отдельный съемный блок главного распределительного щита. Для повышения напряжения в устройстве использован трансформатор на напряжение 220/127, 36/28 в, мощностью около 300 ат. В устройстве применен также селенный выпрямитель типа АВС-100-110Б напряжением 36 в, силой тока 11 а или выпрямитель, собранный на германиевых диодах типа Д-305, напряжением 50 в, силой тока 10 а. Зарядный ток контролируется амперметром. На щите питания с берега установлена трехполюсная розетка, предназначенная для подключения провода питания с берега.

Для канализации электрической энергии на теплоходе применены провод марки БПВЛЗ, а также силовые кабели марки РШМ и КОВЗ. Сечения проводов и кабелей выбраны по допустимым токовым нагрузкам с проверкой на потерю напряжения. Провода и кабели проложены в трубах или пачках со съемными кожухами.

Непосредственно от главного распределительного щита получают питание по отдельным фидерам следующие потребители: пульт управления, электроинвентар машинного отделения, осветительные машинного отделения, холодильный буфер (через преобразователя), электродвигатель санитарного насоса, электронагреватель масла в расходном баке, свечи накалки вспомогательного дизеля, стартер вспомогательного дизеля, электродвигатель агрегата предарьерной прокатки, электрогрелки обогрева рубки и машинного отделения.

На теплоходе «Ракета» установлен санитарный насос заборной воды типа ЭЩН-104, приводимый в действие электродвигателем типа Д-160С напряжением 24 в. Схема привода предусматривает как ручное, так и автоматическое управление насосом при помощи теплового реле. Переключение управления осуществляется на главном распределительном щите. Электрический стартер типа СТ-15 вспомогательного дизеля получает питание напряжением 12 в постоянного тока через гасящее сопротивление. Электромагнит устройства аварийной остановки главного двигателя типа АПС получает питание с пульта управления. Выключение устройства аварийной остановки производится также с пульта управления.

Агрегат предварительной прожарки имеет приводной электродвигатель типа МПБ-53 напряжением 24 в, мощностью 2 квт. Управление агрегатом осуществляется как с главного распределительного щита, так и с пульта управления. Стеклоочиститель переднего стекла рубки типа АС-2, имеющий приводной электродвигатель напряжением 24 в, получает питание и управление с пульта управления. Циркуляционный насос типа ЗЦН-104 системы обогрева салона приводится в действие электродвигателем типа Д-100С напряжением 24 в. Питание и управление насосом осуществляется с пульта управления.

В машинном отделении теплохода «Ракета» установлен вентилятор типа ЗВК-24, приводимый в действие электродвигателем типа УЗ-120 напряжением 24 в и мощностью 120 вт. Управление вентилятором осуществляется с главного распределительного щита. Предусмотрено аварийное отключение вентилятора из рубки с пульта управления. Вентилятор воздухооборота пассажирского салона имеет приводной генератор типа Г-20 мощностью 220 вт, работающий в режиме двигателя. Питание и управление вентилятором производится с пульта управления. Вентиляция буфета осуществляется переносным электровентилятором типа ВВП напряжением 24 в и мощностью 40 вт. В буфете установлен прожекторный электроподогреватель типа «Кавказ» абсорбционного действия, питающийся переменным током напряжением 220 в.

Питание холодильника осуществляется через агрегат типа ОП-120-ФЗ, преобразующий постоянный ток напряжением 24 в в переменный напряжением 127 в, и повышающий трансформатор напряжением 127/220 в, в качестве которого используется трансформатор зарядного устройства. Холодильник может автоматически переключаться на питание непосредственно от береговой сети напряжением 220 в.

На теплоходе установлены следующие сигнально-отличительные огни: бортовой отличительный левый (красный), бортовой отличительный правый (зеленый), тактовый, топный, отмишки левого борта в нос и корму, отмишки правого борта в нос и корму, клетчатый (стояночный). На судах последних постройки устанавливаются светомпульсные отмишки, а прежние используются как бортовые стояночные огни. В качестве бортовых стояночных огней применяются одновременно включенные отмишки. Питание огней осуществляется с пульта управления, откуда производится также включение и контроль за огнями с помощью шаровых сигналов. Шаровые сигналы обеспечивают визуальную и звуковую сигнализацию при погасении огня.

В качестве звукового сигнала на теплоходе установлена электросирена типа ЗСС-24 напряжением 24 в. Электросирена получает питание с пульта управления, на котором распо-

жена и кнопка включения сирены. На судах последних серий сирена замечета на тифон.

Машинное отделение освещается подпалубными светильниками. Для двух светильников, используемых и качестве дежурных, предусмотрено питание как от судовых источников питания, так и от береговой сети. Управление освещением производится с главного распределительного щита. Для дежурного освещения предусмотрен отдельный выключатель с розеткой, используемой также для включения переносной лампы.

Главный распределительный щит освещается светильником. Одна из ламп светильника постоянно включена из щита, вторая получает питание только при подключении береговой сети. От пульта управления осуществляется питание прожектора типа ФЭС-155-44 с лампой накаливания напряжением 24 в, мощностью 100 вт. Управление положением прожектора производится из рубки. Выключатель прожектора расположен на пульте управления. Подсветка компаса осуществляется остройкой в корпусе лампы накаливания с выключателем на пульте управления. Питание прожектора, освещение прожекторного шкафа буфета, прогулочной палубы и рубки производится как от судовых источников, так и электроэнергией с берега.

На теплоходе «Ракета» предусмотрена звуковая (звонковая) сигнализация, обеспечивающая двустороннюю связь рубки с машинным отделением и одностороннюю связь рубки с палубой. Питание сигнализации из рубки в машинное отделение и палубу осуществляется с пульта управления, а из машинного отделения в рубку — от главного распределительного щита. Кнопки сигнализации расположены соответственно на пульте управления и главном распределительном щите.

Масло в расходном баке подогревается от судовых источников питания двумя электронагревателями типа ЭН-350 напряжением 24 в, мощностью 350 вт и одним электронагревателем типа ЭН-1500 напряжением 220 в и мощностью 1500 вт (подогревает масло при поступлении электроэнергии с берега). Электронагреватели получают питание от главного распределительного щита, с которого осуществляется и включение электронагревателей.

Обогрев машинного отделения производится (в случае питания теплохода с берега) при помощи электрогрелки типа ГС-1000 напряжением 220 в и мощностью 1000 вт. Электрогрелка получает питание и включается с главного распределительного щита. Рубка обогревается как от судовых источников питания, так и при питании теплохода электроэнергией с берега. Для этой цели используется электрогрелка типа ГС-500 напряжением 24 в и мощностью 500 вт, получающая питание от пульта управления, и электрогрелка типа ГС-1000 напряжением 220 в и мощностью 1000 вт, питающаяся с главного распределительного

Основные характеристики катера

Габаритные размеры, м:	
длина	8,5
ширина	2,1
высота	1,5
Осадка габаритная на воду, м	0,85
« » при токе на крыльях, м	0,55
Водоизмещение, т:	
нормальное	1,34
полное	1,28
Мощность двигателя, л. с.	77
Скорость эксплуатации, км/час	60
Число пассажиров, включая водителя	5

Днище катера — острокорпусное и килеватое с четырьмя ребрами килеватной и в плане формы (рис. 93). Корма транцевая. Борта развалены в носовой части, а в кормовой части завалены внутрь. Палуба имеет поперечную и продольную гогибы.

Общее расположение

Схема общего расположения катера показана на рис. 94. Корпус катера разделен металлическими водонепроницаемыми переборками на три отсека. Первый отсек (район 1—5 шп.)



Рис. 95. Кокпит катера «Волга».

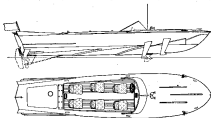


Рис. 94. Схема общего расположения катера «Волга».

предназначен для хранения шкаторского и прочего имущества. Второй отсек (район 5—13 шп.) представляет собой открытый кокпит со съёмным тентом для размещения пассажиров и водителя (рис. 95). В районе 6 шп. расположен пост управления катером, состоящий из рулевой колонки, щита приборов, ручки управления реверс-редуктором и ножной педали управления

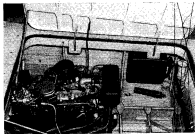


Рис. 96. Моторное отделение катера «Волга».

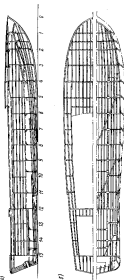


Рис. 96. Конструкция корпуса отсуда «Василиса»
а — вид сверху;
б — вид сбоку;
с — план палубы
и днища.

дрессованной заслонкой двигателя. В третьей отсеке, в районе 12 шп. размещены моторная установка и топливный бак (рис. 96).

Машинный люк в районе 12 $\frac{1}{2}$ — 14 $\frac{1}{2}$ шп. закрыт легко открывающейся на борт крышечкой. На корме в ДП расположен стокан для съемного фляжника. По бортам от 12 шп. до транца находится стабилизаторы, через которые осуществляется вентиляция машинного отделения. На транце симметрично ДП расположены жалюзи для вентиляции топливного отсека. В корме на палубе (в ДП) установлен габобортный огонь. По бортам имеются два воздухозаборника для вентиляции топливного отсека.

Конструкция корпуса

Весь корпус выполнен клепаным из алюминиево-магниевого сплава марки АМг-6В (рис. 97).

Толщина обшивки дна равна 2 мм, бортов — 1,5 мм, палубы — 1,5 и 3 мм. В местах крепления бортовых стоек крыла на бортах поставлены усиленные листы толщиной 3 мм. Система набора корпуса принята продольной с прорезными шпангоутами. Все шпангоуты, кильсо-

ны, карлинги и переборки сделаны из листов толщиной 1,5 мм и оцинкованы угольниками размером: 15×15×1,2, 20×20×2 и 25×25×2 мм (рис. 98). Продольные ребра жесткости выполнены из угольника размером 30×13×1,2 мм.

Весь набор и обшивка корпуса грунтуются эластомером марки ГЭН-150. С 1965 г. корпус снаружи и изнутри грунтуется грунтом марки ВЛ-62. Подводная часть скаружи окрашивается эмалью марки ЭШЭЛ. С внутренней стороны корпус окрашивается пентафталевой эмалью ПФ-54. Наружная часть корпуса окрашивается пентафталевыми эмалями ПФ-56. Кроме

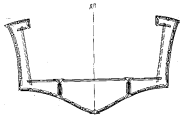


Рис. 98. Главный продольный срез корпуса «Василиса».

лакокрасочного покрытия для защиты корпуса от коррозии с 1964 г. предусмотрена протекторная защита четырьмя протекторами марки МЛ-4. Все длинные вещи (утки, кильные планки, ручки и т. д.) изготовлены листами из латуни марки Л62 с хромировкой.

К деревянным конструкциям в корпусе относятся привальные брусья. Носовой привальный брус расположен непосредственно по обводу корпуса от форштевня до 11 шп. и представляет собой брус из ели сечением 30×55 мм. Кормовой привальный брус размещен от 11 шп. до транца по линии завала борта и имеет сечение 30×40 мм.

Кокпит по бортам отделан пивинилом, наклеенным на фанерные для доработанные листы. По заднему бортиру кокпита уложено мягкий бортник пивинилом, оббитый пивинилом. В кокпите размещаются шесть индивидуальных мягких кресел или два кресла-дивана и два одноместных кресла.

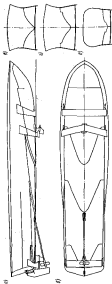


Рис. 99. Схема крылового катера «Волга» и детали конструкции: а — план корпуса; б — вид на левый; в — вид на правый; г — вид на носовой; д — вид на кормовой; е — вид на корпус крыла.

Судовые устройства

Якорное устройство катера «Волга» состоит из катерного якоря повышенной держащей силы весом 5,3 кг и двух якорных кантовых концов длиной по 26 м каждый. Якорь крепится по-настоящему под палубой между кильсоками, в районе 6—7 шп. Для швартовки на палубе катера установлены две пары уток: первая пара в районе 7 шп; вторая в районе 11—12 шп. На случай буксировки в носовой части катера установлена утка-эмблема.

Подъем катера осуществляется с помощью трех установленных на корпусе ремейков: двух у транца на палубе и одного на днище в ДП у переборки 5 шп.

К спасательным средствам катера относятся шесть пенопластовых нагрудников, хранящихся под сиденьями-креслами, и один спасательный круг с лисцем.

Крыловое устройство катера состоит из первого и второго носовых крыльев и кормового крыла (рис. 99). Профиль крыльев плоско-выпуклый с заостренной входящей кромкой. Крылья сварены из нержавеющей стали марки Х18Н9Т. Они крепятся к корпусу тремя стойками: двумя по борту на концах крыла и одной в ДП. Для кормового крыла в качестве опоры в ДП использован кронштейн гребного вала

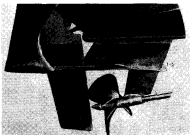


Рис. 100. Крыловое устройство и движительно-рулевой комплекс катера «Волга».



Рис. 101. Катер «Волга» при ходе по крыльям в условиях волнения.

редуктор размещен в кассе машинного отделения под настилом в каните между 10 и 12 шп. Двигатель и реверс-редуктор установлены на резиновых амортизаторах.

Система охлаждения двигателя выполнена двухконтурной. Вода внутреннего контура двигателя охлаждается в водяном

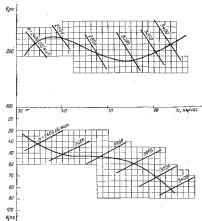


Рис. 102. Паспортная диаграмма гребного вала катера «Волга».

охлаждающей заборной водой. Трубопроводы заборной воды выполнены из медных труб с соединением на диоритовых муфтах. Подшипник и сальник дейдвуда смазываются и охлаждаются водой, поступающей по трубке от помпы заборной воды. Подшипник концевой крошечки смазывается непосредственно встречным потоком воды.

Топливная система состоит из безбака емкостью 50 л, путевого фильтра, топливоподкачивающей помпы с фильтром и

карбюратора. Топливоподкачивающая помпа и карбюратор являются штатными агрегатами двигателя. Топливо подается от топливного бака к топливоподкачивающей помпе самотеком. Топливный бак отделен от машинной установки газонепроницаемой выгородкой.

Система газовойыхлаза расположена в моторном отделении по левому борту и состоит из выхлопного трубопровода и глушителя. Для снижения нагрева выхлопной системы и эффективности глушения в трубопровод подается заборная вода. Поддачу воды можно регулировать при помощи проходного крана, установленного на водной магистрали. Соединение труб выхлопной системы — фланцевое. Трубопровод изготовлен из медных труб марки МЗС. Глушитель сделан из листовой меди марки МЗ. На катерах, строящихся начиная с 1965 г., материал выхлопного трубопровода — жаропрочный сплав марки МНЖ-5-1.

Управляющее двигателем — дистанционное, с пульта управления. Для управления реверс-редуктором применяется рычаг, расположенный в районе 6 шп.

Приборный щит представляет собой комбинацию прибора автомобиля «Волга», причем спидометр заменен электроталометром марки ТЭ-204. Дополнительно для контроля температуры масла в картере двигателя и в редукторе на палубе установлены два электротермометра типа УК-24.

Передача мощности от двигателя на гребной винт осуществляется через промежуточный вал, реверс-редуктор и гребной вал, соединенный с реверс-редуктором жесткой муфтой. Гребной вал изготовлен из нержавеющей стали марки 2Х13 и установлен на двух резиновых подшипниках. Сальник дейдвуда установлен на гибком соединении.

В качестве движителя на катере предусмотрен трехлопастный гребной винт с параметрами: $D=0,335$ м, $H=0,538$ м, $\theta=-0,75$, $z=3$. Винт может изготавливаться сварным из нержавеющей стали марки Х18Н9Т или литым из латуны марки ЛамЖ-67-5-2-2. Паспортная диаграмма гребного вала катера приведена на рис. 103.

Электрооборудование и радиосвязь

Электрическая сеть катера «Волга» работает на постоянном токе напряжением 12 в. Система распределения электроэнергии — однопроводная. Источниками электроэнергии на катере служат: аккумуляторная батарея типа 6СТ-68 напряжением 12 в, емкостью 68 а·ч и шутовой генератор типа Г-24 напряжением 12 в, мощностью 200 ат, насаженный на двигатель. Защита источников электроэнергии от коротких замыканий осуществляется предохранителями.

На катере установлены следующие потребители электроэнергии: стартер судового двигателя, бортовые осветительные огни (два), электроуправляемые лампы (два), контрольные приборы двигателя (на щите приборов), переключная лампа, часы, радио-приемник, электрическая лампа в моторном отсеке, лампы подсветки щита управления, система зажигания судового двигателя. Управление потребителями (включение и выключение) производится со щита приборов водителя. Для монтажа всех электрических щелей, кроме стартерных, применен провод марки ВВВВ- стандартные жопы выполнены из кабеля марки КНРП.

Для приема широкополосных сигналов в диапазоне средних и длинных волн на кутере устанавливается автомобильный радиоприемник типа А-17. Питание радиоприемника производится от судовой электросети. Автомобильная штыревая антенна радиоприемника расположена перед ветроотбойным стеклом водителя на левой борту.

6. 11. ПАССАЖИРСКИЙ ТЕПЛОВОХОД «МЕТРО»

Пассажирский теплоход на подводных крыльях «Метеор» предназначен для речных скоростных пассажирских перевозок



Рис. 104. Пассажирский вагончик на железобетонных опорах
«Метрострой». Киев, 1968 г. 70 см/выс.

на пригородных и местных линиях протяженностью до 600 км (рис. 304).

Основные элементы и характеристики ПИЛ-КОДОВ

Габаритные размеры, мм:	
длина	94,5
ширина	2,5
высота	6

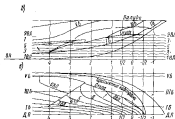


Figure 2b. 10



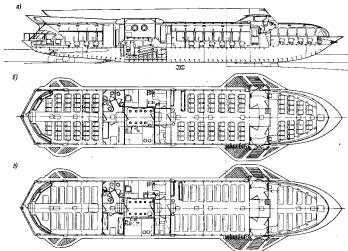


Рис. 106. Система общего размещения теплохода «Мерсин»: а — продольный разрез; б — план главной палубы — вариант для транзитных линий; в — план главной палубы — вариант для туристских линий

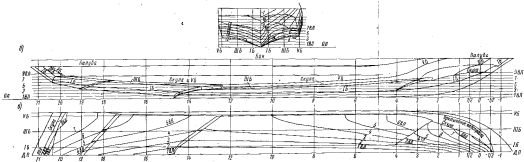
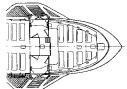
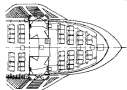
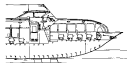


Рис. 105. Теоретический чертёж коруса вулкана «Метью».

На катере установлены следующие потребители электроэнергии: стартер судового двигателя, бортовые отличительные огни (2 д)



фиг. 6 — план общей палубы — вариант 7 для туристских лайнов.

Осадка габаритная, м:	
на палубу	2,3
при дозе на крыльях	1,7
Водоизмещение порожнем, т	35,6
Средняя осадка при водоизмещении порожнем (30 корпус), м	0,88
Водоизмещение полное, т	120,9
Средняя осадка при полном водоизмещении (30 корпус), м	1,05
Мощность сабвейв установки, л. с.:	
эксплуатационная	2×900
максимальная	2×1200
Скорость, км/час:	
эксплуатационная	65—70
максимальная	80
Пассажироемкость для туристского варианта, чел.	128 *
Осадка коэффициенты теоретического чертежа при полке гидромеханика:	
общей полке	0,285
вексом ватерлинии	0,7
и гидро-визуальной	0,5

Форма носа теплохода — клиновидная, с сильно наклоненным форштевнем, корма — транцевая, днище имеет килеватость. На днище расположены два редана: один, не доходящий до киля, в носовой части корпуса, другой клиновидный, — в районе выхода гребных валов и корме (рис. 105).

Общее расположение

Схема общего расположения теплохода «Метеор» показана на рис. 106.

Корпус судна ниже палубы переборок разделен по длине водонепроницаемыми переборками на семь отсеков. Отсек № 1 расположен от форштевня до 3 шп. (форпик). Доступ в отсек осуществляется через люк в палубе надводного борта. Отсеки № 2 (3—15 шп.), № 3 (15—25 шп.), № 4 (25—33 шп.) и № 6 (42—51 шп.) являются отсеками планучести. Доступ в них осуществляется через люки в палубе переборок. В отсеке № 4 размещена холодильная машина типа ФАК-0,7Е. Отсек № 5 (33—42 шп.) представляет моторное отделение, вход в которое осуществляется с палубы переборок через дверь в переборке на 42 шп. В районе 36—37 шп. в палубе расположен люк, служащий запасным выходом из машинного отделения. Отсек № 6 используется для размещения фекальной цистерны, а отсек № 7 от 51 шп. до кормы (актерник) — как румпельное отделение. Доступ в отсек № 7 осуществляется через люки в палубе переборок.

* Проектируемая пассажироемкость была увеличена до 124 чел. из-за отсутствия планировки буфета.

Выше палубы переборок в районе 2—11 шп. расположен носовой пассажирский салон на 26 мест (рис. 107), в кормовой части которого имеется багажник, размещенный и выгоражда под рубкой. В носовой части салона предусмотрено специальное помещение, в котором находится якорное устройство. Салон имеет два выхода на посадочные площадки, расположенные по бортам в районе 11—15 шп. Там же размещены спасательные круги, огнетушители и швартовные канаты. В районе 15—33 шп. расположен средний пассажирский салон на 52 места, который имеет три выхода: один в корму — на прогулочную палубу — и два в нос — на посадочные площадки.



Рис. 107. Носовой пассажирский салон теплохода «Метсери».

В районе 33—42 шп. находятся следующие помещения: по правому борту — двухместная каюта для работников буфета, кладовая буфета, аккумуляторная, насосная станция гидравлической и воздухозаборник моторного отделения; по левому борту — буфет, кладовая буфета, калорифер и шлюз к кладовой. Пространство между бортовыми помещениями (36—42 шп.) занимает прогулочная палуба. На стенах, выгораживающих прогулочную палубу, размещены спасательные круги и огнетушители. Над прогулочной площадкой установлен съемный металлический тент обтекаемой формы для защиты пассажиров от атмосферных осадков. В районе 42—46½ шп. расположены каюта для отдыла команды и туалеты.

Кормовой пассажирский салон на 46 мест размещен в районе 46½—62 шп. Салон имеет два выхода: один — на открытую

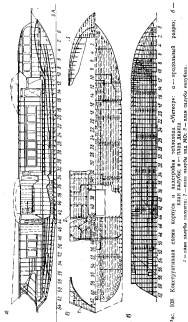


Рис. 108. Конструктивная схема корпус и внутренняя отделка «Метсери»: а — продольный разрез; б — поперечный разрез; в — план палубы; 1 — носовая палуба; 2 — палуба над носом; 3 — палуба над средней палубой; 4 — палуба над кормой; 5 — палуба над кормой; 6 — палуба над кормой; 7 — палуба над кормой.

палубу и корму, второй — на прогулочную палубу. На теневой палубе в районе 10—19 шп. расположена ходовая рубка, полуутопленная в надстройку, и ваттвое антенное устройство.

Конструкция корпуса

Корпус, надстройка и рубка теплохода изготовлены из дюралюминия марки Д16 (листовой материал — Д16АТ, профильный материал — Д16Т). Неответственные узлы и детали выполнены из алюминиевого сплава марок АМц и АМг.

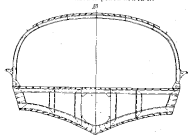


Рис. 108. Модель-шаблонг теплохода «Метеор».

Система набора корпуса теплохода смешанная. Шпанги в корпусе имеет размер 500 мм, в надстройке — 1000 мм. Принятые толщины листов обшивки: днища — 2—4 мм; борта — 3—4 мм; палубы — 2,0 мм; палубы надстройки — 1—3 мм. Расположение продольных и поперечных связей корпуса показано на рис. 108 и 109. Поперечные переборки корпуса устанавливаются на 3, 15, 25, 33, 42 и 51 шп.

Корпус и надстройка теплохода — клепаные. Фундаментные балки под главные двигатели также выполнены клепаными. В местах соединения с крыльями устройством корпус имеет соответствующие подкрепления.

Изоляция, покрытие, отделка и окраска

Для обшивки помещений и на различные подделки применяется ель и березовая авиационная фанера толщиной 2 мм, пропитанные огнезащитным составом. При отделке помещений ис-

пользованы авиационный ламинат и декоративный пластик. Подполки салонов, а также переборки и борта выше нижней кромки окон отделаны палубником. Палубы салонов до окон отделаны пластиком. Стяжки палубей закрыты раскладками из профилированного дюралюминия, стяжки по подволоке — раскладками, изготовленными из есени. На судах последней постройки применяется безраскладочная отделка салонов. Для отделки туалетов использован пластик.

В качестве тепло- и звукоизоляционных материалов на судне применены: теплоизоляция марки ВТ-4С (капроновое волокно), звукоизоляционный картон и перфорированные дюралюминиевые листы. Пассажирские салоны, каюты, буфет и рубка изолированы по бортам и подволоке слоем теплоизоляции марки ВТ-4С, наклеенной на металл противосумчатой мастикой № 579. Машинное отделение по подволоке изолируется стекломатами из стекловолокна и изоляционного материала марки ВТ-4С, уложенными на перфорированные алюминиевые листы. Волокно приклеивается по контуру перфорированных листов. Между палубой и стекломатами вместе с воздушной прослойкой.

Корпус теплохода грунтуется как снаружи, так и изнутри. Подводная часть корпуса окрашивается краской марки ХС-78С; надводная часть корпуса и надстройка снаружи и открытые участки изнутри покрываются пентафталеовой эмалью.

Оборудование помещений

Пассажирские салоны теплохода «Метеор» оборудованы мягкими сиденьями, выполненными из авиационных аресов с индивидуальными столиками. Кресла прикреплены к палубе переборками без нарушения ее водонепроницаемости. На судах, строящихся с 1962 г., вместо авиационных кресел устанавливаются мягкие диваны. В среднем и кормовом салонах вдоль бортов над окнами имеются полки, сделанные из капроновых сеток, натянутых на каркас из дюралюминиевых трубок. На переборках 11 и 32 шп. по бортам предусмотрены вешалки для одежды. В салоне на бортах и переборках имеются также крючки для одежды. Окна салонов закрываются авиационными.

Каюта для отдыха команды оборудована вешалкой для верхней одежды, столом, шкафом для посуды и тремя складными табуретами, полочкой для графина и четырьмя шкафами для одежды. В служебной двухместной каюте устанавливаются две металлические койки размером 1750×550 мм, столы, одно откидное и одно складное сиденье, вешалка и зеркало (последнее находится на двери).

Буфет оборудован шкафами (шкаф-буфет, шкаф-антрин, шкаф посуды), кладовой для заготовленных продуктов и столом. Холодильный шкаф расположен в нише переборки между 32—

33 шп. В буфете установлены чайничные песты, стационарная электроплитка, два электротермоса емкостью 8 л каждый, стаканоюбка, сливная раковина для мытья посуды, сборник мыльной воды емкостью 3 л, водозаборный бак, откидывающийся прилаженный столик. Кроме того, буфет снабжен четырьмя контейнерами бортировщика БП, четырьмя боксовыми ящиками для горячих блюд, необходимой пластмассовой посуды, урной для мусора и зеркалом. На судах последней постройки раздаточное место буфера перенесено на переборку 33 шп. в средней салон.

Ходовая рубка оборудована креслом для водителя, откидным сиденьем для механика и ящиком-столом для штурманского снабжения.

Дальние вещи

Люки в междупалубные пространства выполнены непроницаемыми, размером в свету 450×450 мм. Крышки люков изготовлены заподлицо с настилом палубы переборок. Сверху крышки люков оклеены линолеумом. В районе 29—30 шп. расположен люк размером в свету 520×780 мм. Люк в палубе переборок для выема фекальной дистерны (район 48½—51 шп.) выполнен водонепроницаемым. Крышка люка сделана заподлицо с палубой из листа толщиной 2 мм, подкрепленного продольными ребрами жесткости из швеллера размером 30×18×1,5 мм и по контуру угольником размером 30×20×2×2,5 мм. К палубе крышка крепится на анкерных винтах через уплотнительные прокладки. В плоскости шпангоута она закреплена двумя бимсами.

В палубе переборок, в районе 59—60 шп., в ДП сделана горловина диаметром в свету 270 мм, которая закрывается крышкой на анкерных винтах заподлицо с палубой. Крышка изготовлена из листа толщиной 2 мм, подкрепленного по контуру угольником размером 25×25×2 мм, и оклеена сверху линолеумом. Такие же по конструкции горловины диаметром 250 и 270 мм имеются в палубе переборок в районе 53—61 шп. по правому и левому бортам. Они предназначены для осмотра и доступа к местам крепления стоек кормового крыла, а также для покраски. В выгородке над верхней лебедкой расположен люк размером 750×800 мм. Крышка люка выполнена из сетки, имеет резиновую уплотнительную прокладку по контуру и снабжена запором.

Для съема двигателя над машинным отделением в районе 31½—42 шп. сделан люк размером в свету 2000×2900 мм. Крышка люка выполнена съемной и водонепроницаемой из листа толщиной 2 мм. Набор крышки состоит из продольных ре-

бер жесткости, выполненных из швеллера размером 30×18×1,5 мм, поперечных ригелей бимсов — из двутавра размером 102×38×1,8×2 мм и коммеса по контуру крышки, выполненного из листа толщиной 2 мм и угольника размером 30×20×2×2,5 мм. Крышка имеет по контуру резиновую уплотнительную прокладку и поджимается из машинного отделения отходящими задрайками. В крышке люка сделана горловина запасного выхода размером в свету 450×450 мм. Горловина изготовлена непроницаемой, задраивающейся из машинного отделения и с палубы.

Окна в пассажирских салонах выполнены глухими и имеют следующие размеры: в носовом салоне 1100×1050 мм, в среднем и кормовом салонах по борту 808×988 мм и кормовой переборке кормового салона 1000×1600 мм. Остеклены окна плексигласом, выгнутым по обводам надстройки. В бортовые окна среднего и кормового салонов плексиглас вставлен на уплотнительном резиновом жгуте с металлическим раскладным — зажимом. Плексиглас в окнах носового и кормового салонов закреплен дюралюминиевыми планками на винтах с применением резиновых уплотнительных прокладок. На судах последней постройки в окнах среднего и кормового салонов предусмотрены открывающиеся фрамуги. Кормовые и часть боковых окон в ходовой рубке выполнены так же, как и в носовом салоне. Носовой оконный рубки и два боковых (по одному с каждого борта) открываются вверх на петлях. Для носового открывающегося окна рубки применено безосколочное трехслойное оконное стекло «триплекс», которое вставлено в дюралюминиевую раму на резиновой уплотнительной прокладке.

В двухместной служебной каюте и буфете установлено по одному иллюминатору диаметром в свету 492 мм. Стекла иллюминаторов сделаны из плексигласа, вставленного в дюралюминиевую открывающуюся раму.

Двери, ведущие с посадочных площадок в носовой и средней салоны, а также двери в поперечных переборках на 32, 35½, 42, 46½ шп. в районе 11—15 шп. выполнены одностворчатыми размером 800×1850 мм. Рама двери изготовлена из дерева и обшита с обеих сторон листами из слоистого пластика. Верхняя часть дверей застеклена плексигласом, вставленным на уплотнительном резиновом жгуте. По контуру двери поставлена резиновая уплотнительная прокладка.

Двери кают, буфета и туалетов сделаны одностворчатыми, размером 600×1850 мм. Рама дверей изготовлена из дерева. С обеих сторон двери оклеены слоистым пластиком. Дверь в кормовой переборке выполнена размером 600×1200 мм. Она застеклена, открывается наружу и имеет запор изнутри помещения. По контуру двери поставлены резиновые уплотнительные прокладки. Двери в машинное отделение в районе 42—43 шп.

изготовлена из дюралюминевых листов. По контуру ее поставлены резиновые уплотнительные прокладки.

Трапы, ведущие из среднего и кормового салонов на прогулочную площадку, в районе 33—35½ и 42—44 шп. имеют ширину 1250 мм. Они изготовлены из дюралюминевых листов, подкрепленных профилями. Расстояние между ступеньками равно 200 мм. Трап в рубку шириной 550 мм расположен под углом 75° к палубе. Трап в машинное отделение (в районе 42—43 шп.) шириной 550 мм установлен с наклонном в 60°. Трап в кормовом салоне, ведущий на открытую палубу (в районе 61—62 шп.), имеет ширину 600 мм и установлен с наклоном 60°.

Судовые устройства

Теплоход «Метеор» снабжен одним носовым якорем системы Матросова (вес якоря 75 кг) и якорным тросом к нему диаметром 11 мм и длиной 120 м. Подъем якоря осуществляется якорной электрлебедкой с тяговым усилием 340 кг, при этом трос наматывается на барабан электрлебедки. Конец троса, закрепленный на барабане, имеет устройства для быстрой отдачи. С целью притормаживания троса при спуске якоря предусмотрены ножной тормоз лебедки и храповый механизм. Якорная электрлебедка имеет следующие технические характеристики:

Мощность электродвигателя, кВт	3
Число оборотов, об/мин:	
электродвигателя	3300—4000
барабана на лебедке	9
Скорость намотки троса при заводе якоря, м/мин	8—12
Тяговое усилие на барабане при отрыве якоря, кг	340
Усилие на рукоятке при закрутке якоря вручную, кг	10

Теплоход «Метеор» снабжен швартовками из стальной каната окружностью 75 мм. Общая длина канатов составляет 105 м. Хранятся канаты на прогулочной и посадочной площадках в специальных кармазах, а в корме — в специальных ящиках.

Для швартовки на судне установлено шесть крестовых двойных кнехтов с тунцами диаметром 80 мм, расположенных на припальном брусе в районе посадочных площадок по два с каждого борта и в корме на открытой палубе по одному на борт. Кроме того, в диаметральной плоскости из кормовой открытой палубы установлена кинковая плавка. Швартовные кнехты и кинковая плавка изготовлены из алюминиевого сплава марки АЛ9. Буксировка теплохода осуществляется за носовые кнехты, а также за рыв в носовой части.

На теплоходе «Метеор» установлено два балансирных руля. Площадь каждого пера руля равна 1,2 м², рабочий площадь при ходе на крыльях — 0,52 м². Оба пера руля сделаны сплошными из дюрала марки Д16АТ (впоследствии для изготовления рулей стали применять сплав АМг-61). Каждое перо руля крепится на двух опорах. Верхней опорой служит баллер, вращающийся в подшипнике, который прикреплен к корпусу на резиновой прокладке. Нижней опорой является петля, укрепленная на плоскости кормового крыла и имеющая подшипник с резиновой втулкой.

Перекачка руля осуществляется при помощи гидравлической системы. Эта система обеспечивает как управление через край-манипулятор, так и аварийное ручное гидравлическое управление. Время перекачки рулей с борта на борт (~70°) составляет 20 сек. Гидравлическая система управления рулями включает силовую систему и систему ручного управления. Силовая система состоит из расходного гидробака емкостью 35 л, двух гидронасосов марки 465К, насаженных на главные тангенты, гидроаккумуляторов, фильтра марки ФГ11/1, край-манипулятора, трубопроводов и арматуры. В системе предусмотрен ручной насос марки НР-01 для прокачки системы. Рабочее давление жидкости в силовой системе составляет 40—60 кг/см².

Ручная система управления состоит из гидронасоса марки 435ВФ с ручным приводом, расположенного в рубке, распределительного бачка емкостью 2 л, трубопроводов и арматуры. Рабочей жидкостью системы является авиационная гидросмесь марки АМг-10. Контроль за работой гидросистемы осуществляется при помощи манометров. Трубопроводы системы изготовлены из нержавеющей труб марки Х18Н19Т. В системе применена стандартная арматура авиационной промышленности.

Крыльцовое устройство теплохода «Метеор» состоит из двух несущих подводных крыльев и двух закрылков, установленных на бортовой и днищевой стойках носового крыла. Крылья сделаны плоскими с некоторой V-образностью в средней части (рис. 110—112). Профиль крыла — плоско-выпуклый с заостренной изогнутой крошкой.

Крылья крепятся к корпусу стойками: носовое крыло — двумя бортовыми и двумя днищевыми, а кормовое — двумя бортовыми; в качестве промежуточных опор кормового крыла использованы концевые крошечные гребных валов. Стойки крыльев выполнены разъемными. Нижняя часть стоек приварена к плоскости крыла, а верхняя крепится болтами к корпусу. Предусмотрено фланцевое соединение деталей стоек. Чтобы установочные углы крыльев могли изменяться, между фланцами стоек ставятся клинья. На крошечных бортовых стоек кормового крыла при помощи фланцевого соединения крепятся закрылки. При необходимости угол установки закрылков может быть

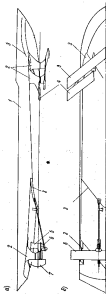


Рис. 10. Схема крылатого аппарата с выделенными частями скелета («Метрор») а — вид сверху; б — вид со стороны; в — вид со спины; г — вид на верш.

а — голова; б — грудка; в — брюшко; г — хвост; д — крыло; е — лапа; ж — коготь; з — перо; и — хвостовое оперение; к — перья; л — перья; м — перья; н — перья; о — перья; п — перья; р — перья; с — перья; т — перья; у — перья; ф — перья; х — перья; ц — перья; ч — перья; ш — перья; щ — перья; ы — перья; э — перья; ю — перья; я — перья.

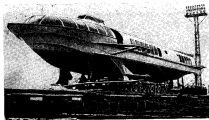


Рис. 111. Тестовая «Мероп» на чмзс.

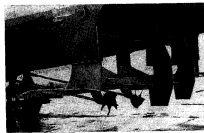


Рис. 112. Кормовое время и дозировка антигельминтной терапии телят «Матсиро».

каменным путем постановки клинцев между фланцами кронштейна и закрывка.

Крылья, стойки, кронштейны стоек и концевые кронштейны имеют сварную конструкцию и изготовлены из нержавеющей стали марки Х18Н9Т. Закрывки, также сварной конструкции, сделаны из сплава АМг-61. Крылья теплохода «Метеор» изготовлены из листов толщиной 4, 8 и 12 мм, которые приварены по носовой и кормовой кромкам к специальным профилям, выполненным в виде алюминиевых ножек. Нижние части стоек изготовлены из листов толщиной 23 мм, а верхние — из листов толщиной 4 и 5 мм.

В качестве спасательных средств на теплоходе «Метеор» имеются: 134 пенопластовых спасательных надувника, восемь спасательных кругов и две надувные двухместные резиновые лодки марки ЛАС-5М-2. Спасательные надувники размещены: под рубкой в носовом салоне, в шлюсе среднего салона по правому борту, в районе 32—33 шп. и в кормовом салоне, в районе 57—58 шп., в специальных ящиках. Кроме того, надувники имеются в каютах команды и в рубке. Спасательные круги размещены на прогулочной площадке (4 шт.), на 11-й переборке (2 шт.) и на кормовом леере (2 шт.). Один из спасательных кругов снабжен линем длиной 30 м. Резиновые лодки хранятся на площадках в кормовом салоне.

Для несения ходовых огней на крыше рубки установлена диоралюминевая мачта.

Судовые системы

Для устранения очагов пожара в машинном отделении на теплоходе «Метеор» имеется углекислотная система пожаротушения, а в различных местах судна размещено шесть огнетушителей марки ОП-5 и шесть углекислотных огнетушителей марки ОУ-2. На судах последней постройки углекислотная система заменена системой с составом АБФ.

На теплоходе предусмотрена система осушения. Осушение носовых отсеков осуществляется по децентрализованной схеме, а кормовых отсеков — по централизованной. Средством осушения служит самовсасывающая помпа производительностью 20 м³/час, наведенная на вспомогательный агрегат ДГКП. Магистральные трубопроводы осушения и отсеков изготовлены из поливиниловых труб, а в машинном отделении — из алюминиевых труб. Отростки системы осушения на магистральном трубопроводе снабжены безвозвратно-запорными клапанами, имеющими дистанционные приводы с палубы. Магистральные трубопроводы осушения кормовых отсеков, как и магистральным трубопроводом осушения носовых отсеков, подходит к рубкам установленной в машинном отделении клапанной коробки, со-

стоящей из трех безвозвратно-запорных клапанов. Одна из трубок клапанной коробки соединен с отростком осушения заднего отделения. Средством осушения машинного отделения является также ручной насос марки РН-20 производительностью 1,2 м³/час. Откачка воды этим насосом осуществляется при помощи гибкого шланга с приемной сеткой на свободном конце. Насос марки РН-20 может быть использован и для откачки отработавшего масла из масляной системы двигателя.

Санитарная система на судне состоит из систем мыльной и питьевой воды, выхлопных автономных. Система мыльной воды включает песочный фильтр, санитарный насос марки ЗЦН-104, пневмоадаптер и трубопровод с арматурой. К умывальникам подается фильтрованная вода, а для других целей в мыльной системе используются нефiltrованная забортная вода. Трубопровод системы выполнен из алюминиевых сплавов марок АМг и АМгМ и из поливиниловых труб.

Система питьевой воды состоит из расходного бака емкостью 110 л, диетерии запаса воды емкостью 190 л, двух баков — сборников питьевой воды, канализация, работающего на выхлопных газах, холодильника для охлаждения кипяченой воды, стаканомойки, посудомойки и трубопровода с арматурой. Система предусматривает пополнение запаса воды через горловину, установленную на тентовой палубе. Трубопровод изготовлен из алюминиевого сплава марки АД-1 с соединением на муфтах. Общая емкость диетерии и баков системы составляет около 350 л.

Сточно-фановый трубопровод предназначен для отвода сточных вод из санблоков судна. Сточные воды от туалетов отводятся в фанальную диетерию емкостью 600 л и оттуда по магистральному фановому трубопроводу — за борт или через особый патрубок, оборудованный унитарным патрком, откачиваются фанальными насосами специальной станции. Фановый трубопровод снабжен запорной, что позволяет закрывать сток из фанальной диетерии и пломбировать заборку в закрытом положении при проходе судна через зоны строгого санитарного режима. Фанальная диетерия оборудована вентиляционным трубопроводом, на конце которого устанавливается озолятор. Эта диетерия и трубопроводы изготовлены из стеклопластика.

На теплоходе «Метеор» предусмотрена система естественной и искусственной вентиляции. Во время хода судна для вентиляции используется скоростной валор встречного потока воздуха через вдувные и вытяжные козырьки, установленные на тентовой палубе, и открывающиеся фрамуги в окнах. На кратковременных стоянках судна 10-кратный обмен воздуха в помещениях пассажиров обеспечивается при помощи осевого вентилятора. Подача воздуха к вентиляционным помещениям на стоянках осуществляется через магистральный

трубопровод. Для вентиляции машинного отделения на стоянках используются два вентилятора типа ЭВК производительностью 400 м³/час каждый. Они обеспечивают 20-кратный обмен воздуха. Во время хода судна вентиляция машинного отделения достигается за счет подсоса свежего воздуха нагнетателями наддува главных двигателей.

Отделение теплохода «Метеор» воздушное. В качестве калориферов применены автомобильные радиаторы типа ГАЗ-51. Вода в калорифер подается из внутренней контуры системы охлаждения главных двигателей. Подогретый в калориферах воздух поступает через воздушные каналы в отопительные помещения. Вытяжка отработанного воздуха из помещений производится через бортовые козырьки и вытяжные трубопроводы.

Скловая установка

Машинное отделение теплохода «Метеор» расположено по длине судна между водонепроницаемыми переборками на 33 и 42 шв. Сверху машинное отделение ограничено платформой, в которой сделан люк для погрузки и выгрузки механизмов, закрытый съемной крышкой. Машинное отделение имеет два выхода: один со стороны кормового салона, другой — чрез люк в платформе.

В качестве главных двигателей на теплоходе установлены два дизеля марки М50-ФЗ правой и левой моделей. Дизель 12-цилиндровый с V-образным расположением цилиндров, четырехтактный, простого действия, с наддувом, водяным охлаждением и реверсивной муфтой. Максимальная мощность двигателя составляет 1200 л. с. при 1850 об/мин, эксплуатационная мощность 900 л. с. при 1650 об/мин. В качестве топлива используется специальное дизельное топливо марки ДС. Масло применяю авиационное марки МК-22 с добавлением 3% по весу присадки АЗНИИ-ЦИАТИМ-1Ф. Заменителем служит авиационное масло МС-20 с добавлением указанной присадки. Удельный расход топлива составляет 184 г. з. л. с./час, а масла — 10 г. з. л. с./час. На суднах последней постройки устанавливаются двигатели марки М-400 с максимальной мощностью 1100 л. с. Они отличаются от дизелей типа М-50 конструкцией блоков и увеличенным моторесурсом (1000 час.).

Каждый главный двигатель работает непосредственно на свой валопровод, жестко соединенный с фланцем реверсивной муфты двигателя при помощи фланцевой полумуфты.

В качестве вспомогательной энергетической установки на теплоходе установлен комбинированный агрегат дизель-генератор — компрессор-помпа ДГКП-10-1. Агрегат состоит из дизеля марки 24^{АЭ}₁₁, мощностью 10 л. с. при 1500 об/мин со стар-

терным и ручным пуском, генератора марки КГ-5,6, компрессора марки К2-150 и самовсасывающей помпы.

В машинном отделении, кроме главных и вспомогательного двигателей, расположены следующие механические и оборудованные:

	Количество
Агрегат производственный: грочка масла и топлива	2
Аварийный промывочный насос РН-30 для масла и топлива	2
Насос смазочной системы ЗИП-104	1
» для перекачки топлива ЗИП-104	1
» осушительный РН-30	1
Комбинированный компрессорный СБ-700*	2
Баллон для воздуха	2
Бак топливный емкостью ~ 580 л	2
» масляный емкостью 110 л	2
» запасного масла емкостью 150 л	1
» раскислительный водный емкостью 30 л	2
Гарантиль	2
Фильтр топливный	2
» водный	2
» масляный сажевый	2
Помпа, электроборудование	1
Щиток приборов главного двигателя	1
» ДГКП-10-1	1
Вентилятор	2
Верста	1
Ящик запасных частей	2
Отсутствуют	2
Пневмокастеры	1
Холодильник масла гидравлический	1

Системы, обслуживающие судовую установку

Топливный трубопровод обеспечивает топливом главные двигатели и двигатель агрегата ДГКП. Топливоподающая система каждого из главных двигателей состоит из трубопровода, фильтра грубой очистки, агрегата предварительной прокачки масла и топлива, а также арматуры. На топливных трубопроводах главных двигателей установлены один ручной насос марки РН-20 (за случай, если по каким-либо причинам подкачивающие агрегаты выйдут из строя).

Подача топлива к главным двигателям и вспомогательному агрегату ДГКП происходит из магистрального трубопровода, соединяющего группы топливных баков, которые установлены по обом бортам теплохода в машинном отделении. Каждая группа состоит из трех клапанных топливных баков емкостью ~380 л каждый, соединяющихся между собой при помощи

* На суднах последней постройки устанавливаются холодильники ВХД-5 и МХД-4.

соединительного трубопровода. Группы баков оборудованы указательными колонками, вентиляционными трубами с огнивыми предохранителями, расходной арматурой и самозапорными сливными кранами. Прием топлива на судно осуществляется через специальные горловины с обоих бортов. Для удаления топлива из судна, а также для перекачки его из одной группы баков в другую устанавливается перекачивающий насос производительностью 1 м³/час при напоре 1,3 кг/см². Трубопровод и арматура выполнены из алюминиевого сплава. Трубы соединены на фланцевых муфтах и фланцах.

Масляная система каждого двигателя состоит из расходного бака емкостью 110 л, двух парных фильтров (одна пара установлена непосредственно в расходном баке, вторая — при выходе из главного двигателя), термостата, водомасляной секции комбинированного водомасляного холодильника марки СБ-790 (МХД-4), агрегата предварительной прокачки масла, запорной и регулирующей арматуры и дистанционных указательных приборов давления и температуры. На маслопроточающих трубопроводах главных двигателей предусмотрен один ручной насос марки РН-20. Он используется в случае выхода из строя подкачивающих агрегатов.

Каждый расходный масляный бак оборудован указательной колонкой, датчиком дистанционного указателя уровня, вентиляционной трубой и сливным трубопроводом с запорным краном. Поддача масла в расходные баки происходит из бака основного запаса масла емкостью 150 л. Бак оборудован указательной колонкой, вентиляционной трубой с огнивым предохранителем и сливным трубопроводом с запорной горловиной, установленной в специальной нише. Обработанное масло из двигателя сливается по специальным трубкам, снабженным запорной арматурой. Эти трубки при помощи дорнтового шланга соединены с осушительным насосом марки РН-20, который может быть использован для удаления обработанного масла с судна и перекачки его в емкость. Трубопровод масляной системы изготовлен из труб алюминиевого сплава, соединенных муфтами.

Воздушная система на теплоходе «Метеор» обеспечивает пуск главных двигателей. На судах последней постройки применяется отбор воздуха через редукционный клапан на тифон. Система состоит из двух воздухоохладителей — баллонов емкостью 40 л каждый, рассчитанных на рабочее давление 150 кг/см²; предохранительной, запорной вспомогательной и пусковой арматуры и трубопровода, изготовленного из стальных труб на внутренних соединениях. Баллоны заполняются сжатым воздухом от агрегата ДКРН-10-1.

Газовыхлопные системы главных и вспомогательного двигателей выполнены автономными. Система газовыхлопа каждого из главных двигателей состоит из тройника, объединяющего

газовыхлопные тракты обоих выхлопных коллекторов двигателя, трубопровода, глушителя и конденсаторов. Для глушения шума и охлаждения газовыхлопной системы используется забортная вода, которая впрыскивается в газовую полость тройника. Тройники, соединяемые непосредственно с двигателями, выполнены из стали, а глушители и трубопроводы — из алюминиевых сплавов. Трубы газовыхлопной системы соединены между собой при помощи резинных компенсаторов, окрашенных внутри металлом. На судах последней постройки устанавливаются компенсаторы сальникового типа. В газовыхлопную трубу вспомогательного двигателя с целью глушения шума и охлаждения труб также подается забортная вода из системы охлаждения двигателей.

Система охлаждения и подогрева главных двигателей состоит из двух трубопроводов: трубопровода забортной воды и трубопровода пресной воды. Трубопровод забортной воды обеспечивает подачу воды к главным и вспомогательным двигателям и на судно в целом. Система подачи забортной воды включает два магистральных трубопровода, обеспечивающих прием воды от двух пресных конденсатов в стальных крыльях, двух фильтров (по одному фильтру на каждую магистраль) и двух отливных магистралей с отливными кингстонами. Движение воды в системе обеспечивается помпой забортной воды, запитанной на главные двигатели, а также за счет скоростного напора встречного течения воды при ходе судна. Забортная вода проходит через комбинированный водомасляный холодильник и охлаждает воду внутреннего контура двигателя. От напорных магистралей системы забортной воды сделаны отводы на охлаждение газовыхлопной системы, для смазки резинных подшипников дефлектора и промежуточного аронштейна, а также предусмотрен патрубок с проходным краном для подачи забортной воды на санитарные нужды. От напорной магистрали одного из главных двигателей сделан отвод забортной воды на охлаждение выхлопного трубопровода вспомогательного двигателя и охлаждение компрессора. При необходимости забортная вода может быть подана во внутренний контур охлаждения этого двигателя.

Системы пресной воды главных и вспомогательного двигателей обеспечивают охлаждение их, прогрева главных двигателей перед пуском, а также обогрев пассажирских помещений и рубки. Система охлаждения каждого главного двигателя имеет трубопровод, подающий воду от двигателя к термостату, откуда она поступает к помпе пресной воды двигателя через водо-водяную секцию холодильника или минуя холодильник. К нагнетательным патрубкам помп пресной воды главных двигателей подведены трубы обогрева.

соединенные с трубопроводом охлаждения вспомогательного двигателя. При помощи установленной на этом трубопроводе переключающей арматуры главные двигатели прогреваются теплом отходящей воды вспомогательного двигателя и охлаждаются сам вспомогательный двигатель. Впоследствии для прогрева двигателей без работы вспомогательного агрегата в системе внутреннего контура были установлены электронагреватели напряжением 220 в, питающиеся с берега.

К отходящему трубопроводу пресной воды главного двигателя левого борта присоединена водная магистраль отопления, подводившая воду в отопительный радиатор. Количество воды, поступающей в отопительный радиатор, регулируется проходными кранами, установленными на отходящем трубопроводе пресной воды главных двигателей и на магистрали отопления. Система пресной воды заполняется из двух расширительных бачков емкостью по 30 л каждый. Бачки оборудованы водоуказательными стеклами и сигнализаторами нижнего уровня марки СУЗ-2. Расширительные бачки заполняются водой через приемные трубы, снабженные плавучими поплавками. Входящий и отходящий трубопроводы пресной воды главных двигателей и отходящий трубопровод охлаждения вспомогательного двигателя оборудованы карманами для установки датчиков дистанционных термометров. Трубы изготовлены из сплава марки АМгМ. К главным и вспомогательному двигателям они присоединяются фланцами и муфтами; соединение труб между собой и присоединение к арматуре производится на дюритовых муфтах.

Управление реверсом и подачей топлива главных двигателей осуществляется дистанционно из рубки при помощи гидравлической системы. Гидросистема управления главными двигателями состоит из цилиндров-датчиков, расположенных в рубке, цилиндров-исполнителей, размещенных на двигателях, заправочного бачка, трубопровода и арматуры. Трубопроводы изготовлены из нержавеющей стали марки Х18Н9Т. Для удаления из системы воздуха установлены воздухоудалители.

Машинная установка теплохода «Метеор» имеет дистанционный пост управления, расположенный в ходовой рубке. На посту размещены органы управления главными двигателями, а также контрольно-измерительные приборы (рис. 113). Для контроля за работой главных двигателей установлены два прибора: один — в машинном отделении, другой — в ходовой рубке. На каждом из этих щитов расположены следующие приборы: электротаксометр для замера числа оборотов диска, манометр давления топлива, поступающего в топливный насос, манометр давления масла главной масляной магистрали, термометры дистанционные (аэротермометры) для замера температуры входящей и выходящей пресной воды и масла. Кроме этих прибо-

ров, на щитке управления в ходовой рубке установлены: указатель уровня масла, манометр давления масла в гидросистеме, манометр давления пускового воздуха и манометр давления масла на выходе из двигателя.

Для контроля за работой вспомогательного агрегата ДГКП-10-1 в машинном отделении имеется щиток, на котором расположены приборы: тахометр для замера числа оборотов двигателя, манометр давления масла в двигателе, термометры для замера температуры воды, входящей в двигатель и выходя-



Рис. 113. Пост управления в ходовой рубке теплохода «Метеор».

щей из него, термометр для замера температуры масла в двигателе, манометры давления компрессоров первой, второй и третьей ступени.

Валопровод и датчики

Линия вала имеет угол наклона к основной плоскости примерно 12°. Каждый валопровод состоит из двух валов — концевой и промежуточной, соединенных продольно-свертной муфтой. Промежуточный вал соединяется при помощи фланцевой полумуфты с фланцем реверс-муфты главного двигателя. На гребной вал насажен гребной шкив. Диаметр шеек валов равен 80 мм. Вали изготовлены из нержавеющей стали марки 2Х13.

Передача упора гребного шкива на корпус осуществляется через упорный подшипник, установленный в реверс-муфте главного двигателя. Каждый валопровод имеет три опорных

резинно-металлических подшипников: один подшипник разъемной конструкции установлен в дейдвудной трубе, два других, неразъемных — в концевом и промежуточном кронштейнах. Валопровод снабжен также дейдвудным сальником, который соединен с носовым концом дейдвудной трубы при помощи дюритовой муфты. Для смазки сальника применяется материал марки ХВГ.

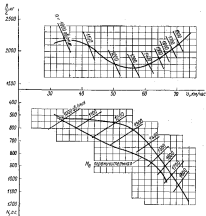


Рис. 111. Паспортная диаграмма гребного ванта теплохода «Метеор».

Смазка подшипников валопровода осуществляется забортной водой. К подшипнику концевой кронштейна вода подается под действием скоростного напора встречного потока, а к подшипникам дейдвуда и промежуточному — от магистрали забортной воды системы охлаждения главного двигателя. Дейдвудный сальник смазывается также забортной водой через внутреннюю полость дейдвудной трубы.

В качестве движителей на теплоходе установлены два гребных ванта левого и правого вращений. Гребные венты имеют следующие параметры:

Диаметр D , м	6,68
Шаг M , м	0,85
Дискное отклонение δ	1,3
Число лопастей z	6

Паспортная диаграмма гребного ванта теплохода приведена на рис. 114.

Электрооборудование

Судовые источники электроэнергии обеспечивают теплоход «Метеор» постоянным током напряжением 24 в. Возможно питание с берега и переменным током напряжением 220 и 24 в. Система канализации электроэнергии напряжением 24 в принята однопроводная (корпус используется в качестве обратного провода), напряжением 220 в переменного тока — двухпроводная.

В качестве источников электроэнергии на теплоходе имеются четыре кислотные аккумуляторные батареи типа БСТК-180 напряжением 12 в каждая, емкостью 180 а·ч при 20-часовом разряде. Для получения напряжения 24 в аккумуляторные батареи соединены по 2 шт. последовательно в две группы, а для получения емкости 360 а·ч две группы соединены параллельно. В качестве других источников используются два генератора типа ГСК-1500 мощностью по 1 лвт, напряжением 25 в, каждый из которых питает на главный двигатель теплохода, и вспомогательный генератор типа КГ-5,6 мощностью 5,6 лвт, напряжением 25 в.

Система распределения электроэнергии на теплоходе «Метеор» — фидерная. Электроэнергия от генераторов и аккумуляторных батарей, а также при питании с берега переменным током напряжением 220 в поступает к главному распределительному венту, установленному в машинном отделении. От главного распределительного вента питание получают следующие подразделения:

- электроинвентары машинного отделения;
- электродвигатель санитарного насоса;
- электроподогревательная установка;
- свечи накала двигателя вспомогательного дизеля;
- электронагреватель для подогрева масла напряжением 24 в;
- щиток приборов буфета;
- панель с электроаппаратурой (в рубке);
- освещение машинного отделения, проходов, кают, нормальной и дежурное освещение салонов;

устройство дистанционного запуска главных двигателей;
электродвигатель якорной лебедки;
электроинвентар салона;
электропаяльник топливонагревающего насоса.

Питание прожектора, сигнальных и огнищевых ламп, стеклоочистителя, пневмоклапанов системы пуска главных двигателей, радиостанции, радиотрансляционной установки, подсветки компаса, указателей положения руля и контрольных приборов главных двигателей осуществляется через панель с электроаппаратурой, расположенной в рубке.

Коммутационной схемой главного распределительного щита предусматривается:

- питание всех потребителей судна от аккумуляторной батареи;
- параллельная работа на шинах обобщенных наземных генераторов типа ГСК-1500 с аккумуляторной батареей;
- параллельная работа на шинах любого из генераторов ГСК-1500 с аккумуляторной батареей;
- параллельная работа на шинах вспомогательного генератора типа КГ-5,6 с аккумуляторной батареей;
- питание потребителей сети дежурного освещения от сети переменного тока напряжением 220 в через трансформатор напряжением 220/24 в. Кроме того, коммутационная схема исключает параллельную работу генераторов ГСК-1500 с генератором КГ-5,6.

Защита фидеров от токов короткого замыкания и перегрузки осуществляется токовыми автоматами типа АЗС, предохранителями типа ТП и блоками защиты типа БЗ. Генераторы типа ГСК-1500 защищены от токов короткого замыкания блоками защиты типа БЗ. Для защиты генератора типа КГ-5,6 от обратного тока применяется дифференциальное реле типа ДМР-400Д. На распределительном щите установлен также туполавный предохранитель типа ТП.

Автоматическое регулирование напряжения и защита наземных генераторов типа ГСК-1500 от перегрузок и обратного тока осуществляются реле-регуляторами коробки типа РК-1500. Напряжение вспомогательного генератора типа КГ-5,6 на теплоходах «Метеор», построенных до 1963 г., регулировалось вручную при помощи ручного регулятора возбуждения типа Р3В-0,1Б на панели электрооборудования в машинном отделении. На теплоходах, выпускаемых с 1963 г., напряжение регулируется автоматически при помощи угольного регулятора типа Р-27.

Для контроля за работой генераторов на главном распределительном щите и на панели с электроаппаратурой устанавливаются амперметры и вольтметры. На теплоходах, выпускаемых с 1963 г., вместо вольтметра устанавливается вольтамперметр, также контролирующей работу аккумуляторной батареи.

Для канализации тока электрических сетей применяются проводы марок ЛПРГС и КНР. Сечения кабелей и проводов выбираются в зависимости от плотности тока с проверкой для части фидеров на падение напряжения.

Кроме постоянной подзарядки аккумуляторных батарей от наземных или вспомогательных генераторов, включенных параллельно с батареей, на теплоходе «Метеор» предусмотрена зарядка батарей от зарядного устройства, которое получает питание от береговой сети напряжением 220 в и рассчитано на рядельную зарядку каждой группы батарей по методу «постоянного напряжения». На судах последующей постройки мощность зарядного устройства увеличена.

Электроприводные механизмы и электронагревательные приборы

Электропривод санитарного насоса состоит из электродвигателя типа Д-100С напряжением 24 в и мощностью 100 ат, щитка включения и манометрического реле. Включение и отключение электродвигателя производится автоматически при помощи манометрического реле, установочного на гидрофоре.

Электропривод масло- и топливонагревательных агрегатов предварительной прожарки состоит из электродвигателей типа МПБ-53 напряжением 24 в и мощностью 2 квт, контакторов типа КМ-200Д и пусковых кнопок. Включение каждого электродвигателя в сеть осуществляется непосредственно через контактор КМ-200Д с двух мест — из ходовой рубки и машинного отделения.

Для вентиляции машинного отделения на теплоходе «Метеор» установлены два электроинвентаря, спаренных с электродвигателем марки УЗ-120, напряжением 24 в, мощностью 120 ат. Пуск и остановка каждого электродвигателя производится с главного распределительного щита при помощи автоматического выключателя типа АЗС. Аварийное отключение электроинвентарей предусмотрено с панели (в рубке). В качестве привода вентилятора калифорнийской установки для обогрева салона используется генератор типа ГР-30, работающий в режиме электродвигателя. Пуск и остановка вентилятора производится с панели, расположенной в рубке. В носовом салоне предусмотрены четыре розетки для переносных электроинвентарей.

Электропривод якорной лебедки состоит из электродвигателя и щитка включения. В качестве электродвигателя лебедки используется самозетный генератор типа ГСР-3000. Электродвигатель обеспечивает только операции по подъему якоря; отдача якоря производится при отключении от лебедки электродвигателя. Контроль за током электродвигателя, а также

автоматическое отключение последнего при полностью выбранном ядре и при перегрузке осуществляется со щита, устанавливаемого возле лебедки.

Для обогрева кают команды во время стоянки судна у берега в каютах установлены электрогрелки типа ГС-500 напряжением 220 в и мощностью 500 Вт. Включение и отключение грелок типа ГС-500 производится выключателями. Обогрев машинного отделения при стоянке судна у берега осуществляется грелками ГС-1000 напряжением 220 в и мощностью 1000 Вт. Для включения и отключения грелок около них имеются выключатели. С целью подогрева масла перед пуском главных двигателей в расходных масляных баках установлено по два электронагревателя типа ЭН-350 напряжением 24 в, мощностью 350 Вт. Включение и отключение нагревателей осуществляется с главного распределительного щита. При стоянке теплохода масло в каждом баке подогревается электронагревателями типа ЭН-1500 напряжением 220 в и мощностью 1500 Вт.

Для подогрева воды двигатели используют нагреватели типа ЭН-1500, получающие питание от береговой сети. Включение и выключение электронагревателей производится с панели навесных генераторов.

На теплоходе «Метеор» имеется электрохолодильная установка, в которой для привода компрессора применяется генератор типа ГСК-1500 напряжением 27 в. Включение его производится со щита приборов буфета.

На теплоходе установлены следующие сигнально-отличительные огни: левый бортовой отличительный красный, правый бортовой отличительный зеленый, габаритный габаритные, габаритные токовые, токовый, стояночный, клотиковый, бортовые стояночные, огнишки импульсные передние и задние. Управление и контроль за огнями производится с панели, расположенной в рубке.

В качестве звукового сигнала используется электрическая сирена типа ЗСЗ-1 напряжением 24 в. На судах последней постройки устанавливается воздушный сигнал—звонок. Для подачи условных сигналов из рубки в моторные отделения и обратно в этих помещениях устанавливаются звонки. Питание звонков осуществляется от судовой сети напряжением 24 в постоянного тока через панель с электроаппаратурой, находящуюся в рубке.

Для связи с береговыми радиостанциями на теплоходе «Метеор» установлена телефонная радиостанция типа Р-807. Радиостанция обеспечивает бесперебойную, беспредельную связь на любой из зафиксированных частот в любое время суток в радиусе около 100 км. Радиостанция питается от судовой электросети с помощью преобразователя типа У-600. Для питания радиостанции в аварийном режиме при пониженном напряжении

источников питания имеется автономное устройство, управляемое из рубки.

Для приема широкополосных передач в рубке установлен автомобильный радиоприемник типа А-17. Для передачи информационных сообщений из ходовой рубки в салоны и транзитных широкополосных передач от радиоприемника на теплоходе имеется радиотрансляционная установка на базе установки типа ГУ-20. Включение и отключение динамических громкоговорителей в салонах производится из ходовой рубки, где установлен микрофон и усилитель.

§ 12. ПАССАЖИРСКИЙ ТЕПЛОХОД «СЮТНИК»

Этот теплоход на подводных крыльях предназначен для скоростных перевозок пассажиров на транзитных и местных линиях рек и водохранилищ протяженностью до 800 км (рис. 115).



Рис. 115. Пассажирский теплоход на подводных крыльях «Сютник». Скорость хода 65 км/час.

Основные элементы и характеристики теплохода

Габаритные размеры, м:	
длина	48
ширина	62
высота	7,5
Осадка габаритная, м:	
в лед	2,5
при ходе на крыльях	0,9
Водоизмещение порожнем, т	76

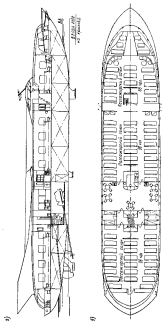


Рис. 117. Схема общего расположения помещений теплохода «Спутник»: а — продольный разрез; б — план палубы.

приводятся, чтобы улучшить обзор из окон салона. В носовой части салона, в полуванте, сделана специальная выгородка, в которой расположено кюветное устройство. Салон имеет два выхода на посадочные площадки, расположенные по бортам. В районе 10—12 шп. находится средний пассажирский салон на 96 мест. Из салона сделаны четыре выхода — два в переборке на 10 шп. и два — в переборке на 20 шп. В районе 18½ шп. до ДП расположено помещение для буфета. В районе 26 шп. по бортам размещаются 4-местные каюты команды, в ДП находятся санузлы.



Рис. 118. Просторная палуба теплохода «Спутник».

тамбур входа в машинное отделение и усиленная стальная пожаротушения.

В районе 26—35 шп. размещается кормовой пассажирский салон на 96 мест. Из салона есть три выхода: два в переборке 26 шп. и один в переборке 35 шп. В районе 35 шп. сделана открытая прогулочная площадка (рис. 118).

На тековой палубе в районе 5—12 шп. расположена ходовая рубка, полуутопленная в надстройку. Кроме нее на теке расположены воздухоприемники, стабилизаторы, отличительные огни и антенны.

Конструкция корпуса

Корпус и надстройка теплохода «Спутник» имеют сварную конструкцию и изготовлены из алюминиевого сплава марки АМг-61. Прочность корпуса обеспечена на разряд «О» для плавания по рекам, озерам и водохранилищам.

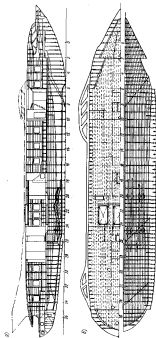


Рис. 119. Конструктивная схема корпуса и надстройки телескопа «Спрут»: а — продольный разрез по ДП, б — план главной палубы и донца.

Корпус и надстройка (рис. 119 и 120) набраны по продольной системе набора; размер шпации составляет 1100 мм. Обшивка корпуса изготовлена из листов толщиной 5 и 6 мм, настил палубы — из листов толщиной 2,5 мм. Обшивка борта надстройки набрана из листов толщиной 3—4 мм, настил тектовой палубы — из листов толщиной 2,5 и 3 мм. По углам вырезов люков установлены листы большей толщины.

Поперечные переборки расположены на 2, 6, 10, 15, 20, 25, 30 и 35 шп. Все элементы корпуса и надстройки соединены

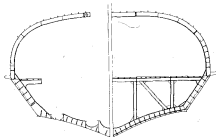


Рис. 120. Поперечный излом телескопа «Спрут».

между собой при помощи аргоно-дуговой сварки. В качестве присадочного материала применены проволоки из сплава марки АМг-61.

Фундаменты под главные двигатели также изготовлены сварными. Прочие подкрепления и фундаменты выполнены сварными из сплава марки АМг-61. Рубка — клепано-сварной конструкции из листов толщиной 1 и 1,5 мм и профильного материала.

Изоляция, покрытия, отделка и окраска

Пассажи́рские салоны, каюты, буфет и рубка изолированы по бортам и подлолке одним слоем теплоизоляции марки ВТ-4С толщиной 20 мм, наклеенной на металл сглантовым

клеем марки 4АН. Теплоизоляция машинного отделения выполнена по следующей схеме. На металл наклеено два слоя теплоизоляции марки ВТ-4С толщиной 10 мм, а между слоями теплоизоляции уложен картон. Поверх изоляции наклеен паяншол. Места повышенного нагрева изолированы поверх паяншола асбестовым картоном. На высоте 1 м от слани изоляция закрыта перфорированными дюралевыми листами. Подолок туалетов изолирован одним слоем теплоизоляции марки ВТ-4С. Все применение на теплоходе «Спутник» изоляционные материалы являются негорючими или трудногорючими.

Полы в пассажирских салонах, каютах, в буфете и рубке покрыты полихлорвиниловым линолеумом толщиной 2,5 мм, приклеенным по контуру к клею из негорючего материала марки ЛК-1. В туалетах пол покрыт листовым пивинилстом толщиной 5 мм.

Для обстройки помещений и на различные изделия применена саль в аэрационный березовая фанера толщиной 2 мм, пропитанная огнезащитным составом. Подолок, дуборезки и борта кают, буфета и салонах выше нижней кромки окон отделаны авиационным паяншолом марки ПА, а павель салонов до нижней кромки окон — декоративным однослойным пластиком марки БАТ.

Стыки пластика и паяншола закрыты раскладками из профилированного дюралюминия и полированного ясяя.

Подводная часть корпуса теплохода «Спутник» закрыта эластомером марки ГЭН-50 и окрашена этилоидной краской марки ЭПЖО-40. Внутренние и наружные поверхности корпуса павель авиационными покрытиями слоем грунта марки АЛГ-1 или АЛГ-5. Снаружи теплоход окрашен масляными красками.

Носовой, средний и кормовой пассажирские салоны теплохода оборудованы мягкими сиденьями авиационными креслами. В салонах вдоль бортов над окнами установлены полки для ручного багажа. Места между бортами и креслами также могут быть использованы для перевозки багажа. Каждая служебная каюта оборудована четырьмя металлическими пружинными койками, столом, вешалкой для одежды и двумя раскладными табуретами. В зале буфета помещены столы, изготовленные из алюминиевых сплавов. В буфетной выгородке установлены: холодильник, шкафы для сухой провизии, стационарный электроплитка, стаканоуловка и сливной раковина. В буфете имеется сборник питьевой воды, бачок для охлаждения кипяченой воды емкостью 40 л и электронагреватель.

Ходовая рубка оборудована штурманским столом, креслом для водителя и раскладными табуретами. В рубке также размещены: коротковолновая телефонная радиостанция типа Р-807, микрофон радиотрансляционной установки и автомобильный радиоприемник марки А-17.

Дальние вещи

Люки в подпалубное пространство изготовлены водонепроницаемыми, размером в свету 400×580 мм. Крышки люков выполнены заподлицо с настилом палубы, имеют задвигающуюся устройство и оклеиваются минипленкой. В палубе полубака сделан люк с быстро открывающейся крышкой для обслуживания нижней лебедки. Для выема фекальной цистерны в палубе имеется съемный лист.

Погрузка двигателей осуществляется через три люка в палубе. Крышки люков выполнены водонепроницаемыми и быстро-съемными. В тонтовой палубе сделан один люк для выемки двигателей.

Окна в пассажирских салонах выполнены глухими, размером в свету 1000×1100 мм и остеклены плексигласом толщиной 6 мм, выпущенным по обводам надстройки. Плексиглас имеет жесткое крепление с резиновым уплотнением. Открывающиеся лобовое окно рубки остеклено безосколочным трехслойным оконным стеклом.

Двери в районе 9—10 шп. изготовлены из сплава марки АМг-61 в имеют размер 1000×1750 мм. Верхняя часть двери застеклена плексигласом. Двери кают, буфета и туалетов выполнены штампованными из листов алюминиевого сплава марки АМг-61. С обеих сторон они оклеиваются слоистым пластиком. Двери салонов в поперечных переборках на 20, 24 и 26 шп. также штампованные. Верхняя часть дверей застеклена. Дверь в кормовой переборке имеет размер 600×1750 мм. По контуру двери поставлены резиновые уплотнительные прокладки. Двери в машинное отделение в районе 25—26 шп. изготовлены штампованными из листов сплава марки АМг-61. Дверь в переборке на 24½ шп., ведущая из контрольного поста в машинное отделение, сделана герметичной размером 600×1750 мм. Все двери снабжены замками.

Трап в ходовую рубку выполнен из листового и профильного дюралюминия. Ступеньки трапа покрыты линолеумом. Трап в контрольный пост также сделан из дюралюминия. Вертикальные трапы, ведущие в подпалубное пространство, изготовлены из труб.

Судовые устройства

Крыльевое устройство теплохода «Спутник» состоит из двух несущих водонеподъемных крыльев и четырех закрылок-стабилизаторов, выполненных в виде крыльев малого удлинения и установленных на бортовых стойках носового крыла (рис. 116, 121, 122). Крылья имеют в средней части V-образную форму. Носовое крыло — стреловидное в плане. Профиль семизем крыльев и закрылок принят плоско-выпуклым с острой входной кром-

ной. Крылья крепятся к корпусу стойками; носовое крыло — двумя бортовыми и двумя днищевыми; кормовое крыло — двумя бортовыми и двумя промежуточными опорами, служащими одновременно подводами. Стойки крыльев выполнены различными. Нижние части стоек приварены к крыльям, а верхние кронштейны прикреплены болтами к корпусу. Части стоек соединяются фланцами на болтах. Такое соединение позволяет изменять углы установки крыльев. Для этого между фланцами стоек ставят клиновые прокладки. К стойкам носового крыла крепятся закрылки; они соединены болтами на фланцах с кронштейнами бортовых стоек носового крыла. Угол установки закрылков может быть изменен постановкой клиновых прокладок.

Крылья, стойки, кронштейны стоек и концевые кронштейны выполнены сварными из нержавеющей стали марки Х18Н9Т. Закрылки изготовлены из алюминиевомагниевого сплава марки АМг-61. Для обшивки крыльев использовали листы толщиной 8 мм, подкрепленные ребрами жесткости (перфорации) такой же толщины. В районе приварки стоек, кронштейнов и в местах излома плоскостей участки обшивки шириной 150 и 250 мм выполнены из листов толщиной 12 мм. Листы обшивки крыльев приварены ко носовой и кормовой крошкам к специальным профилям в виде клиновидных ножек. Стойки изготовлены из листов толщиной 28 мм, а кронштейны стоек — из листов толщиной 4 и 5 мм. Толщина листов обшивки закрылков составляет 4,5 и 8 мм. В 1964 г. было установлено среднее крыло и сняты верхние закрылки. Это позволяло уменьшить сопротивление при выходе на крылья.

Концевые кронштейны выполнены сварными из листов толщиной 4 и 8,5 мм. Передняя крошка кронштейнов оканчивается специальным профилем в виде клиновидного ножа.

Теплоход снабжен одним носовым якорем повышенной держательной силы весом 125 кг и якорным тросом к нему диаметром 17 мм. Подъем якоря осуществляется якорной электробедекой с тяговым усилием 400 кг. Конец троса, закрепленный на барабане, имеет устройство для быстрой отдачи. Для притормаживания троса при спуске якоря предусмотрен у лебедки ножной ленточный тормоз. Кроме того, лебедка имеет храповый стопор. Для крепления якоря по-походному и крепления троса при стоянке на якорь установлен стопор. Якорный клюз снабжен роликом.

Электробедека имеет следующие технические характеристики:

Мощность, л.с.	3
Число оборотов электродвигателя, об/мин	1300
» барабана, об/мин	11
Скорость вытравливания троса при подъеме якоря, м/мин	12
Тяговое усилие на барабане при отрыве якоря, кг	400
Усилие на рукоятке при вытравливании якоря вручную, кг	16



Рис. 121. Носовое крыло теплохода «Спутник».



Рис. 122. Кормовое крыло и движительно-рулевой контур теплохода «Спутник».

Теплоход снабжен швартовками из канатного каната. Общая длина канатов равна 100 м. Канаты хранятся в специальных ящиках. Для швартовки на теплоходе установлено шесть двойных крестовых кнехтов. Кроме того, в диаметральной плоскости в корме на открытой палубе установлена китовая планка. Швартовные кнехты и китовая планка изготовлены длиной из алюминиевого сплава марки АЛ8. Буксировка осуществляется за руль, установленный в носовой части теплохода.

Для управления теплоходом применяются два баллисовых руля. Суммарная площадь рулей равна 5,45 м², а рабочая площадь на при ходе на крыльях составляет 2,6 м². Перо каждого руля изготовлено из алюминисомаганинового сплава марки АМг-61 и крепится на двух опорах. Верхней опорой служит вращающаяся в подшипнике баллер, который установлен в корпус из резиновой прокладке. Нижней опорой является петля, расположенная на плоскости кормового крыла и имеющая подшипник с резиновой втулкой. Перекаладка руля осуществляется посредством гидравлической системы. Время перекаладки с борта на борт на угол 70° составляет 30 сек.

Гидравлическая система управления рулями состоит из основной и аварийной системы. Основная система имеет расходный бак емкостью 26 л, гидронасос, напешенные на главные двигатели, резервный электронасос, фильтры, гидроккумуляторы, распределительные электрогидравлические краны, трубопроводы и арматуру. В этой системе предусмотрен также ручной аварийный насос. Рабочее давление жидкости в силовой системе составляет 60—80 кг/см². Аварийная система управление состоит из бака, гидронасоса с ручным приводом, арматуры и трубопроводов. Давление в системе составляет 20—25 кг/см². Соединенный блок обратных клапанов удерживает в системе давление в том случае, фиксирует руль в том положении, в котором они устанавливались до момента прекращения работы ручного насоса. В качестве рабочей жидкости в системе применяется авиационная гидросмесь марки АМг-10. Работа гидросистемы контролируется при помощи манометров. Трубопроводы обеих систем изготовлены из нержавеющей стали. В системах применены стандартная арматура авиационной промышленности.

В качестве спасательных средств на судне имеется 265 спасательных нагрудников, восемь спасательных кругов (четыре с самонадувающимися буйками и четыре со спасательными линиями) и две резиновые лодки. Спасательные нагрудники для пассажиров хранятся в ящиках пассажирских салонов. Нагрудники для команды размещены в каютах (4 шт.), в ходовой рубке (2 шт.) и в буфете (1 шт.). Спасательные круги хранятся в районе посадочной площадки (4 шт.) и на прогулочной палубе, в корме (4 шт.), а резиновые лодки помещаются в нишах на открытой площадке, в корме.

Судовые системы

На судне имеется децентрализованная система осушения. Основным средством осушения для всех отсеков является помпа агрегата ДГКП производительностью 20 м³/час. Управление неперевозимо-аварийными клапанами на отстойках всех отсеков, кроме помещений контрольного поста и машинного отделения, производится с верхней палубы при помощи дистанционных приводов. Управление клапанной коробкой, имеющей отстоян к сети осушения в машинном отделении и к сети в помещении контрольного поста, осуществляется непосредственно из отсека.

Резервным средством для осушения машинного отделения является ручной насос марки РН-20 производительностью 1,2 м³/час, снабженный гибким шлангом с арматурой сесткой на конце. Ручной насос можно использовать также для откачки отработанного масла из масляной системы главных двигателей. Трубопровод системы в машинном отделении изготовлен из труб алюминиевого сплава, а в остальных отсеках — из полиэтиленовых труб. Арматура системы сделана из алюминиевого сплава и водонепроницаема. Соединения выполняются из фланцев и дюритовых муфт.

Санитарная система на судне состоит из системы мытьевой и питьевой воды. Системы являются автономными. В систему мытьевой воды входят: писемонстерка, лещащий фильтр, санитарный насос марки ЭЦН-104 и трубопроводы с арматурой. К умывальникам подается фильтрованная вода, а для других целей — нефилтрированная заборная вода. Попадание нефилтрированной воды к умывальникам исключается. Писемонстерка снабжена указателем уровня и манометре, автоматическим включением и выключающим санитарный насос. Трубопровод в машинном отделении выполнен из труб алюминиевого сплава, а в остальных помещениях — из полиэтилена.

Система питьевой воды, предназначенная для снабжения пассажиров питьевой водой в мытые посуду, состоит из бака емкостью 360 л, сборника питьевой воды с поплавковым клапаном, выключателем на выхлопных газах главного двигателя, расходного бака, холодильника для охлаждения питьевой воды и трубопроводов с арматурой. Система предусматривает пополнение запаса воды до уровня рейсовых отстойки судна. Общая емкость воды в системе составляет около 400 л. Трубопровод изготовлен из труб алюминиевого сплава, состоящих при помощи дюритовых муфт и шлангово-нипельных соединений.

Сточко-фаловая система предназначена для отвода сточных вод из санблока судна. Сточные воды унитазов отводятся в фекальную цистерну емкостью 1200 л, а оттуда по

магистральному фановому трубопроводу за борт, или могут быть удалены фекалиями через специальный патрубок, оборудованный унитирим патреном. Фановый трубопровод оборудован на конце захлопкой, позволяющей закрывать сток из фекальной цистерны и пломбировать захлопку в закрытом положении при проходе судна через зоны строгого санитарного режима. Фекальная цистерна, изготовленная из стеклопластика, снабжена вентиляционным трубопроводом с установленным на конце оголовком.

На судне имеется система естественной и искусственной вентиляции. Для естественной вентиляции используется скоростной напор встречного воздуха. Воздух подается через вентиляционные грибки, установленные на теневой палубе. На кратковременных стоянках 10-кратный обмен воздуха в помещениях пассажирной обсерватории обеспечивается вентиляторами общей производительностью около 5000 м³/час, встроены в теневую палубу. Вытяжная вентиляция достигается при помощи вытяжных трубопроводов, оборудованных вытяжными козырьками. Вентиляция машинного отделения и помещения контрольного поста на стойках производится четырьмя вентиляторами общей производительностью 2800 м³/час, что обеспечивает 20-кратный обмен воздуха. Во время хода судна вентиляция машинного отделения обеспечивается за счет подсоса свежего воздуха нагнетателями наддува главных двигателей.

Для отопления помещений теплохода установлены два водогрейных котла конструкции ЦКБ. Котлы работают на дизельном топливе. Температура в помещениях регулируется автоматически.

Для устранения очагов пожара в машинном отделении имеется система углекислотного пожаротушения, а по всему судну установлены ручные пенные и углекислотные огнетушители марок ОУ-2, ОП-5 и наборы противопожарного оборудования.

Силовая установка

Машинное отделение теплохода «Спутник» расположено между водонепроницаемыми переборками на 20 и 26 шп. Сверху оно ограничено платформой, в которой имеются люки со съёмными крышками для загрузки и выгрузки механизмов. Машинное отделение имеет два выхода: один — со стороны кормового слюза, второй — через люки на платформе.

В качестве главных двигателей на теплоходе установлены четыре дизеля марки М50Ф-3 (два правых и два левых модели). Главные двигатели работают непосредственно на свои валопроводы. Каждый валопровод жестко соединен с фланцем резервной муфты двигателя при помощи фланцевой толумуфты.

В качестве вспомогательной энергетической установки на теплоходе установлен комбинированный агрегат типа ДГКП-10-1 (дизель-генератор-компрессор-помпа), который кроме снабжения судна электроэнергией, служит для обеспечения насосным воздухом, осушения трюмов и прогрева главных двигателей в холодное время года.

В машинном отделении, помимо главных и вспомогательных двигателей, имеются следующие механизмы и оборудование:

	Кол- во штук
Агрегат предварительной прокачки масла в топливную систему	4
Аварийные привода насосов марки РН-20 для масла в топливную систему	2
Насосы системы смазки ЗОЦН-104	1
— для обсерватории ЗОЦН-104	2
— осушительный РН-20	1
Холодильник комбинированный СВР90	4
Валопровод для воздуха	3
Бак масляный емкостью 110 л	4
— запасного масла емкостью 150 л	2
— расширительный водяной емкостью 30 л	4
Газовый	4
Фильтр топливный	4
— водяной	4
— санитарный	1
Панель электроборудования	1
Аккумуляторная батарея БСТК-180	4
Щиты приборов главного двигателя	2
— ДГКП в МО	1
Вентилятор	2
Перчатка	1
Навес защитный частей	4
Осушитель	4

Системы, обслуживающие силовую установку

Топливный трубопровод обеспечивает подачу топлива в топливную систему каждого главного двигателя и двигателя агрегата ДГКП. Топливоподающая система каждого из главных двигателей состоит из трубопровода, фильтра грубой очистки, агрегата предварительной прокачки и арматуры. На топливном трубопроводе каждого из двух главных двигателей установлено по одному ручному насосу марки РН-20 на случай выхода из строя подкачивающих агрегатов.

Для размещения топливных цистерн использован 9-й отсек корпуса. Цистерны оборудованы торцовыми приемом топлива, указательными колоколками, расходно-перегрузочной и спусковой арматурой, а также вентиляционными трубами с оголовками предохранителями. Для удаления топлива из судна установлен

перекачивающий насос марки ЭЦН-104 производительностью 1 м³/час при напоре 1,3 кг/см².

Трубопровод и арматура выполнены из алюминиевого сплава. Трубы соединены дюрнитовыми муфтами и фланцами.

Масляная система каждого двигателя состоит из расходного бака емкостью 110 л, двух парных фильтров, одна пара которых установлена непосредственно в расходном баке и вторая — на трубопроводе (в месте выхода его из главного двигателя), термостата, комбинированного водомасляного холодильника марки СВ-790, агрегата предохранительной прокладки масла, запорной арматуры и дистанционных указательных приборов давления и температуры. Каждый расходный масляный бак оборудован указательной колонкой, датчиком дистанционного указателя уровня, вентилируемой трубой с огнемех предохранителем и карманами датчиков температуры. Поддача масла в расходные баки осуществляется из двух баков основного запаса масла емкостью по 150 л. Последние оборудованы указательными колонками, вентилирующими трубами с огнемех предохранителями и приемными трубопроводами с горловинами залива, установленными на задуле. Для слива отработанного масла из двигателя служат сливные трубы, свабенные запорной арматурой. К трубкам присоединен дюрнитовый шланг от приемного патрубка осушающего насоса. Отработанное масло перекачивается в переносные емкости (канистры). Трубопровод масляной системы изготовлен из алюминиевого сплава. Трубы соединяются дюрнитовыми муфтами.

Для запуска главных двигателей на теплоходе «Спутник» установлена воздушная система. Она состоит из трех воздухохранителей — баллонов емкостью 40 л каждый, рассчитанных на рабочее давление 150 кг/см², предохранительной, запорной, вспомогательной и пусковой арматуры и трубопровода, выполненного из стальных труб со штуцерно-нипельными соединениями.

Пуск двигателей производится из рубки при помощи дистанционного управления электроимпульсными кабелями. Кроме того, предусмотрены пусковые клапаны на случай аварийных пусков главных двигателей непосредственно из машинного отделения.

Газовыхлопные системы главных и вспомогательных двигателей сделаны автономными. Система газовыхлопа главного двигателя состоит из трюиника, объединяющего газовыхлопные тракты обоих выхлопных коллекторов двигателя, трубопровода и глушителя. Для охлаждения газовыхлопной системы и уменьшения шума используется забортная вода, впрыскиваемая в газовую полость трюиника. Трюиник, а также глушитель и трубопроводы выхлопной системы изготовлены из алюминия сплава. Трубы газовыхлопной системы соединены дюрнитовыми муфтами. В газовыхлопную трубу вспомогатель-

ного двигателя с целью глушения шума и охлаждения труб также подается забортная вода из системы охлаждения двигателей.

Система охлаждения главных двигателей выполнена двухконтурной. Система забортной воды обслуживает главные и вспомогательные двигатели и судно в целом. Она состоит из четырех магистральных трубопроводов, принимающих забортную воду через два кишета, которые установлены в стойках корнового крыла, четырех фильтров по одному на каждую магистраль и четырех магистралей с огнями кишетами. Движение воды в системе обеспечивается помпами забортной воды, нагнетающими в главные двигатели, а также скоростным напором втекающего потока воды. Забортная вода, движущаяся по магистральному приемному трубопроводу, проходит через комбинированный водомасляный холодильник, где нагревается от воды внутреннего контура охлаждения двигателя. От напорных магистралей системы забортной воды сделаны отводы на охлаждение газовойлопной системы, для смазки режущих подшипников дейдвуда, а также предусмотрен патрубок с проволочным краем для подачи забортной воды на санитарные нужды. От напорной магистрали одного из главных двигателей сделан отвод забортной воды на охлаждение выхлопного трубопровода вспомогательного двигателя и компрессора.

Система пресной воды главных и вспомогательных двигателей обеспечивает охлаждение этих двигателей и прогрев их в холодное время. Система охлаждения каждого главного двигателя состоит из трубопровода для подачи воды из двигателя к термостату, от которого вода поступает к помпе через водонапорную секцию холодильника или мину холодильника. К водонапорным патрубкам помп пресной воды главных двигателей подсоединены трубы обтекала, соединенные с трубопроводом охлаждения вспомогательного двигателя. Система пресной воды заправляется из четырех расширительных бачков емкостью 30 л каждый. Бачки оборудованы воздушными стеклами. Трубопровод системы выполнен из алюминиевого сплава. Трубы соединяются с главными и вспомогательными двигателями при помощи фланцев и дюрнитовых муфт, а между собой и с арматурой — дюрнитовыми муфтами.

Реверс главных двигателей и изменение подачи топлива осуществляется дистанционно из рубки посредством гидравлической системы. Гидросистема управления главными двигателями состоит из цилиндров-датчиков, расположенных в рубке, цилиндров-исполнителей, расположенных на двигателях, запорного бачка, трубопроводов и арматуры. Трубопроводы изготовлены из меди марки М3. Для удаления из системы воздуха установлены воздухоуловители.

Машинная установка теплохода «Спутник» имеет два поста управления, один из которых расположен в отсеке контрольного поста, второй — в ходовой рубке судна. На посту в рубке установлены органы управления главными двигателями, а также контрольно-измерительные приборы (рис. 123).



Рис. 123. Пост управления в ходовой рубке теплохода «Спутник».

На контрольном посту размещены только измерительные приборы.

Контрольно-измерительные приборы

Для контроля за работой главных двигателей и их систем установлены два приборных щита: один в отсеке контрольного поста, другой — в ходовой рубке. На каждом щите размещены следующие приборы:

- электротаксометр для замера числа оборотов дизеля;
- манометр давления топлива, поступающего в топливный насос;
- манометр давления масла в двигателе;
- термометр для замера температуры всасываемой пресной воды;
- термометры для замера температуры выходящей пресной воды, охлаждающего и выходящего масла. Кроме этих приборов, на щите управления в ходовой рубке установлены указатели уровня топлива и масла.

Для контроля за работой вспомогательного агрегата ДГКП в машинном отделении расположен щиток со следующими приборами:

- тахометром для замера числа оборотов двигателя;
- манометром давления масла в двигателе;
- термометрами для замера температуры воды и масла в двигателе;
- манометрами давления компрессора первой, второй и третьей ступеней.

Валопровод и дежигатели

Линия вала средних двигателей имеет угол наклона к основной плоскости, равный 10° , а бортовых двигателей — 12° , и

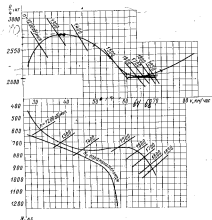


Рис. 124. Патентная диаграмма гребного вала теплохода «Спутник».

располагается параллельно диаметральной плоскости судна. Каждый валопровод состоит из двух валов: кожухового и промежуточного, соединенных продольно-свертной муфтой.

Промежуточный вал соединяется при помощи фланцевой полу-муфты с фланцем реверс-муфты главного двигателя. На концевом валу насажен гребной шпиг. Диаметр оловных шпек валов равен 80 мм. Все валы изготовлены из нержавеющей стали марки 2Х13.

Передача упора гребного ванта на корпус осуществляется через упорный подшипник, установленный в реверс-муфте главного двигателя. Каждый валопровод имеет три оловных реза-но-металлических подшипника. Два подшипника разъемной конструкции установлены в промежуточном кронштейне и в дейдвудном устройстве, а третий, неразъемный подшипник, — в концевом кронштейне. Каждый валопровод имеет дейдвудное устройство, в котором салынок соединен с носовым конем дейдвудной трубы при помощи двиртовой муфты.

Связка подшипников валопровода осуществляется забортной водой. К подшипнику концевой кронштейна вода подается вод шлюзом астречного погога. Подача воды к подшипникам промежуточных кронштейнов и дейдвудных салынок осуществляется от магистрали забортной воды системы охлаждения главного двигателя. Связка дейдвудного салынка также производится забортной водой.

В качестве движителей на теплоходе установлены четыре гребных ванта: два правого вращения и два левого. Они изготовлены сварными из нержавеющей стали марки Х18Н9Т. Гребные ваны имеют следующие параметры:

Диаметр D , мм	0,7
Шаг M , мм	0,6
Диаметр обшивки Φ	1,15
Число лопастей z	4

Паспортная диаграмма гребного ванта теплохода приведена на рас. 124.

Электрооборудование и радиосвязь

На теплоходе применяется постоянный ток. Напряжение силовой электрической сети составляет 24 в. Система канализации электрической энергии — однопроводная с использованием корпуса как обратного провода.

В качестве источников электроэнергии на теплоходе установлены:

четыре генератора типа ГСК-1500 мощностью по 1 кВт и напряжением 27 в, являющиеся по одному из каждой главный двигатели;

генератор типа КГ-5,6 мощностью 5,6 кВт, напряжением 24—28 в, входящий в комплект в одном агрегате с дизелем, компрессором и помпой (ДГКП-10-1);

четыре кислотные аккумуляторные батареи типа ГСТК-180, каждая напряжением 12 в, емкостью 180 а·ч при 20-часовом разряде (аккумуляторы соединены последовательно в две группы, по два аккумулятора в каждой группе).

Система распределения электроэнергии на теплоходе — фидерная. Электрическая энергия от генераторов и аккумуляторных батарей поступает к потребителям через главный распределительный шит, установленный в специальном помещении, около машинного отделения. От главного распределительного шита получают питание следующие потребители:

- электровентиляторы машинного отделения;
- электродвигатель санитарного насоса;
- электродвигатели агрегата для прокачки главных двигателей;
- электродвигатель хвостой лебедки;
- электровентиляторы салонов;
- сигнальные и отличительные огни;
- электроохлаждающая установка (через преобразователи);
- нагревательные приборы в буфете (термосы, плитки и т. д.);
- электрические грелки в машинном отделении и в каютах команд;
- электронагреватели масла в расходных масляных бачках;
- шток управления в ходовой рубке;
- радиостанция;
- четыре группы основного и четыре группы дежурного освещения.

Питание прожектора, стеклоочистителя, контрольных приборов радиотрансляционной установки и радиотрансляционной служебной переговорной установкой осуществляется от щитка управления в ходовой рубке. Обеспечено дистанционное включение и отключение из ходовой рубки части электропотребителей.

Схемой коммутации распределительного щитка предусматривается:

- питание всех потребителей судна в ходовой рубке от ходовых генераторов типа ГСК-1500, работающих параллельно на общую шину шита;
- питание всех потребителей от вспомогательного генератора типа КГ-5,6 во время стоянки судна или при отключении ходовых генераторов;
- питание всех потребителей от аккумуляторной батареи в период пуска вспомогательного дизель-генератора;
- питание электропотребителей от сети переменного тока напряжением 220 в через понижающий трансформатор;
- исключение параллельной работы генераторов ГСК-1500 и КГ-5,6.

Защита фидеров от тока короткого замыкания и перегрузки для потребителей с потребляемым током силой до 50 а осуществляется автоматами типа АЗС, для остальных — при помощи пластинчатых предохранителей типа ТП. Генераторы защищены от тока короткого замыкания предохранителями типа БЗ-30. Для защиты генератора типа КГ-5,6 от обратного тока установлено реле типа ДМР-400, а для защиты этого генератора от тока короткого замыкания и перегрузки предусмотрен предохранитель типа ТП. Регулирование напряжения генераторов типа ГСК-1500 при изменении их оборотов, ограничение тока и т. п. осуществляется реле-регуляторными коробками типа РК-1500. Напряжение генератора типа КГ-5,6 регулируется ручным регулятором возбуждения типа РЗВ. Контроль за работой генераторов и аккумуляторной батареи производится при помощи амперметров и вольтметра на главном распределительном щите.

Для привода якорной лебедки на теплоходе «Спутник» установлен генератор типа ГСР-3000, используемый в качестве электродвигателя. В цепи генератора дистанционно включено сопротивление, которое, кроме ограничения пускового тока, выполняет функции датчика реле перегрузки электродвигателя. Для контроля за наличием напряжения на фидере и тока в цепи электродвигателя на щитке имеются сигнальная лампа и амперметр.

С целью эргономичности и подачи топлива перед пуском главных двигателей на судне устанавливаются четыре агрегата прожарки (по одному на двигатель). Каждый агрегат состоит из электродвигателя и двух ящиков на его валу. Прямой пуск электродвигателя, без пусковых сопротивлений, осуществляется при помощи контакторов типа КМ-200Д из ходовой рубки и пульта машинного отделения.

Для вентиляции машинного отделения на судне установлено четыре электровентилятора типа ДВ-1К производительностью 700 м³/час каждый. Электровентиляторы питаются от главного распределительного щита через автоматы защиты типа АЗС. Для вентиляции пассажирских салонов установлены электровентиляторы типа ДВ-1К производительностью 700 м³/час каждый. Электровентиляторы включаются из ходовой рубки. С целью защиты электродвигателей от перегрузки на главном распределительном щите предусмотрены автоматы АЗС.

В буфете теплохода установлен холодильный шкаф емкостью 550 л. Холодильный агрегат ФАК-07Е для питания холодильного шкафа помещен в кладовой буфета. Питание электрохолодильника на основных режимах работы судна осуществляется от судовой электрической сети через преобразователь типа ПГО-300. Предусмотрено автоматическое переключение

электрохолодильника на береговую сеть при подаче напряжения с берега на судно.

Для подогрева масла перед пуском главных двигателей в холодное время в каждом расходном машинном бунке устанавливаются по два электрических нагревателя мощностью 350 Вт, напряжением 24 в каждый и один нагреватель типа ЭН-1500 мощностью 1500 Вт с питанием от береговой сети напряжением 220 в. Включение и выключение нагревателей, а также защита их от тока короткого замыкания производится автоматами типа АЗС, расположенными на главном распределительном щите.

Для обогрева машинного отделения при стоянке теплохода устанавливаются четыре электрические грелки типа ГС-1000 мощностью 1000 Вт и напряжением 220 в. Питание грелок производится от береговой электрической сети через щиток питания. Для включения и отключения грелок предусматриваются пакетные выключатели. С целью обогрева кают команд и в период стоянки судна в них установлены электрические грелки типа ГС-500 напряжением 220 в, мощностью 500 Вт (по одной в каждой каюте). Включение и отключение грелок производится пакетными выключателями.

Для подачи воды в гидрофор санитарной системы на судне применяется электропривод с электродвигателем типа МП-100Б1. Включение и отключение электродвигателя происходит автоматически при помощи реле давления, установленного на гидрофоре. Электропривод — от главного распределительного щита через автомат типа АЗС.

Освещение пассажирских салонов осуществляется лампами типа СС-357. Включение и выключение сигнальных салонов — местное. Сигнальные салоны могут выключаться из ходовой рубки. Каюта, буфет и ресторан также освещаются светильниками типа СС-357. Для освещения галюнов, тамбуров и ходовой рубки в этих помещениях установлены катерные светильники — лампы типа ЗЛ. Машинное отделение, контрольный пост, помещения в трюмах и отсеки якорной лебедки освещаются светодиодными лампами типа Б6а.

На теплоходе «Спутник» установлены следующие сигнально-отличительные огни: бортовой отличительный красный, бортовой отличительный зеленый, габсбортный, тошовой, стояночный маячковый, два стояночных бортовых, синхронизационные огни. Управление и контроль за всеми этими огнями производится через коммутатор сигнальных огней типа КСК-5-24. Работа огней контролируется специальной сигнальной лампой на щитке с выключателями огней.

Для связи с основными постами обслуживания судна в ходовой рубке установлен микрофон с усилителем и переключателем, а возле постов обслуживания — громкоговорители мощностью 1 Вт каждый и микрофон для обратной связи. Питание этой

системы осуществляется на ходовой рубке, со щитка управления. Для подачи условных звуковых сигналов из ходовой рубки в машинное отделение и обратно в этих помещениях установлены звонки и кнопки. Питание их производится со щитка управления в ходовой рубке.

На теплоходе установлена также коротковолновая телефонная радиостанция типа Р-807, которая осуществляет бесперебойную, бесподстроечную связь в любое время суток в радиусе около 100 км при работе сималексом. Передатчик ее работает на лучевую антенну. Радиостанция получает питание от судовой электрической сети при помощи одного преобразователя типа У-600.

Для передачи информационных сообщений из ходовой рубки в салоне установлено радиотрансляционное устройство на полупроводниковых приборах (транзисторах), на базе громкоговорящей установки ГУ-20. Микрофонный пост и усилители находятся в ходовой рубке. Питание радиотрансляционной установки производится со щитка управления в ходовой рубке. В ходовой рубке установлен автомобильный радиоприемник марки А-17. Он может быть подключен к радиотрансляционной сети. Питание радиоприемника производится от судовой сети через соединительную коробку радиотрансляционной установки.

§ 12. КАТЕР «ЧАЙКА»

Опытный шестиместный катер «Чайка» — первый в Советском Союзе катер на подводных крыльях, корпус которого выполнен из пластмассы (рис. 125).

Благодаря своим высоким скоростным показателям этот катер может быть использован для различных служебно-разведочных целей. Мореходные качества обеспечивают ему ход на крыльях при высоте волн до 0,5 м. Катер можно использовать на крупных реках, озерах, водохранилищах и в прибрежных районах моря.

Основные данные и характеристики катера

Габаритные размеры, м:	
длина	8,42
ширина	2,44
высота борта на заднем осадке из палубы	0,955
осадка из палубы	0,80
осадка при ходе на крыльях	0,58
Водоизмещение, т:	
порожнем	1,20
полном	1,95
Мощность двигателя, л. с.	120
Скорость движения, км/час	85

Обводы корпуса катера характеризуются значительной килеватостью днища, возгнутостью бортовых ветвей шпангоутов.

Скелет в носу пьесою подвигта. Все это вместе с четырьмя длинными реданами на днище обеспечивает катеру хорошие мореходные качества при ходе на крыльях и неплохое гидродинамическое качество в переходном режиме. Борты катера на всем



Рис. 125. Пластмассовый катер на подводных крыльях «Чайка». Скорость хода 85 км/час.

протяжения имеют развал, что помимо технологических соображений обуславливает защиту кокпита от брызг при задевании корпуса за гребни волн во время хода на крыльях. Палуба имеет обычную поперечную и продольную когтбь.

Общее расположение

Общее расположение катера предопределено носовым расположением двигателя. Корпус катера разделен на четыре отсека. Первый отсек (9—2½ шп.) является воздушным ящиком. Второй отсек 3—7, 8 шп.— моторное отделение. Здесь размещается двигатель с гидромуртой и коробкой передач, используемой в качестве реверс-редуктора. Доступ к двигателю осуществляется через большой люкный навар в палубе, закрытый крышкой, которая открывается на борт. Третий отсек (7—14 шп.) — открытый пассажирский кокпит, с ветровым стеклом в носовой части. В кокпите размещены шесть кресел для пассажиров и водителя. В передней части кокпита находится пост

управления, состоящий из рулевой колонки, приборного щитка и педаль для управления проточной заслонкой. На кормовой стойке килита, образованной переборкой на 14 мм, сделана подножка для входа и выхода пастажажора, под которой выгравирована коробка для хранения аккумулятора. В кормовом отсеке — актеранка (район 4 см. — трапец) — размещаются два топливных бака, рулевое устройство. Предусмотрено место для хранения инженерного имущества, инструмента и запчастей. Доступ в отсек осуществляется через люк в палубе с крышкой на петлях.

Конструкция корпуса

Цельноформованный корпус катера «Чайка» изготавливается из стеклопластика на основе полиэфирной смолы ПН-1 с наполнителем из стеклоткани марки АСТТ (б) в сочетании со стекломатами. Наружная обшивка (оболочка) катера получается в матрице в результате одной формовки. Толщина наружной обшивки 4—5 мм достигается укладкой необходимого количества слоев стеклоткани (стекломата) и пропиткой их смолой. Местные утолщения обшивки до 6 мм предусмотрены по килевой полке, по скуле, реданам, в местах соединения палубы и транца с корпусом, а также в местах крепления крыльев.

Изнутри обшивка корпуса имеет ребра — гофры. Формовка ребер производится на заранее изготовленных из стеклопластика оформителях. Оформители устанавливаются в корпус, когда обшивка выклеена на $\frac{1}{2}$ наружной толщины. Весь продольный и поперечный набор корпуса (два кильсона, шпангоуты, поперечные переборки, транец) изготавливается из стеклопластика того же состава, что и сам корпус. Набор выклеивается в деревянных матрицах, обрезается по шаблонам и прикрепляется к корпусу с помощью утолщений. Для пропуски продольного набора в шпангоутах предусматривают разрезы (вырезы), которые потом тщательно заделывают мастикой и проклеивают. Палуба, как и корпус, представляет собой однослойную конструкцию с продольными ребрами-гофрами. Из стеклопластика изготовлены также топливные баки, крышки люков и некоторые другие детали катера.

Судовые устройства

Крыльцовое устройство катера «Чайка» (рис. 126) состоит из двух несущих крыльев с большой поперечной V-образностью, которые до скорости движения $v=60$ км/час погружены полностью, а при более высоких скоростях частично выходят из воды. Для облегчения выхода на крылья и движения на волнении установлено дополнительное носовое крыло срывного обтекания.

Крыльцовое устройство изготавливается из нержавеющей стали марки Х18Н9Т. Плоскости крыльев крепятся к корпусу с помощью стоек, имеющих фланцевые разъемы для компенсации угла атаки крыльев. Крепление стоек к корпусу — болтовое с применением башмаков, устанавливаемых внутри корпуса.

Рулевое устройство катера состоит из полубалансирного руля, штуртросовой проводки и рулевой колонки. Перекладка руля с борта на борт осуществляется поворотом штурвального колеса. Штуртросовая проводка состоит из оцинкованного стале-

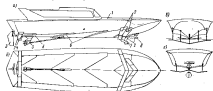


Рис. 126. Схема крыльцового устройства и выступающих частей катера «Чайка»: а — вид сбоку; б — вид на деке; в — ХХХ по нос; с — вид на корпус; 1 — корпус; 2 — стойка штурвала в кормовом крыле; 3 — палец; 4 — кормовый киль; 5 — кормовый транец; 6 — редан; 7 — носовое крыло; 8 — длинноствольное штуртросовое устройство.

ного троса диаметром 5 мм, натяжных талрепов и направляющих роликов. Крутящий момент на руль передается с помощью сектора, закрепленного в верхней части пера руля. Установленные на секторе ограничители позволяют переключать руль по 40° на борт. Перо руля с помощью штока навешивается на закрепленный на транце кронштейн, имеющий две бронзовые втулки, в которых вращается шток руля. Общая площадь пера руля 0,154 м²; при ходе на крыльях погруженная часть руля составляет 0,11 м².

Якорное устройство катера состоит из якоря повышенной державшей силы весом 5 кг и якорного кантового конца окружностью 40 мм и длиной 20 м. Якорь специальными зажимами крепится по-подводному в актеранке. Для швартовки на палубе катера установлены две пары уток и пара килтовых планок; для буксировки имеется специальная утка (в районе переборки на 3 мм).

В качестве спасательных средств используются шарановые сиденья кресел. В кокпите катера размещаются также весло, багор-отворток и огнетушитель.

На катере «Чайка» установлен четырехтактный карбюраторный автомобильный двигатель М-13, конвертированный для работы в судовых условиях. При конвертации двигателя, который серийно армированностью пока не освоена, были сделаны переделки отдельных систем двигателя, общераспространенные в практике катеростроения. Эксплуатационная мощность двигателя — 120 л. с. Двигатель устанавливается на резинковых амортизаторах. Система охлаждения — дузловентриальная, допускающая эксплуатацию катера в морских условиях. Во внутренней контур системы (пресной воды), помимо установленных на двигателе водяного насоса и термостата, включены: водяной радиатор (теплообменник), расширительный бачок и трубопроводы.

Наружная система (система забортной воды) состоит из водозабортного патрубка, подводящего фильтра, водяного насоса и трубопроводов с маневровыми кранами.

Система смазки при конвертировании двигателя осталась без изменений, за исключением установки холодильника масла для двигателя и холодильника масла для коробки передач.

Система газозащиты подвигнута адекватным переделкам. Штатный выхлопной газопровод двигателя (с обеих сторон) заменен изготовленным из алюминиевого сплава специальным газопроводом, целиком закрытым водонепроницаемой рубашкой, составленной с ним одно целое. Газы из выхлопного газопровода проходят через глушитель в выхлопную трубу (с правого и левого бортов). Для уменьшения нагрева и повышения эффективности глушения в зарубашечное пространство трубы, а затем и в выхлопную трубу подается забортная вода. Подводу воды можно регулировать с помощью проходных кранов, устанавливаемых в системе забортной воды.

Топливная система состоит из двух топливных баков, емкостью по 80 л каждый, бензопроводов, путевых фильтров, кранов. Остальные узлы системы (бензонасос, карбюратор и др.) являются штатными агрегатами двигателя.

Передача крутящего момента от двигателя на гребной винт осуществляется посредством гидравлической муфты и коробки передач, входящих в комплект мотора. Приводы управления двигателем, гидромуфтой и коробкой передач выведены непосредственно к месту водителя на шток приборов при помощи тросов. Валопровод катера состоит из гребного вала, изготовленного из нержавеющей стали, дейдвудного устройства, упорного подшипника и концевой опрессовки с резино-металлическим подшипником.

В качестве движителя на катере предусмотрен трехлопастный гребной винт, изготовляемый сварным из нержавеющей стали. Контроль за работой двигателя производится по кон-

трольно-измерительным приборам: термометрам воды и масла, манометру масла, уравнивателю топлива, тахометру, смонтированным на приборном щите, индикаторном щиту автомобиля «Чайка».

Электрооборудование и радиосвязь

Электрическая сеть катера «Чайка» работает на постоянном токе напряжением 12 в. Система канализации электроэнергии — однопроводная (без использования корпуса катера в качестве обратного провода), поскольку потребители электроэнергии, шток приборов и генератор приспособлены для работы по однопроводной схеме. Источниками энергии на катере являются: генератор постоянного тока типа ГС 101-ОС, напряжением 12 в, навешенный на двигатель, и аккумуляторная батарея типа ГСТ-68-ЭМ. Канализация тока осуществляется проводом марки ЛПРГС, а канализация стартерной цепи — кабелем марки КНР.

На катере имеются следующие потребители электроэнергии: стартер двигателя, бортовые осветительные огни (два), электрозвуковые сигналы (два), контрольные приборы двигателя, переписные лампы, часы, радиоприемник, электрическая лампа в моторном отсеке, лампы подсветки щитка приборов, система зажигания двигателя. Для приема широкодиапазонных передач в диапазоне средних и длинных волн на катере установлен автомобильный радиоприемник типа А-В.

§ 14. КРЫЛАТАЯ ДИРАЛЕВКА ЛОДКА

В соответствии с многочисленными просьбами разработать проекты небольших быстрознаемых судов, приспособленных для индивидуальной постройки, создано крылатое устройство к серийно строящейся диралевой лодке с подвесным мотором «Москва» (рис. 127). Установка на лодке подводных крыльев позволяла увеличить скорость в 1,5 раза без всякого форсирования мотора при использовании штатного гребного винта.

Сравнительные скоростные характеристики лодки с крыльями и без крыльев при различной весовой нагрузке приведены ниже:

	Лодка без крыльев	Лодка с крыльями
Возможное движение, км/ч при нагрузке 3 чел.	400	420
» » 2 »	330	330
» » 1 »	250	270
Скорость хода, км/час при нагрузке 3 чел.	24	40
» » 2 »	20	41
» » 1 »	20	42

стойчивость при выходе на крылья, кроме того препятствуют распространению брызг от носового крыла и бортовой стойки.

Кормовое крыло (рис. 130) с помощью двух стоек крепится к подвижной транцевой доске, на которую навешивается и под-

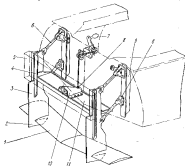


Рис. 130. Кормовое крыльцовое устройство дюралевой лодки.

1 — плоскость кормового крыла; 2 — киль; 3 — стойка кормового крыла; 4 — рычажок 30х30х2 мм; 5 — транцевая доска; 6 — параллелограммная подвеска; 7 — левый для лодки подвес; 8 — пружина; 9 — свеча подвески (тип 6х50 мм); 10 — крылатка; 11 — брызгоотбойный лист.

вешен мотор. Параллелограммная подвеска обеспечивает перемещение кормового крыла и двигателя таким образом, что двигатель может работать в различных положениях по высоте.

Глава IV

МЕЛКОСИДЯЩИЕ СУДА НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ С ЧАСТИЧНО ПОГРУЖЕННЫМИ ГРЕБНЫМИ ВИНТАМИ

§ 15. КАТЕР «ВОЛГА-М»

Мелкоосидящий катер «Волга-М» создан на базе серийного катера «Волга». Габаритная осадка катера в сравнении с катером «Волга» уменьшена на 0,3 м, что позволяет эксплуатиро-



Рис. 131. Кормовое крыло и движительно-рулевой комплекс мелкоосидящего катера «Волга-М»

вать его при ходе на крыльях на глубинах до 0,25 м и в водонесущем режиме до 0,55 м. Это значительно расширяет область применения катера.

Снижение осадки достигнуто подъемом гребного винта (рис. 131) в результате уменьшения угла наклона гребного вала от 12 до 6°. Это позволило уменьшить снос потока в районе гребного винта, т. е. повысить упор и к. п. д. винта. Однако

расположенный таким образом гребной винт на эксплуатационных скоростях работает в условиях неполного (частичного) погружения. Поэтому потребовались дополнительные исследования по созданию движительного комплекса катера, обеспечивающего все режимы движения. Трудность создания такого комплекса заключается в том, что на различных режимах движения катера движитель работает в неодинаковых условиях: в условиях полного погружения до выхода катера на крылья и в условиях частичного погружения — при ходе на крыльях. Выбранные геометрические характеристики и место расположения гребного винта (в районе гребня волны от кормового крыла) обеспечили удовлетворительную работу движителя на всех режимах движения катера и максимальную скорость катера 60 км/час.

Существенную роль в комплексе играет специальный козырек, установленный над гребным винтом. Козырек уменьшает поступление к гребному винту атмосферного воздуха и формирует поток в диске винта, ликвидирует брызгообразование; через козырек осуществляется, кроме того, забор воды для охлаждения двигателя. Ввиду малой осадки катера оказалось затруднительным обеспечить хорошую управляемость его одним рулем. Поэтому на катере установлено два руля. Особое внимание при проектировании катера было обращено на обеспечение высокой живучести движительно-рулевого комплекса. Как свидетельствует опыт эксплуатации катера, гребной винт, расположенный за крылом, и рули, установленные за стойками кормового крыла, надежно защищены.

4. МЕ. ПАССАЖИРСКИЙ ТЕПЛОХОД «РАКЕТА-М»

Мелководный теплоход «Ракета-М» создан на базе серийного теплохода «Ракета» (рис. 132). Назначение теплохода — скоростные пассажирские перевозки на пригородных и местных мелководных линиях протяженностью до 350 км с глубиной фарватера не менее 1,2 м.

Корпус и крыльевое устройство теплохода «Ракета-М» аналогичны теплоходу «Ракета». Главной отличительной особенностью теплохода является движительно-рулевой комплекс (рис. 133). Снижение габаритной осадки на плаву с 1,8 м (теплоход «Ракета») до 1,2 м («Ракета-М») достигнуто за счет подьема гребного винта в результате уменьшения угла наклона гребного вала от 12 до 5°. Это привело, с одной стороны, к уменьшению сопротивления в районе винта, с другой — к тому, что при эксплуатационной скорости гребной винт работает в условиях неполного погружения. Выбранные геометрические характеристики и место расположения гребного винта позволили успешно решить вопрос создания частично погруженного

двигателя теплохода. Гребной винт, установленный в зоне гребня волны кормового крыла, имеет следующие элементы: $D=0,665$ м, $H_{гв}=0,910$ м (пересеченный по радиусу), $\theta=1,45$,



Рис. 132. Мелководный теплоход на озерахных крыльях «Ракета-М».

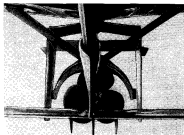


Рис. 133. Кормовое крыло и движительно-рулевой комплекс теплохода «Ракета-М».

2-6. Профиль сечения лопасти винта — выпукло-вогнутый сегмент. Такой винт удовлетворит всем режимам движения судна. В связи с малой осадкой теплохода для достижения необходимой управляемости его установлены два руля. Особое вни-

мание при проектировании теплохода было обращено на обеспечение высокой живучести движительно-рулевого комплекса. Поэтому гребной винт был расположен за крылом и кронштейном, а рули — за стойками кормового крыла.

Водоизмещение теплохода снижено с 25,3 т (теплоход «Ракета») до 23,0 и в результате уменьшения веса машинной уста-

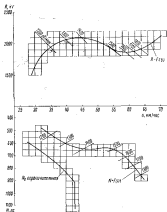


Рис. 134. Паспортная диаграмма гребного винта теплохода «Ракета-М».

новки, запасов топлива и числа пассажиров (до 50 чел.): Запас топлива принят равным 1000 кг (вместо 1400 кг на теплоходе «Ракета»). Из оборудования машинного отделения снят вспомогательный двигатель ДГК, а установленный отдельно компрессор К2-150 приводится от гребного вала через фрикционную муфту. На теплоходе имеется только один санузел. Второй переоборудован под кладовую. Спасательные пояса уло-

жены в двух бикветках, находящихся в салоне в районе буфетной стойки. Из рубки сделан выход на главную палубу в районе 29—30 шп.

Эксплуатационная скорость теплохода при пассажироемкости 50 чел. составляет 60 км/час. Потребляемая мощность равна ~800 л. с. На рис. 134 показана паспортная диаграмма гребного винта теплохода «Ракета-М».

§ 17. ПАССАЖИРСКИЙ ТЕПЛОХОД «БЕЛАРУСЬ»

Пассажирский теплоход на подводных крыльях «Беларусь» (рис. 135) предназначен для скоростных перевозок на приго-



Рис. 135. Пассажирский теплоход на подводных крыльях «Беларусь». Скорость хода 60 км/час.

родных и местных речных линиях протяженностью до 320 км, в верховьях рек, допускающих эксплуатацию судов с осадкой не более 0,9 м.

Основные элементы и характеристики теплохода

Габаритные размеры, м:	
длина	18,25
ширина	4,54
высота	4,23
Осадка габаритная, м:	
на воду	0,9
при ходе на крыльях	0,3

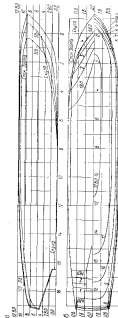


Рис. 13а. Теоретический корпус теплохода «Беларусь»: а — 60 т; б — 40 т; в — корабельный стык

Водоизмещение, т.	
проектируемое	36
полное	14,5
Максимальная скорость установки, уз.	
максимальная	200
эксплуатационная	160
Скорость испытания, км/ч	40
Пассажиропропускная способность, чел.	40*

Корпус теплохода (рис. 13б) имеет упрощенные обводы с острыми скулами. Днищевые и бортовые асти спускаются корпуса прямолинейны. Нос теплохода клиновидный с пологим наклонным форштевнем. Корма ложкообразная. Килеватое днище теплохода в районе $16\frac{1}{2}$ шп. имеет редан прямой формы в плане. Высота редана у борта — 250 мм, в ДП — 225 мм. Килеватость днища теплохода по длине составляет в носовой части — 18° , в районе жилла — 0° и в районе редана — 5° . Днище в районе $15-16\frac{1}{2}$ шп. имеет подутинула.

Общее расположение

Схема общего расположения серийного теплохода «Беларусь» показана на рис. 137. Корпус теплохода разделяет по длине шестью поперечными переборками. Водонепроницаемыми являются переборки машинного отделения (26 и 35 шп.) и форшкотовой переборки (2 шп.) в пределах высоты надводного борта. Форшкот расположен в районе от форштевня до 2 шп. Доступ в него возможен через горловину форшкотной переборки. В районе 2—6 шп. находится котловый рубка. Вход в рубку осуществляется через дверь в переборке 6 шп. Между 6 и 8 шп. расположен тамбур, через который производится посадка и высадка пассажиров.

Пассажирский салон на 40 мест размещается в районе 8—23 шп. Салон имеет два выхода: один в носу, другой — в корме. Между 23 и 26 шп. расположены: туалет, койка для багажа, транзитный выход на тектовую палубу и аккумуляторы. Последние размещаются в водонепроницаемой выгородке под транзитом. Запасный выход в случае необходимости может быть использован для посадки и высадки пассажиров.

В районе 26—35 шп. расположено машинное отделение. Вход в машинное отделение осуществляется через водонепроницаемую дверь в переборке 26 шп. В тектовой палубе над машинным отделением имеется люк для экипажа и установки двигателя. Ахтерник, используемый в качестве рулевого отделения, расположен в кормовой части за 35 шп. Доступ в ахтерник осуществляется через люк в тектовой палубе.

* Проконструирована была установка три теплохода пассажиропропускной способностью 36 чел.

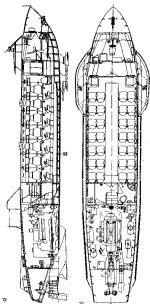


Рис. 137. Схема общего расположения теплохода «Белорусь» (с жесткими элементами): и — продольный разрез; б — план палубы.

Конструкция корпуса

Корпус теплохода изготовлен из дюралюминия марки Д16 (листовой материал Д16АТ, профальный материал Д16Т). Для отдельных узлов и деталей применен алюминиевый сплав марки АМг-5В (форштевень, башмаки подкрепления, привальный брус). Все детали корпуса из алюминиевых сплавов и швах повышения коррозионной стойкости оксидированы, а остальные детали оцинкованы и изолированы от алюминиевых в местах соприкосновения прокладками из тиколовой ленты или баша на эпоксидных белках.

Конструкция корпуса теплохода клепаная; узлы конструкции, изготовленные из алюминиймагнелиевых сплавов, сварены с помощью аргодуговой сварки. Герметизация всех водонепроницаемых швов производится прокладками из тиколовой ленты и тиколовой замазки. Система набора корпуса теплохода — смешанная. Продольные шпангоуты по днищу, борту и палубе набраны из неразрезных ребер жесткости Z-образного профиля, кильсонов, карлингсов и бортовых стрингеров. Поперечный набор по всей длине судна состоит из рамных шпангоутов, установленных на свободную полку продольных ребер жесткости и соединенных с ними заклепками через горизонтальные накладки (рис. 138 и 139).

В районе от форштевня до 9 шп. и от 26 шп. и корму днищевые шпангоуты доведены до обшивки днища и соединены с ней с помощью угольников. Такое же соединение с обшивкой имеют бортовые ветви шпангоутов от 36 шп. в корму. В остальных районах шпангоуты сварены с обшивкой местными короткими Z-образного профиля, устанавливаемыми у скулы и продольных рамных связей. Продольные ребра жесткости соединены с поперечными дорборками с помощью клип. Расстояние между шпангоутами по всей длине теплохода равно 450 мм, за исключением тентовой палубы в районе 6—26 шп., где шаг составляет 500 мм. В местах присоединения крошителей бортовых стоек носового и кормового подводных крыльев по днищу установлены дополнительные местные подкрепления, к которым крепятся болтами крошители.

Поперечные дорборки и наружная обшивка в углах уложены башмаками сварной конструкции из листов алюминиймагнелиевого сплава марки АМг-5В. Стабилизаторы изготовлены из дюралюминиевых листов толщиной 1 мм и ребер жесткости. Слань в машинном отделении выполнена из дюралюминиевых рифленых листов толщиной 2 мм. Слань в пассажирском салоне, рубке и тамбурах изготовлена из сеченных дюралюминиевых листов толщиной 2 мм, подкрепленных ребрами жесткости Z-образного профиля. Слань крепится к набору киятами.

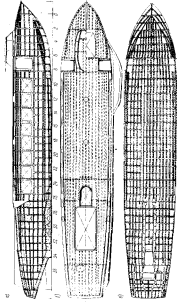


Рис. 138. Конструктивная схема корпуса в надстройке теплохода «Белорус»: а — продольный разрез по ДП; б — план палубы; в — план днища.

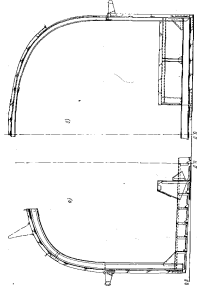


Рис. 139. Мидель-атоморду теплохода «Белорус»: а — в районе МО; б — в районе пассажирского салона.

Изоляция, покрытия, отделка и окраска

Пассажирский салон и рубка отделаны изнутри по бортам, переборкам и подлолке теплоизоляционным материалом марки АТМ-1, наклеенным на металл клеем марки ВК-32-2. Машинное отделение изолировано по бортам выше палеринки, подлолке и крышке люка материалом марки АТМ-1 толщиной 35 мм. Изоляция закрыта перфорированным дюралюминиевым листом толщиной 0,8 мм и крепится к набору корпуса с помощью отогнутых фланцев. У основной поперечной переборки машинного отделения установлена легкая переборка, а пространство между ними заполнено звукопоглощающим материалом.

Для обстройки помещений и на различные подделки применены ель и березовая алауционная фанера. При отделке помещений использованы панели галантерейной и декоративной слоний пластик толщиной 2 мм. Подлолка пассажирского салона, а также борта и поперечные переборки ниже нижней кромки окон отделаны павином.

Для отделки бортов и поперечных переборок ниже окон использован пластик. Панель рубке до нижней кромки окон зашивается до обрешетки декоративным слоний пластиком толщиной 2 мм. Подлолка, борта и переборки зашиваются павином. Крепление павина и пластика к обрешетке и заделка стыков и пазов павина и пластика производится раскладками из профилированного дюралюминия. Участки палубы в пассажирском салоне, тамбурах и рубке покрыты тифталевым линолеумом толщиной 2,5 мм. К входу палубы линолеум приварен клеем марки 88Н или ВК-32-2. В туалете пол и стены на высоту 150 мм покрыты стеклопластиком методом контактного формования.

Подводная часть корпуса снаружи покрыта грунтом марки ВЛ-02, а сверху окрашена эмалью марки ЭИЭЛ. Внутренние и наружные поверхности корпуса выше ватерлинии загрунтованы одним слоем фосфатирующего грунта марки ВЛ-02. Снаружи теплоход окрашен пентафталевыми эмалями марки ПФ.

Оборудование помещений и делные вещи

Пассажирский салон оборудован двенадцатью трехместными и двумя двухместными мягкими креслами по типу междугородних автобусов. Каркас кресел изготовлен из алюминиевых труб; подушки, сиденья и спинки изготовлены из паралона, а обивка из автобума. Кресла крепятся к палубе салона болтами. Вдоль бортов над окнами установлены сетки для личных вещей. Окна пассажирского салона закрываются капровыми занавесками. В простенках между окнами имеются крючки для одежды.

Кормовой тамбур оборудован полкой для хранения багажа, баком для питьевой воды и урной с оксидной крышкой для мусора.

С целью выема и установки главного двигателя в тентовой палубе предусмотрен люк размером 1400×2600 мм в свету, снабженный водонепроницаемой крышкой. Крышка люка по контуру имеет уплотнительную резиновую прокладку и поджимается из моторного отделения откидными задрайками.

Для выхода из кормового тамбура на тентовую палубу предусмотрен люк размером в свету 800×1350 мм, снабженный крышкой.

Окна в пассажирском салоне, кормовом тамбуре и туалете — глухие, прямоугольные, с размером в свету 650×750 мм. Стекла окон выполнены из плексигласа толщиной 4 мм. Верхняя часть окон (фрамуги) в салоне и туалете изготовлена открывающейся. Стекла установлены на уплотнительном резиновом жгуте и закреплены металлическими зажимами на вантах. Иллюминаторы в машинном отделении — глухие, круглые, диаметром в свету 300 мм. Окна в рубке изготовлены из плексигласа толщиной 4 мм. Стекла окон установлены на резиновых уплотнительных прокладках и закреплены алюминиевыми планками на вантах. Любовое окно в ходовой рубке сделано открывающимся. Стекло имеет толщину 6 мм и вставлено в дюралюминиевую раму на резиновой уплотнительной прокладке.

Дверь в ходовую рубку выполнена металлической, сдвижной, размером в свету 600×1650 мм. Двери пассажирского салона — двухстворчатые размером 700×1750 мм в свету. Рама створок дверей изготовлена из дерева. Наружная и внутренняя стороны двери оклеены слоний пластиком. Односторонняя дверь в туалет имеет размер в свету 600×1750 мм. Дверь в машинное отделение (переборка 27 шк.) — металлическая, двухстворчатая, размером в свету 550×1600 мм. Воздушный зазор между стенами двери 60 мм, толщина створок 2 мм; по внутреннему контуру (между стенами) наклеен звукопоглощающий материал марки ВТ-4С толщиной 60 мм. Дверь снабжена двойным резиновым уплотнителем и задрайками. Все двери имеют замки и по контуру резиновые уплотнительные прокладки.

Наружная посадочная дверь в носовом тамбуре — двухстворчатая, открывающаяся наружу, шириной 700 мм. Она имеет запорное устройство и изготовлена из алюминиевых сплавов.

Тран запасного выхода на тентовую палубу имеет ширину 700 мм и установлен под углом 60° к основной плоскости. Ступени трапа изготовлены из рифленых листов шириной 220 мм и высотой 225 мм.

Судовые устройства

Теплоход «Беларусь» снабжен одним носовым якорем повышенной держимой силы конструкции Матросова весом 15 кг. Якорный трос — стальной, диаметром 6,2 мм и длиной 50 м. К якорю крепится цепь калибром 8 мм, длиной 0,6 м. Подъем якоря осуществляется ручной якорной лебедкой, установленной в рубке у форпиковой переборки. Основные технические характеристики лебедки приведены ниже:

Тяговое усилие на барабане при отрыве якоря, кг	250
Скорость вытравливания троса при подъеме якоря, м/мин	5,5
Усилие на рукоятке при отрыве якоря, кг	25

Лебедка имеет рукоятку для выбирания троса, храповой механизм и дисковый фрикционный тормоз. На конце якорного троса, закрепленного на барабане лебедки, предусмотрено устройство для быстрой отдачи. Предусмотрено и крепление якоря по-ходному.

Теплоход снабжен тремя швартовными капроновыми канатами диаметром 19,1 мм: одним длиной 30 м и двумя длиной по 15 м. Швартовные канаты хранятся в носовом тимбре у носового трапа и в кормовой части у запасного выхода в специальном кармане. Для швартовки теплохода имеются также двухтумбовые крестовые кнехты: два на носовых обносах (по одному с каждого борта) и два на палубной палубе в районе запасного выхода. Кроме того, на носовом обносе установлено по одному одностумбовому кнехту с каждого борта. Швартовные кнехты изготовлены сварными из алюминиевого сплава. Буксировка теплохода осуществляется за кнехты, установленные на обносах.

Рулевое устройство теплохода «Беларусь» состоит из двух подбалластных рулей. Поступающая площадь рулей при движении на валах составляет 1,0 м², при ходе на крыльях — 0,34 м². Перо каждого из рулей изготовлено сплошным из алюминоманганового сплава марки АМг-61. Каждый руль крепится на двух опорах. Верхней опорой служит баллер, вращающийся в подшипнике, установленном в корпусе на резиновой прокладке. Нижней опорой является петля, укрепленная на стойке крыла и нижняя резино-металлический подшипник. Петля соединяется со стойкой крыла и с пером руля на заклепках. Башмак и лопте выполнены из стали марки Ст. 3. Перекладка рулей осуществляется при помощи гидравлической системы управления.

Крыльчатое устройство теплохода «Беларусь» (рис. 140) состоит из двух подводных крыльев (носового и кормового) и бортовых закрылков. Профиль сечений крыльев и закрылков — аэродинамический с острой передней кромкой. Крылья крепятся к корпусу теплохода стойками. Плоскости крыльев, закрылков и

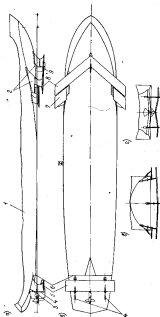


Рис. 140. Схема крыльчатого устройства и выступающих частей теплохода «Беларусь»: 1 — вал с бочкой, 2 — вал на лопате, 3 — вал на носовом крыле, 4 — вал на кормовом крыле, 5 — лопатка крыла, 6 — лопатка крыла, 7 — лопатка крыла, 8 — лопатка крыла, 9 — лопатка крыла, 10 — лопатка крыла, 11 — лопатка крыла, 12 — лопатка крыла, 13 — лопатка крыла, 14 — лопатка крыла, 15 — лопатка крыла, 16 — лопатка крыла, 17 — лопатка крыла, 18 — лопатка крыла, 19 — лопатка крыла, 20 — лопатка крыла, 21 — лопатка крыла, 22 — лопатка крыла, 23 — лопатка крыла, 24 — лопатка крыла, 25 — лопатка крыла, 26 — лопатка крыла, 27 — лопатка крыла, 28 — лопатка крыла, 29 — лопатка крыла, 30 — лопатка крыла, 31 — лопатка крыла, 32 — лопатка крыла, 33 — лопатка крыла, 34 — лопатка крыла, 35 — лопатка крыла, 36 — лопатка крыла, 37 — лопатка крыла, 38 — лопатка крыла, 39 — лопатка крыла, 40 — лопатка крыла, 41 — лопатка крыла, 42 — лопатка крыла, 43 — лопатка крыла, 44 — лопатка крыла, 45 — лопатка крыла, 46 — лопатка крыла, 47 — лопатка крыла, 48 — лопатка крыла, 49 — лопатка крыла, 50 — лопатка крыла, 51 — лопатка крыла, 52 — лопатка крыла, 53 — лопатка крыла, 54 — лопатка крыла, 55 — лопатка крыла, 56 — лопатка крыла, 57 — лопатка крыла, 58 — лопатка крыла, 59 — лопатка крыла, 60 — лопатка крыла, 61 — лопатка крыла, 62 — лопатка крыла, 63 — лопатка крыла, 64 — лопатка крыла, 65 — лопатка крыла, 66 — лопатка крыла, 67 — лопатка крыла, 68 — лопатка крыла, 69 — лопатка крыла, 70 — лопатка крыла, 71 — лопатка крыла, 72 — лопатка крыла, 73 — лопатка крыла, 74 — лопатка крыла, 75 — лопатка крыла, 76 — лопатка крыла, 77 — лопатка крыла, 78 — лопатка крыла, 79 — лопатка крыла, 80 — лопатка крыла, 81 — лопатка крыла, 82 — лопатка крыла, 83 — лопатка крыла, 84 — лопатка крыла, 85 — лопатка крыла, 86 — лопатка крыла, 87 — лопатка крыла, 88 — лопатка крыла, 89 — лопатка крыла, 90 — лопатка крыла, 91 — лопатка крыла, 92 — лопатка крыла, 93 — лопатка крыла, 94 — лопатка крыла, 95 — лопатка крыла, 96 — лопатка крыла, 97 — лопатка крыла, 98 — лопатка крыла, 99 — лопатка крыла, 100 — лопатка крыла.

стойки изготовлены из плит алюминиймагниевого сплава марки АМг-61 и АМг-5В и имеют сварную конструкцию.

Леерное устройство судна представляет собой отражение высотой 800 мм, изготовленное из дюралюминиевых труб. Устройство установлено в районе запасного выхода на палубной палубе. Верхний леер в местах посадки по бортам теплохода сделан съёмным. На переборке 8 шп. со стороны носового тамбура и на трапе запасного выхода установлен поручень из дюралюминиевых труб.

Теплоход снабжен одним спасательным плотиком на 13 чел. и двумя спасательными кругами. Спасательные круги размещены в носовом тамбуре и в корме на палубной палубе. Спасательный плотик расположен в кормовой части теплохода на тенте между стабилизаторами.

Судовые системы

Система осушения теплохода «Беларусь» состоит из ручного насоса марки РН-20 с гибким рукавом типа Б-3 диаметром 25 мм и длиной 10 м. Рукав снабжен на конце приемной сеткой. Подача воды от насоса за борт осуществляется по отливному трубопроводу типа Ду20, изготовленному из алюминиймагниевого сплава марки АМг. Прием воды осуществляется при помощи ручного насоса и гибкого рукава из отсека 23—26 шп. Вода в эти отсеки поступает и из других отсеков через голубницы. Дополнительным средством осушения машинного отделения служит электроприводной насос марки ВН, производительностью 3000 л/час.

Теплоход имеет естественную вентиляцию помещений. Воздух в помещенная на ходу теплохода подается через вдувающие козырьки на тенте за счет скоростного напора. Вентиляция пассажирского салона на стоянке теплохода осуществляется также через козырьки и открывающиеся фрамуги окон. Вытяжка воздуха из помещений на ходу теплохода производится через открывающиеся окна и вентиляционные решетки в переборке салона. Вентиляция машинного отделения на ходу осуществляется воздухоподводящей системой вдувания главного двигателя. В машинное отделение воздух поступает через жалюзи в стабилизаторах и вырезы в палубной палубе. На стоянке вентиляция машинного отделения осуществляется вдуванием электровентилятора марки ДВ-1К, производительностью 700 л/час.

На теплоходе применяется система водяного отопления пассажирского салона и рубки. Горячая вода поступает из системы охлаждения главного двигателя. Предусмотрено также электрическое отопление с помощью электрогрелок.

Санитарная система теплохода состоит из систем питьевой и мыльной воды. Система мыльной воды включает анемометрическую с указателем уровня и манореле, санитарный насос марки ЭЦН-104, бак мыльной воды емкостью 60 л и трубопроводы с арматурой. В умывальник подается береговая вода, прижимаемая в бак мыльной водой, к унитазу — лабортная вода. Попадание лабортной воды в умывальник исключено. Подача воды к унитазу при работе насосом главным двигателем осуществляется манорелем в сапунной магистрали пневматического контура охлаждения главного двигателя, а на стоянке — насосом марки ЭЦН-104. Насос автоматически включается и выключается от манореле, установленного на анемометрические. Трубопровод изготовлен из алюминиевых труб, соединенных с помощью дворянских муфт.

Система питьевой воды состоит из переносного бака питьевой воды емкостью 30 л и длинного трубопровода, изготовленного из алюминиевых труб. Пополнение запаса питьевой воды производится с берега. Сливной трубопровод выведен за борт теплохода.

Сточно-фановая система состоит из унитаза с педальным приводом, умывальника, фекальной камеры емкостью 100 л, запорки с ручным устройством для ее закрывания и открывания, сопелатора, унитарного патрона и трубопровода с арматурой. Сточные воды от унитаза отводятся в фекальную камеру, а оттуда через запорку самотоком за борт или по сточному трубопроводу, снабженному унитарным патроном, удаляются с теплохода на станциях очистки. Сточная вода от умывальников удаляется за борт. Для закрытия выхода сточного магистрального трубопровода на его конце установлена запорка, закрывающаяся и фиксирующаяся вручную.

В качестве противопожарных средств на теплоходе предусмотрены два огнетушителя марки ОУ-5 и четыре огнетушителя марки ОП-5. Кроме того, имеется набор противопожарного оборудования, состоящий из парусового ведра и кошачьих размером 1×1,5 м.

Сплавная установка

В качестве главного двигателя на теплоходе устанавливается один дизель марки М50-ФЗ или М-400 правого вращения с выходным валом двигателя левого вращения. Двигатель работает непосредственно на валопровод, который жестко соединен с фланцем реверсивной муфты двигателя при помощи фланцевой полумуфты. В машинном отделении, кроме главного двигателя, расположены следующие механизмы и оборудование:

Агрегат предварительной очистки топлива и масла	1
Резервный прокачивающий насос РН-20 (топливный)	1
Насос перекачивающий 30ЦН-104 системы отопления	1
Насос санитарный РН-20	1
» санитарной воды 30ЦН-104	1
Баллон 40—150 л для воздуха	2
Бак топливный емкостью 345 л	2
» масляный емкостью 110 л	1
» расширительный водяной емкостью 30 л	1
Фильтр	1
» топливный грубой очистки	1
» водяной	1
Газовый распределительный вентиль	1
Щит приборов главного двигателя	1
Осушающий насос ВМ	1
Пневмостанция	1
Вентиль ДН-1Х	1
Холодильник МХД-4 в ВХД-5-1	2
Бак мыльной воды	1
Баллоны для сбора горючего масла и топлива	2
Электромотор 400М	1
Верстак	1
Огнеуловитель	2
Трансформатор	1
Кан-панель гидросистемы	1
Грелка электрическая для обогрева машинного отделения	1
Грелка электрическая для подогрева воды и системы охлаждения главного двигателя	2

Системы, обслуживающие силовую установку

Топливный трубопровод обеспечивает подачу топлива в топливную систему главного двигателя. Топливоподающая система двигателя состоит из трубопровода, фильтра грубой очистки, агрегата предварительной очистки и арматуры. На топливоподающем трубопроводе установлен один ручной насос марки РН-20, который используется при отказе подающего агрегата. Подача топлива в двигатель производится из двух топливных баков, соединенных между собой перемычкой из трубы с кранами, имеющими дистанционное управление из кормового тамбура. Баки оборудованы указательными колонками, датчиками дистанционного сигнализатора минимального уровня, расходно-перепускной и сливной арматурой и вентиляционными трубами с огневыми предохранителями. Заполнение баков топливом производится через горловину залива топлива, расположенную на палубе. Для удаления топлива из баков используется ручной подкачивающий насос марки РН-20.

Трубопровод и арматура изготовлены из алюминиевого сплава. Соединение труб — дюритовое.

Масляный трубопровод обеспечивает подачу масла в масляную систему главного двигателя. Состоит масляная система из расходного бака емкостью 110 л; двух парных фильтров, одна пара которых установлена в расходном баке, вторая — на выходе из двигателя; регулятора температуры масла, холодильника марки МХД-4, агрегата предварительной очистки масла, запорной и регулирующей арматуры и дистанционных указательных приборов давления и температуры. Масляный бак оборудован указательной колонкой, электрогрелкой, датчиком дистанционного сигнализатора минимального уровня, вентиляционной трубой, приемной трубой и горловиной залива, размещенной на палубе. Для слива отработанного масла из двигателя имеется сливная трубка, снабженная запорным краном и введенная в легкодоступное место. Масло сливается в специальные бидоны с помощью дюритового шланга. Трубопровод масляной системы изготовлен из труб алюминиевого сплава. Соединение труб — дюритовое.

Запуск главного двигателя обеспечивается воздушной системой, состоящей из двух баллонов емкостью 40 л каждый, рассчитанных на рабочее давление 150 кг/см², предохранительной запорной, вспомогательной и сливной арматуры и трубопровода. Трубопровод сжатого воздуха изготовлен из стальных и медных труб. Соединение труб — штуцерно-торцевое. Заполнение баллонов сжатым воздухом производится от береговой станции через приемный штуцер, расположенный на палубе. Запуск двигателя производится из рубки с помощью дистанционного управления электропневмоклапаном. Для ручного запуска двигателя в машинном отделении имеется слишовой клапан.

Газовывпускной трубопровод обеспечивает отвод отработанных газов от двигателя. Он состоит из тройника, объединяющего газовывпускные тракты двух выхлопных коллекторов двигателя трубопровода и компенсаторов. Для гашения шума выхлопа и охлаждения газовывпускного трубопровода используются заборная вода, аспрыскиваемая в газовую полость тройника. Тройник изготовлен из листов нержавеющей стали, трубопровод — из листов алюминиевого сплава. Соединение труб осуществляется через компенсатор.

Трубопровод охлаждения двигателя состоит из трубопровода заборной воды (внешний контур) и трубопровода пресной воды (внутренний контур). Трубопровод снабжен заборной водой двигатель и санитарную систему. Прием заборной воды обеспечивается двумя присосными кингстонами. Вода сливается через отдельные кингстоны и газовывпускной трубопровод. Движение заборной воды в системе обеспечивается помпой заборной воды, навешенной на главный двигатель, и

скоростным напором потока при ходе теплохода. Заборная вода по магистральному приемному трубопроводу приходит через холодильники воды и масла для отвода тепла от воды внутреннего контура и масла. От напорной магистрали трубопровода заборной воды имеются отводы для охлаждения газо-выхлопной системы и смазки сальника дейдвуда. Имеется также патрубок подачи воды в санитарную систему. Внутренний контур обеспечивает отвод тепла от двигателя, его подогрев перед пуском и обогрев пассажирского салона и рубки теплохода. Контур состоит из трубопровода, подающего воду к регулированию температуры воды, от которого вода поступает к помпе пресной воды двигателя через холодильник или минуя его.

Заволажение системы пресной воды производится из расширительного бака емкостью 30 л. Баки оборудованы водоуказательной колодкой, приемной трубкой с залуженой опухой и патрубком для присоединения вентиляционной трубки.

Входящий и отходящий трубопроводы пресной воды двигателя оборудованы кранами для установки датчиков дистанционных термометров. К отходящему контуру пресной воды присоединена магистраль, подающая воду в систему отопления. Количество воды, поступающей в отопление, регулируется проходными кранами, установленными на отходящем трубопроводе пресной воды. Прогрев двигателя в холодное время производится водой, нагретой электрогрелками. Трубопровод охлаждения изготовлен из алюминиевых труб. Соединение труб с двигателем — фланцевое, а между трубами и арматурой — дюритовое.

Гидравлическая система управления главным двигателем состоит из цилиндров-датчиков, расположенных в рубке, цилиндров-исполнителей, установленных на главном двигателе; запорного бака, снабженного воздушными запорными вентилями, установленными в рубке; трубопроводов и арматуры. Трубы изготовлены из стали марки Х18Н10Т. Соединение трубопроводов с арматурой — ниппельное. В качестве рабочей жидкости в системе используется масло марки АМГ-10.

Главный двигатель теплохода «Беларусь» имеет один дистанционный пост управления, расположенный в рубке. Здесь размещены органы управления главным двигателем и контрольно-измерительные приборы. Для контроля за нормальной работой главного двигателя имеется два приборных щита: один в машинном отделении, другой — в рубке. На щите в рубке установлены следующие приборы и средства сигнализации и управления: электроталометр для замера числа оборотов двигателя, манометр давления топлива после подкачивающего насоса, манометр давления масла в главной магистрали на входе в двигатель, термометр дистанционный для замера температуры исходящей пресной воды; термометр дистанционный для замера

температуры выходящей пресной воды; термометр дистанционный для замера температуры входящего масла; термометр дистанционный для замера температуры выходящего масла; манометры давления в гидросистеме и в системе пускового воздуха. Кроме того, на щите приборов в рубке установлены лампы, сигнализирующие: о падении уровня в баках топлива и масла, а также в расширительном баке; о превышении температуры отходящих газов; об увеличении давления масла за подкачивающим насосом; о превышении температуры масла и воды на выходе из двигателя и об ударе рукоятки реверса. На щите приборов имеется кнопка прокатки и кнопка запуска и остановки двигателя.

Валопровод и датчиктеплоты

В качестве датчика на теплоходе «Беларусь» установлен один гребной шпит лисовой арматуры, имеющий следующие основные характеристики (рис. 141).

Диаметр D , мм	0,925
Шаг H (перемещен по радиусу), мм	0,815—1,065
Длина отсчитываемой H	1,43
Число лисовых z	5

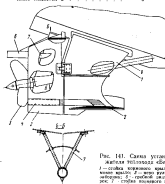


Рис. 141. Схема установки датчика теплохода «Беларусь».
1 — шпиль коренного вала; 2 — шпильный вал; 3 — шпильный вал; 4 — шпильный вал; 5 — гребной шпит; 6 — шпильный вал; 7 — шпильный вал.

Гребной вал, угол наклона которого к основной линии теплохода составляет 12° , жестко соединен с фланцем реверс-муфты двигателя при помощи фланцевой полумуфты. Диаметр

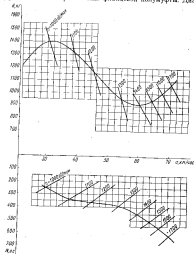


Рис. 142. Паспортная диаграмма гребного вала теплохода «Беларусь».

шек вала равен 72 мм. Вал изготовлен из нержавеющей стали марки 40.

Передача вала гребного вала осуществляется через упорный подшипник, установленный в реверс-муфте главного двигателя. Оворами валопровода являются резинно-металлический

подшипник, расположенный в андевом кронштейне, и упорный подшипник. Смазка подшипника производится набегающим потоком воды через полость кронштейна. В месте прохода гребного вала через диле имеется дейдвудное устройство, в котором с помощью дюритовой муфты крепится сальник. Для набивки сальника применена пенька марки ПП. Смазка сальника осуществляется водой из системы охлаждения через специальный трубопровод.

Паспортная диаграмма гребного вала теплохода приведена на рис. 142.

Электрооборудование и радиосвязь

Напряжение электрической сети теплохода «Беларусь» — 24 в, род тока — постоянный. Система канализации электроэнергии — однопроводная с использованием корпуса в качестве обратного провода. Источники тока теплохода обеспечивают питание потребителей электроэнергии на ходу и на стоянке. К источникам относятся: две кислотные батареи типа БСТК-180, каждая напряжением 12 в, емкостью 180 а·ч при 20-часовом разряде (аккумуляторные батареи соединены последовательно) и генератор типа ГСК-1500, мощностью 1000 ат, напряжением 27 в, навешенный на главный двигатель теплохода.

Система распределения электроэнергии — фидерная. Электроэнергия от генератора и аккумуляторных батарей проходит через главный распределительный щит, установленный в машинном отделении. От главного распределительного щита получают питание следующие потребители: электродвигатель вентилятора в машинном отделении, электродвигатель осушительного насоса, электродвигатель насоса отопления, электродвигатель агрегата прокачки, электродвигатель насоса гидравлики, щит приборов и управления в рубке, освещение, рулевое управление, пожарная сигнализация, звуковая связь машинного отделения с рубкой, сигнально-отличительные огни, электродвигатель санитарного насоса. Со щита приборов и управления в рубке получают питание: контрольно-измерительные приборы, розетка в рубке, сигнально-отличительные огни, сирена, система аварийного останова теплохода, звуковая связь машинного отделения с рубкой и радиотрансляция. Имеется дистанционное отключение вентилятора в машинном отделении, электродвигателя системы отопления, освещения рубки, салона и прохода, осушительного насоса и насоса гидравлики.

Схемой коммутации распределительного щита осуществляется: питание всех потребителей теплохода от аккумуляторных батарей; параллельная работа генератора марки ГСК-1500 с аккумуляторной батареей; питание части потребителей от

сти переменного тока напряжением 220 в через трансформатор напряжением 220/24 в и зарядка аккумуляторной батареи от береговой сети переменного тока напряжением 220 в через специальное зарядное устройство, установленное на главном распределительном щите.

Для защиты фидеров от тока короткого замыкания и перегрузки применяются тепловые автоматы марки АЗС. Защита генератора ГСК-1500 от обратного тока осуществляется регуляторной коробкой марки РК-1500. От тока короткого замыкания генераторы защищаются плавкой вставкой на распределительном щите. Работа генератора ГСК-1500 регулируется коробкой РК-1500. Контроль за работой генератора и аккумуляторной батареи на главном распределительном щите и на щите приборов и управления производится с помощью амперметров и вольтметров, установленных в рубке.

Для канализации тока электрических сетей применяются провода марок КНР, БПВЛ и РГМ. Сечение кабелей и проводов выбирается в зависимости от плотности тока с проверкой фидеров на падение напряжения.

Электропривод насоса прокачки состоит из электродвигателя марки МПБ-53 (напряжение 24 в, мощность 2 лвт), контактора марки КМ-200Д и пусковых кнопок. Насос включается из машинного отделения или ходовой рубки. Привод санитарного насоса осуществляется с помощью электродвигателя марки Д-100С (мощность 150 лвт, напряжение 24 в), промежуточного реле марки ТКЕ-21ПД и реле давления типа ОДК-57. Насос включается и выключается автоматически с помощью реле давления марки РДК-57. Для привода вентилятора в машинном отделении используется электродвигатель марки Д-400 (напряжение 24 в, мощность 600 лвт) и контактор марки КМ-25. Включение вентилятора осуществляется со щита приборов в рубке пультателем, включением в цепь катушки контактора. Электропривод насоса гидравлики состоит из электродвигателя марки МП-1500 (напряжение 24 в, мощность 1500 лвт), двух промежуточных реле марки ТКЕ-21ПД, контактора типа КМ-200Д, реле давления марки ГА-135 и дополнительного сопротивления. Насос включается и выключается автоматически с помощью реле давления марки ГА-135. Осуществитель насос приводится в действие электродвигателем марки МП-180С. Включение и выключение насоса производится из ходовой рубки. Электропривод свирели состоит из электродвигателя марки УЗ-120 (24 в, 120 лвт) и педального выключателя марки СВВ-4001. Включение и выключение электродвигателя производится из рубки педальным выключателем. Привод стеклоочистителя осуществляется электродвигателем (24 в, 100 лвт). Включение и выключение электродвигателя производится из рубки автоматом защиты марки ВЗС-5.

К электронагревательным приборам, установленным на судне, относятся: электрогрелка марки ГС-500 (220 в) для обогрева рубки во время стоянки теплохода у берега, электрогрелка ГС-1000 (220 в, 1000 лвт) для обогрева машинного отделения также во время стоянки, две электрогрелки типа ЭН-1500 (220 в, 1500 лвт) для подогревания воды в коллекторах двигателя, электрогрелка типа ЭН-1500 в расходном масляном баке для подогрева масла перед впуском в главный двигатель.

Освещение теплохода состоит из светильников марки ПК-200 (салон, санузел, носовой тамбур), автобусных светильников (проходы, рубка) и специальных светильников (машинное отделение).

На теплоходе имеются следующие сигнально-отличительные огни: бортовой отличительный красный, бортовой отличительный зеленый, габаритный, топовый, стояночный, два бортовых стояночных, четыре отпаван — передние и задние. Управление и контроль за огнями осуществляются на щите приборов и управления в ходовой рубке.

Внутрисудовая связь теплохода состоит из звонковой связи (связь рубки и машинного отделения). Питание звонков производится от судовой сети напряжением 24 в. Радиотрансляционная установка теплохода состоит из динамических громкоговорителей, расположенных в салоне, микрофона, усилителя и радиоприемника марки А-17, установленных в ходовой рубке.

СУДА НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ С ВОДОМЕТНЫМИ ДВИГАТЕЛЯМИ

§ 18. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ КАТЕРА

Малый экспериментальный катер на подводных крыльях с водометным двигателем (рис. 143)

Основные элементы и характеристики катера	
Габаритные размеры, м:	
длина	8,25
ширина	1,90
Общая габаритная, м:	
на плаву	0,52
при ходе на крыльях	0,16
Полная масса, т:	
корпуса	1,07
подвеса	1,48
Средняя установка	Колесорезный двигатель МКС-В
Максимальная мощность, л. с.	77
Максимальное число оборотов, об/мин	3200—3400

Двигатель и реверсивно-рулевое устройство

В качестве двигателя на катере испытано для водометных движителей: двухступенчатый и трехступенчатый.

Основные элементы двухступенчатого водометного движителя

Диаметр трубы $D_{тр}$, м	0,266
" ротора D_p , м	0,264
" ступицы ротора $d_{ст}$, м	0,13
Элементы 1-й ступени:	
шаг H_1 , м	0,3
дискное обтекание Θ_1	1,0
количество лопаток ротора z_1	16
профиль лопаток ротора	Плоский обтекатель
Элементы 2-й ступени:	
шаг H_2 , м	0,32
дискное обтекание Θ_2	2,0
количество лопаток ротора z_2	8
профиль лопаток ротора	Выгнутый обтекатель

Между 1-й и 2-й ступенями водометного движителя установлен спрямляющий аппарат, состоящий из 24 лопаток.

Сопло водомета имеет внутреннее обжатие. Площадь выходного сечения сопла равна 0,01 м², а относительное обжатие составляет 0,27.

Для спрямления струи, выходящей из сопла, в кормовое выходного сопла установлен спрямляющий аппарат с восемью лопатками. Сечение лопаток представляет клиновидный профиль. Забор воды осуществляется через входное шелевое отверстие



Рис. 143. Малый экспериментальный катер на подводных крыльях с водометным двигателем. Скорость хода 65 км/час.

водозабора, расположенное перед кормовым крылом катера (рис. 48).

Основные элементы трехступенчатого водометного движителя

Диаметр трубы $D_{тр}$, м	0,265
" ротора D_p , м	0,264
" ступицы ротора $d_{ст}$, м	0,15
Элементы 1-й ступени:	
шаг H_1 , м	0,30
дискное обтекание Θ_1	0,5
количество лопаток ротора z_1	16
Элементы 2-й ступени:	
шаг H_2 , м	0,310
дискное обтекание Θ_2	0,5
количество лопаток ротора z_2	16
Элементы 3-й ступени:	
шаг H_3 , м	0,33
дискное обтекание Θ_3	0,5
количество лопаток ротора z_3	16

Между 1-й и 2-й, 2-й и 3-й ступенями водометного движителя установлены спрямляющие аппараты (каждый по 24 лопатки). Для спрямления струи, выходящей из сопла водомета, в кормовое выходного сопла установлен спрямляющий аппарат с восемью лопатками. Сечения лопаток по длине сопла имеют

каменной профиль. С целью увеличения скорости выброса струи из сопла последнее выполнено с внутренним обжатием. Площадь выходного сечения сопла равна $0,012 \text{ м}^2$, а относительное обжатие составляет 0,32.

Водозабор осуществляется через входное щелевидное сечение водозаборника, расположенного перед кормовым крылом, площадью $0,064 \text{ м}^2$, с размерами щели $0,8 \times 0,08 \text{ м}$ и углом наклона плоскости входного сечения к ОЛ 7° .

На рис. 144 приведены результаты швартовых испытаний катера с водометным двигателем в виде зависимостей:

$$P = f(n), \quad M_{\text{вп}} = f(n), \quad N = f(n).$$

Результаты скоростных испытаний катера с этим вариантом водометного двигателя показаны на рис. 145 в виде кривых:

$$N = f(n), \quad M_{\text{вп}} = f(n), \quad v = f(n), \quad N = f(v).$$

На рис. 146 приведены зависимости пропульсивного качества от числа Фруда для катера с трехступенчатым водометным двигателем с гребным винтом. Пропульсивное качество определено по формуле

$$K_{\text{вп}} = \frac{D_0}{35N}.$$

Сравнительные характеристики двух- и трехступенчатых водометных двигателей показаны на рис. 147 в виде кривых $K_{\text{вп}} = f(Fr)$.

Как следует из рис. 147, на режиме выхода катера из воды трехступенчатый водомет имеет к. п. д. на 4—6% выше, тогда как при $Fr > 5$ такое же преимущество в к. п. д. свойственно двухступенчатому водомету.

Испытания показали, кроме того, высокую эффективность применения направляющего аппарата для повышения к. п. д. и устранения крена от закрученной ротором струи.

Направление движения катера изменяется в результате поворота выбрасываемой двигателя струи. Для этой цели на выходном сопле двигателя подвешены две рулевые пластины, соединенные через штуртросовую проводку с рулевой машинкой.

Рулевое устройство весьма эффективно и позволяет катеру совершать развороты на полной скорости с радиусом, составляющим 6—8 длины корпуса.

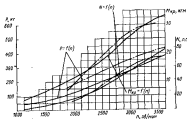


Рис. 144. Зависимости $P=f(n)$, $M_{\text{вп}}=f(n)$, $N=f(n)$ по результатам швартовых испытаний катера с водометом: — для струйки; ---- для струйки.

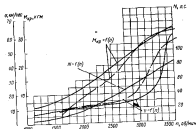


Рис. 145. Зависимости $N=f(n)$, $M_{\text{вп}}=f(n)$, $v=f(n)$ по результатам скоростных испытаний катера с водометом: — для струйки; ---- для струйки.

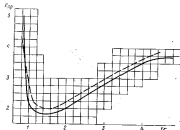


Рис. 145. Зависимости $K_{ep}=f(Fr)$ для катера с трехступенчатым водометным движителем и гребным винтом.
— гребной винт; --- волновой.

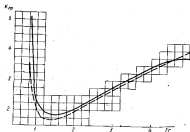


Рис. 147. Зависимости $K_{ep}=f(Fr)$ для катера с двух- и трехступенчатым водометным движителем (— при ступеньке; ---- две ступеньки).

Большой экспериментальный катер на подводных крыльях с водометным движителем (рис. 148)

Основные элементы и характеристики катера

Габаритные размеры, м:	
длина	11,8
ширина	2,04
Осадка габаритная, м:	
на полку	0,6
при ходе из крыла	0,18
Водометный полет, т	9,0
Система управления	Дизель
Максимальная мощность, л. с.	1200
Максимальное число оборотов, об/мин	1850



Рис. 148. Большой экспериментальный катер на подводных крыльях. Скорость хода 100 км/ч.

Двигатель и реверсивно-рулевое устройство. На катере установлен трехступенчатый водометный движитель, имеющий следующие основные элементы (рис. 149):

Диаметр, м:	
турбин	0,483
репера	0,477
ступени	0,34
Шаг, м:	
1-й ступень	0,6
2-й "	0,6
3-й "	0,6
Давление оплавки:	
1-й ступень	1,6
" "	2,6
" "	3,6
Количество лопаток каждой ступени	80

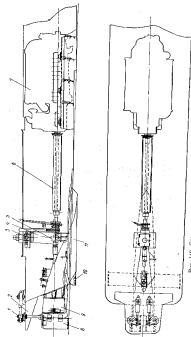


Рис. 149 Схема установки вспомогательного двигателя на болтении катера.

1 — рулевое устройство; 2 — крышкоподъемник; 3 — координатор; 4 — ступеньки под водомером; 5 — ступеньки под водомером; 6 — шарик, служащий герметичным клапаном; 7 — шарик, служащий герметичным клапаном; 8 — шарик, служащий герметичным клапаном; 9 — шарик, служащий герметичным клапаном; 10 — шарик, служащий герметичным клапаном; 11 — шарик, служащий герметичным клапаном.

Между 1-й и 2-й, 2-й и 3-й ступенями двигателя установлены спиральные аппараты, имеющие каждый по 24 лопатки. Кроме того, в соплос двигателя установлен спиральный аппарат с 16 лопатками. Сопло водомета имеет двухстороннее обжатие (по наружному и внутреннему контуру). Регулировка площади выходного сечения водомета производится за счет смещения внутренних соплосых колец. Средняя площадь выходного сечения сопла равна $0,0305 \text{ м}^2$.

Насосная часть водомета находится за транцем катера. Забор воды осуществляется через щелевидное отверстие, расположенное впереди кормового края катера. Площадь входного сечения водозаборника составляет $0,196 \text{ м}^2$. Размеры шели $1 \times 0,46 \times 0,135 \text{ м}$.

К корпусу катера, в транцевой и днищевой части, водозаборник крепится на фланцах. В целях защиты насосной части от попадания посторонних предметов на входе в водозаборник установлена съемная решетка, имеющая продольные и поперечные ребра. Съемная конструкция решетки позволяет проводить на одном и том же водозаборнике испытания различных решеток и облегчает доступ во внутреннюю часть водозаборника.

Крутящий момент от двигателя к двигателю передается через промежуточный вал. Для передачи упора ротора на корпус катера используется упорный подшипник, установленный на валу ротора. Фундамент упорного подшипника приварен к водозаборнику и имеет крепление к корпусу катера.

Управление и задний ход катера осуществляются поворотом струи, выполняемой водометом, с помощью реверсивно-рулевых пластин. Реверсивно-рулевое устройство представляет собой коробку, навешенную на соплосую часть водометного двигателя. К коробке на петлях крепятся реверсивно-рулевые пластины. Реверс осуществляется при переключении рулевых пластин на 90° к ДП катера за счет изменения направления струи с помощью специальных отбоек в нижней части рулевых пластин. Катер поворачивается на ходу благодаря одновременной переключке рулевых пластин с борта на борт. Привод управления рулями — электрогидравлический. Каждый баллер соединен со своим гидроцилиндром. Система гидроуправления рулями ставорками расположена на кронштейне за транцем катера. Управление системой — ключичное и находится в пульте управления в рубке.

Результаты швартовых испытаний катера показаны на рис. 150 в виде зависимости $P=f(\alpha)$. Как видно из графика, при $\alpha > 1200 \text{ об/мин}$ упор возрастает менее интенсивно. На этих режимах наступает кавитация ротора и струя дотика с лопаток. На рис. 151—153 приведены результаты скоростных испытаний катера, представляющие зависимости

$$v=f(\alpha), N=f(\alpha), N=f(v), R_{\text{гп}}=f(v).$$

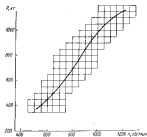


Рис. 150. Зависимость $R=f(u)$ по результатам испытаний комбайнов большого подметного катера.

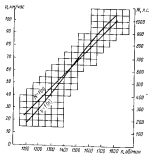


Рис. 151. Зависимость $v=f(u)$ и $N=f(u)$ по результатам скоростных испытаний большого излучающего катера.

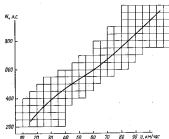


Рис. 152. Зависимость $N=f(u)$ по результатам скоростных испытаний большого подметного катера.

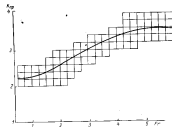


Рис. 153. Зависимость $K_{sp}=f(Fr)$ по результатам испытаний большого подметного катера.

Испытания катера подтвердили его хорошую управляемость и маневренность. Циркулирую на полной скорости катер совершает с радиусом, составляющим 6—8 длин корпуса.

Для отработки водометных двигателей использовались также другие катера. Например, водометными двигателями оборудовались тансирующие катера, серийно выпускаемые промышленностью.

§ 19. ПАССАЖИРСКИЙ ТЕПЛОХОД «ЧАЙКА»

«Чайка» — речное пассажирское судно на подводных крыльях, предназначенное для скоростных пассажирских перевозок на проторенных линиях протяженностью до 400 км (рис. 154).



Рис. 154. Пассажирский теплоход на подводных крыльях «Чайка» с водометным движителем. Скорость хода 55 км/час.

Основные размеры и характеристики теплохода

Габаритные размеры, м:	
длина	26,3
ширина	3,80
высота от осевой линии	3,51
Осадка габаритная, м:	
из стоячей	1,20
при ходе на крыльях	0,37
Водоизмещение порожнего, т	9,94
Осадка корпуса при водоизмещении порожнем, м:	
средняя	0,4
носовая	0,37
кормовая	0,53
Водоизмещение полное, т	14,26
Осадка корпуса при полном водоизмещении, м:	
средняя	0,50
носовая	0,37
кормовая	0,53
Мощность двигателя гребельная, л. с.	1270

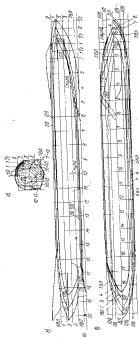


Рис. 155. Тепловой судно скоростного теплохода «Чайка»: а — верхний; б — борт; в — продольный

Скорость хода, узлов:	
максимальная	97
эксплуатационная при мощности	
900 л.с.	86
Пассажироемкость, чел.	30

Нос и корма теплохода характеризуются сильно вытянутой зностренной формой. Корпус имеет цилиндрическую обшивку длиной 10 м. Килеватость днища в этом районе составляет около 9°, а в носовой части — 40° (рис. 155). В кормовой части на днище имеется клиновидный в плаве редан высотой в ДП 62,5 мм.

Общее расположение

Схема общего расположения теплохода «Чайка» показана на рис. 156. Корпус теплохода разделен по длине семью поперечными переборками. Форпиковая переборка в пределах высоты надводного борта, переборка машинного отделения на 46 шп. до высоты 1000 мм от основной, а также переборки топливного отсека выполнены непроницаемыми. В районе от носа до 2 шп. расположен форпик. В форпике размещено якорное устройство. Доступ в форпик осуществляется через горловину в переборке на 2 шп.

В районе 2—9 шп. находится ходовая рубка, в которой размещены рулевой пост, пульты дистанционного управления теплоходом и его машинной установкой, якорная лебедка. Вход в рубку осуществляется через дверь в переборке на 9 шп. Между 9 и 11 шп. расположен тамбур с выходами на оба борта, через которые производится посадка и высадка пассажиров (рис. 157). В районе 11—42 шп. размещается пассажирский салон на 30 мест, имеющий два выхода: один в носу, другой — в корме (рис. 158). В районе 42—46 шп. расположены: с правого борта — туалет, с левого — бак с запасом питьевой воды, по ДП — аккумуляторы в непроницаемой выгородке над трапом. Трап служит для посадки и высадки пассажиров на тентовую палубу в случае швартовки теплохода к высоким дебаркадерам.

В районе 46—56 шп. находится машинное отделение, вход в которое осуществляется через брызго- и звуконепроницаемую дверь в переборке на 46 шп. Для выема двигателя в тентовую палубу теплохода предусмотрен специальный люк. В районе 56—58 шп. размещен топливный отсек, доступ в который осуществляется через горловину в тентовой палубе. Ахтерпик расположен в районе 60 шп., где размещено рулевое устройство и силовые гидроцилиндры реверсивно-рулевого устройства водометного двигателя.

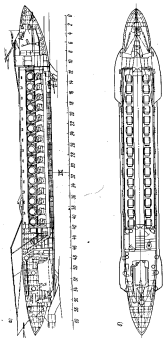


Рис. 156 Схема общего расположения теплохода «Чайка»: а — продольный разрез; б — план.



Рис. 157. Входной люк технического «Чайки».



Рис. 158. Пассажирский салон теплохода «Чайка» (вид в нос).

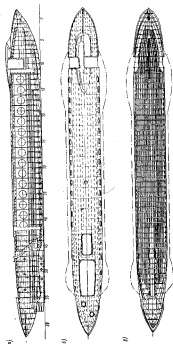


Рис. 159. Конструктивные схемы корпуса и надстройки теплохода «Чайка»: а — продольный разрез; б — план верхней палубы; в — план днища.

Конструкция корпуса

Корпус теплохода «Чайка» изготовлен из дюралюминия марок Д16 и Д16АТ. Для отделяемых узлов и деталей применен сплав АМг-61. Все детали из дюралюминия и цехов повышения

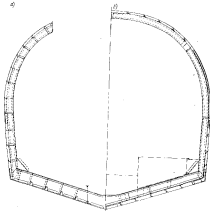


Рис. 160. Модель-изготовит теплохода «Чайка»: а — в районе МО; б — в районе пассажирского салона.

коррозийной стойкости оксидированы электрохимическим способом, а детали из стали оцинкованы и в местах соприкосновения с алюминиевыми конструкциями изолированы прокладками из биса на цинковых бетлах. Конструкция корпуса теплохода — клепаная. Отдельные узлы конструкции, изготавливаемые из алюминоманганистых сплавов (толщина цистерн, форштевень и др.), выполнены сварными при помощи аргонодуговой сварки.

Конструктивная схема корпуса и надстройки теплохода «Чайка» показана на рис. 159, 160. Система набора корпуса теплохода — смешанная. Продольный набор по днищу, борту и палубе состоит из перерезанных ребер жесткости Z-образного профиля, карлингсов и бортовых стрингеров. Поперечный набор по всей длине теплохода состоит из рамных шпангоутов, установленных на свободную полку продольных ребер жесткости и соединенных с ними заклепками. В районе 45—56 шп. и от 9 шп. в нос нижние ветви шпангоутов доведены до обшивки днища и соединены с ней угольниками. В остальных районах шпангоуты соединены с обшивкой местными коротышками из Z-образного профиля. Все продольные ребра жесткости присоединены к поперечным переборкам киляшки, обеспечивающими непрерывность ребер. Размер шпация составляет: от носа до 9 шп. — 350 мм, в районе 9—11 шп. — 400 мм, в районе от 11 шп. до кормы — 415 мм и в районе 11—42 шп. на тековой палубе (по длине пассажирского салона) — 830 мм.

В местах присоединения к корпусу кронштейнов стоек носового и кормового подводных крыльев по днищу установлены дополнительные местные кильсоны и поперечные брашеты, к которым болтами крепятся кронштейны. Для подкрепления мест присоединения болтов установлены силовые башмаки из сплава АМг-61, которые крепятся к стенке кильсона болтами. Слань в машинном отделении сделана съемной из дюралюминиевых рифленых листов толщиной 2 мм. В пассажирском салоне она состоит из съемных щитов, выполненных из пенопласта, армированного фанерой.

Кормовой стабилизатор, установленный на тековой палубе, изготовлен из дюралюминиевых листов толщиной 0,8 мм и ребер жесткости — из угольников размером 15×15×1,5 мм.

Изоляция, покрытие, отделка, окраска и оборудование помещений

Пассажирский салон и рубка изолированы по бортам, переборкам и подволоку теплоизоляционным материалом марки ВТ-4С. Толщина изоляции подволоки — 20 мм, бортов и переборки — 15 мм. Изоляционный материал наклеен на металл клеем марки АМК-1.

Машинное отделение изолировано по бортам и подволоку звукоизоляционным материалом марки ВТ-4С. Конструктивно изоляция выполнена двойной с воздушным промежутком. Один слой изоляции толщиной 20 мм наклеен непосредственно на металл, второй слой (также толщиной 20 мм) наклеен на перфорированные листы из дюралюминия толщиной 0,4 мм, которые крепятся винтами к рамному набору.

У поперечной переборки на 46 шп. на расстоянии 100 мм от нее со стороны служебного помещения имеется дополнительная звукоизолирующая переборка, изготовленная из дюралюминиевых листов толщиной 0,8 мм. Переборка крепится винтами к установленному по периметру дюралюминиевому Z-образному профилю. Поперечная переборка на 46 шп. изолирована со стороны туалета и тамбура теплоизоляцией толщиной 15 мм, нанесенной на переборку методом заполнения. Дополнительная переборка изолирована со стороны воздушного промежутка пенопластом марки ФС-7 толщиной 10 мм, наклеенным на металл клеи марки ЛК-1. В воздушном промежутке между слоями изоляции, нанесенными на 46-ю и дополнительную переборку, свободно подвешены стекломат толщиной 20 мм из звукоизоляционного материала марки ВТ-4С.

При обшивке помещений и на различные подделки применялся аль. Для отделки помещений использован аппанцованный паннол марки ПА и декоративный слоистый пластик марки ОНТ толщиной 2 мм. Подволоки пассажирского салона и рубки, борта и лонжероны переборки отделаны паннолом. Панель рубки до коматса и переборка на 9 шп. защищаются со стороны рубки по обрешетке декоративным слоистым пластиком. Стенки и пазы пластика и паннола заделываются раскладками из дерева. Пантусы в пассажирском салоне и рубке изготовлены из дюралюминиевых уголников размером 25хх25х2 мм. Пол в средней части пассажирского салона покрыт полихлорвиниловой пленкой, наклеенной на быстрорастяжные штыри из пенопласта.

Под креслами полихлорвиниловая пленка наклеена непосредственно на металл. В туалете пол и стены на высоту 150 мм покрыты герметиком марки ГЭН-150.

Весь металл корпуса и надстройки оксидирован электрохимическим способом и покрыт грунтом марки АЛГ-5. Подводная часть корпуса снаружи и внутри покрыта дополнительным слоем герметика марки ГЭН-150 (сушка производится при температуре 140°). Снаружи подводная часть корпуса окрашена эмалью марки СН-78. В декоративных аэллах подводная часть корпуса покрыта эмалью марки ПФ-67. Надводная часть корпуса, надстройка и рубка окрашены снаружи синими белыми.

Пассажирский салон оборудован тридцатью индивидуальными мягкими креслами автобусного типа, установленными у открывающихся иллюминаторов. Иллюминаторы пассажирского салона закрываются хлоропеновыми занавесками. В проходах между иллюминаторами установлены индивидуальные столики из пластика.

В ходовой рубке установлены: кресло (для водителя), откидной столик, шкаф для хранения карт и др.

Судовые устройства

Крыльцовое устройство теплохода «Чайка» состоит из носового и кормового устройств (рис. 161, 162 и 163). Носовое крыльцовое устройство включает основное крыло, стабилизатор и два глиссирующие закрылки. Крылья и стабилизатор крепятся к корпусу стойками при помощи болтов. К бортовым стойкам специальными болтами присоединены глиссирующие закрылки. Кормовое крыло крепится непосредственно к корпусу стойками при помощи болтов, а к водоизмернику во-

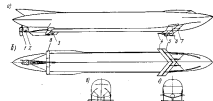


Рис. 161. Схема крыльцового устройства и выступивших частей теплохода «Чайка»: 4 — вид с борта; 6 — вид на левый; 8 — вид на нос; 2 — вид на корпус.

1 — привлекательное устройство; 2 — выкатывающийся; 3 — стойка бортовой кормового крыла; 4 — кормовое крыло; 5 — носовое крыло; 6 — стойка бортовой носового крыла; 7 — стойка движителя носового крыла; 8 — кормовое крыло.

дометного движителя — фланцами посредством аргоно-дуговой сварки. Носовое крыло, стабилизаторы и стойки носового крыльцового устройства изготовлены сплошными из дюралюминиевомагниевого сплава марки АМг-61. Стойка кормового крыла и само крыло также выполнены сплошными из сплава марки В48-4.

Теплоход снабжен одним носовым якорем весом 25 кг (система Матросова). В качестве якорь-цепи применен стальной трос диаметром 6,2 мм и длиной 40 м. Непосредственно к якорю прикреплена цепь калибром 8 мм и длиной 5 м. Общая длина якорного троса равна 45 м. Подъем якоря осуществляется ручной якорной лебедкой, установленной в рубке у форшкотов переборки. Лебедка имеет рукоятку для выбирания троса, храповый механизм и дисковый фрикционный тормоз. Технические характеристики лебедки:



Рис. 162. Теплоход «Чайка» из сплава.
Носовое крыло.



Рис. 163. Подъем теплохода «Чайка». Вид на кормовое крыло и водометный движитель.

Тяговое усилие, кг	
на барабан	250
на рукоятке «миссильной»	30
Скорость, выбранная прова, м/мин	2,7

Теплоход оборудован двумя индивидуальными системами рулевого устройства: носовым рулевым устройством и реверсивно-рулевым устройством водометного движителя. Носовой руль установлен за диаметральной стойкой носового крыла и крепится к фланцу баллера и диаметральной стойке крыла. Полная площадь его составляет 0,223 м². Рабочая площадь при ходе на крыльях равна 0,16 м². Руль выполнен сплошным толщиной 25 мм из листа алюминиймагниевого сплава марки АМг-61. Перекладка носового руля осуществляется гидравлической системой из рулевой рубки посредством гидравлической машинки и силовых гидроцилиндров, механически связанных с баллером руля. Перекладка створок реверсивно-рулевого устройства водометного движителя производится электрогидравлической системой управления.

Управляющая электрическая система связывает находящиеся в рубке кнопки управления с электростанциями-машинными ГЭ-164, которые гидравлически соединены с исполнительной гидросистемой. Исполнительная силовая гидросистема состоит из гидронасоса марки 465К, навешенного на главный двигатель, гидравлического бака холодильника, фильтра тонкой очистки типа ФГПС, клапана автоматической разгрузки насосов, гидроаккумуляторов, силовых гидроцилиндров, насосной станции. Рабочей жидкостью в силовой гидросистеме служит авиационная гидросмесь АМг-10.

Теплоход «Чайка» снабжен капроновыми швартовными канатами диаметром 18 мм, общей длиной 50 м. Канаты хранятся в специальных ящиках, выгноренных в переборке на 9 шт. и в продольной переборке в районе 42—46 шт. Для швартовки установлены, кроме того, двухтумбовые крестовые кнехты: четыре на носовых обносах (по два с каждого борта) и два на тепловой палубе в корме, в районе 44—45 шт. Кнехты изготовлены сварными из алюминийного сплава марки АМг-61.

Подъем теплохода на стенку производится за «пуповицы», установленные по бортам в носовой и кормовой оконечностях судна (рис. 163).

Дальние вещи

Для приема и установки двигателя в машинном отделении имеется люк размером в свету 1300×2900 мм, снабженный съемной водонепроницаемой крышкой с резиновой уплотнительной прокладкой по контуру. Задранивается люк из машинного отделения при помощи откидных задрачек. Люк эластического

выхода на тенцовую палубу (размером в свету 800×1660 мм) снабжен едижной металлической крышкой, которой он закрывается в случае непогоды.

Горловина овальной формы, предназначенная для доступа в форпик, находится на переборке 2 шп., имеет размер в свету 320×450 мм и снабжена съемной брызгозащитной крышкой. Горловина для доступа в толкающий отсек устройства в тенцовой палубе и снабжена непроницаемой крышкой. Размер этой горловины в свету составляет 320×450 мм. Горловины для доступа в хатерники имеют размер в свету 765×300 мм и снабжены съемными крышками с запором.

В пассажирском салоне установлены открывающиеся иллюминаторы диаметром в свету 580 мм, а в машинном отделении, туалете и кормовом тамбуре — глухие иллюминаторы диаметром в свету 300 мм. Эти иллюминаторы остеклены плексигласом толщиной 4 мм. Плексиглас установлен на резиновой уплотнительной прокладке и закреплен металлическими зажимами на ангтах. Окна в рубке также остеклены плексигласом толщиной 4 мм. Плексиглас закреплен алюминиевыми планками на винтах с уплотнен резинковыми прокладками. Любое стекло рубки изготовлено из трехслойного стекла «триплекс», которое установлено в дюралюминиевую подъемную раму на резиновой уплотнительной прокладке.

Двери в пассажирские салоны сделаны двустворчатыми, размером в свету 765×1725 мм. Рамы створок изготовлены из дерева. С наружной и внутренней сторон двери оклеены декоративным слоистым пластиком. Дверь в кормовую рубку размером 500×1500 мм (в свету 485×1485 мм) по конструкции аналогична дверям в пассажирский салон. Одностворчатая дверь в туалет имеет размер 500×1600 мм (в свету 485×1485 мм). Для обеспечения брызгозащитности и звукоизоляции дверь в машинное отделение изготовлена металлической двустворчатой размером в свету 530×1030 мм. Толщина металлических листов равна 1,5 мм, общая толщина двери — 100 мм. С внутренней стороны обеих створок наклеен выхлопост марки ФС-7 толщиной 10 мм и в просвете подвешена звукопоглощающая изоляция из материала марки ВУ-4С толщиной 25 мм. Дверь снабжена резиновыми уплотнителями и задорками.

Посадочные трапы в носовом тамбуре имеют ширину 900 мм. Ширина и высота ступеней трапа равна 230 мм. Трап запасного выхода на тенцовую палубу имеет ширину 800 мм и установлен под углом 55° к палубе. Ступени трапа шириной 250 мм изготовлены из листов сплава АМг-61. На теплоходе предусмотрены спасательные надуватели (16 шт.) и два спасательных круга (один с леем). Спасательные надуватели размещены

в рубке (два) и в пассажирском салоне под банкеткой, в районе 38—41 шп. по левому борту и в районе 24—26 шп. по правому борту.

В качестве противопожарных средств на теплоходе «Чайка» имеются три огнетушителя марки ОУ-2 и четыре огнетушителя марки ОП-5. Кроме того, теплоход укомплектован набором противопожарного оборудования, состоящего из парусиновых ведер и кошачьих.

Судовые системы

Осушение трюмов обеспечивается ручным осушительным насосом марки РН-20 производительностью 1,2 м³/час, установленным в машинном отделении и снабженным гибким рукавом диаметром 20 мм, длиной 5 м с приемной сеткой на конце. Вода удаляется за борт по отливному трубопроводу, изготовленному из алюминиевых труб. Откачка воды производится только из машинного отделения и из отсека в районе 42—46 шп., куда она поступает из носовых отсеков через спусковой клапан, установленный в переборке на 11 шп., и выходы в переборках на 9 и 42 шп.

На теплоходе «Чайка» имеется система естественной и искусственной вентиляции помещений. Естественная вентиляция достигается за счет скорости напора отсечного потока воздуха. Для этой цели используются адувные теплооттепозоры, иллюминаторы и окна в рубке, вытяжные решетки в нижней части дверей. Вдувные теплооттепозоры в пассажирском салоне установлены над креслами. Общая площадь адувных теплооттепозоров в салоне составляет 0,31 м². Естественная вентиляция машинного отделения достигается за счет подсоса свежего воздуха через воздухозаборники нагнетателем наддува при работе главного двигателя.

Искусственная вентиляция пассажирского салона во время стоянки судна осуществляется двумя вентиляционными головками с установленными в них электровентиляторами производительностью 1800 м³/час. Головки размещены на тенцовой палубе в районе 23 и 31 шп. Вдувной электровентилятор марки ДВ-1К производительностью 700 м³/час обеспечивает искусственную вентиляцию машинного отделения. Вентиляция аккумуляторного шкафа осуществляется через приточную решетку и вытяжную головку типа ЦАГИ ДУ-50, установленную на тенцовой палубе.

На теплоходе предусмотрено водяное отопление пассажирского салона, кормового тамбура, туалета и рубки (используется тепло внутреннего контура системы охлаждения главного двигателя). Циркуляция воды в системе происходит под действием давления во внутреннем контуре системы

охлаждения главного двигателя. Тепло отводится при помощи грелок, конструктивно выполненных в виде труб с пластинками толщиной 0,4 мм из алюминиевого сплава. Чтобы предотвратить замерзание системы отопления в холодное время года, для ее осушения применяются насосы типа ЭЦН-104.

На стонке ходовая рубка отапливается электросетевой типа ГС-1000 напряжением 220 в; питание предусмотрено от береговой сети. Для подогрева воды перед запуском главного двигателя устанавливаются два электронагревателя типа ЭН-1500 напряжением 220 в.

Санитарная система состоит из систем мытьевой и питьевой воды. В нее входит санитарный электронасос марки ЭЦН-104, пневмоцистерна с указателем уровня и манометре типа РДК-57, а также трубопровод с арматурой. Пневмоцистерна имеет рабочий объем 6 л. Интервал давлений в подводящем трубопроводе составляет 0,5—1,2 кг/см². К умывальнику подается сырая питьевая вода. Вода хранится в расходном баке емкостью 60 л. На сырок унитазы при ходе на крыльях подается заборная вода от внешнего контура трубопровода охлаждения главного двигателя. Во время стоянки судна для подачи воды используются электронасосы марки ЭЦН-104 и пневмоцистерна. Насос включается и выключается автоматически от манометра, установленного на пневмоцистерне. Пневмоцистерна, трубопровод и арматура выполнены из алюминиевых сплавов (соединение труб — дюритовое).

Система питьевой воды состоит из переносного бака емкостью 25 л и сливного трубопровода, выведенного за борт. Трубопровод выполнен из алюминиевых труб (соединение труб — дюритовое). Запас питьевой воды пополняется с берега.

Сточно-фановая система включает унитаз с педальным приводом, умывальник, фекальную цистерну емкостью 100 л, захлопку с автоматическим устройством для закрытия, омователь, унитазный патрон и трубопровод с арматурой. Удаляя сточные воды из фекальной цистерны осуществляется на стальных очистках через фановый трубопровод самотеком за борт или по специальному трубопроводу, оборудованному унитазным патроном. Выключение отсростки на кожане фанового трубопровода закрывается захлопкой, оборудованной как ручным, так и автоматическим приводом. Предусмотрено фиксирование рычага захлопки в закрытом положении и его опломбирование при проходе судном зон строгого санитарного режима. Автоматическое отпирывание захлопки производится при выходе теплохода из крылья, а закрытие — при переходе его в водоизмещающее состояние. Автоматическое отпирывание и закрытие захлопки осуществляется гидродинамодом, механически соединенным с рычагом захлопки. Работой гидродинамода управляет трехпозиционный электрокран-манипулятор марки

ГА-164, имеющий электрическую связь с конечным выключателем, установленным на корпусе ресер-муфты главного двигателя. Конечные выключатели отрегулированы так, что при положении рычага газа, которому соответствует более 1000 об/мин гребного вала, захлопка открывается, а при менее 1000 об/мин захлопка закрывается.

Сливовая установка

В качестве главного двигателя на теплоходе «Чайка» установлен дизель марки М50Ф-3 правой модели. Характеристики двигателя аналогичны приведенным в описании предыдущих судов.

Топливоснабжающая система двигателя состоит из труб, фильтра грубой очистки, агрегата предварительной прокатки, аварийно-резервного ручного прокачивающего насоса марки РН-20 и арматуры. Топливо подается к двигателю из цистерны, расположенной в кормовой части судна. Цистерна оборудована датчиком указателя уровня, горючинной приема топлива, вентиляционной трубой с огненным предохранителем, а также расходной и спусковой арматурой. Для выкачки топлива из цистерны через палубную ступку используется ручной прокачивающий насос марки РН-20. Трубопровод и арматура выполнены из алюминиевого сплава (соединение труб — дюритовое).

Масляная система двигателя состоит из расходного бака емкостью 110 л, двух парных фильтров (один пара установлена непосредственно в расходном баке, а второй на выходе из двигателя), регулятора температуры масла, подомасляющего холодильника марки МХД-4, агрегата предварительной прокатки масла, аварийно-резервного ручного прокачивающего насоса марки РН-20, запорной, регулирующей арматуры и дистанционных указательных приборов давления и температуры. Масляный бак оборудован указательной колонкой, датчиком дистанционного указателя уровня, вентиляционной трубой с огненным предохранителем, карманным датчиком температуры в рабочей трубой с горючинной заливкой. Для слива отработанного масла из двигателя служат сливной трубопровод, снабженный запорным краном. Масло сливается в цистерну по дюритовому шлангу. Трубопровод масляной системы выполнен из труб алюминиевого сплава (соединение труб — дюритовое).

С целью обеспечения дистанционного запуска двигателя на судне установлена система сжатого воздуха. Система состоит из труб, приводного от вала насоса компрессора марки К2-150, двух баллонов емкостью по 40 л каждый, рассчитанных на рабочее давление до 150 кг/см², контрольно-измерительной,

предохранительной, запорной и пусковой арматуры. Пуск двигателя производится из рубки при помощи дистанционного управления электропневмоустройством. Кроме того, предусмотрен пусковой клапан на случай ручного пуска двигателя из машинного отделения. Магистральный трубопровод сжатого воздуха изготовлен из стальных труб, а трубы продувания и трубы в манометран — из медных. Соединение труб — штуцерно-винтовое.

Газовымасляной трубопровод обеспечивает отвод отработанных газов от двигателя. Трубопровод состоит из тройника, объединяющего газовыпускные тракты обоих коллекторов двигателя, трубопровода с компенсаторами. Для глушения шума выхлопа и для охлаждения газовыпускного трубопровода используется забортная вода, впрыскиваемая в газовую полость тройника. Трубопровод выполнен из листов алюминиевого сплава, а тройник — из листов нержавеющей стали.

Система охлаждения двигателя состоит из трубопровода забортной воды (внешний контур) и трубопровода пресной воды (внутренний контур). Трубопровод забортной воды обеспечивает забортной водой двигатель, компрессор и систему жидкой воды судна. Забортная вода поступает из основной части водометного движителя через фильтр. Слив воды производится через два отдельных коллектора и газовыпускной трубопровод. Движение забортной воды в магистрале обеспечивается помпой забортной воды, навешенной на двигатель, и скоростью напора при работе водометного движителя. Забортная вода, проходя по магистральному приемному трубопроводу через водяной и масляный холодильники, охлаждает воду внутреннего контура к маслу.

Трубопровод пресной воды предназначен для отвода тепла от двигателя. Вода внутреннего контура может поступать к входу пресной воды главного двигателя через холодильник ВХД-5-1 или же минуя его. Регулировка направления циркуляции воды осуществляется автоматически при помощи термостата, установленного перед холодильником. Заполнение системы пресной воды производится из расширительного бака емкостью 30 л. Бак оборудован водоуказательным стеклом. Выходящий и входящий трубопроводы пресной воды двигателя имеют карманы для установки датчиков дистанционных термометров. Трубопровод охлаждения выполнен из алюминиевых труб. Присоединение труб к двигателю — фланцевое. Для соединения труб между собой и присоединения их к арматуре используется сварочное соединение.

Дистанционный пост управления главным двигателем расположен в рубке. На посту размещаются рычаги управления двигателем, пусковые кнопки и контрольно-измерительные приборы (рис. 164). Для контроля за нормаль-

ной работой главного двигателя установлены два приборных щита: один в машинном отделении, другой — в рубке. На щите в рубке размещены следующие приборы:

- электротактометр для замера числа оборотов двигателя;
- манометр давления топлива, поступающего в топливный насос;
- манометры давления масла в магистрали двигателя и гидросистеме;



Рис. 164. Пост управления в ходовой рубке теплохода «Чайка».

термометры дистанционные для замера температуры выходящей и входящей пресной воды, исходящего и входящего масла;

- манометр давления пускового воздуха;
- указатели уровня топлива и масла.

На приборном щите в машинном отделении размещен электротактометр для замера числа оборотов главного двигателя, манометр давления масла в главном двигателе, манометр давления топлива, поступающего в топливный насос, указатели температуры масла и воды. Для контроля за работой компрессора предусмотрены манометры давления воздуха первой, второй и третьей ступеней. Управление реверсом и подачей топлива главного двигателя осуществляется дистанционно из рубки при помощи гидравлической системы. Система управления состоит из цилиндров-датчиков, расположенных в рубке, цилиндров-исполнителей, установленных на главном двигателе,

заправочного бака, снабженного запорными вентилями, трубопровода и арматуры. Трубы гидросистемы выполнены из нержавеющей стали марки Х18Н19Т.

Вопровод, движитель и реверсивно-рулевое устройство

В качестве движителя на теплоходе установлен водометный движитель (рис. 165). Водометный движитель состоит из следующих основных узлов: водозаборника, насосной части, сошла и реверсивно-рулевого устройства.

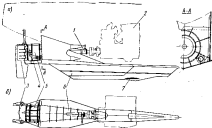


Рис. 165. Система водометного движителя теплохода «Чайка»: а — вид сверху; б — вид сбоку.

1 — водозаборник; 2 — насосная часть; 3 — реверсивно-рулевое устройство; 4 — труборезная часть; 5 — насосная часть; 6 — сопло; 7 — корпус сопла.

Водозаборник, являющийся одновременно средней стойкой кормового крыла, выполнен из алюминий-магниевого сплава марки АМг-61 в виде трубы переменного сечения с шестигранным изломом отрезком (размером 120×280 мм), переходящим в виде основной длины корпуса в цилиндр с внутренним диаметром 480 мм. Носовой окончность выступающей ниже днища части водозаборника имеет плавный изогнутый профилированный обтекатель, предназначенный для уменьшения сопротивления воды движению судна. В водозаборнике вварен внутренний обтекатель вала движителя, выполненный из алюминий-магниевого сплава марки АМг-61, с дейдундой трубой и шестью направляющими

лопатками, установленными в районе кормового фланца водозаборника, предназначенный для улучшения затекания потока воды на первую ступень ротора. С помощью приваренных к водозаборнику фланцев и ребер последний соединяется с днищем, транцем и шпангоутами машинного отделения на закладках. Полости внутреннего и внешнего обтекателей заполнены вспенивающимся пенополиуретаном марки ПУ-3. Водозаборник снабжен защитной решеткой, состоящей из продольных профилированных ребер, установленных по направлению потока, и поперечных лопаток, а также носового фланца и кормовой коробки, выполненных сварными из нержавеющей стали марки Х18Н19Т. Решетка, соединяемая с водозаборником болтами (на носовом фланце и кормовой коробке), защищает насосную часть водометного движителя от попадания в нее посторонних предметов.

Насосная часть водометного движителя представляет собой осевой трехступенчатый насос, состоящий из ротора и трех спрямляющих аппаратов. Ротор движителя включает вал, выполненный из стали марки 45, с диаметром шеек 80 мм и три рабочих колеса (ступени), крепящиеся к ступице, посаженной на вал, болтами. На фланцах ступицы предусмотрены центрующие проточки. Материал ступицы — Ст. 3. В местах расположения опорного подшипника и гальванки дейдунда на валу имеются рубашки, выполненные из нержавеющей стали марки Х18Н19Т. Опорами ротора служат: опорный резин-металлический подшипник, расположенный в корпусе сошла, и упорный шарикоподшипник, смонтированный в реверсивной муфте двигателя, воспринимающий упор от водометного движителя и допускающий величину упора до 4000 кг.

Вал ротора соединяется с фланцем реверс-муфты главного двигателя при помощи фланцевой муфты. Угол наклона линии вала к основной линии равен 3°30'. Ступени ротора выполнены сварными из нержавеющей стали марки Х18Н19Т и имеют следующие параметры:

Диаметр D_1 , мм	647
Диаметр D_2 , мм	634
Шаг $(D_1 - D_2) \cdot n$, мм	0,6
Расстояние от центра $(D_1 - D_2) \cdot n$	1
Количество лопаток $(D_1 - D_2) \cdot n$	16
Направление вращения	Левое

Спрямляющие аппараты предназначены для раскрутки потока за рабочими колесами (ступенями) ротора. Конструктивно каждый спрямляющий аппарат выполнен из двух осевых шпандрических ободков, соединенных спрямляющими лопатками посредством сварки. Ободки и лопатки спрямляющих аппаратов изготовлены из нержавеющей стали марки Х18Н19Т.

Элементы спрямляющего аппарата

Внутренний диаметр внешней оболочки D_1 , м	0,48
Внутренний диаметр внутренней оболочки (ступень)	0,24
Количество лопаток ($Z_1=Z_2$)	24

Сопло водометного двигателя имеет поджатие

$$\frac{S_{\text{сопл}}}{S_{\text{ж.с}}} = 0,4,$$

где $S_{\text{ж.с}}$ — площадь живого сечения ротора.

Конструктивно сопло представляет собой две соосные конические оболочки, соединенные при помощи сварки лопатками встроенного в него спрямляющего аппарата. Оболочки выполнены из вертикальной стали марки Х18Н10Т. В корпус сопла расположен острый резной-металлический подпятник. Связка подпятника осуществляется водой, поступающей из полости сопла по двум трубкам а кольцевую проточку подпятника.

Торцы наружной оболочки сопла снабжены фланцами с центрирующими проточками для соединения со спрямляющим аппаратом II ступени и коробкой реверсивно-рулевого устройства. Площадь выходного сечения сопла регулируется сменным внутренним и внешним обжимающими кольцами, позволяющими получать оптимальную площадь выхода. Кольца выполнены из алюминиймагниевого сплава АМг-61 и крепятся к соплу болтами, установленными на паронитовых прокладках. Наружней оболочке сопла смонтирована также коробка с патрубком $d_2=50$, по которому вода из сопла под действием скоростного напора поступает в систему охлаждения главного двигателя.

Вал двигателя имеет дейдвудный сальник, который соединяется с вальным концом дейдвудной трубы дюрнитовой муфтой. Во избежание протекания воздуха по валу к ступени ротора сальник снабжен гидрозатвором, вода в который поступает из системы охлаждения через фильтр тонкой очистки под давлением 1,5—2 атм.

Реверсивно-рулевое устройство теплохода «Майк» состоит из коробки, реверсивно-рулевых пластин и водопода реверса. Коробка выполнена сварной из алюминиймагниевого сплава марки АМг-61 и представляет собой в плане комбинацию незамкнутого прямоугольника и равнобедренного треугольника с углом в вершине, равным 135° . Нижняя часть коробки плавно переходит в водопод реверса, который образован ленточным рычажком, расположенным заводом к днищу, параллельным ему верхним листом и двумя вертикальными крошечными полосками, при помощи которых струя реверса разбивается на две бортовые. Водопод выполнен сварным из сплава марки АМг-61.

Реверсивно-рулевые пластины (створки) изготовлены из сплава марки АМг-61 в виде балансирных рулей; верхняя часть которых при ходе на крыльях омывается струей воды, выбрасываемой водометом, а нижняя — набегающим потоком. Суммарная площадь нижней части створок (ниже днища корпуса) равна $0,315 \text{ м}^2$. Рабочая площадь (погруженная в воду) при ходе

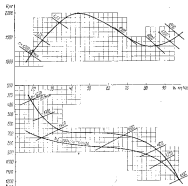


Рис. 166. Паспортные диаграммы водометного двигателя теплохода «Майк».

на крыльях составляет $\sim 0,16 \text{ м}^2$. Каждая створка крепится к двух опорам. Верхней опорой является баллер, приваренный к подпятнику, который крепится к корпусу на резной прокладке. Нижней опорой служит петля, выполненная из стали марки Ст. 3. Петля крепится к створке и коробе болтами на прокладке из стеклоткани с эпоксиной смолой.

Перекачка створок осуществляется электрогидравлической системой управления. На переднем ходу створки перекачиваются синхронно. Время перекачки на переднем ходу с борта на борт (70°) составляет 12 сек. При реверсировании створки реверсивно-рулевого устройства являются тормозными

устройством теплохода. Проведенные испытания показали: когда створки закрыты на максимальной скорости ~ 97 км/час (при одновременном сбрасывании оборотов главного двигателя до $n = 1100 + 1200$ об/мин), длина тормозного участка равна 120—130 м. Задний ход теплохода обеспечивается закрытием створок реверсивно-рулевого устройства (спирки сводится к ДП), в результате чего струя по изводу реверса выбрасывается в направлении носа судна. Максимальная скорость заднего хода составляет 8 км/час. Управление на заднем ходу осуществляется путем открывания соответствующей створки реверсивно-рулевого устройства на угол 7—8° от положения «реверс».

Паспортная диаграмма водометного движителя теплохода приведена на рис. 166.

Электрооборудование

Электрооборудование теплохода «Чайка» работает на постоянном токе напряжением 24 в. Система канализации электроэнергии выполнена однопроводной (корпус используется в качестве обратного провода). Источниками электроэнергии на теплоходе являются: две кислотные батареи типа БСТК-180, каждая напряжением 12 в, емкостью 180 а·ч при 20-часовом разряде (для получения напряжения 24 в аккумуляторные батареи соединены последовательно), а также генератор типа ГСК-1500 (мощностью 1000 ат, напряжением 27 в), вращаемый на главный двигатель.

Система распределения электроэнергии на теплоходе — фидерная. Электроэнергия от генератора и аккумуляторных батарей поступает к потребителям через главный распределительный щит, устанавливаемый в машинном отделении. От главного распределительного щита получают питание следующие потребители:

- электроосветлитель машинного отделения;
- электродвигатель санитарного насоса;
- панель с электроаппаратурой (в рубке), светильники нормального и дежурного освещения машинного отделения, прохода и салона;
- электродвигатель агрегата прокачки главного двигателя;
- электродвигатель насоса системы отопления.

Питание прожектора, сигнальных и отличительных огней, контрольных электроприборов и звуковой сигнализации осуществляется от распределительного щита через панель с электроаппаратурой в рубке. Согласно схеме коммутации распределительного щита предусмотрено:

- питание всех потребителей судна от аккумуляторных батарей;
- параллельная работа генератора марки ГСК-1500 с аккумуляторной батареей;

питание части потребителей (дежурного освещения, сигнальных-отличительных огней) от сети переменного тока напряжением 220 в через трансформатор 220/24 в и зарядка аккумуляторной батареи от береговой сети переменного тока напряжением 220 в через специальное зарядное устройство.

Для защиты фидеров от токов короткого замыкания и перегрузки предусмотрены тепловые автоматы типа АЗС. Защита генератора марки ГСК-1500 от обратного тока обеспечивается регуляторными коробками типа РК-1500. Генераторы защищены от тока короткого замыкания плавкими вставками на распределительном щите. Работа генератора типа ГСК-1500 регулируется коробкой марки РК-1500. Для контроля за работой генератора и аккумуляторной батареи на главном распределительном щите и на панели с электроаппаратурой установлены амперметры и вольтметры. Канализация тока электрических сетей осуществляется проводами марок КНР и ДПРГС, РМ.

На судне имеется ряд электроприводов. Электропривод санитарного насоса состоит из электродвигателя марки Д-100С (напряжением 24 в, мощностью 100 ат), контактора, реле и миллиамперного реле. Включение и выключение электродвигателя производится автоматически — используется манометрическое реле. Привод масла- и топлиноподающего агрегата осуществляется электродвигателем типа МПБ-53 (напряжением 24 в, мощностью 200 ат) при помощи контактора типа КМ-200Д и пусковых кнопок. Электродвигатель включается в сеть непосредственно через контактор типа КМ-200Д из ходовой рубки и машинного отделения.

Для вентиляции машинного отделения на судне установлен электроосветлитель типа ДВ-1К мощностью 700 м/час с приводным электродвигателем номинальной мощностью 650 ат, 6500 об/мин и напряжением 27 в. Пуск и остановка электродвигателя производится с распределительного щита при помощи автоматического выключателя типа АЗС. Аварийное выключение электроосветлителя предусмотрено с панели электроаппаратуры в рубке. Для вентиляции типа ВГН-24в предусмотрены для вентиляции салона. Пуск и остановка их могут производиться с приборного щита в рубке и непосредственно в салоне у вентиляторов.

С целью обогрева рубки во время стоянки судна у берега используются электрогрелки типа ГС-1000 напряжением 220 в. Для подогрева масла перед запуском главного двигателя (на стоянке судна) в расходном масляном баке установлен электронагреватель типа ЭН-1500 напряжением 220 в, мощностью 1500 ат. Вода перед запуском джеля подогревается двумя грелками типа ЭН-1500 напряжением 220 в (мощность каждой грелки 1500 ат). Включение и отключение электронагревателей производится выключателями на ГРЩ.

решетка, представляющая собой комбинацию продольных ребер и поперечных профилированных косынок, крепящихся к стенкам водозаборника к потайным болтам. К днищу и транцу кормовой надстройки корпус водозаборника крепится на закладках при помощи длинного и трапециевидного фланцев. Расположенная выше днища корпуса часть водозаборника подкрепляется ребрами жесткости, с помощью которых водозаборник соединяется на закладках с поперечным длинным набором корпуса.

В месте выхода вала в водозаборнике установлена труба дефлудра. В районе транца, на цилиндрической части трубы, выполнен кольцевой проточник шириной 150 мм. В эту проточку ставится наружное кольцо внутреннего обтекателя гребного вала. Водозаборник выполнен сварным из алюминиевого сплава марки АМг-61. Внутренний обтекатель гребного вала длиннее, обеспечивающий равномерность по диску потока, падающего на первую ступень ротора, представляет собой обтекаемое тело. Обтекатель выполнен из материала марки АМг-61 и смонтирован на трубе. Носовой конец трубы имеет конусную проточку, с помощью которой он расширяется в дефлудра трубе распорным конусом. В кормовой части внутреннего обтекателя смонтирован направляющий аппарат, 8 лопаток которого выверены и обточены внутреннего обтекателя и в оболочку, заканчивающуюся фланцем с центрирующей проточкой. Наружный диаметр оболочки проточки по размеру кольцевой проточки водозаборника. Полости внутреннего и внешнего обтекателя водозаборника, а также полости коробки на кормовом крене заполнены вспенивающимся пенополиуретаном марки ПУ-3.

Носовая часть водометного движителя представляет собой осевой двухступенчатый насос, включающий ротор и спрямляющий аппарат. Ротор движителя состоит из вала, посаженной на него ступицы и двух ступеней — рабочих колес. Вал наклонен к основной плоскости на угол 3°. Вал ротора выполнен из стали 45 с диаметрами рабочих шеек 80 мм. В местах установки опорного подшипника и сальника дефлудра на валу предусмотрены рубашки из нержавеющей стали марки Х18Н10Т. Опорами вала служат опорный резино-металлический подшипник, установленный в корпусе сопла, и упорный подшипник в реверсивной муфте двигателя. Упорный подшипник рассчитан на усилие до 4000 кг. Смазка опорного подшипника осуществляется водой, подаваемой в полость подшипника через две трубки из сопла.

Ступица ротора выполнена из стали марки Ст. 5 с кольцевыми центрирующими проточками под установку рабочих колес. Рабочие колеса левого вращения изготовлены из нержа-

вующей стали марки Х18Н10Т сварными. Характеристика колес приведена ниже:

Диаметр ротора D , м	0,62
« ступицы d , м	0,30
Шаг ступицы, мм	
H_1	0,60
H_2	0,45
Деловое отклонение θ	1,2
Число делов $(2z_1=2z_2)$	19

Рабочие колеса крепятся к ступице болтами.

Спрямляющий аппарат представляет собой две соединенные спрямляющими лопатками соседние оболочки, выполненные из нержавеющей стали марки Х18Н10Т посредством сварки. Торцы внешней оболочки заканчиваются фланцами, с помощью которых спрямляющий аппарат болтами крепится к фланцам водозаборника и сопла. Характеристика спрямляющего аппарата приведена ниже:

Диаметр трубы D , м	0,65
« ступицы d , м	0,30
Количество спрямляющих лопаток z	12

Силоп представляет собой две конические обечайки, соединенные двенадцатью лопатками. Она выполнена из нержавеющей стали марки Х18Н10Т и имеет два фланца по торцам, с помощью которых болтами соединяется со спрямляющим аппаратом и коробкой реверсивно-рулевого устройства. Внутри силоп смонтирован корпус широкого подшипника. Площадь выходного сечения сопла формируется двумя обжимающими кольцами — внутренним и внешним, выполненными из материала марки АМг-61.

Паспортная диаграмма водометного движителя теплохода «Беларусь-В» показана на рис. 168.

Для обеспечения нормальных маневренных качеств теплохода при ходе на крыльях и в подминающем режиме без реверсирования двигателя предусмотрено специальное реверсивно-рулевое устройство. Конструктивно оно представляет собой коробку, образованную из двух цилиндров, имеющих в нижней части карман — водовод резерва. Коробка смонтирована на фланце, с помощью которого она крепится болтами к соплу. На коробку насажены пеллы. Потайными болтами к ней крепятся реверсивно-рулевые плавники — створки. Коробка выполнена сварной из материала Ст. 3, створки — из сплава АМг-61. Створки погружены в воду на уровень кормового крала и омываются струей водометного движителя, а также набегающими на их нижние части потоком.

При движении на переднем ходу управление осуществляется синхронной перекладкой створок с помощью гидродвигателей гидротрансферной системы управления. Задний ход судна возможен в результате закрывания коробки сходящимися к ДП створками. В этом случае поток воды из двигателя через водо-

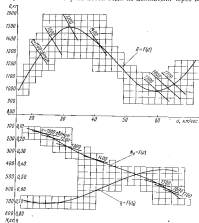


Рис. 168. Потребная диаграмма водометного движителя теплохода «Буревестник».

вод резерва выбрасывается в направлении носа судна под лопатки корпуса. Управление на заднем ходу осуществляется протирыванием соответствующей створки на угол до 8° от положения резерва. Части створок, опускаемые ниже днища, выполнены в виде балансирных рулей. Суммарная площадь реверсивных створок равна $0,314 \text{ м}^2$. Площадь погруженной при ходе на крыльях части створок равна $0,15 \text{ м}^2$.

5.25. ПАССАЖИРСКИЙ ГАЗОТУРБОХОД «БУРЕВЕСТНИК»

Пассажирский газотурбоход на подводных крыльях «Буревестник» предназначен для скоростных перевозок пассажиров на транзитных и местных линиях рек и водохранилища протяженностью до 500 км (рис. 169).



Рис. 169. Пассажирский газотурбоход на подводных крыльях «Буревестник». Скорость хода 55 км/час.

Основные данные и характеристики газотурбохода

Длина газотурбохода, м	43,2
Ширину, м:	
габаритная	7,4
корпуса	6,0
Высота корпуса с надстройкой, м	3,7
» габаритная (от осевой линии)	5,8
» габаритная от уровня воды при ходе на крыльях	7,0
Осадка габаритная, м:	
на ялду	2,0
при ходе на крыльях	0,6
Подъемная сила корпуса, т	39,86
Средняя осадка по корпусу при этом водоизмещении, м	0,51
Подъемная сила в полном грузу	65,6
Средняя осадка по корпусу при этом водоизмещении, м	0,69
Мощность главного двигателя газотурбинного, л. с.	2×2500
Эксплуатационная скорость хода на ялду, км/час	35
Дальность плавания по запасам топлива при эксплуатационной скорости, км	500
Пассажироемкость, чел.	150

Форма корпуса газотурбохода: форштевень имеет большой наклон; нос клиновидный с высоко поднятой скулой; корма в подводной части транцевая, в надводной — обтекаемой формы; днище калезатое с V-образными шпангоутами (рис. 170).

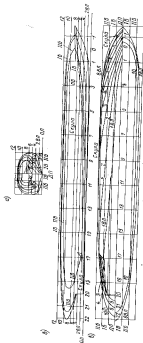


Рис. 170. Теоретический чертеж корпуса газотурболода «Буревестник»: а — корма; б — бок; в — носовая часть.

Основные коэффициенты теоретического чертежа газотурболода при полном водонавешении приводятся ниже:

Коэффициент общей водоизмещения	0,450
» водоизмещения	0,748
» водоизмещения	0,520

Общее расположение

На рис. 171 показана схема общего расположения газотурболода «Буревестник». Корпус ниже главной палубы разделен по длине двенадцатью водонепроницаемыми переборками на 13 отсеков.

Отсек № 1 — от форштевня до 0 шп. — представляет собой фортик. Доступ в отсек осуществляется через люк и полубака на носового салона. Отсеки № 2 (0—2 шп.), № 3 (2—5 шп.), № 4 (5—8 шп.), № 5 (8—11 шп.), № 6 (11—14 шп.), № 7 (14—17 шп.), № 8 (17—20 шп.), № 9 (20—23 шп.) и № 10 (23—26 шп.) — подпалубные. Доступ в них осуществляется через палубные водонепроницаемые люки. В отсеке № 4 (5—8 шп.) расположено рулевое устройство носового руля газотурболода. В отсеке № 10 (23—26 шп.) находится фекальная цистерна. Машинное отделение газотурболода размещается в отсеке № 11 (от 26 шп. до траверза на 34 шп. и сферической переборки в районе 32 1/2—35 шп.) по всей высоте судна. В отсеке № 12 (от сферической переборки до 37 шп.) расположено топливная цистерна. Переборками в ДП и на 35 шп. топливная цистерна делится на 4 части. Астербак находится в отсеке № 13 (от 37 шп. до кормовой оконечности надстройки).

В районе 0—6 1/2 шп. размещается носовой пассажирский салон на 38 мест. В районе 6 1/2—8 шп. по бортам расположены гардеробы. В средней части судна имеется выгородка, в которой находятся: шкиперская, радиоагрегатная УКВ станция, багажник, кладовая для личностей и места для огнетушителей. В районе 8—23 шп. размещается кормовой пассажирский салон на 112 мест. В носовой части салона в районе 9—10 1/2 шп. имеется основной посадочный трап. В выгородке под посадочным трапом расположены багажники. В кормовой части салона у переборки на 23 шп. по левому борту установлена буфетная стойка, отделенная от салона декоративной ширмой. В районе 23—26 шп. по левому борту размещены: проанализатор, агрегатная и санузел; по правому борту — каюта команды и санузел. В районе 23—26 шп. по ДП расположен трап запасного выхода. В выгородке под трапом установлены аккумуляторы батарей. В проходе между трапом и санузлом по левому борту предусмотрен шкаф пожаротушения машинного отделения и пожарный шкаф с ящиками, шлангами и пожарным рожек. Над этики шкафами расположены два шкафа для провизии, а над

стеллажом по левому борту — шкафу для инструментов и зачистей для электрооборудования. У входа в агрегатную на стенке выгородки 24 шп. имеется шкаф для прожектора на два места. В проходе по правому борту у 26-й переборки расположен главный распределительный щит, защищенный стеклянным кожухом. Между главным распределительным щитом и выгородкой каюты установлен стеллаж для спасательных кругов.

Ходовая рубка судна, полуотопленная в надстройку, размещена в районе 6—11 шп. На теневой палубе судна расположены: леерное ограждение, посадочный трап, отличительные огни, отмашка, сирена, яхты, антенна, воздухозаборник машинного отделения, вывостная насадка, шаровые краны и т. д.

Конструкция корпуса и материалы

Корпус газотурбохода «Буревестник» цельносварной. Надстройка клепаной конструкции выполнена с применением контактной сварки. Для корпуса и надстройки применялись следующие материалы: листовый материал и панели из алюминий-магниевого сплава марки АМг-61 для корпуса, листовый материал из дюралюминия марки Д16АТ для надстройки и профильные материалы из алюминий-магнелийных сплавов марки АМг-61 и дюралюминия марки Д16Т для корпуса и надстройки. Отдельные детали корпуса изготовлены из стали. Стальные детали оцинкованы. Настел сланей в машинном отделении и привального бруса изготовлен из рифленого дюралюминия марки ДРО.

Прочность газотурбохода обеспечена при ходе на крыльях с эксплуатационной скоростью на волнении с высотой волн до 1,2 м.

Корпус и надстройка газотурбохода набраны по продольной системе набора. Конструкция и размеры связей продольного и поперечного набора показаны на рис. 172 и 173. Обшивка днища в районе 3½—34 шп. выполнена из прососанных панелей толщиной 4 мм. Остальная часть обшивки корпуса изготовлена сваркой и подкреплена ребрами жесткости таврового сечения.

Главная палуба и надстройка, кроме района топливной цистерны, выполнены из панелей, сваренных контактной сваркой с ребрами жесткости Z-образного профиля. Продольный набор по дикту, бортам и палубам — составной, из ребер жесткости обшивки и балок набора таврового профиля. Поперечный набор по всей длине судна состоит из рамчатых шпангоутов, выполненных из двутавровых и швеллерных (балки палубы) профилей и установленных на продольные ребра жесткости. В местах соединения поперечного набора с продольными ребрами имеются концы. Все продольные ребра жесткости соединены с попереч-

ными переборками кницами, обеспечивающими непрерывность продольных связей.

Обшивка борта изготовлена из листов толщиной 3 мм, подкрепленных ребрами жесткости таврового профиля. Настел главной палубы выполнен из листов, сваренных с набором контактной сваркой и составленных в местах расположения поперечных переборок. Толщина листов настела составляет 2 мм, расстояние между продольными ребрами жесткости равно 200 мм. Поперечные водонепроницаемые переборки установлены на 0, 2, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 23, 26, 31½—35 (сферическая

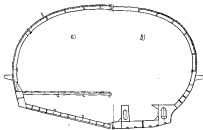


Рис. 173. Мачта-шпангоут газотурбохода «Буревестник»: а — в районе главной мачты; б — в районе МЭ.

переборка) и 37 шп. Переборки на 26, 31½—35 и 37 шп. доведены до теневой палубы. Другие поперечные переборки и выгородки, расположенные выше палубы переборок, изготовлены из тонких листов с ребрами жесткости Z-образного профиля.

Элементы корпуса соединены с помощью аргоно-дуговой сварки. Для соединения деталей теневой палубы применены контактные роликовые и точечная сварка. Монтажные швы теневой палубы выполнены клепаными. Фундаменты и подкрепления под главный двигатель (газовую турбину) изготовлены сварными из листового и профильного материала марки АМг-61.

По бортам газотурбохода на высоте 1600 мм от основной линии установлен привальный брус сварной коробчатой конструкции из листов алюминий-магниевого сплава марки

АМг-61 толщиной 2—3 мм и накладной полостью толщиной 6 мм. Хвостовая накладка на тентовой палубе выполнена из листов алюминия магнитного сплава толщиной 1—1,5 мм и набора.

Для изготовления ходовой рубки использованы листы из алюминия магнитного сплава толщиной 1,5 мм и балки Z-образного профиля.

Изоляция, покрытия, отделка и окраска

Пассажирские салоны и рубки изолированы по бортам, поперечным переборкам и подволоке теплоизоляционным материалом марки АТМ-1 (из супертекстного стекловолокна). Теплоизоляционный материал наклеен на металлическую поверхность корпуса клеем марки ВК-32-2. Машинное отделение изолировано звукопоглощающими пирамидами, изготовленными из диэлектрических перфорированных листов толщиной 0,8 мм, оклеенных с внутренней стороны звукопоглощающим материалом марки АТМ-1 толщиной 35 мм. Изоляция наклеена клеем марки ВК-32-2. Крышка люка в машинное отделение защищена изоляцией, состоящей из перфорированных листов толщиной 0,8 мм и звукопоглощающей изоляции из материала марки АТМ-1 толщиной 35 мм.

Поперечная переборка из 26 шп., разделяющая пассажирские помещения и машинное отделение, сделана двухстенной. Вторая стенка (защитная) изготовлена из диэлектрических листов толщиной 1,5 мм, расположенных на расстоянии 150 мм от основной переборки. Защитная крепится с помощью пеньков на резиновых прокладках к специальному поперечному кингпосту. Поперечная переборка и защитная с внутренней стороны оклеены пенопластом марки ПС-4 толщиной 30 мм с алюминиевой фольгой толщиной 0,2 мм. Пенопласт с фольгой приклеены к корпусу клеем марки ВНАМБ-3 с подслоем клея марки БФ-2. В воздушном промежутке между переборкой и защитной расположен слой звукопоглощающего материала марки АТМ-1 толщиной 35 мм.

Палуба в пассажирских салонах и каюте команды покрыта капроновыми коврами на резиновой основе, приклеивающимися по периметру калубы клеем марки 88-Н.

Участки палубы в кормовом тамбуре и рубке покрыты резиновыми коврами на резиновой резине толщиной 2 мм. Ковры на резиновой резине приклеены клеем марки 88-Н.

Для обстройки помещений и на различные подделки применена оль. Отделка помещений произведена авиационным панноном марки ПА и декоративным слоистым пластиком толщиной 2 мм. Подполоска салона, переборка и борта выше напелей краски окон закрыты панноном. Панель до окон отделана пластиком толщиной 2 мм по фактуре. Отделка кают, буфета и

рубки подобна отделке пассажирских салонов. Туалеты по борту, подволоке и продольной шпороде отделаны пластиком; поперечные переборки окрашены. Стыки пластика закрыты раскладками.

Подпалубная часть корпуса снаружи окрашена краской марки ЭПЦЭЛ по грунту марки ВЛ-02. Надпалубная часть корпуса и надстройки снаружи окрашены пектофталеовой эмалью марки ПФ-115 по грунту марки ВЛ-02.

Изнутри корпус загрунтован одним слоем фосфатирующего грунта марки ВЛ-02 и одним слоем фосфатирующего грунта марки ВЛ-023.

Оборудование помещений и дальние вещи

Пассажиры салоны оборудованы 150 мягкими креслами. Для размещения багажа пассажиры могут быть использованы багажные и шпороде под рубкой, а также гардероб в районе 6 1/2 шп. и выгородка под посадочным трапом.

Дежурная каюта команды на четыре человека оборудована одним мягким креслом, столиком, трезнистым диваном, шкафом с отделениями для одежды и личных вещей, шкаф-ванна, умывальником для одежды, зеркалом и вешалочницей.

На судне имеется буфет с открытой буфетной стойкой, со стеклянной полкой, подставкой полкой-столиком, застекленной тарировой, холодильником и двумя термосами. Буфетная стойка отделена от остальной части салона декоративной шпороде. Заготовочный буфет оборудован шкафом для сухой арматуры, электропаялкой, раковиной с двумя мойками для мытья посуды, электропаяльником, столом с выдвинутой доской, полками для тарелок и стаканов и урной для мусора.

Оборудование рубки включает: пульт управления, два кресла для водителя и механика, компас марки КИ-12, штурманский стол, осветитель, складной табурет, противоскользящие коврики, рушор, часы, пульт управления радиостанцией, пульт управления переключением устройств внутрисудовой связи. Кроме того, в рубке размещены: электромагнетон, термометр, ракета сигнала бедствия и др.

Для приема главных двигателей в тентовой палубе предусмотрен люк размером в свету 1600×4000 мм. На случай дательной стоек или пожара, крышка люка снабжена закрывающимся с помощью электропривода жалюзи. Крышка люка машинного отделения служит одновременно и воздухооборонным газовых турбин. В крышке люка машинного отделения устроен небольшой люк для выхода в машинное отделение. Размер этого люка 600×1000 мм.

Люк основного выхода на тентовую палубу (посадочный) расположен в нос от 11 шп. и имеет размер в свету 1100×

×1700 мм. Размер люка запасного выхода на тентовую палубу 800×1700 мм в свету. Этот люк снабжен двухстворчатой брызгозащитной крышкой. Люки для доступа в трюм (их диаметр 450 мм) имеют водонепроницаемые крышки, которые выполняются заподлицо с настилом главной палубы.

На полубаке в районе 0—(—1) шп. над якорной лебедкой размещается люк, обеспечивающий удобное обслуживание якорной лебедки. Крышка люка изготовлена одностворчатой на петлях и имеет уплотнительную резиновую прокладку по контуру и запирающее устройство. Для доступа в топливную систему предусмотрена горловина, расположенная на тентовой палубе по левому борту в районе 33 шп. Горловина выполнена газонепроницаемой. Ее размер в свету 360×410 мм. Самигачью этой горловины по правому борту в настиле тентовой палубы встроена вторая горловина для приема топлива. Горловина для доступа в актерик расположена на теде в ДП, в корму от 37 шп. и имеет размер 360×440 мм. В носовой части тентовой палубы и нос от 0 шп. в ДП находится люк аварийного выхода из носового салона размером 600×600 мм в свету, закрывающийся брызгозащитной крышкой на петлях.

Дверь, ведущая с главной посадочной площадки в салон, выполнена двухстворчатой размером в свету 1740×990 мм, имеет застекленную верхнюю часть и открывается из салона в посадочный тамбур. Дверь из салона в кормовой тамбур — одностворчатая, имеет размер в свету 1740×790 мм, застеклена в верхней части и открывается из салона в кормовой тамбур. Ведущая в рубку дверь имеет размеры 600×990 мм и выполнена из листов алюминиево-магниевого сплава марки АМг-61, сваренных с помощью контактной сварки. Дверь в пропеллерную — двустворчатая, размером 550×1830 мм, рамной конструкции. Со стороны салона дверь оклеена декоративным слоистым пластиком, а со стороны пропеллерной окрашена.

В районе 10—11 шп. под углом 55° к главной палубе установлен главный посадочный трап, имеющий ширину 1040 мм. Трап запасного выхода шириной 500 мм расположен в районе 25—26 шп., под углом 38,5° к главной палубе. Конструкция трапа — клепаная (на листовом дюралюминии марки Д16АТ). Ступеньки трапа запасного выхода имеют высоту 235 мм, а посадочного трапа — 220 мм. Ширина ступенек равна 250 мм. Ступеньки оклеены резиной толщиной 2 мм, а по кромке отделаны уголками. В районе 28—29 1/2 шп. установлен двухсекционный трап в машинное отделение шириной 600 мм, клепаной конструкции. Для прохода в носовую часть машинного отделения нижняя секция трапа может откидываться. На ступеньках трапа прикреплены рифленые полосы. Для доступа в тентовую палубу из обшивки носовой и кормовой части пилотубохода на обшивке бортов предусмотрены скобтрапы. Имеется также заборный

съемный посадочный трап, который хранится в районе 12—15 шп. на теде. Трап состоит из двух частей, каждая шириной 350 мм и длиной 3 м. Кроме того, на газотурбоходе предусмотрен легкий заборный трап, который напавает на обшивку и используется для посадки пассажиров в шлюпку.

Окна в кормовом пассажирском салоне выполнены с открывающейся верхней частью. В кормовом и в носовом салоне они остеклены плексигласом толщиной 6 мм с резиной по обшивке надстройки. Окна носового салона глухие, закреплены алюминиевыми планками на винтах с резиновыми уплотнителями. Для улучшения вентиляции салона в кормовой части оконных проемов монтированы откидывающиеся брызгозащитные фартуки. Окна рубки остеклены плексигласом толщиной 4 мм. Лобовое стекло, а также по одному боковому с каждого борта сделаны открывающимися. На передних стеклах, изготовленных из триплекса, нанесены стеклоочистители. В машинном отделении установлены два иллюминатора диаметром 350 мм, тепловое стекло из плексигласа толщиной 4 мм с резиновым уплотнителем по контуру. Иллюминаторы свулзов изготовлены открывающимися.

Судовые устройства

Крыльевой комплекс газотурбохода состоит из носового, двух средних и кормового крыльевых устройств (рис. 174). Носовое крыльевое устройство включает носовой крыло, стабилизатор и закрылки. Крыльевое устройство крепится к корпусу на пяти стойках болтами через фланцы. Нижние части стоек приварены к плоскостям крыла и стабилизатора. Верхние части стоек — общие для носового крыла и стабилизатора. Верхние и нижние части стоек соединяются между собой болтами на фланцах. Такое соединение позволяет с помощью клиновых прокладок изменять установочные углы носового крыла и стабилизатора. На верхних части бортовых стоек болтами крепятся закрылки. В целях снижения вибрации консолей носового крыла и стабилизатора установлены две консольные шайбы, которые приварены к торцам консолей и к отогнутой кромке закрылка. Бортовые стойки носового крыльевого устройства закреплены раскосами.

Носовое крыло и стабилизатор — стреловидные по плану и имеют небольшую поперечную V-образность. Профили плоскостей крыла и стабилизатора — плоско-изогнутые. Закрылки представляют собой гнущиеся пластины. Плоскости носового крыла и стабилизатора и стойки носового крыльевого устройства изготовлены из плит алюминиево-магниевого сплава марки АМг-61.

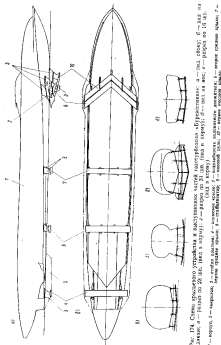


Рис. 174. Схема крылового устройства и конструктивных частей газотурбохода «Буревестник»: а — вид сверху; б — вид на левую сторону; в — вид на правую; г — разрез по А-А; д — разрез по Б-Б; е — разрез по В-В; ж — разрез по Г-Г; з — разрез по Д-Д; и — разрез по Е-Е; к — разрез по Ж-Ж; л — разрез по З-З; м — разрез по И-И; н — разрез по К-К; о — разрез по Л-Л; п — разрез по М-М; р — разрез по Н-Н; с — разрез по О-О; т — разрез по П-П; у — разрез по К-К; ф — разрез по Л-Л; ц — разрез по М-М; ч — разрез по Н-Н; ш — разрез по О-О; щ — разрез по П-П; ъ — разрез по К-К; ы — разрез по Л-Л; ь — разрез по М-М; э — разрез по Н-Н; ю — разрез по О-О; я — разрез по П-П.

Средние крыльевые устройства (первое и второе) состоят из крыльев и четырех стоек. Стойки соединяются с плоскостями крыльев сваркой. К корпусу они крепятся с помощью фланцевых соединений на болтах. Средние крылья имеют прямоугольную в плане форму с небольшой поперечной V-образностью. Профили сечения плоскостей крыльев — плоско-выпуклые. Первое среднее крыло представляет собой сварную пустотелую конструкцию, второе крыло и стойки обоих средних крыльев изготовлены сплошными из алюминиевомагниевого сплава марки АМг-61.

Кормовое крыльевое устройство состоит из плоскости крыла и двух бортовых стоек. В качестве промежуточных опор используются подзаборники водометных движателей. Бортовые стойки и фланцы промежуточных опор приварены к крыльям. К крайней части корпуса газотурбохода бортовые стойки крепятся с помощью болтов на фланцах. Промежуточные фланцы соединяются со стенками подзаборника водометного движателя болтами. Кормовое крыло имеет прямоугольную в плане форму, небольшую поперечную V-образность в средней части и значительную V-образность (15°) консолей. Профиль сечения крыла плоско-выпуклый. Плоскость крыла и стойки выполнены сплошными из алюминиевомагниевого сплава марки АМг-61.

Носовое и кормовое крылья являются основными несущими крыльями. Средние крылья, стабилизатор и закрывки — вспомогательные крыльевые устройства.

Рулевое устройство газотурбохода состоит из косого полу-балансирного руля, установленного за средней стойкой носового крыла и реверсивно-рулевого устройства, расположенного за водометными движателями. Потруженная в воду площадь руля составляет 0,8 м² на парус и 0,25 м² при ходе за крыльями. Руль изготовлен из плиты алюминиевомагниевого сплава марки АМг-61 толщиной 40 мм и имеет две опоры. Верхней опорой служит баллер, вращающийся в подшипнике, нижней — петля, укрепленная из средней стойки носового крыла. Балансирная часть руля, расположенная под стабилизатором, имеет в носовой части профилировку. Перекладка руля осуществляется гидравлическим приводом.

Реверсивно-рулевое устройство (РРУ) обеспечивает газотурбоходу управление задний ход и необходимую маневренность на всех режимах движения в результате изменения направления струи, выбрасываемой из сопел водометных движателей. РРУ состоит из коробки, изготовленной из нержавеющей стали марки Х18Н10Т, и навешенных на коробку створок — рулевых пластин. Коробка РРУ имеет прямоугольную форму; в нижней части ее сделан направляющий жарман, через который вода, когда коробка закрывается, выбрасывается под днище в направлении носа газотурбохода, обеспечивая задний ход. Створки РРУ

изготовлены из нержавеющей стали марки X18H10T и напесены на коробку при помощи петель, соединенных с ней болтами. Перекачка створок осуществляется с использованием гидроцилиндров. Управление створками производится из ходовой рубки. Гидроцилиндры створок установлены на специальном фундаменте на корпусе сварочного аппарата и крепятся к створкам при помощи специальных кронштейнов, расположенных в верхней части створок. Управление из ходовой рубки осуществляется с помощью переключателя створок на угол до 30°. Задний ход обеспечивается благодаря тому, что коробка закрывается сходящимися к оси ходового двигателя створками РРУ. При управлении на задний ход соответствующая створка РРУ приоткрывается на угол до 8°.

Для аварийной остановки газотурбохода, на случай отказа ретардационно-рулевого устройства, имеется специальное тормозное устройство. Оно состоит из двух пластин с ребрами жесткости, закрепленных на кронштейнах за валозабортными водонетными двигателями (за кормовым крмлом), двух гидроцилиндров, труб и арматуры. Тормозные пластины и кронштейны изготовлены из нержавеющей стали марки X18H10T. Управление электрокранами системы гидравлического привода тормозного устройства производится из ходовой рубки.

Газотурбоход снабжен одним якорем повышенной державой силы весом 100 кг системы Матросова. Якорный трос имеет длину 125 м и диаметр 11 мм. Подъем якоря производится гидравлической лебедкой. В качестве гидродвижителя установлен гидромотор марки ГМ-36 мощностью 8,08 л.с. Скорость вытравливания якоря 7 м/мин при действующих турбинах и 3 м/мин при работе лебедки от аварийного гидродвигателя. Скорость вытравливания якоря ручную — 1,36 м/мин. Лебедка имеет ленточный тормоз, а конец троса, закрепленный на барабане, снабжен устройством для быстрой отдачи якоря. Имеется также механизм крепления якоря по-подводу.

Швартовное устройство газотурбохода состоит из пяти пар двойных крестовых кляхтов. Кроме того, в кормовой части на обшивке для швартовки газотурбохода к пилонным критальным сооружениям и судам предусмотрены швартовный кляз. Газотурбоход снабжен также швартовными капроновыми канатами диаметром 19,1 мм и длиной по 25 м, которые крепятся в кормовой части рубки в районе посадочного трапа и настила левого борта и кормовым тамбуре.

Спасательные средства газотурбохода состоят из 155 спасательных жилетов типа ЦПКС-3 и восьми спасательных кругов. В качестве противопожарных средств на газотурбоходе имеются четыре огнетушителя марки ОУ-2, два огнетушителя марки ОП-5, три ведра, два пожарных топора и один футляр с кошмой.

Для несения ходовых огней и монтажа антенного устройства на тестовой палубе газотурбохода установлены две навигационные мачты обтекаемой формы.

Газотурбоход имеет следующие сигнально-отличительные огни: бортовые отличительные (два), зюльовый, габаритный, габаритные торцевые (два), стояночный кочетковый, стояночные бортовые (два), откатки импульсные (две).

Для подачи звуковых сигналов предусмотрена электросирена.

Навигационные средства газотурбохода состоят из навигационного маячного комплекса типа КН-12, установленного в рубке, судовых часов, секундомера, анеометра, барометра — анероида.

Судовые системы

Система кондиционирования воздуха газотурбохода состоит из трубопроводов холодного и горячего воздуха. Воздух для отопления и вентиляции отбирается от компрессоров газовых турбин. Система холодного воздуха (вентиляция) включает: водо-воздушный радиатор, турбохолодильник, инжектор, два глушителя, приборы автоматики, арматуру и трубопроводы. Холодный воздух с температурой +13° поступает в пассажирские салоны из вентиляционного короба, расположенного под тестовой палубой в ДП газотурбохода, через перфорированный лист. Максимальная подача холодного воздуха в пассажирские салоны составляет 3600 м³/час.

Установленный на газотурбоходе турбохолодильник марки 5/9А имеет следующие технические характеристики:

Производительная способность (абсолютная), м³/час	1,2
Средняя скорость, м/сек	2,5
Давление перед турбиной (абсолютное), кг/см²	3,2
Температура на входе, °C	60±5
Расход воздуха, м³/час	3500

Система горячего воздуха (отопление) состоит из двух глушителей, увлажнителя воздуха, инжектора, трубопроводов, арматуры и приборов автоматики. В помещениях горячий воздух с температурой +40° поступает через специальные насадки в пассажирские салоны и через отверстия в отопительном коробе в кормовом салоне. Максимальная подача горячего воздуха для помещений салонов достигает 3600 м³/час. От трубопровода горячего воздуха воздух поступает на обшивку стен и отопление рубки.

Управление системой отопления и вентиляции осуществляется с помощью следующих контрольных приборов: указателя расхода воздуха УРВУ, указателя температуры воздуха ТУЗ-48, термометра ТВ-19, датчика температуры воздуха в салонах, тумблера питания сети, тумблера включения отопления,

турбобора подачи воздуха от компрессоров главных двигателей в систему кондиционирования, турбобора автоматического регулирования температуры, двух сигнальных лампочек и выключателей заслонки ВВР. Управление системой — дистанционное из рубки. В каюте командира и в ходовой рубке имеется также система кондиционирования воздуха. Система автоматически поддерживает и изменяет заданную температуру воздуха. Обороты каюты команды на длительных стоянках производится при помощи теплоэлектривентилятора (питание с берега). Трубопроводы системы изготовлены из алюминиямагниевого сплава с нержавеющей стали. Соединение труб — фланцевое и дюритовое.

Система водоснабжения газотурбобора состоит из двух автономных систем: системы заборной воды и системы питьевой воды. Система заборной воды предназначена для подачи воды к улказам и состоит из санитарного электронасоса марки ЭЦН-104, пашмощерны с указателем уровня и манометре таща РДК-57 и трубопровода с арматурой. Подача воды в систему заборной воды во ходу осуществляется от трубопровода заборной воды газовой турбины к пашмощерне за счет скоростного напора, а на стоянке — электронасосом ЭЦН-104 производительностью 1200 л/час. Выключение и включение насоса автоматическое, от мановры, установленного на пневмощерне. Пневмощерня, трубопровод и арматура изготовлены из алюминиямагниевого сплава. Трубы соединяются с помощью дюритовых муфт.

Система питьевой воды предназначена для снабжения пассажиров питьевой водой, подачи воды к умывальникам и мыть посуды. Система состоит из бака емкостью 300 л, электронасоса емкостью 5 л и холодильника питьевой воды в холодильном шкафу. Бак заполняется питьевой водой с берега из городского водопровода. Трубопровод системы изготовлен из алюминиямагниевого сплава, соединение труб — дюритовое.

Стояно-фановая система состоит из двух унитазов с педальным приводом, двух умывальников, фекальной цистерны емкостью 1000 л, заслонки с устройством для ее открытия и закрывания, озоноатора, унитарного патрона и трубопровода с арматурой. Стоячие воды удаляются из фекальной цистерны на станции очистки через фановый трубопровод, оборудованный унитарным патроном. Унитазы и умывальники имеют гидравлическую затворы. Фекальная цистерна оборудована вентиляционным трубопроводом с озоноатором на конце, заполненным активным углем. Трубопровод системы изготовлен из полистироловых труб и труб из нержавеющей стали. Фекальная цистерна сделана из стеклопластика.

Система осушения состоит из двух переносных электропроводных насосов марки ВН производительностью 3,6 м³/час

при напоре 5 м вод. ст. Эти насосы являются основным средством осушения всех отсеков газотурбобора. Один насос хранится в пашперской кладовой, второй — в машинном отделении. Осушительные насосы снабжены гибкими шлангами, которые соединяются с палубной шпудой. Машинное отделение можно также осушать водонепроницаемым эжектором на ходу с использованием скоростного напора водометом. Резервным средством осушения машинного отделения служит ручной насос марки РН-20. Насос имеет гибкий шланг с приемной сеткой на конце и может быть использован для откачки отработанного масла из масляной системы газовых турбин. Трубопровод системы осушения в машинном отделении выполнен из труб алюминиямагниевого сплава. Арматура системы также изготовлена из алюминиямагниевого сплава. Соединения труб — фланцевые и на дюритовых муфтах.

На газотурбоборе предусмотрена система водопожаротушения. Подача воды для водопожаротушения осуществляется двумя последовательно соединенными насосами марки ЭЦН-11. Система имеет один раков и снабжена длинным рукавом со стволком диаметром срыска 14 мм. Общая длина рукава — 30 м (20+10 м). Трубопроводы системы изготовлены из алюминиямагниевого сплава.

С целью ликвидации очагов пожара в машинном отделении предусмотрена система пожаротушения составом «3,5», состоящая из станции тушения пожара в объеме машинного отделения и отдельных систем для тушения пожара внутри двигателя, а также тушения пожара в реактивном сопле. Станция оборудована двумя баллонами емкостью 40 л каждый для хранения огнетушительного состава и трубопровода подачи огнетушительного состава в машинное отделение. Огнетушительный состав может подаваться внутрь двигателей при помощи четырех баллонов-огнетушителей емкостью 2 л каждый с подподающими трубопроводами. Для подачи огнетушительного состава в реактивное сопло газовой турбины имеются четыре огнетушителя емкостью 2 л каждый с подподающими трубопроводами. Система работает на огнетушительном составе «3,5» (70 % водных частей бромистого этила и 30 % водных частей углекислоты). Управление системой — дистанционное, из ходовой рубки и кормового тамбура. Трубопровод системы изготовлен из труб нержавеющей стали марки Х18Н9Т. Соединение труб — фланцевое. Шланговая система, предназначенная для удаления за борт воды с палубы и из помещений, состоит из десяти промежуточных порозков и шести непереправных клапанов. Трубы и арматура системы изготовлены из алюминиямагниевого сплава. Соединения труб — дюритовые.

Холодильная система, предназначенная для хранения скоропортящихся продуктов, состоит из холодильной машины марки ФАК-0,7 АВ с электродвигателем марки ГСК-1500,

терморегулирующего вентиле марки ТМ-15Ф, шкафа-холодильника, испарителя марки И41-00У, поддона, трубопровода и контрольно-измерительных приборов. Холодильная машина ФАК-0,7 АВ имеет холодопроизводительность 700 ккал/час. В шкафу-холодильнике поддерживается температура от +2 до +5°С. Трубы системы изготовлены из нержавеющей стали. Соединение труб — ппучерное с нажимными гайками.

Для вентиляции машинного отделения при ремонтных работах установлены четыре вентилятора марки ДВ-1К производительностью 700 м³/час каждый. Воздух распределяется трубопроводами и раздаточными поворотными головами марки Ду90. Обдув стартер-генераторов газовых турбин и турбоагрегатов осуществляется вентиляторами правого и левого бортов газотурбохода из системы вентиляции машинного отделения. Во время пожара в машинном отделении трубопровод вентиляции дистанционно перекрывается заслонками с электроприводом.

Силовая установка

Силовая установка газотурбохода «Буревестник» состоит из двух газотурбинных двигателей и вспомогательной энергетической установки, расположенных в машинном отделении, в кормовой части судна. Ввод в машинное отделение, а также нагрузка и выгрузка механизмов осуществляются через люки в палубной палубе.

Главные двигатели газотурбохода — авиационные газовые турбины марки АИ-20А (рис. 175). Максимальная мощность каждого двигателя достигает 3500 л. с. при 12 300 об/мин. Эксплуатационная мощность двигателя равна 2700 л. с. при 12 300 об/мин. Выходной вал турбины имеет 1050 об/мин. Удельный вес — 0,27 кг/л. с. Срок службы газотурбинного двигателя, гарантируемый заводом-изготовителем, — не менее 1000 час. Сорт топлива — дизельное, марки ДЛ. Удельный расход топлива на эксплуатационном режиме составляет 330 г/л. с. час. Сорт масла — смесь, состоящая из 75% трансформаторного масла и 25% авиационного масла марки МК-22 или МС-20. Расход масла на один двигатель не превышает 1,2 л/час.

В качестве вспомогательной энергетической установки на газотурбоходе установлены два турбогенератора марки ТГ-16, которые служат источником электроэнергии при запуске главных двигателей и источником питания бортовых и аварийных режимов. Кроме того, в машинном отделении размещены следующие механизмы и оборудование:

	Количество
Холодильник МКД-4	2
Масляный бак емкостью 36 л	2
Пневмостартер	1

Насос ШНН-104 (смазочный)	1
« топливный ПНН-2А	1
« вакуумный ВН	2
« вакуумный ШНН-11	2
Насос вакуумный ПНН-20	1
« электрогидравлический ЭГА	1

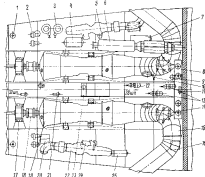


Рис. 175. Конструкция машинного отделения газотурбохода «Буревестник». 1 — стартер; 2 — генератор; 3 — масляный бак; 4 — масляный бак; 5 — турбогенератор; 6 — бакстартер и турбина; 7 — вакуумный радиатор; 8 — насос; 9 — пневмостартер; 10 — насос ШНН-11; 11 — смазочный насос ШНН-104; 12 — масляный насос ШНН-11; 13 — агрегат ШНН-11; 14 — масляный холодильник; 15 — масляный радиатор; 16 — вакуумный радиатор; 17 — вакуумный радиатор; 18 — вакуумный радиатор; 19 — вакуумный радиатор; 20 — вакуумный радиатор; 21 — вакуумный радиатор; 22 — вакуумный радиатор; 23 — вакуумный радиатор; 24 — вакуумный радиатор; 25 — вакуумный радиатор.

Фильтр топливный грубой очистки	2
« тонкой	2
Дренажная система	1
Турбогенераторы	1
Вакуумный радиатор	1
Электрогенератор ДВ-1К	2
Блок питания вспомогательных систем *4,5	1
Насос ШНН-104 смазки компрессора	1
Насос ШНН-104 смазки компрессора	1
ТГ-16	1

Насос ЗСН-11 системы охлаждения	1
» ЗСН-11 системы водооткачивания	1
Распределитель бак гидравлический	1
Калистозы	2
Навесной	1
Панель температур	1
Преобразователь ПО-400	1
Трубопровод газомасляный главным двигателем	1
Трубопровод газомасляный ТГ-16	2
Гидравлическая система водооткачивания	2
Калистозы емкостью 20 л	2
Бак для жидкой масла емкостью 15 л	1
Трансформатор системы питания с борта	1
Шкафы для аккумуляторов и электроники	2
Насос ЗСН-104 дренажный	1
Холодильник масла ТГ-16	2
Бак аккумуляторный	1
Отсекатель ОУ-2	2
Электрореле ГС-1000	1

Двигатели

На газотурбоходе устанавливаются для водометных двигатели (рис. 176). Каждый водометный двигатель состоит из следующих основных узлов: водозаборника, насосной части, устройства запуска и управления нагрузкой и реверсно-рулевого устройства. Водозаборник водометного двигателя представляет собой канал переменного сечения с шнековым входным отверстием размером 300х3500 мм, плавно переходящим пыле-линии корпуса судна в цилиндрическую трубу с диаметром выходного сечения, равным 750 мм. Для улучшения условий монтажа водозаборник выполнен из двух частей: верхней, расположенной в корпусе судна, и съемной нижней, выступающей ниже корпуса судна. Верхняя часть водозаборника состоит из водоводной трубы, внутреннего обтекателя течения воды и секции направляющего аппарата, изготовленных из алюминия-магниевого сплава АМг-61. С внешней стороны на водоводной трубе установлены ребра жесткости, а на движущей части (в районе пересечения с днищем) — фланец. При помощи ребер и фланца труба привалена к шпангоутам и днищу в районе машинного отделения. В месте пересечения верхней части водозаборника с транцевой переборкой установлен транцевый лист, посредством которого водозаборник крепится к транцу.

Внутренний обтекатель воды ротора совместно с секцией направляющего аппарата обеспечивает равномерность по диску набегающего потока на первую ступень ротора водометного двигателя. Направляющий аппарат состоит из двух соосных оболочек, соединенных направляющими лопатками посредством аргоно-дуговой сварки. Торцы внешней оболочки заканчиваются

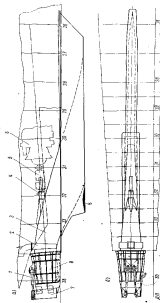
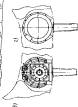


Рис. 176. Схема установки водометных двигателей газотурбохода «Пуревский»: а — вид сверху; б — вид спереди; в — вид в разрезе по продольной трубе двигателя; г — разрез по поперечной трубе двигателя; 1 — направляющий аппарат; 2 — насосная часть; 3 — турбокомпрессор; 4 — обтекатель; 5 — фланец; 6 — транцевый лист; 7 — переборка; 8 — обтекатель; 9 — обтекатель



фланцами с центрирующими проточками. При помощи этих фланцев секция крепится к выходному фланцу водозаборника и к входному фланцу спрямляющего аппарата на болтах.

Элементы спрямляющего аппарата

Внутренний диаметр наружной оболочки, м	0,75
Диаметр ступеней, м	0,5
Количество лопаток	12

Нижняя выступающая из корпуса часть водозаборника, изготовленная из стали марки АМ-61, служит одновременно движущей стойкой кормового крыла. На наружных поверхностях боковых стенок установлены горизонтально расположенные профилированные козырьки, по два на каждой стенке, выполняющие одновременно функции ребер жесткости и брызгоотражателей. Носовая оконечность нижней части водозаборника заканчивается внешним обтекателем.

На входной щели водозаборника установлена защитная решетка, выполненная из нержавеющей стали марки Х18Н10Т и состоящая из продольных ребер и поперечных профилированных по потоку козырьков, соединенных при помощи сварки. Носовая часть решетки заканчивается фланцем, кормовая — коробкой, к которым привариваются продольные ребра. Крепление решетки к водозаборнику — болтовое. Нижняя часть водозаборника соединяется с корпусом судна при помощи длинного фланца водозаборника на болтах.

Носовая часть водометного двигателя представляет собой осевой двухступенчатый насос и состоит из ротора и спрямляющего аппарата. Ротор двигателя — гребной вал с двумя рабочими колесами (ступенями), крепящимися болтами к ступице, посаженной на вал. Вал изготовлен из нержавеющей стали марки 2Х13. Диаметр вала — 120 мм. Опорные вала служат: резинно-металлический подшипник, расположенный в корпусе сопла, и упорный подшипник перед главным двигателем. Вал соединяется с главным двигателем при помощи зубчатой муфты.

В месте выхода вала ротора из лейблудной трубы установлен сальник с гидрозатвором, препятствующим проникновению атмосферного воздуха по валу к ступеням ротора. Вода в гидрозатвор подается из сопла по специальной трубе через фильтр тонкой очистки. Для смазки сальника применен материал марки ХБП. Смазка опорного резинно-металлического подшипника производится водой. Смазка упорного подшипника осуществляется от масляной системы главного двигателя. Подшипник охлаждается водой, поступающей из системы охлаждения.

Рабочие колеса двигателя имеют арочное проточение. Они изготовлены сварными из нержавеющей стали марки Х18Н10Т.

Элементы рабочего сопла

	Ступень I	Ступень II
Диаметр, м	0,746	0,746
» ступеням, м	0,50	0,50
Длиновое отклонение	1,35	1,05
Шаговое отклонение	1,15	1,26
Число лопаток	12	12
» оборотов, об/мин	1070	1070

Спрямляющий аппарат конструктивно выполнен из двух осевых цилиндрических оболочек, соединенных спрямляющими лопатками. Внешняя оболочка подкреплена ребрами жесткости и заканчивается по торцам фланцами с центрирующими проточками, при помощи которых она крепится на болтах к направляющему аппарату и соплу. Спрямляющий аппарат изготовлен сварным из нержавеющей стали марки Х18Н10Т.

Элементы спрямляющего аппарата

Диаметр, м:	
внешней оболочки	0,75
внутренней »	0,50
Количество лопаток	12

Устройство запуска и управления нагрузкой двигателя

Постоянное число оборотов главного двигателя определяет особые условия запуска и управления нагрузкой двигателя. Устройством, с помощью которого осуществляется загрузка турбины при ее запуске, является воздушный клапан. Он открывается гидравлическим.

Соплом изменяет нагрузку главного двигателя по моменту и ускорению, следовательно, и регулирует скорость движения газотурбохода. Оно состоит из корпуса и подвижного конуса, регулирующего площадь выходного сечения сопла. Привод подвижного конуса осуществляется тремя гидравлическими. Корпус сопла выполнен из нержавеющей стали марки Х18Н10Т и представляет собой соседние конические оболочки, соединенные при помощи сварки лопатками встроены в соплу спрямляющего аппарата. Наружная оболочка подкреплена ребрами жесткости и ограничена по торцам фланцами с центрирующими проточками. К фланцу спрямляющего аппарата и к коробке реверсивно-рулевого устройства соплу крепятся болтами.

Регулирующий площадь выходного сечения подвижной конус выполнен из материала марки Х18Н10Т и передвигается по направляющей бронзовой втулке, надетой на корпус подшипника. Управление гидравлическими, регулирующими положение подвижного конуса сопла, осуществляется из ходовой рубки при помощи гидросистемы. Положение подвижного конуса по

длина определяется индуктивным датчиком; указатель положения сопла находится в рубке.

Главные двигатели газотурбоблока установлены с наклоном к основной линии в 4° параллельно ДП судна, на расстоянии 1600 мм один от другого (между осями двигателей). Управление подачей топлива главных двигателей и загрузка (разгрузка) водометных двигателей осуществляется дистанционно из рубки при помощи гидравлической системы. Система

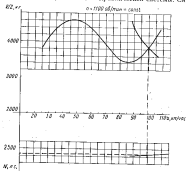


Рис. 177. Паспортная диаграмма водометного двигателя газотурбоблока «Буревестник».

управления состоит из двух золотников управления, установленных в рубке, двух цилиндров-исполнителей, расположенных на главных двигателях, двух цилиндров-исполнителей — на водометных двигателях и шести цилиндров-исполнителей, установленных на соплах водометных двигателей. Трубопроводы системы заполнены маслом марки АМГ-10. Материал труб — нержавеющая сталь марки Х18Н9Т.

Водометный двигатель за траверз закрыт защитным кожухом, предохраняющим от повреждения трубы систем и гидроцилиндры привода створок реверсивно-рулевого устройства.

На рис. 177 показана паспортная диаграмма водометного двигателя газотурбоблока «Буревестник».

Системы, обслуживающие силовую установку и динитально-рулевой комплекс

Подача топлива из цистерны в топливную систему главных и вспомогательных двигателей обеспечивается при помощи топливного трубопровода. Топливный трубопровод главных двигателей состоит из труб, фильтров грубой и тонкой очистки топлива и запорного крана с дистанционным электроприводом. Запасы топлива хранятся в топливной цистерме, расположенной в районе 32—37 шп. Цистерна оборудована двумя горловинами приема топлива, одна из которых служит для приема топлива под давлением, воздушной трубой с предохранительной сеткой, дистанционными указателями уровня топлива, расходной и спусной арматурой. В системе имеется насос марки ПНВ-2, производительностью 4000 л/час при давлении не менее 0,6 кг/см², подающий топливо к турбинам. Этот же насос используется с целью удаления топлива с судна. Для стока дренажного топлива из главных двигателей установлена специальная цистерна. Вода из газовыхловных труб после холостой прокрутки двигателя сливается через горловину в цистерну дренажного топлива, оборудованную сигнализатором максимального уровня и воздушной трубой.

Питание вспомогательного двигателя топливом производится от трубопровода главных двигателей. Трубопровод изготовлен из труб алюминиевого сплава. Соединения труб — фланцевые и штуцерно-торцевые.

Масляный трубопровод служит для подачи масла в масляную систему двигателей. Масляная система каждого двигателя состоит из холодильника марки МХД4, терморегулятора марки РТМ-32, фильтров, установленных на двигателе, бака емкостью 36 л, запорной арматуры и дистанционных указателей давления, температуры. Расходные масляные баки оборудованы сетчатыми фильтрами, датчиками температуры, сигнализаторами минимального уровня масла и вентиляционной трубой, снабженной огнемех предохранителем. Заправка маслом осуществляется через горловину залива масла, установленную на пентовой надубе во левом борту. Для удаления масла из системы сливки служат сливные краны, сливные патрубки от приемного патрубка осушительного насоса. Охлаждение масла турбогенераторов ТГ-16 производится в водомасляном холодильнике. Трубопровод масляной системы изготовлен из труб алюминиевого сплава с фланцевыми и штуцерно-торцевыми соединениями.

На судне имеется трубопровод консервации двигателей, включивший масляный бак емкостью 90 л с электрогрелками, спускным краном, патрубками приема масла и подачи его на

двигатели и два крана с механизмами типа МЗК-2. Масло заливается в бак консервации через втулку откидки топлива с газотурбобода; при этом аспируется трехходовой кран.

Вода в систему охлаждения масла, газомасляного трубопровода, подшипников водометного двигателя и упорных подшипников валопровода поступает от трех приемных кингстонов, два из которых установлены на транцевой переборке и соединены с водометными двигателями. От кингстонов вода за счет скоростного напора проходит через фильтр заборной воды, холодильник масла и поступает в газомасляные трубопроводы. Третий кингстон установлен на днище в районе 30—31 ш. и служит приемником воды для насоса марки ЭИИ-11, откачивающего воду через холодильник масла в газомасляные трубопроводы на стоянке. От общей магистрали вода отводится к газомасляным трубопроводам вспомогательных двигателей, к подшипникам водометов и упорным подшипникам валопровода. На стоянке к подшипникам водометов и газомасляному трубопроводу вспомогательного двигателя вода подается насосами марки ЭИИ-104. Трубопровод охлаждения изготовлен из труб алюминиевого сплава.

Газомасляные трубопроводы главных и вспомогательных двигателей выполняются автономными. Выхлопные трубопроводы главных двигателей проходят вдоль бортов вне машинного отделения. Внутри машинного отделения трубы имеют фланцевое соединение. Изготовлены трубопроводы из листовой нержавеющей стали марки Х18Н10Т толщиной 1 мм. Для охлаждения газомасляных трубопроводов и уменьшения шумности выхлопа используется заборная вода, впрыскиваемая в газовую полость газомасляных трубопроводов.

С целью снижения уровня структурного шума и устранения воздействия температурных удлинений выхлопного трубопровода на главный двигатель выхлопной трубопровод не имеет жесткой связи с двигателем.

Горячая часть главных двигателей охлаждается воздухом, эжектируемым выхлопными газами через специальную насадку-эжектор газомасляного. Трубопровод газомасляного вспомогательных двигателей состоит из сварных труб нержавеющей стали, соединенных с турбогенератором при помощи скляфонных компенсаторов. Для охлаждения выхлопных газов агрегата ТГ-16 в трубу впрыскивается вода от насоса ЭИИ-104. На выхлопной трубе газомасляного ТГ-16 наварена рубашка из нержавеющей стали. Через зарубашечное пространство с помощью вентилятора нагнетается воздух для подогрева главных двигателей при запуске их в холодное время года.

Дистанционный жест управления главными двигателями находится в ходовой рубке. Здесь размещены пусковые кнопки и контрольно-измерительные приборы. На дополнитель-

ном пульте механика расположены рычаги регулирования нагрузки главных двигателей и тумбасты останова двигателей. Для контроля за нормальной работой главных двигателей в ходовой рубке имеются соответствующие приборы. На щитах, установленных перед механиком и справа от него, размещены следующие приборы:

указатель положения рычага топлива марки УПРТ-2 (один на два двигателя — двухстрелочный);
два трехстрелочных прибора марки УКЗ-3, регистрирующих давление масла, топлива и температуру масла перед каждым главным двигателем;

двухстрелочный тахометр марки НТЭ-2 главных двигателей;
двухстрелочный дистанционный термометр марки 2ТБГ-3, показывающий температуру выхлопных газов главных двигателей;
два дистанционных термометра марки ТСТ-2, определяющих температуру выхлопных газов ТГ-16;

два тахометра марки ТЭ-40М турбогенераторов ТГ-16;
вольтметр марки ВА-040;
двухстрелочный манометр марки 2И-100, измеряющий давление в системах измерителя крутящего момента главных двигателей;

два термометра марки ТУЭ-48, определяющих температуру масла в агрегате ТГ-16;

два термометра марки ТУЭ-48, показывающих температуру масла упорных подшипников;

расходомер воздуха системы кондиционирования УРВК;

термометр марки ТУЭ-48, определяющий температуру воздуха, подаваемого системой кондиционирования;

термометр марки ТВ-19, измеряющий температуру воздуха в салонах;

часы марки АВР-МС с секундной стрелкой;

два указателя положения слива водометов.

На этих же щитах предусмотрены пусковые кнопки, тумблеры и сигнальные лампы. На установочных перед капитаном и слева от него приборных щитах расположены: четыре указателя марки УЗП-2, показывающих положение створок водометов; двухстрелочный прибор марки УПРТ-2, отмечающий положение воздушных клапанов водометов; двухстрелочный манометр марки УК-2-250А, измеряющий давление в гидросистеме; указатель уровня топлива марки УУЖЭК; спидометр; указатель марки УЗП-2, показывающий положение носового руля.

На тех же щитах размещены тумблеры аварийного управления створками водометов, системой пожаротушения, гидравлики и сигнальные лампы.

К гидравлическим системам и дистанционного управления относятся системы управления носовым рулем, резерв-

но-рулевыми створками водомета и аварийными тормозами. Перекачка створок водомета осуществляется посредством электрогидравлической системы, состоящей из двух основных узлов: управляющей системы и исполнительной силовой. Управляющая система — электрическая, двухпроводная, питается постоянным током напряжением 24 в с переменным током частотой 400 гц, напряжением 36 в. Исполнительная силовая система состоит из четырех гидроцилиндров (по одному на каждую створку) с ходом штока 450 мм и диаметром цилиндра 75 мм. Гидроцилиндры расположены на водометах.

Гидравлическая система состоит из двух насосов типа НР-25-6 производительностью 25 л/мин при рабочем давлении 150 кг/см², нагнетенных на главные двигатели; расходного бака объемом 40 л; трех фильтров тонкой очистки; двух автоматов разгрузки типа ГА-77К; четырех гидроаккумуляторов; четырех электрогидравлических кранов типа ГА-164М; трубопроводов и арматуры. Контроль за работой системы осуществляется при помощи электродистанционного манометра и четырех реле давления марки ГА-135, два из которых контролируют работу насосов, а другие включают и отключают электронасос марки 465А. Для проверки работы системы при пеработавших двигателях имеются два электроприводных насоса марки 465А производительностью 16 л/мин, автоматически выключающиеся от установленного в агрегатном отделении реле давления марки ГА-135.

Система управления носовым рулем — гидравлическая, ручная. Она состоит из рулевой машины, включающей редуктор и гидромотор марки ГМ-36, запорного бака емкостью 3 л, расположенного в рубке, гидронасоса марки ГА-88 и гидроцилиндра, установленного в носовом рулевом отделении.

Управление аварийным тормозным устройством осуществляется при помощи электрогидравлической системы. Она состоит из двух гидроцилиндров, электромагнитного крана марки ГА-164М и трубопроводов. Электромагнитным краном управляют при помощи тумблера, расположенного на тумбе рулевой машины.

Электрогидравлическая система управления лебедкой состоит из гидромотора марки ГМ-36, крана марки ГА-16М, золотникового распределителя и трубопроводов. Управление гидромотором осуществляется золотниковым распределителем. Рабочая жидкость гидросистемы — гидросмесь марки АМ-10. Трубопровод гидросистемы изготовлен из труб нержавеющей стали марки Х18Н10Т и труб алюминиевого сплава марки АМг-М. Оборудование и арматура системы — стандартные авиационные. Система аварийной остановки двигателя состоит из воздушного баллона аварийной остановки, крана с манометром и арматуры.

Электрооборудование и радиосвязь

На газотурбоходе применяется постоянный ток напряжением 24 в и основной сети и однофазный переменный напряжением 115 в (400 гц) во вспомогательной сети. Система канализации электроэнергии постоянного тока — однопроводная, с использованием корпуса судна в качестве обратного провода, а перемещения тока — двухпроводная.

Источниками электроэнергии на судне служат: четыре стартер-генератора постоянного тока типа СТГ-12ТМ, напряжением 28,5 в, мощностью 12 кВт, вращаемые на главные двигатели по два на каждом, которые обеспечивают питание потребителей электроэнергии на ходу газотурбохода; два генератора постоянного тока типа ГС-24А, напряжением 28,5 в, мощностью 14 кВт, входящие в состав турбогенераторов марки ТГ-16 и обеспечивающие питание потребителей электроэнергии в аварийном режиме и питание стартер-генераторов при запуске главных двигателей;

восемь аккумуляторов батарей типа 6СТК-180, напряжением 12 в, емкостью 180 а·ч каждая, которые соединены последовательно-параллельно в группу общей емкостью 720 а·ч, напряжением 24 в; батареи предназначены для питания потребителей электроэнергии в ходовом режиме, режиме стоянки, аварийном режиме и для запуска турбогенератора марки ТГ-16; преобразователь постоянного тока напряжением 27 в и однофазный переменного тока частотой 400 гц, напряжением 115 в типа ПО-4500;

система питания электроэнергией однофазного переменного тока напряжением 220 в, частотой 50 гц с берега.

На ходовой реслингсхем электростанции позволяет осуществлять:

- одиночную и параллельную работу генераторов типа СТГ-12ТМ в «буфер» с аккумуляторными батареями;
- одиночную и параллельную работу резервных агрегатов марки ТГ-16 в «буфер» с аккумуляторными батареями;
- одиночную работу аккумуляторных батарей;
- одиночную работу преобразователей типа ПО-4500.

На режимах стоянки схема электростанции обеспечивает: одиночную и параллельную работу генератора марки ТГ-16 в «буфер» с аккумуляторными батареями; одиночную работу аккумуляторных батарей и питание с берега.

Электроэнергия поступает к потребителям через распределительный щит. Потребители электроэнергии подразделяются на три группы:

1. Потребители, питающиеся от аккумуляторных батарей (аварийное управление створками водомета, сигнализация о

наличия воды под давлением, контрольные приборы, проектор, сирена, пожарная сигнализация, шток буфета).

2. Потребителя, питающиеся как от аккумуляторных батарей, так и от генераторов (основного и аварийного).

3. Потребителя, питающиеся только от генераторов (цита управления в рубке, радиостанция, вентиляторы обдува, насос гидравлики, дренажный насос, пожарно-осушительный насос, освещение, вентилятор МО).

Система распределения электроэнергии — фидерная для силовых потребителей и фидерно-групповая для сети освещения. К некоторым потребителям питание поступает от цита управления в ходовой рубке и цита буфета. От главного распределительного цита получают питание следующие электропотребители: циты управления в ходовой рубке, шток в буфете, радиостанция, электропривод компрессора холодильной установки, электропривод насоса водонагревательной, санитарный насос, электропривод топливонасоса дизельного насоса, электроприводы дренажного насоса, насосов охлаждения главных и вспомогательных двигателей, освещение салона, машинного отделения и других помещений, электропривод насоса гидросистемы, электропривод насоса кондиционирования, переносный осушительный насос, системы управления створками водомета и насос охлаждения подшипников водомета. Схемой распределения электроэнергии предусматривается дистанционное отключение из ходовой рубки электроприводов машинного отделения, топливонасоса дизельного насоса, насосов охлаждения и освещения машинного салона.

На судне применены автоматические регуляторы напряжения типа РН-180 как для ходовых, так и для стационарных генераторов постоянного тока. Регуляторы поддерживают напряжение генераторов 28,5—30 в. Защита генераторов от обратного тока и подключение их к сети обеспечиваются дифференциальными реле марки ДМР-400 и ДРМ-600Т. С целью защиты генераторов от перегрузки и токов короткого замыкания на судне установлены предохранители с плавкими вставками на соответствующую силу тока. Для контроля за работой ходовых генераторов в цехе каждого из них включен амперметр. Амперметры расположены на главном распределительном ците.

Контроль за напряжением на шинах ГРЩ и цита управления и током заряда или разряда аккумуляторных батарей производится с помощью вольт-амперметра, установленный на этих цитах. Кроме того, электрические лампы освещения цита сигнализируют о падении напряжения на шинах ГРЩ. Кавальерия электроэнергии постоянного тока выполняется с помощью проводов марок АЛРПС и ВПВЛ, а сети переменного тока — кабелем марки КНР. Сечения кабелей и проводов выбраны по плотности тока с проверкой на падение напряжения.

На судне ряд механизмов имеет электропривод. В качестве электропривода подкачного насоса использован электропривод марки МВ-1000Б мощностью 1 кВт при 6400 об/мин и напряжением 27 в. Включение и отключение электропривода производится со цита управления в рубке и ГРЩ. Электропривод санитарного насоса состоит из электродвигателя типа Д-1000, мощностью 150 Вт, напряжением 24 в; циты включения и манометрического реле. Предусмотрено автоматическое включение и выключение электродвигателя с помощью реле при включении АЭС на ГРЩ. В качестве электропривода топливонасоса дизельного насоса служит электродвигатель марки Д-400, мощностью 600 Вт, напряжением 27 в. Пуск и остановка его производится из ходовой рубки при пуске главных двигателей.

Насос системы гидравлики приводится в действие электродвигателем типа МП-6000, мощностью 6 кВт, напряжением 27 в. Предусмотрено включение и отключение электропривода из ходовой рубки. Работа насоса регламентируется манометром с электроконтактным устройством.

В качестве электропривода насоса охлаждения применен электродвигатель типа МВ-1000Б, мощностью 1 кВт, напряжением 27 в и контактор марки КМ-100Д. Пуск и остановка электродвигателя производится выключателем, включенным в цепь катушки контактора, со цита управления в рубке. Электропривод насоса охлаждения ТГ-16 состоит из электродвигателя марки Д-100С, мощностью 150 Вт, напряжением 27 в и контактора марки КМ-25Д. Пуск и остановка электродвигателя осуществляется выключателем, включенным в цепь катушки контактора, со цита управления в рубке. Электропривод дренажного насоса также состоит из электродвигателя марки Д-100С и контактора марки КМ-25Д. Расположенный на ците управления в рубке выключатель позволяет производить пуск и остановку электродвигателя. Приводом вентилятора служит электродвигатель марки Д-400, мощностью 600 Вт, напряжением 27 в. Пуск и остановка электродвигателя производится автоматом защиты сети, установленным на ГРЩ.

Жалюзи воздухозаборника аварийноются и открываются переключателем питания электромагнита марки МРР-2П (электродвигатель марки ТД-90, 4 в, 27 в) дистанционно из ходовой рубки. Эта схема обвязки насоса со схемой запуска главных турбин и ТГ-16. При закрытых воздухозаборниках на ците механизма горит сигнальная лампа.

Электропривод насоса системы кондиционирования воздуха состоит из электродвигателя марки МВ-1000Б, включенного через АЭС-50, и контактора типа КМ-50Д. Управление осуществляется включением системы кондиционирования и работой реле давления марки РД-1. Электропривод насоса охлаждения подшипников водометного двигателя состоит из электродвигателя

типа Д-1000С, станция АЗС-10 и контактора типа КМ-25Д. Управление работой насоса марки ЭИИ-104 производится включением станции АЗС-10 на ГРЩ и конечными выключателями на трубопроводе воздушных залпов.

Для обогрева машинного отделения во время стоянки судна предусмотрена электрическая грелка мощностью 1000 Вт, напряжением 220 в, питающаяся от береговой сети. Вентиляция дежурной каюты команды во время длительных стоянок осуществляется электровентилятором мощностью 1,25 кВт, напряжением 220 в, также питающимся от береговой сети. В буфете установлены электротермосы типа ЭТ-9 и одна электропалатка мощностью 600 Вт, напряжением 24 в. Включение и выключение этих приборов производится со щитка в буфете. Для кипячения питьевой воды имеется электрокипятильник емкостью 25 л. Питание электрокипятильника на ходу судна производится от генераторов переменного тока, а на стоянке — от береговой электрической сети напряжением 220 в. Помещения освещаются от сети напряжением 24 в.

Управление и контроль за сигнально-ограничительными огнями осуществляется со щитка управления в ходовой рубке. Для передачи распоряжений из ходовой рубки в машинное отделение, к жорной лебедке и к местам подачи шпартовых концов предусмотрены электродинамические громкоговорители и микрофоны типа ДЭМШ. Для обеспечения связи применен усилитель типа У-4М на транзисторах с выходной мощностью 4 Вт. Управление установкой производится из ходовой рубки. Для трансляции передач широкополосными станциями и информационными сообщениями из рубки в салоны на газотурбоходе имеется трансляционное устройство на базе громкоговорящей установки марки ГУ-20 и автомобильного радиоприемника типа А-18.

Связь газотурбохода с судными и береговыми радиостанциями осуществляется с помощью коротковолновой радиостанции «Иртыш». Радиостанция обеспечивает бесперерывную радиосвязь на фиксированных частотах речного флота в радиусе 70 км при напряжении судовой сети $27 \pm 10\%$. Для связи со астерными судами, а также для рейдовой связи на судне имеется ультракоротковолновая радиотелефонная станция типа Р-609М, питающаяся от сети постоянного тока напряжением 24 в. На крыше рубки установлена цилиндрическая антенна этой станции высотой 0,7 м.

Пожарная сигнализация газотурбохода состоит из системы пожарной сигнализации типа ССП-2А и системы с датчиками типа МДПН. Датчики системы ССП-2А размещены на подволоке машинного отделения и над турбинами; датчики МДПН также расположены на подволоке машинного отделения и сигнализируют о повышении температуры свыше 70° . Сигнализация о пожаре в машинном отделении передается в ходовую рубку.

О пожаре внутри турбин сигнализирует система типа ССП-7. Сигнал о пожаре в машинном отделении и в турбинах подается сиреной, расположенной в машинном отделении, ревуном и сигнальными лампами с красным колпачком в рубке. Отключение ревуна в рубке производится кнопкой, расположенной на ште сигнализации. Питание систем осуществляется непосредственно от аккумуляторных батарей через предохранитель на ГРЩ.

В каждом отсеке, кроме форпика, аксерника и топливной цистерны, установлены датчики (10 шт.), сигнализирующие о наличии воды в отсеках. Сигнал подается датчиком в ходовую рубку на сигнальную лампу и дублируется звонком. Предусмотрено отключение звонка без отключения сигнальной лампы, которое производится лишь после удаления воды из отсека. Питание системы осуществляется также от судовой аккумуляторной батареи через предохранитель на ГРЩ.

МОРСКИЕ СУДА НА ПОДВОДНЫХ КРЫЛЬЯХ

§ 22. МОРСКОЙ ПАССАЖИРСКИЙ ТЕПЛОХОД «КОМЕТА»

Этот теплоход предназначен для скоростных перевозок пассажиров на прибрежных морских линиях (рис. 178).



Рис. 178. Морской пассажирский теплоход на подводных крыльях «Комета». Скорость хода 34 узла.

Основные элементы и характеристики теплохода	
Габаритные размеры, м:	
длина	33,1
ширина	9,8
высота	7,8
Осадка габаритов, м:	
на плаву	1,2
при ходе на крыльях	0,4

Водоизмещение, т:	
порожний	40,6 (12) *
полное	55,8 (54)
Мощность главной установки, л. с.:	
максимальная	2800
эксплуатационная	1600
Скорость движения, узлы	34 (32)
Пассажирместность, чел.	118

Теплоход «Комета» имеет лодкообразную форму носа. На килеватом днище расположены два редана: один (не доходящий до киля) в носовой части корпуса, другой (клиновидный) — в кормовой части (рис. 179). Форма шпангоутов V-образная; борта наклонные с развалом. Основные коэффициенты теоретического чертежа при полном водоизмещении равны:

Коэффициент общей полноты	0,31
» » ватерлинии	0,68
» » между шпангоутами	0,18

Общее расположение

Схема общего расположения теплохода «Комета» показана на рис. 180. Корпус судна ниже палубы переборок разделен по длине двенадцатью водонепроницаемыми переборками на 13 отсеков.

Отсек № 1 (от форштевня до 3 шп.) — фортик. Доступ в него осуществляется через люк в главной палубе. Отсеки № 2 (3—7 шп.), № 3 (7—11 шп.), № 4 (11—15 шп.), № 5 (15—21 шп.), № 6 (21—27 шп.), № 7 (27—33 шп.), № 9 (42—46 шп.), № 10 (46—50 шп.), № 11 (50—54 шп.) и № 12 (54—58 шп.) представляют собой отсеки плавучести. Доступ в них возможен через люки в главной палубе. В отсеке № 10 размещается фекальная цистерна. Машинное отделение находится в отсеке № 8 (33—42 шп.). Вход в него осуществляется с главной палубы через дверь в переборке на 42 шп. В районе 36—37 шп., в палубе над машинным отделением расположен люк, служащий запасным выходом из машинного отделения. Отсек № 13 (58 шп. — корма) используется в качестве топливной цистерны. Доступ в цистерну возможен через люк в главной палубе. Выше палубы переборок в районе 1—11 шп. находится носовой пассажирский салон на 26 мест. В нем сделан специальный выгортник, в который располагается пирное устройство. Салон имеет два выхода (с правого и левого бортов) на посадочные площадки и аварийный выход в носовой части через люк в теневой палубе. В районе 11—15 шп. расположены посадочные площадки, где находятся спасательные круги и огнетушители. Под рубкой в районе 11—13 шп. размещена агрегатная.

* В скобках приведены данные для судна с тепловыми турбинами.

Средний пассажирский салон на 56 мест расположен в районе 15—32 шп. Салон имеет три выхода: один в корме (на прогулочную палубу над машинным отделением) и два в нос (на посадочные площадки). В районе 32—46 шп. находятся следующие помещения: по правому борту — дежурная каюта команды, шкверская, воздушозабортник минного отсека, каюта для буфета и буфет; по левому борту — дежурная каюта команды, где расположен главный распределительный щит, воздушозабортник минного отсека, аккумуляторы, агрегатная, поперечные отстойники и два туалета. Над машинным отделением, между бортовыми помещениями (36—42 шп.), имеется прогулочная палуба, на которой размещены сантехнические куты и осветительные. Над прогулочной палубой установлен съемный металлический тент обтекаемой формы для защиты пассажиров от атмосферных осадков.

Корпусной шпалерный салон на 36 мест расположен в районе 46—58 шп. Салон имеет два выхода: на открытую палубу в корме и на прогулочную палубу над машинным отделением. В районе кормы находится прогулочная палуба с тентовым навесом и посадочный трап. На тентовой палубе расположены: ходовая рубка, акустическая в надстройку, приборы звуковой сигнализации, воздухозаборники вентиляции, матовое и антенное устройство, локерное устройство, стабилизатор и сигнальные огни.

Конструирование морфусов

Корпус теплохода «Комета» изготовлен цельнолитым из алюминия магниевого сплава марки АМг-61 (рис. 181 и 182). Наружная обшивка днища и борта, продольный и поперечный набор корпуса соединены при помощи аргоно-дуговой сварки. Ребра жесткости привариваются к обшивке сланой и танталой палуб, а также к переборкам и выгородкам контактной сваркой на клею. Корпуса теплоходов ранеею простройностью собираются при помощи аргоно-дуговой сварки. Поперечный набор корпуса состоит из рамных дилитудов таврового и двутаврового профиля, установленных через 500 мм. В местах крепления стоек крыльев и крошечных гребных валов устанавливаются промежуточные набор. В надстройке рамные шпангоуты выполняются арочной конструкцией и расположены через 1000 мм. Продольный набор по днищу, бортам и палубам состоит из ребер жесткости, дилитудов и калитудов.

Поперечные переборки из 11, 15, 33, 42 и 58 шп., расположенные выше главной палубы, изготовляем из листов толщиной 1,5–2 и 2,5–3 мм. Продольные переборки и различные выгородки набравы из листов толщиной 1,5–2 мм. Ребра жесткости по листам переборок и выгородок изготовлены из Z-образного

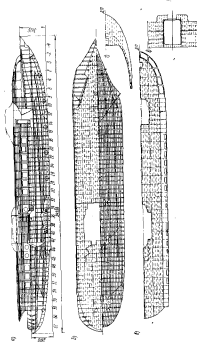


рис. 18). Конструктивная схема корпуса телешава «Комета»: а — продольный разрез; б — один из главных пазов и диаметр;

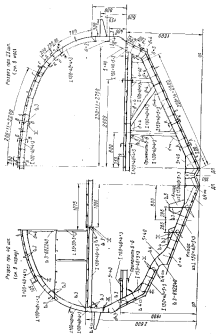


Рис. 102. Конструктивный настил-панель таловода «Комета».

профиля. Фундаментные балки под главный двигатель и машинным отделением выполнены сварными из листов толщиной 5—6 мм, переменными по высоте. Верхние крошки балок отделаны полосой размером 8×125 мм. К шпангоутам фундаментные балки крепятся кинцами из листов толщиной 3 мм. С поперечными переборками фундаментные балки соединены кинцами размером 350×300×125 мм из листов толщиной 5 мм.

Форштевень таловода изготовлен из полосы переменного сечения толщиной 6 мм. Реданы выполнены из листов толщиной 4—5 мм, переменной высоты. По бортам судна устанавливаем обшивку, предохраняющую крылья от ударов при швартовке. По наружным обводам корпуса между носовым и кормовым обшивками устанавливаем привальный брус шириной 280 мм. Хвостовая наделка на тентовый яллубе и корме (стабилизатор), а также тент над прогулочной площадкой выполнены из листов толщиной 1,5—2 мм. Слань в машинном отделении собрана из рифленых листов алюминия-магниевого сплава толщиной 2 мм. Листы слани крепятся к подосаженным уголкам и винтам. Рубка изготовлена из листов толщиной 1,5 мм и ребер жесткости.

Изоляция, покрытие, отделка и окраска

При обшивке помещений и их различные подделки применяем ель и фанера березовая ламинированная толщиной 2 мм. Для отделки помещений использованы паннолы авиационной марки ПА и декоративные пластины марок ОД и Т без рисунка и с рисунком. Подволока салона, а также переборки и борта выше нижней кромки окон отделаны паннолом светлых тонов. Нижняя часть бортовых и переборочных панелей салона до окон отделана пластиком. Стяжки пластики и паннолы закрыты раскладками. Отделка дежурных кают, буфета и рубки аналогична отделке пассажирских салонов. Туалеты отделаны пластиком.

В качестве тепло- и звукоизоляционных материалов на судне применяем: теплоизоляция марок ВТ-4С (капроновая вата), пенопласт марки ПХВ-1 и перфорированные алюминиевые листы. Все использованные изоляционные материалы являются негорючими или трудногорючими. Пассажирские салоны, каюты, буфет, рубка и туалеты изолированы по бортам и водозолоте одним слоем теплоизоляции марки ВТ-4С толщиной 20 мм, наклеенной на металл катем марки ВК-32-2. На подволоке машинного отделения установлена звукопоглощающая изоляция из материала марки ВТ-4С толщиной 40 мм, наклеенная на перфорированные листы из сплава марки АМг-5В.

Поперечные переборки и яллуба, отделяющие каюты от машинного отделения, имеют двухслойную конструкцию с воздушной прослойкой толщиной 80 мм. В середине воздушного

промежутка помещен звукопоглощающий материал ВТ-4С толщиной 20 мм, а стенки, прилегающие к машинному отделению, оштукатурены пенопластом ПХВ-1 толщиной 10 мм или изолированы пенопластом методом напыления. Зашивка двухслойной конструкции выполнена из листов сплава АМг-5В толщиной 2,0 мм по палубе и толщиной 0,8 мм по переборке. Она закреплена на брусках обрешетки, установленного на прокладках из губчатой резины.

Палуба в пассажирских салонах, в каютах, в буфете и в рубке покрыта полихлорвиниловым линолеумом разных цветов толщиной 2,0 мм. К настилу палубы линолеум приклеен клеем марки 88-Н. В кормовом салоне под линолеумом настелена перфорированная резина толщиной 4 мм. Участок палубы в туалетах покрыт свариваемым листовым винилпластом толщиной 5 мм. Из этого же материала сделан настил на высоту 200 мм. Главная палуба в районе посадочных площадок и прогулочная палуба над машинным отделением покрыты резиновыми дорожками.

Для грунтовки корпуса как снаружи, так и изнутри применен грунт марки ВЛ-02. Подводная часть корпуса снаружи окрашена по следующей схеме: один слой фосфатирующего грунта марки ВЛ-02, три слоя эмали марки ХС-78с (антикоррозийное покрытие) и два слоя неабразивной краски марки ХС-79 на виниловой основе. Для окраски надводной части корпуса и надстройки использованы пентафталевые эмали. С целью защиты корпуса от коррозии применены магниевые протекторы из сплава марки МЛ-4 или МЛ-5. Протекторы установлены в подводной части корпуса судна и на крышеплавных крыльях устройств.

Оборудование помещений и дельные вещи

Пассажирские салоны теплохода «Комета» оборудованы мягкими анимационными креслами. Кресла надежно прикреплены к палубе без нарушения ее водонепроницаемости. В салонах вдоль бортов над окнами сделаны полки для легкого ручного багажа, выполненные из дюралюминиевых труб (на крышеплавках) и капроновой сетки, натянутой между ними. На переборках салонов установлены вешалки для одежды; в среднем и кормовом салонах имеются ниши для ручного багажа. Дежурные каяты каюты левого и правого бортов снабжены стоном, диваном, шкафом для личных вещей, складным табуретом, зеркалом, вешалкой и пеленальной.

Буфет оборудован застекленной антривой, шкафом-буфетом, стоном с ящиками, складным табуретом и полкой для сушки тарелок. Кроме того, в нем установлены: шкаф-холодильник с холодильной установкой типа ФАК-0,7Е, работающей на постоянном токе, стационарная электроплитка, стиральная машина и

ножка для посуды на два места. Запасы напитков и высокопортящиеся продукты хранятся в кладовой.

В оборудовании ходовой рубки входят два кресла (для водителя и механика), стол для штурманских карт, шкаф для сигнальных флагов.

Доступ в подпалубное пространство осуществляется через люки. Люки выполнены непроницаемыми, а их крышки сделаны заходяще с настилом главной палубы. Диаметр люков в свету составляет 450 мм. На 55—57 шп. в ДП находится люк размером 650×450 мм. Сверху крышки люков оштукатурены линолеумом. Над топливной цистерной с левого борта имеется люк диаметром в свету 450 мм. В выгородке, расположенной в районе 1—1½ шп., размещены два люка, позволяющие удобно обслуживать корпусную ледовую и вышку. Крышки люков выполнены односторонними на петлях. Они имеют резиновую уплотнительную прокладку по контуру и снабжены запором.

Для выхода двигателя над машинным отделением в районе 35½—41½ шп. сделан люк размером в свету 1985×2885 мм. Крышка люка выполнена съемной, водонепроницаемой, из листов толщиной 2,5 мм. Набор крышки состоит из продольных ребер жесткости, поперечных рамыных бимсов и комингса по контуру крышки. Крышка имеет по контуру уплотнительную прокладку и поднимается из машинного отделения откидывающимися задрайками. В крышке люка имеется, кроме того, горловина зенитного выхода из машинного отделения (диаметром в свету 450 мм). Горловина сделана неспривисленной, задрайвующейся с палубы и из машинного отделения.

Окна в пассажирских салонах выполнены с открывающейся фрамугой и остеклены плексигласом толщиной 6 мм, выгнутым по обводам надстройки. Плексиглас закреплен алюминизированными планками на анштах с применением резиновых уплотнительных прокладок. Переднее окно рубки, а также два бортовых (по одному с каждого борта) выполнены открывающимися. На лобовом стекле установлен стеклоочиститель. Для лобового открывающегося стекла в рубке применено безосколочное трехслойное оконное стекло «триплекс», которое вставлено в алюминизованную раму на резиновой уплотнительной прокладке. В дежурных каютах команды, в туалетах и буфете установлено по одному иллюминатору диаметром в свету 528 мм. Иллюминаторы остеклены плексигласом, поставленным в алюминизованную открывающуюся раму.

Двери в переборках на 32 и 46 шп. выполнены односторонними, размером 800×1850 мм, открывающимися из салона. Рамы двери сделаны из дерева и обшиты снаружи слоистым пластиком. Верхняя часть дверей остеклена плексигласом. По контуру двери поставлены резиновые уплотнительные прокладки. В качестве сдерживания на дверях установлены втулки.

изготовленные из дюралюминиевых труб. Двери кают и туалетов также выполнены односторонними размером 600×1850 мм. Конструкция их такая же, как и дверей в салонах, но верхняя часть не остеклена. Двери палубы на посадочные и прогулочные палубы размером 800×1600 мм сделаны из алюминиевых листов, гидронепроницаемыми, закрывающимися на задрайках. По контуру двери установлены резиновые уплотнительные прокладки. Двери в машинное отделение в районе 42—43 шп. имеет размер 600×800 мм, установлена с наклонном и выполнена из алюминиевых листов. По контуру двери установлены резиновые уплотнительные прокладки. Все двери снабжены дверными запорами, исключая двери самооткрывание.

С каждого борта в районе носовых посадочных площадок установлены трапы шириной 1000 мм. Высота ступенек трапа равна 215 мм. Ступеньки покрыты рифленой резиной. Трапы в рубку и в машинное отделение имеют ширину 550 мм. Ширина ступенек такого трапа равна 250 мм, высота — 225 мм. Ступеньки трапа в рубку покрыты линолеумом, а трапы в машинное отделение — рифлеными листами. Трапы, ведущие из среднего и кормового салонов на прогулочную палубу над машинным отделением, имеют ширину 1000 мм. Ширина и высота ступенек трапа равны 200 мм. Для доступа в подпалубные отсеки имеются скобтрапы и вертикальные трапы. На продольных палубных в районе 35½—40 шп. с каждого борта установлены скобтрапы.

Судовые устройства

На теплоходе «Комета» имеются два якоря повышенной держатель силы (конструкция Матросова): основной якорь весит 100 кг, запасной — 50 кг. Основной якорь поднимается якорной электробедекой с типовым усилием в 1000 кг. Запасной якорь хранится на палубе полука. Он отбрасывается и поднимается вручную. Электробедежка якорного устройства имеет ручной привод, якорный механизм, стопорное устройство и кожух ленточный тормоз. Технические характеристики ее приведены ниже:

Мощность, л.с.	5,5
Число оборотов в минуту	1000
Электродвигатель	12
Сарабаны	18
Скорость выбирания троса при медленном ходе, д.м.м.	1000
Тяговое усилие на барабанах при отрыве якоря, кг	20
Усилие на рукоятке при выбирании якоря вручную, кг	20

Судно снабжено швартовками из канатного каната. Общая длина канатов равна 105 м. Канаты хранятся на посадочных площадках и в корме в специальных надувах. Для швартовки на судно установлено шесть крепящих двойных анкерных с тумбами диаметром 80 мм, расположенных на носовых обводах (по два

с каждого борта) и в корме на палубе (по одному на борт). Канаты изготовлены литыми из алюминиевого сплава марки АЛ18. Буксировка судна осуществляется за специальной бигент, установленный в носовой части судна.

На теплоходе «Комета» установлен один балансирный руль (на первых теплоходах было по два руля). Полная площадь пера руля равна 2,18 м², а рабочая площадь при ходе на крыльях — 1,32 м². Перо руля выполнено сплошным из листа алюминия магниевого сплава. Оно крепится на двух опорах. Верхней опорой служит баллер, арматурный в подшипнике, который соединен с корпусом, нижней опорой — петля, укрепленная на кормовом крыле и имеющая подшипник с розеточной гайкой. Перекачка руля осуществляется при помощи электрогидравлической системы. Предусмотрено и ручное аварийное управление от ручного насоса. Время перекачки руля с борта на борт на угол 70° составляет 10—12 сек. Система состоит из силового цилиндра-исполнителя, масляного насоса, электрогидравлических распределительных кранов и ручного гидравлического привода. Рабочей жидкостью является минеральная гидросмесь марки АМГ-10. Контроль за работой гидросистемы осуществляется мажонетрами. Трубопроводы выполнены из труб нержавеющей стали марки Х18Н9Т.

Схема крыльчатого устройства теплохода показана на рис. 179. Стойки носового и кормового крыльев, а также сами крылья изготовлены из нержавеющей стали марки Х18Н9Т и имеют сварную конструкцию. Средние крылья, стойки и стабилизатор сварены из листов алюминия магниевого сплава марки АМГ-61 толщиной 10, 12 и 14 мм. Носовые и кормовые крылья изготовлены из листов толщиной 8, 12 и 24 мм. Листы подкреплены продольными ребрами. Нижние части стоек сделаны из листов толщиной 23 мм; верхние части стоек (кронштейны) сварены из листов толщиной 3,5 и 10 мм.

К корпусу крылья крепятся стойками. Стойки носового крыла и бортовые стойки кормового крыла — разъемные. Нижние части стоек приварены к плоскостям крыльев, а верхние части (кронштейны) крепятся к корпусу болтами. Верхние и нижние части стоек соединены между собой болтами на фланцах. Фланцевое соединение необходимо для изменения установочных углов крыльев, что достигается постановкой клиновых прокладок между фланцами. Стойки среднего крыла, стабилизатор и анкерная стойка кормового крыла — неразъемные. Стойки изготовлены из листов толщиной 23 и 28 мм. Чтобы устранить возможность выпадения солей на плоскости крыльев, крыльчатое устройство, изготовленное из нержавеющей стали марки Х18Н9Т, изолировано от корпуса специальными прокладками.

На верхней палубе в районе 20—34 шп. установлен десерт, а в районе 34—42 шп. — поручни. Для безветренного прохода

по привальному брусу в районе 15—37 шп. с каждого борта выше линии окон имеются поручни. С обоих бортов, в районе 35—36 шп. в месте заправки судна маслом установлены откидные площадки (на уровне привального бруса) и лесное ограждение. В районе лобубади также имеется лесное ограждение. Оно обеспечивает удобную работу с якорем, швартовками и сигнальными шарами. Для несения сигнальных огней на судно установлена заваляющаяся мачта. Судно снабжено пидан-дуальными спасательными средствами: спасательными жилетами типа ЦПКБ-3 (138 шт.), спасательными кругами (6 шт.), в том числе со спасательным линем (2 шт.) и с самозажигающимися буйком (3 шт.). Кроме того, имеются шесть спасательных плотов типа ПСН-10.

Подъем теплохода может производиться на специальных полотнолах при помощи крана. Полотнола заводится под децке теплохода в районе 21 и 42 шп. через специальные гнезда в привальном брусе.

Судовые системы

Для устранения очагов пожара на теплоходе «Комета» предусмотрены шесть огнетушителей марки ОИМ, пять огнетушителей марки ОУ-3 и один огнетушитель марки ОУ-2. Для ликвидации пожара в машинном отделении на судне имеется автоматическая система углекислотного пожаротушения. Кроме того, судно укомплектовано набором противопожарного оборудования.

Корпус судна осушается по децентрализованной схеме. Одним из средств осушения является самонавмывающаяся помпа комбинированного агрегата ДГКП производительностью 20 м³/час. Магистральные трубопроводы осушения в отсеках выполнены из поливинилхлоридных труб; в машинном отделении трубопровод осушения изготовлен из алюминиевых труб. Отстойная система осушения на магистральном трубопроводе снабжена насосом с палубы, имеющим дистанционное управление. Средством осушения машинного отделения является также ручной насос марки РН-20 производительностью 20 л/мин. Вода откачивается этим насосом при помощи гибкого шланга, снабженного на свободном конце приемной сеткой. Насос марки РН-20 используется также для откачки отработанного масла из масляной системы каждого главного двигателя. На случай выкачки из стон помпы агрегата ДГКП предусмотрено осушение машинного отделения помпой заборной воды главного двигателя (правого борта) через трехходовой кран, установленный в магистраль трубопровода заборной воды системы охлаждения.

Санитарная система на судне состоит из системы мыльной и питьевой воды. Обе системы выполнены автономными. Система мыльной воды включает пневмоцистерну, санитарный насос марки ЗЦН-104 и трубопроводы с арматурой. Пневмоцистерна снабжена манометром, обеспечивающим автоматическое включение и выключение насоса марки ЗЦН-104. Система питьевой воды предназначена для снабжения пассажиров питьевой водой и мытья посуды. Система состоит из двух напорных баков запаса пресной воды общей емкостью 400 л, сборника питьевой воды с поплавковым клапаном и краном, работающего на выхлопных газах главного двигателя. Система позволяет запасом пресной воды во время рейсовых остановок судна. Общая емкость пресной воды в системе составляет около 430 л. Трубопровод системы выполнен из труб алюминиевого сплава марки АД-1, соединенных индеем разнотканым рукавом и штуцерно-напильными соединениями.

Сточко-фановая система предназначена для отвода сточных вод из саблора судна. Сточные воды от умывалов отводятся в фекальную цистерну емкостью 350 л, а оттуда по магистральному фановому трубопроводу — за борт или удаляются через специальный патрубок, оборудованный санитарным патрубком. Фановый трубопровод оборудован на конце заливкой, позволяющей закрывать сток из фекальной цистерны в аломбираторе захлопку при проходе судна через зоны строгого санитарного режима. Сточные трубы от умывальных снабжены водяными затворами с реинными для части трубопроводов. Фекальная цистерна оборудована вентиляционным трубопроводом с установленным на конце озонометром. Система выполнена из поливинилхлоридных труб, фекальная цистерна — из стеклопластика.

На судне имеется система естественной вентиляции. В ней используется скоростной напор встречного воздушного потока во время хода судна. Воздух подается в вентиляруемые помещения через воздушные люки, расположенные на палубе, и открывающиеся фрамуги окон. Виттяжная вентиляция обеспечивается при помощи ажетирующих компрессоров.

Для принудительной вентиляции пассажирских салонов на стонке в палубе судна установлены электровентиляторы общей производительностью 6300 м³/час, обеспечивающие 20-кратный обмен воздуха. В дежурных каютах имеются настольные электровентиляторы. Вентиляция машинного отделения на стонках осуществляется при помощи двух вентиляторов общей производительностью 1400 м³/час, что обеспечивает 20-кратный обмен воздуха. Во время хода судна вентиляция машинного отделения достигается за счет подсоса свежего воздуха вентиляторами надува главных двигателей.

Отопление судна — водяное с замкнутым контуром. Вода, подогреваемая в подогревном котле до 95°, подается циркуляционными насосами в грелки, расположенные в помещениях судна под окнами. Грелки представляют собой оребренные алюминиевые трубы. Водогрейный котел автоматизирован и работает на дизельном топливе.

В холодильную систему входят фреоновый автоматический компрессор марки ФАК-0,7Е, имеющий стандартную производительность 700 ккал/час. В шкафу-холодильнике автоматический поддерживается постоянная температура 2—5°. Полезный объем шкафа-холодильника составляет 0,5 м³. В шкафу имеется ледник. Агрегат марки ФАК-0,7Е переоборудован для работы от сети постоянного тока напряжением 27 в, поэтому спаренный с ним электродвигатель переменного тока типа АОЛ-31/4 заменен электродвигателем марки ГСК-1500.

Силовая установка и обслуживающие ее системы

Машинное отделение теплохода «Комета» расположено по длине судна между водонепроницаемыми переборками 33 и 42 шп. Сверху оно отделено платформой, а в нижней предусмотрен люк (закрытый съёмной крышкой) для загрузки и выгрузки механизмов. Из машинного отделения имеются два выхода: один — со стороны кормового салона, другой — через люк в платформу.

Силовая установка судна состоит из двух главных двигателей и одного вспомогательного агрегата. Главные двигатели расположены параллельно ДП судна. В качестве главных двигателей устанавливаются два дизеля типа М50Ф-3 или М400 правый и левый моделей. Каждый дизель — 12-цилиндровый с V-образным расположением цилиндров, четырехтактный, простого действия, с наддувом, водяным охлаждением и реверсивной муфтой. Максимальная мощность двигателя составляет 1200 л. с. при 1850 об/мин (или 1100 л. с. при 1800 об/мин для дизеля М400). Двигатель работает на специальном дизельном топливе марки ДС. Для смазки применяется авиационное масло марки МК-22 с добавлением 3% (по весу) присадки АЗНИИ-ЦИАТИМ-1Ф или ЦИАТИМ-339. Заместителем является авиационное масло МС-20 с добавлением той же присадки. Главные двигатели работают непосредственно на свои валопроводы. Каждый валопровод жестко соединен с фланцем реверсивной муфты двигателя для помощи фланцевой полушестерни.

В машинном отделении, кроме главных и вспомогательных двигателей, расположены следующие механизмы и оборудо-

	Кол-во шт
Агрегат предварительной очистки масла	1
• топливный	2
Насос санитарной системы МДН-104	2
• акустический РН-20 (переходной для системы МДН)	1
Холодильник МХД-5	2
• ВХД-5-1	1
Водоподогреватель	2
Панель с электрооборудованием	1
Насос промывки радиатора РН-20	1
Ток масляный расходный смеситель 120 л	1
• заливного масла емкостью 150 л	1
• расходный бак для воды емкостью 30 л	1
• подогрев отопительный	1
• акустический водный	1
Насос циркуляционный 8ЦН-11	1
Промывочная заборная вода	1
Горючее	1
Фильтр топливный	1
• масляный	1
• водный	1
Щит агрегатов главного двигателя	1
• двигателя 290/11	1
• воздушника	1
• манометр барометрический	1
Насос топливный системы отопления	1
Вентилятор	1
Система	1
Насос гуськовая	1
Канализация	1
Насос для инструментов	1

Топливный трубопровод обеспечивает подачу топлива в топливную систему каждого главного двигателя и агрегата ДГКП. Топливная система главного двигателя состоит из трубопровода, агрегата предварительной промывки и арматуры. На промывающих трубопроводах главных двигателей установлен ручной насос марки РН-20 на случай, если по каким-либо причинам будет невозможна промывка систем двигателей промывающими агрегатами. Поддача топлива к главным двигателям и вспомогательному агрегату ДГКП производится непосредственно из топливной цистерны, находящейся в корме судна. Цистерна оборудована горловиной приема топлива, дистанционным указателем уровня и измерительной иглой, а также расходной, сливной арматурой и вентиляционной трубой с огнемех предохранителем. Топливо подается с судна перекачивающим насосом марки ПНВ-2 производительностью 1 м³/час при напоре 0,9 кг/см². Трубопровод и арматура выполнены из алюминиевого сплава. Трубы соединены при помощи дюрнитовых муфт.

Для обеспечения подачи масла в масляную систему каждого двигателя на судне имеется масляный трубопровод. Масляная система двигателя состоит из расходного бака емкостью 135 л, двух парных фильтров (одна пара которых устанавливается непосредственно в расходном баке и вторая — за выходы из главного двигателя), термостата, подмасляного холодильника марки МХД-4, агрегата предварительной прокачки масла, запорной и регулирующей арматуры, а также дистанционных указательных приборов давления и температуры. Каждый расходный масляный бак оборудован указательной колонкой, датчиком дистанционного указателя минимального уровня, вентиляционной трубой, карманом датчика температуры и электрогрелками для подогрева масла перед пуском. Масло подается в расходные баки из бака основного запаса масла емкостью 150 л. Бак оборудован указательной колонкой, вентиляционной трубой с поплавком-предохранителем и приемными трубами с горловинами залива, установленными в нижних корпусах по правому и левому бортам, в районе 38 шп. Для слива отработавшего масла из двигателя служат сливные трубы, снабженные запорной арматурой и выведенные в места, где и них легко можно присоединить дюритовый шланг от приемного патрубка осушительного насоса. Трубопровод масляной системы выполнен из труб алюминиевого сплава при помощи дюритовых соединений.

Для обеспечения воздушного пуска главных двигателей и питания тифона на судне имеется воздушная система. Она состоит из двух воздухоохладителей (баллонов емкостью 40 л каждый, рассчитанных на рабочее давление 150 кг/см²), предохранительной, запорной, регулировочной, пусковой арматуры и трубопровода, выполненного из стальных и медных труб на штуцерно-выпуклых наконечниках соединений. Пуск двигателей производится из рубки при помощи дистанционного управления электропневмоклапанами. Кроме того, имеются ручные воздушные клапаны на случай аварийных пусков главных двигателей непосредственно из машинного отделения.

Газовыхлопные системы главных и вспомогательных двигателей являются автономными. Система газовойлопной каждого из главных двигателей состоит из трюнка, объединяющего газовыхлопные тракты обоих выхлопных коллекторов двигателя, трубопровода, глушителя и конденсаторов. Для охлаждения газовыхлопной системы используется забортная вода, вытекающая в газовую полость трюнка. Трюнки, соединяющие непосредственно с двигателем, и трубопроводы выполнены из нержавеющей стали марки Х18Н19Т. Глушители сделаны из коррозионностойкого легкого сплава. Трубы газовыхлопной системы соединены между собой при помощи фланцев с прокладками из теплоустойчивой резины. С целью глушения шума и

охлаждения газовыхлопной трубы вспомогательного двигателя в нее подается забортная вода.

Система охлаждения и подогрева двигателей состоит из трубопроводов забортной и пресной воды. Трубопровод забортной воды обеспечивает снабжение забортной водой главных и вспомогательных двигателей, а также всего судна. Система состоит из магистрального трубопровода, обеспечивающего прием забортной воды через кингстоны и водовод в средней стойке кормового крыла, двух фильтров и двух отводящих магистралей с фильтрами и отдельными кингстонами. Движение воды в системе обеспечивается помпами забортной воды, присоединенными к главному двигателю, а также скоростным насосом встречного потока воды при ходе судна. Забортная вода, движущаяся по магистральному приемному трубопроводу, проходит через водоводовый и подмасляные холодильники, где нагревается от воды внутреннего контура охлаждения двигателя и масла. От напорных магистралей системы забортной воды сделаны отводы на охлаждение газовойлопной системы, для смазки резиновых подшипников насосов, а также предусмотрен патрубок с переходным краном для подачи забортной воды на санитарные нужды. От напорной магистрали отвода из главных двигателей сделан отвод забортной воды на охлаждение компрессора агрегата ДГКП.

Система пресной воды обеспечивает охлаждение главных и вспомогательных двигателей и прогрев главных двигателей перед пуском. Система охлаждения каждого главного двигателя состоит из трубопровода, подающего воду к термостату, от которого вода поступает к топливным насосам через водоводный холодильник марки ВХД-5-1 или аналог его. Пресная вода поступает в систему из двух расширительных бачков (емкостью по 30 л каждый) через дренажные трубы, снабженные заглубленными втулками. Бачки оборудованы поддувочными стеклами и сигнализаторами минимального уровня. Входящие и отходящие трубопроводы пресной воды главных двигателей и отходящий трубопровод охлаждения вспомогательного двигателя оборудованы карманами для установки датчиков дистанционных термометров. Трубопровод системы выполнен из медных, алюминиевых и латунных труб, которые соединяются фланцами и дюритовыми муфтами.

Машинная установка теплохода «Комета» имеет дистанционный пост управления, расположенный в ходовой рубке. На посту размещены органы управления главными двигателями, а также контрольно-измерительные приборы.

Управление реверсом и подачей толкача главных двигателей осуществляется дистанционно из рубки при помощи гидравлической системы. Газосистема управления главными двигателями состоит из цилиндров-датчиков, расположенных в рубке,

цилиндров-исполнителей, установленных на двигателях, запорного бачка, трубопроводов и арматура. Трубопроводы системы изготовлены из нержавеющей стали марки X18H9T.

Для контроля за нормальной работой главных двигателей установлены два приборных щита: один в машинном отделении, другой в ходовой рубке. На каждом из этих щитов расположены следующие приборы:

электротазометр для замера числа оборотов диска;
манометр давления топлива, поступающего в топливный насос;

манометр давления масла в главной масляной магистрали;
термометры дистанционные для замера температуры входящей и выходящей из двигателя пресной воды и масла.

Кроме этих приборов, на щите управления в ходовой рубке установлены указатели уровня масла и топлива. Для контроля за работой автономного агрегата ДГКП-10-1 на щите в машинном отделении расположены следующие приборы:

тахометр для замера числа оборотов двигателя;
манометр давления масла в двигателе;
термометры для замера температуры входящей и выходящей воды, а также масла в двигателе;
манометры давления компрессора первой, второй и третьей ступеней.

Валопровод и подшипники

Линия вала каждого двигателя имеет угол уклона к основной плоскости 12° и располагается параллельно ДП судна. Каждый валопровод состоит из двух валов: конькового и промежуточного, соединенных между собой продольно-свертной муфтой. Промежуточный вал присоединяется фланцевой муфтой к реверс-муфте главного двигателя. На коньковом валу насажен гребной винт. Диаметры шеек валов равны 80 мм. Все валы изготовлены из нержавеющей стали марки 2Х13.

Передача удара каждого гребного вала на корпус осуществляется через упорный подшипник, установленный в реверс-муфте главного двигателя. Каждый валопровод имеет, кроме того, три основных резино-металлических подшипника. Один подшипник (разъемной конструкции) установлен в кормовой части дейдвудной трубы, два других (неразъемных) — в концевой и промежуточных кронштейнах. Каждый валопровод имеет дейдвудный салник, который соединен с носовым коном дейдвудной трубы при помощи двартовой муфты. Смазка подшипников валопровода осуществляется забортной водой, которая подается к подшипнику концевой кронштейна в результате использования скоростного напора встречного потока. К подшипнику промежуточного кронштейна вода поступает через одну из стоек

кронштейна от магистрали забортной воды. Поддача воды к подшипнику дейдвудной трубы обеспечивается через вакуумную заслонку трубы от магистрали забортной воды системы охлаждения.

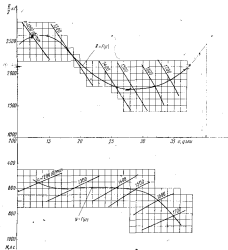


Рис. 183. Паспортная диаграмма гребного вала теплохода «Комета».

главного двигателя. Для смазки дейдвудного салника используется та же забортная вода.

В качестве движителей на теплоходе установлены два гребных вала: левого и правого вращения. Эти валы изготовлены из латуни марки ЛМцЖ 65-5-2-2 и имеют следующие параметры:

Диаметр D , м	0,05
Шаг H , м	0,8
Дисконное отклонение	1,1
Количество лопастей	5

Паспортная диаграмма трюбного вента теплохода показана на рис. 183.

Электрооборудование и радиосвязь

Электрооборудование теплохода «Комета» практически не отличается от электрооборудования теплохода «Метеор».

Для радиосвязи судна с береговыми и судами радиостанциями на судне установлена телефонная радиостанция типа Р-807. В комплект радиостанции Р-807 входят следующие блоки: радиопередатчик, радиоприемник типа УС-В, блок тредных волн типа БСВ-70, умформер марки У-600, пульт дистанционного управления и микрофон. Радиостанция должна обеспечивать следующую дальность связи:

- на коротких волнах — не менее 100 миль;
- на средних волнах — не менее 50 миль.

Выходная мощность радиостанции по диапазону изменяется от 25 до 80 вт. Питание станции осуществляется постоянным током напряжением $27 \pm 10\%$. Потребляемая мощность не превышает 1200 вт. Радиостанция работает на лучевую горизонтальную антенну. Все блоки радиостанции размещены в рубке, за исключением блока У-600, который находится в агрегатной. Автоматический податчик сигналов типа АПСГВ-2 служит для подачи на вход передатчика Р-807 телеграфных сигналов тревоги и бедствия, а также позывных судна. Размещается он в ходовой рубке.

Для передачи информационных сообщений из ходовой рубки в салоны на судне имеется радиотрансляционное устройство. Включение и выключение динамических громкоговорителей в салонах производится из ходовой рубки, где находится микрофон и усилитель. Для передачи команд из ходовой рубки к основным постам судна (места швартовки, машинное отделение, отсек кормной лебедки) имеется кондукто-вещательная установка, которая обеспечивает двустороннюю связь между рубкой и основными постами судна.

На теплоходе установлен гидроаэлектрический комплекс типа «Градус-2». Два репитера для пеленгования, пугевой репитер, магнитный датчик и прибор сигнализации размещаются в ходовой рубке. Гидроагрегат, преобразователь и два усилителя находятся в агрегатной (над ходовой рубкой). Включение гидроаэлектрического комплекса осуществляется из ходовой рубки. Здесь же установлен магнитный компас. На судне, кроме того, предусмотрен лаг марки ЛГ-6. Указатель скорости и пройденного

расстояния выведен в рубку. Станция управления, центральный прибор, распределительный кран и преобразователь размещаются в агрегатной. Приемная трубка лага установлена под килем.

§ 13. МОРСКОЙ ПАССАЖИРСКИЙ ТЕПЛОХОД «ВЫХРЬ»

Этот теплоход на подводных крыльях предназначен для скоростных перевозок пассажиров на прибрежных морских линиях протяженностью до 400 миль (рис. 184).



Рис. 184. Морской пассажирский теплоход на подводных крыльях «Вихрь». Скорость хода 38 узлов.

Основные элементы и характеристики теплохода

Габаритные размеры, м	47,9
длина	12,5
ширины	10,1
высота	
Осадка габаритная, м	4,1
из киля	1,5
при заезде на крылья	
Водоизмещение, т	88,60
порожнем	121,34
полном	
Мощность силовой установки, л. с.	1800
максимальная	3000
эксплуатационная	
Скорость, узлы	38
максимальная	34
эксплуатационная	290
Пассажироемкость, чел.	

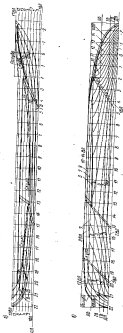


Рис. 186. Теоретический чертеж корпуса теплохода «Вихрь»: а — корпус; б — бак — топливника.

Форма корпуса характеризуется большим наклоном форштевня, клиновидным дном с высоко поднятой скулой, крейсерской кормой с постепенным переходом в килевую линию, клиновидным днищем с волнатыми V-образными шпалгоутами, наклонными бортами с развалом (рис. 185). На днище имеются два релана: носовой, не доходящий до ядра, и кормовой (клиновидной в плане формы).

Основные коэффициенты теоретического чертежа теплохода при полном водоизмещении равны:

Коэффициент обшей плавучести	0,268
» полноты обтекала	0,610
» жидкостной плавучести	0,435

Общее расположение

Схема общего расположения теплохода «Вихрь» показана на рис. 186. Корпус судна ниже главной палубы разделен по длине десятью водонепроницаемыми переборками на 11 отсеков.

Отсек № 1 (от форштевня до 2 шп.) представляет собой форпик. Он разделен на две части пропущенной переборкой, установленной на первом шпалгоуте. В отсек имеется доступ через люки в палубе. Отсеки № 2 (2—6 шп.), № 3 (6—10 шп.), № 4 (10—15 шп.), № 5 (15—20 шп.), № 7 (24½—26 шп.), № 8 (26—29 шп.), № 9 (29—32 шп.), № 10 (32—35 шп.) и № 11 (35 шп. — корма) представляют собой отсеки плавучести. Доступ в них возможен через люки в палубе. В отсеке № 6 (29—24½ шп.) размещается машинное отделение. Вход в него осуществляется с палубы по трапу, расположенному в районе 25—26 шп. В районе 22—23 шп. в машинном отделении с обоих бортов от ДИЗ имеются круглые люки служащие запасными выходами из машинного отделения. В районе 24½—26 шп. выгорожено помещение контрольного поста наблюдения за машинной установкой. В отсеке № 8 расположен фекальный цистерна емкостью 1200 л. Отсек № 10 использован под рулевое отделение (доступ в него осуществляется через круглые люки в палубе). В отсеке № 11 (35 шп. — корма) — лютерские — размещена топливная цистерна.

Выше палубы переборки в районе 1—9 шп. расположен пассажирский салон на 74 места. В носовой части салона в подбаке сделана специальная выгородка, в которой находится якорное устройство. Салон имеет два выхода (по одному с каждого борта) на посадочные площадки и аварийный выход через люк на тенцовую палубу. Посадочные площадки расположены в районе 8—10 шп. В районе 7—9 шп. под рубкой размещена агрегатная, а в районе 10—11 шп. — почтовое помещение.

В районе 10—20 шп. находится средний пассажирский салон на 96 мест. Из салона имеются пять выходов: два в переборке

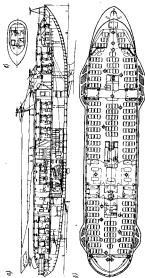


Рис. 184. Схема общего расположения теплохода «Вектор»: а — разрез по ДП; б — разрез по ДП; в — план главной палубы; г — план рубки.

из 10 шп., два в переборке на 20 шп. и один выход через люк на текстовую палубу. Район 18—20 шп. в ДП занимает служебное помещение буфета. Зал буфета размещается в районе 20—24 шп. В районе 24—26 шп. по бортам размещены две четырехместные каюты, а в ДП — санузлы.

Кормовой пассажирский салон на 90 мест расположен в районе 26—35 шп. Из салона имеется три выхода: два в переборке на 26 шп. и один в переборке 35 шп.

В районе от 35 шп. до кормы находится открытая прогулочная палуба. Ходовая рубка, вдутоотопленная в надстройку, размещена между 5 и 12 шп.

Конструкция корпуса

Конструктивные схемы корпуса теплохода показаны на рис. 187. Корпус и надстройка теплохода изготовлены цельносварными из алюминиймагниевого сплава марки АМг-61. Отдельные детали выполнены из стали. Корпус набран по продольной системе. Элементы корпуса соединены при помощи аргодуговой сварки. Все стальные детали оцинкованы и в местах соприкосновения с алюминиймагниево-сплавом изолированы специальными прокладками. Обшивка теплохода изготовлена из листов толщиной (в мм):

Листовой	5—6
Бортовой	4—5
» надстройки	3—4
Настил главной палубы	2,5
То же в районе люков над машинным отделением	4
То же в корме над теплоходным отсеком	3
Настил текстовой палубы	2,5—3

Поперечный набор корпуса (рис. 188) состоит из рамных шпангоутов, установленных на расстоянии 650 мм, а в районе 10—20 шп. — на расстоянии 1100 мм. В надстройке рамные шпангоуты имеют арочную конструкцию и расположены на расстоянии 1100 мм. Продольный набор по дну и палубам состоит из ребер жесткости, кильсонов и карлингсов двутаврового профиля. Поперечные водонепроницаемые переборки в корпусе установлены на 2, 6, 10, 15, 20, 24½, 26, 29, 32 и 35 шп. Толщина листов переборок составляет 4 мм. В нижней части переборок на 20, 24½ и 26 шп. листы имеют толщину 6 мм. Поперечные переборки в надстройке изготовлены из листов толщиной 3 мм.

Фундаментные балки под главные двигатели имеют сварную конструкцию (из таврового профиля). Высота их переборная. К поперечным переборкам балки крепятся при помощи кини. Все прочные фундаменты и подкрепления сварены из листового и профильного алюминиймагниевого сплава марки АМг-61. Форштевень теплохода изготовлен из полосы толщиной 8 мм.

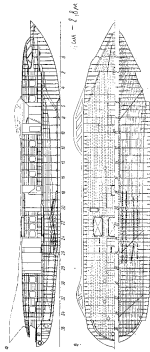


Рис. 187 Конструктивная схема корпуса теплохода «Варяг»: а — продольный разрез; б — план палубы и днища

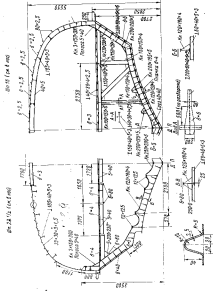


Рис. 188 Конструктивный план-сечение теплохода «Варяг»

По бортам судна установлены обносы, предохраняющие крылья от ударов при швартовке. Обносы поддерживаются крепейками, имеющими коробчатое сечение. По наружным обводам корпуса установлен правый брус шириной 300 мм. Стабилизатор на теневой палубе выполнен клепаными из дюралюминиевых листов толщиной 2,5 мм и тавровых ребер жесткости. Настил в машинном отделении изготовлен съемным из рифленых дюралюминиевых листов марки ДРО толщиной 4 мм.

Изоляция, покрытия, отделка и окраска

Пассажирские салоны, каюты, буфет и рубка изолированы по бортам и подволоку слоем теплоизоляции марки ВТ-4С толщиной 20 мм. Звукопоглощающая изоляция машинного отделения выполнена в виде акустических пирамид размером 300×300×500 мм, высотой 70 мм. Пирамиды изготовлены из дюралюминиевых перфорированных листов толщиной 0,4 мм и облицованы изнутри двумя слоями изоляционного материала марки ВТ-4С толщиной до 20 мм. Пирамиды крепятся к набору корпуса пружинами. Подволоки и стены туалетов изолированы слоем материала марки ВТ-4С. Все изоляционные материалы, которые применяются на судне, являются негорючими или трудноразрушаемыми.

Палуба в пассажирских салонах, в каютах, буфете и в рубке покрыта полидюралюминиевым листовым материалом толщиной 2 мм, приклеенным по контуру к настилу настилки марки ДФК7П. В туалетах она покрыта листовым алюминистом толщиной 4 мм. Для обшивки помещений и не различимые подделки применены аль и авиационные березовые фанеры (толщиной 2 и 3 мм), пропитанные огнезащитным составом. При отделке помещений использован авиационный паннолит марки ПА и декоративный слоистый пластик без рисунка с имитацией под ценные породы дерева. Подволока, переборки и борта (выше нижней кромки окон) салонов, кают и буфета отделаны авиационным листовым светлым тоном, наклеенным на обшивку и монтажные струги и закрепленным раскладками. Панель салонов и зал буфета до окон отделаны авиационным листовым темным тоном. Стенки закрыты раскладками из профилированного дюралюминия. Туалеты отделаны паннолитом (подволока) и слоистым пластиком (панели).

Подводящая часть корпуса покрыта снаружи эластомером марки ГЭН-150. Внутренние и наружные (выше ватерлинии) поверхности корпуса загрунтованы двумя слоями фенолформальдегидного грунта марок ФЛ-03-Ж (для алюминия) и ФЛ-03-К (для стали). Наружные надводные поверхности и внутренние помещения теплохода окрашены винтафтальевыми эмалями.

Оборудование помещений и дельные вещи

Пассажирские салоны теплохода «Визарь» в основном укомплектованы мягкими складывающимися авиационными креслами. Кресла снабжены индивидуальными съемными столиками и пепельницами. В салонах вдоль бортов над окнами предусмотрены полки для размещения легкого ручного багажа. Пространство между бортом и креслами также используется для хранения багажа. В каждом салоне имеется специальная выгородка для вешалки. Служебная каюта оборудована диваном, столом, вешалкой для одежды, шкафом для белья, алфачиком для книг, аптечкой и вазой для графина с водой. В зале буфета установлены высокие столики. Буфет оборудован буфетной стойкой с застекленными антритами, холодильником, шкафом для сухой провизии, специальными ящиками для хранения бутылок с напитками, стационарной электрорешетки, сливной раковинкой, стиральной машинкой и урной для мусора. Кроме того, в буфете установлен бакчик питьевой воды. Оборудование холодной рубки включает культ управление, навигационное оборудование, средства связи и необходимую мебель.

Для доступа в подпалубное пространство предусмотрены водонепроницаемые люки диаметром в свету 450 мм. Крышки люков сделаны заподлицо с настилом палубы из листов толщиной 2,5 мм и имеют задрывающее устройство. Сверху крышки люков обклеены листовым. В палубе подлюка имеется люк с быстротривающимся крышкой для удобного обслуживания жорной лебедки.

Над машинным отделением в главной палубе для выемки дельных предметов предусмотрены три люка. Размеры люков в свету следующие: среднего 1720×2800 мм, бортовых 1375×2800 мм. Крышки люков выполнены водонепроницаемыми и быстрооткрываемыми, для чего по контуру их предусмотрены уплотнительные прокладки. Закрываются крышки из машинного отделения быстротривающимися задрайками. В районе 22—23 шп. с обеих бортов в люках над машинным отделением установлены горловины записного выхода диаметром 450 мм. Горловины выполнены неперекрывающимися и задрываются как из машинного отделения, так и с главной палубы. Для доступа в топливный отсек в главной палубе установлены две горловины диаметром 450 мм, крышки которых выполнены газонепроницаемыми.

Окна в пассажирских салонах сделаны глухими с открывающимися фрамугами. Размер окон в свету 500×1100 мм; они остеклены стеклокластом толщиной 7 и 4 мм. Любовое окно ходовой рубки выполнено из безосколочного трехслойного оконного стекла.

Посадочные двери в районе 9—10 шп. (бронзопроводящие, одностворчатые, размером 800×1600 мм) изготовлены из листов алюминиймагниевого сплава марки АМг-61. Внутренняя сторона дверей оклеена пластиком, верхняя часть застелена. По контуру дверей поставлены резиновые уплотнительные прокладки. С внутренней стороны помещения на дверях установлены поручни, изготовленные из труб алюминиймагниевого сплава. Одностворчатые деревянные двери кают, буфета и туалетов имеют размер 600×1850 мм. С обеих сторон они оклеиваются листовым пластиком. Двери салона в поперечных переборках на 20, 24½ и 26 шп. — деревянные одностворчатые, размером 600×1850 мм. Верхняя часть дверей застеклена. Двери в кормовой переборке имеют размер 800×1600 мм. По контуру их поставлены резиновые уплотнительные прокладки. Дверь в машинное отделение в районе 25—26 шп. выполнена овальной формы, размером 600×900 мм, из листов сплава марки АМг-61. Дверь в переборке на 24½ шп., ведущая из контрольного поста в машинное отделение, сделана герметичной, размером 600×1400 мм. Все двери снабжены замками.

Для прохода в ходовую рубку установлен металлический трап шириной 750 мм. Угол наклона его к горизонту составляет около 60°. Высота ступени равна 250 мм, ширина — 255 мм. Трап шириной 800 мм, ведущий из среднего салона на тентовую палубу, также выполнен из металла. Угол наклона трапа к горизонту равен 60°. Ступени покрыты линолеумом и отделаны во кромок рифлеными плашками. Ширина металлического трапа, ведущего в машинное отделение, составляет 700 мм. Устанавливается он под углом наклона к горизонту 70—75°. Ступеньки трапа имеют высоту 220 мм, ширину 200 мм и изготовлены из рифленых листов. Трапы в трюмные отсеки и толщину палубы — вертикальные, шириной 300 мм. Тенды трапов и ступени изготовлены из сплава марки АМг-61; расстояние между ступенями равно 300 мм.

Судовые устройства и системы

Теплоход «Векра» снабжен двумя носовыми якорями системы Матросова (повышенной держащей силы, весом по 100 кг каждый), а также якорными тросами к ним диаметром 16 мм. На левом барабане, кроме троса, имеется якорь-цепь калибром 15 мм. При подъеме якорей электроблоки трос наматывается на те барабаны. На концах якорь-тросов, закрепленных на барабанах, предусмотрены устройства для быстрой отдачи якоря. С целью протормаживания троса при спуске якоря у лебедки имеется ножной ленточный тормоз. Для крепления якорей попоходному установлены накатные стопоры. Кроме того, лебедка имеет храповый стопор, специальное устройство для стопоре-

ния барабанов и кулачковые муфты, соединяющие червячный редуктор с барабанами. Технические характеристики якорной электроблоки приведены ниже:

Мощность, кВт	3,5
Число оборотов, об/мин:	
электродвигатель	1800
барабаны	11
Скорость выдергивания троса при подъеме якоря, м/мин	12
Такого же усилия за барабан при отрыве троса, кг	1000
Усилие на рукоятке при выдергивании якоря вручную, кг	25

Теплоход «Векра» снабжен швартовными канпроновыми канатами, которые хранятся в специальных ящиках. Общая длина канатов составляет 150 м. Для швартовки на теплоходе установлено также шесть двойных крестовых шкелетов с тумбами диаметром 80 мм. В корме из открытой залубы предусмотрены кинзовые планки. Швартовные канаты и кинзовые планки изготовлены латунью из алюминиймагниевого сплава марки АЛ8. Теплоход буксирится за рым, установленный в носовой части палубы.

На судне имеются два балаяжированных руля. Суммарная площадь рулей равна 6,74 м², а рабочая площадь при ходе на крыльях — 2,67 м². Рули изготовлены сплошными из латуни сплава марки АМг-61. Каждое перо руля крепится на двух опорах. Верхней опорой служит баллер, являющийся в подлиннике, который прикреплен к корпусу на резиновой прокладке; нижней опорой — пилла, укрепленная на плоскости кормового крыла и имеющая подшипник с резиновой втулкой. Перекладка руля осуществляется при помощи гидравлической системы. Время перекладки руля с борта на борт на угол 70° равно 30 сек.

Гидравлическая система управления рулями состоит из основной и аварийной. Основная судовая система включает расходный гидробак емкостью 36 л, гидронасосы, фильтры, гидроаккумуляторы, распределительные электрогидравлические вводы, трубопроводы и арматуру. В этой системе установлен также ручной аварийный насос. Рабочее давление жидкости в основной системе равно 60—80 кг/см². Аварийная система управления состоит из гидробака, гидронасоса, привода в действие вручную при помощи штурвала (через редуктор), гидрозамков, арматуры и трубопроводов. Давление в системе составляет 20—25 кг/см². Рабочей жидкостью системы служит авиационная гидросмесь марки АМг-10. Контроль за работой гидросистемы осуществляется при помощи манометров. Трубопроводы обеих систем изготовлены из труб нержавеющей стали. В обеих системах применены стандартная авиационная арматура.

Схема крыльевого устройства теплохода «Векра» показана на рис. 189. Крылья, кронштейны стоек и концы

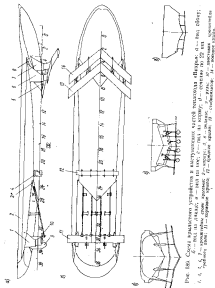


Рис. 180. Схема крышевого устройства в вентилируемых частях теплозола шхеры: а — вид сверху; б — вид на левый борт; в — вид на правый борт; г — вид на корм; д — вид на нос; е — вид на корм; ж — вид на нос; з — вид на корм; и — вид на нос; к — вид на корм; л — вид на нос; м — вид на корм; н — вид на нос; о — вид на корм; п — вид на нос; р — вид на корм; с — вид на нос; т — вид на корм; у — вид на нос; ф — вид на корм; х — вид на нос; ц — вид на корм; ч — вид на нос; ш — вид на корм; щ — вид на нос; ъ — вид на корм; ы — вид на нос; э — вид на корм; ю — вид на нос; я — вид на корм.

кромштейны сварены из листов перкаленской стали марки Х18Н9Т (толщиной 12 и 15 мм), подкреплённых ребрами жесткости и жаропрочной толщиной 10 мм; по лонжерону и кормовой кромке листы приварены к стальным профилям, выполненным в виде кантовидных ножей. Стойки носового крыла сделаны разъемными. Нижние части стоек привариваются непосредственно к крыльям, а верхние (кромштейны) — к корпусу судна. Соединение частей стоек — фланцевое на болтах. Такое соединение дает возможность изменить углы установки крыла путем замены кантовидных прокладок между фланцами стоек. Стойки крыльев изготовлены из листов толщиной 28 мм, кромштейны — из листов толщиной 4—5 мм.

Теплоход снабжен следующими спасательными средствами: спасательными яхтатами для пассажиров (по числу пассажиров), нагрудниками для команды (7 шт.), спасательными кругами (6 шт., в том числе один со спасательным линем и три с самозажигающимися буйками), 12-местными автоматическими спасательными надувными плотниками типа СП-12 (16 шт.) и одной надувной лодкой типа ЛГН. Спасательные яхтаты для пассажиров хранятся в цитах салонов, нагрудники для команды размещены в каюте (4 шт.), в рубке (2 шт.) и в буфете (один). Спасательные круги находятся в районе посадочного пролета (4 шт.) и в корме на прогулочной палубе (2 шт.). Спасательные надувные плотники размещены на тытовой палубе и в районе стабилизатора.

На теплоходе имеется децентрализованная система осушения. Основным средством осушения для всех отсеков являются помпы двух агрегатов ДГКН производительностью 20 м³/час каждая. Управление левозратно-запорными клапанами на отсеках всех отсеков, кроме машинного отделения, производится с главной палубы при помощи дистанционных приводов. Управление клапанами осушения машинного отделения осуществляется непосредственно из машинного отделения. Система осушения выполнена так, что одной из помп агрегатов ДГКН можно производить откачку воды из машинного отделения, в то время как другой — откачку воды из других отсеков. Кроме того, машинное отделение обеспечено резервным средством осушения в виде ручного насоса марки РН-20, производительностью (при 50 двойных ходах в минуту) 1,2 м³/час, снабженного гибким 10-метровым шлангом с сеткой на конце. Откачивая трубопровод осушительного насоса снабжен невозвратным клапаном. Трубопровод системы в машинном отделении изготовлен из медных труб, а в остальных отсеках — из алюминизированных труб. Соединения труб — фланцевые и на дюритовых муфтах.

Санитарная система на теплоходе состоит из автономных систем мыльной и питьевой воды. В систему мыльной воды входит пневмоцистерна, санитарный насос марки ЭЦН-104

и трубопроводы с арматурой. Трубопровод в машинном отделении изготовлен из медных труб и труб из алюминиевых сплавов, а в остальных помещениях — из полиэтиленовых труб. Система питьевой воды состоит из двух баков запаса воды емкостью 600 л каждый, пневмоцистерны, насоса марки ЭЦН-104, сборника питьевой воды с подающим клапаном, кинетильника, работающего на выхлопных газах главного двигателя, расходного бака, холодильника для охлаждения кипящей воды и трубопроводов с арматурой. Пневмоцистерна питьевой воды, как и пневмоцистерна мыльной воды, снабжена указателем уровня и манометром, автоматически выключающим и включающим насос марки ЭЦН-104. Запас воды пополняется во время рейсовых остановок судна. Трубопровод изготовлен из труб алюминизированного сапона на дюритовых муфтах и шпунтеронидных соединениях.

Сточная фановая система предназначена для отвода сточных вод из санблока. Сточные воды от унитаза отводятся в фекальную цистерну емкостью 1200 л и оттуда по магистральному фановому трубопроводу за борт или удаляются фекальным через специальный патрубок, оборудованный унитариным патроном. Фановый трубопровод имеет запорную, позволяющую закрыть сток из фекальной цистерны. Возможно опломбирование запорки в закрытом положении при проходе судна через зоны строгого санитарного режима. Фекальная цистерна оборудована вентиляционным трубопроводом с установленным на конце озоноатором. Система изготовлена из полиэтиленовых труб, цистерна — из стеклопластика.

На теплоходе предусмотрена естественная вентиляция, для которой используется скоростной напор встречного воздушного потока по мере хода судна. Подсос воздуха в вентилируемые помещения производится через фрамуги окон и расположенные на тентовой палубе дудные козырьки. Вытяжная вентиляция осуществляется при помощи эжекторных головок. Для вентиляции машинного отделения в помещений котельного поста из стоекках применяются вентиляторы общей производительностью 3200 м³/час, обеспечивающие 25-кратный обмен воздуха. Во время хода судна вентиляция машинного отделения происходит в результате подсоса свежего воздуха лопастями надува глиняных двигателей. Отопление судна — водяное. С этой целью в помещениях установлены спирально-ребристые трубы.

Для устранения очагов пожара в машинном отделении и топливной цистерне имеется система углекислотного пожаротушения; для ликвидации очагов пожара по всему судну предусмотрена система водяного пожаротушения, а также ручное пенное и углекислотное тушение при помощи шести огнетушителей

марки ОПМ, двух огнетушителей марки ОУ-5 и огнетушителя марки ОУ-2. Кроме того, теплоход снабжен набором противопожарного оборудования.

Сиповая установка и обслуживающие ее системы

Машинное отделение теплохода «Визирь» занимает объем от борта до борта, ограниченный по длине судна водонепроницаемыми переборками из 20 и 26 шп. Сверху машинное отделение ограничено платформой, в которой предусмотрены закрытые съемные крышками люки для погружки и выгрузки механизмов. Машинное отделение имеет два выхода: со стороны кормового салона и через люк в палубе (аварийный выход).

В качестве главных двигателей на теплоходе используются четыре дизеля марки М50Ф-3 (два правых и два левых модели). Это 12-цилиндровые дизели с V-образным расположением цилиндров, четырехтактные, простого действия, с наддувом, водяным охлаждением и реверсными муфтами. Максимальная мощность каждого двигателя составляет 1200 л. с. при 1850 об/мин. Применяемое топливо — специальное дизельное масло ДС, масло — авиационное марки МК-22 с добавлением 3% (по весу) присадки АЗНИИ-ЦИАТИМ-1Ф. Главные двигатели работают непосредственно на свои валопроводы. Каждый валопровод жестко соединен с фланцем реверсальной муфты двигателя при помощи фланцевой полумуфты.

В машинном отделении, кроме главных и вспомогательных двигателей, имеются следующие механизмы и оборудование:

	Кол-во
Агрегат предварительной очистки топлива в масле	4
Аварийный топливоборозвешивочный насос марки РН-20	1
Насос санитарной системы марки ЭЦН-104	2
Насос для перекачки топлива марки ЭЦН-104	1
Насос циркуляционный марки РН-20	1
Холодильник комбинированный марки ВДХ-5	4
Холодильник комбинированный марки МХД-4	4
Валон для воздуха	3
Бак масляный емкостью 130 л	4
« » для масла емкостью 150 л	2
Грузовик	4
Фидер топливный	4
« » масляный	5
« » водяной	1
Помель электрооборудования	1
Аккумуляторная батарея ГСН-180	6
Проходной маг. главный, диаметр 100 мм	2
« » ДКП и МД	1
Вентилятор	3

Верхняя	1
Ящик запорных шлангов	1
Опистомателем	4
Насос маломощности насосной ПР-01	1
Блок насосов гидравлики	1
Бак отработавшего масла	1
Пневмоцистерна	2
Холодильник масла гидросистем	1
Бак гидравлический	1

В качестве вспомогательной энергетической установки на теплоходе установлены два вспомогательных агрегата марки ДГКП-10-1. Агрегаты, помимо обеспечения судна электроэнергией, служат для накачки и баллоны пускового воздуха, для осушения трюмов и прогрева главных двигателей в холодное время года.

Топливоснабжающая система каждого из главных двигателей состоит из трубопровода, агрегата предварительной прокачки и арматуры. На топливном трубопроводе главных двигателей установлен ручной насос марки РН-20 на случай, если по каким-либо причинам окажется невозможной прокачка топливным систем двигателей прокачивающими агрегатами. Топливо подается к главным двигателям и вспомогательному агрегату ДГКП из топливной цистерны. Цистерна оборудована горловинами приема топлива, указателями уровня, а также расходной и пусковой арматурой и вентиляционными трубами с огневыми предохранителями. Для удаления топлива с судна установлен перекачивающий насос марки ЗИИ-104 производительностью 1 м³/час (при давлении 1,3 кг/см²). Трубопровод и арматура изготовлены из алюминиевого сплава. Трубы соединены на дюрнитовых муфтах и фланцах.

Масляная система каждого двигателя состоит из расходного бака емкостью 110 л, двух парных фильтров, одна пара которых установлена непосредственно в расходном баке, а вторая — на выходе из главного двигателя, термостата, водомасляного холодильника марки МХД-6, агрегата предварительной прокачки масла, запорной регулирующей арматуры, труб из алюминиевого сплава и дистанционных указательных приборов давления и температуры. На маслопрокачивающем трубопроводе главных двигателей установлен один ручной насос марки РН-01 (на случай выхода из строя подкачивающих агрегатов двигателей). Каждый расходный масляный бак оборудован указательной колонкой, датчиком дистанционного указателя уровня, вентиляционной трубой с огневым предохранителем и кармашком датчика температуры. Масло подается в расходные баки из двух баков основного запаса емкостью по 150 л каждый. Баки оборудованы указательными колонками, вентиляционными трубами с огневыми предохранителями и арматурой трубопровода с горловинами заливки. Для слива отработавшего масла из двигателя служат сливные трубы, снабженные запорной арматурой, выведенные в места, где к ним можно присоединить дюрнитовый шланг от приемного патрубка осушительного насоса марки РН-20. Трубопровод масляной системы изготовлен из труб алюминиевого сплава на дюрнитовых соединениях.

Запуск главных двигателей теплохода «Вихрь» осуществляется при помощи воздушной системы. Она состоит из трех воздухохранилельных баллонов емкостью по 40 л (расчитанных на рабочее давление 150 кг/см²), предохранительной, запорной и пусковой арматуры и трубопровода, изготовленного из стальных и медных труб на штуцерно-накидных соединениях. Пуск двигателей производится из рубки путем дистанционного управления электроинжекторами. Кроме того, имеются пусковые клапаны. Они применяются в случае аварийных пусков главных двигателей непосредственно из машинного отделения.

Газовыхлопные системы главных вспомогательных двигателей выполнены автономными. Система газомаслозащиты состоит из тройника, объединяющего выхлопные коллекторы двигателя, компенсатора, трубопровода и глушителя. Для охлаждения газомаслозащитной системы используется забортная вода, всасываемая в полость тройника. Тройники, соединяемые непосредственно с двигателями, и трубопроводы изготовлены из нержавеющей стали марки Х18Н9Т, глушители — из алюминиевых коррозионностойких сплавов. Трубы газомаслозащитной системы соединены при помощи фланцев с прокладками из теплоустойчивой резины. В газомаслозащитную трубу вспомогательного двигателя с целью глушения шума и охлаждения трубы подается забортная вода из системы охлаждения двигателя.

Система охлаждения и подогрева главных двигателей состоит из трубопроводов забортной и пресной воды. Система забортной воды обеспечивает смазание забортной водой главные и вспомогательные двигатели и судно в целом. Система состоит из четырех магистральных трубопроводов, обеспечивающих прием забортной воды через водоводы в двух кормовых стойках крыльев, четырех фильтров (по одному фильтру на каждую магистраль) и четырех отливных магистралей с отливными кинестонами. Движение воды в системе осуществляется при помощи помп забортной воды, размещенных на главных двигателях. От напорных магистралей системы забортной воды сделаны отводы на охлаждение газомаслозащитной системы, для смазки ременных подлинников дейдвуда, а также имеется патрубок с проходным крапом для подачи забортной воды на санитарные нужды. От напорной магистрали одного из главных двигателей сделан отвод забортной воды на охлаждение компрессора агрегатов ДГКП.

Система пресной воды главных и вспомогательных двигателей обеспечивают охлаждение двигателей и прогрев главных двигателей перед пуском. Система охлаждения каждого главного двигателя представляет собой трубопровод, подающий воду из двигателя к термостату, от которого вода поступает к помпе двигателя через подводящую секцию холодильника или мину холодильника. К нагнетательным патрубкам помп пресной воды главных двигателей подведены трубы обогрева, соединенные с трубопроводом охлаждения вспомогательного двигателя.

Система пресной воды изготавливается из объединенного расширительного бака. Бак оборудован колесными стеклом. Расширительный бак заполняется водой через прямую трубу, снабженную плавучей втулкой. Выходящие и входящие трубопроводы пресной воды двигателей оборудованы карманами для установки датчиков дистанционных термометров. К главным и вспомогательным двигателям трубы присоединены фланцами и муфтами, а между собой и к арматуре — дюритовыми муфтами. Трубопровод системы пресной воды изготовлен из алюминиевых труб, а трубопровод забортной воды — из медных труб.

Управление реверсом главных двигателей и подачей топлива осуществляется дистанционно из рубки посредством гидравлической системы. В системе дистанционного управления главными двигателями имеется золотник управления, включающий управление топливной рейкой и реверсом при помощи одной ручки (вперед — назад — управление топливной рейкой, поворотом ручки на 45° относительно горизонтальной оси в ту или другую сторону — управление реверсом). Кроме того, в систему дистанционного управления входят цилиндры — исполнительные, находящиеся на двигателе; цилиндры механизма реверса; дроссели и соединяющие трубопроводы. Система питается маслом высокого давления из общесудовой системы гидроуправления. Давление в ней составляет 60 кг/см². Трубопроводы изготовлены из стали марки Х18Н9Т.

Для контроля за нормальной работой главных двигателей установлены два приборных щита: в отсеке контрольного поста и в ходовой рубке. На каждом из этих щитов расположены следующие приборы:

- электротаксометр для замера числа оборотов дизеля;
- манометр давления топлива, поступающего в топливный насос;
- манометр давления масла в масляной магистрали двигателя;
- дистанционные термометры для замера температуры входящей и выходящей пресной воды;
- дистанционные термометры для замера температуры входящего и выходящего масла;
- манометры давления пускового воздуха и масла в гидросистеме.

Кроме этих приборов, на щите управления в ходовой рубке установлен указатель уровня топлива. Для контроля за работой

вспомогательных агрегатов ДГКП в машинном отделении на соответствующих щитах расположены следующие приборы:

- тахометр для замера числа оборотов двигателя;
- манометр давления масла в двигателе;
- термометры для замера температуры входящей в двигатель и выходящей из него воды;
- термометр для замера температуры масла в двигателе;
- манометры давления компрессора первой, второй и третьей ступеней.

Валопровод и датчики

Линия вала средних двигателей наклонена к основной плоскости на угол $12^\circ 20'$, бортовых двигателей — на $13^\circ 13'$ и располагается параллельно ДП судна. Каждый валопровод состоит

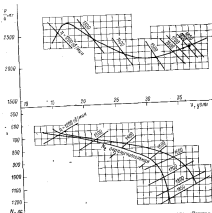


Рис. 180. Графические диаграммы гробового вала теплохода «Веспа».

на двух валов: концевой и промежуточный, соединенных между собой продольноэвентровой муфтой. Промежуточный вал соединяется при помощи фланцевой полумуфты с фланцем реверс-муфты главного двигателя. На концевом валу посажен гребной винт; диаметр шеек обоих валов равен 80 мм. Все валы изготовлены из нержавеющей стали марки 2Х13. Передача упора гребного вала на корпус осуществляется при помощи упорного подшипника, установленного на реверс-муфте главного двигателя. Каждый валопровод имеет три опорных резино-металлических подшипника неразъемной конструкции. Подшипники установлены в концевом и промежуточных кронштейнах.

Валопровод имеет дейдвудное устройство, в котором сальник соединен с носовым концом дейдвудной трубы при помощи дюралевой муфты. Смазка подшипников валопровода осуществляется заборной водой, которая подается к подшипнику концевой кронштейна под давлением сжатого воздуха из гребного потока. К подшипникам промежуточных кронштейнов вода поступает через внутреннюю полость кронштейна от магистральной заборной воды системы охлаждения главного двигателя.

В качестве двигателей на теплоходе установлены четыре гребных винта (два правого и два левого вращения).

Гребные винты имеют следующие параметры:

Диаметр D , м	0,6
Шаг H , м	0,4
Конусное отклонение θ	1,1
Число лопастей z	5

Винты изготовлены литьем из латуни марки ЛДМцЖ 67-5-2-2.

Паспортная диаграмма гребного вала теплохода показана на рис. 190.

Электрооборудование и радиосвязь

На теплоходе «Вихрь» установлено электрооборудование на постоянном токе. Напряжение судовой электрической сети принято равным 24 в. Система канализации электрической энергии — однопроводная с медными жилами, использованным корпусом в качестве обратного провода. Источниками электроэнергии на теплоходе служат:

четыре генератора типа ГСК-1500 мощностью по 1 кет при напряжении 27 в, вращаемые по одному на каждый главный двигатель судна;

два генератора типа КГ-5,6 мощностью 5,6 кет, напряжением 27 в, входящие в комплект агрегатов;

четыре кислотные аккумуляторные батареи типа 6СТК-180, являясь напряжением 12 в, емкостью 180 а-ч при 20-часовом разряде. Аккумуляторы соединены последовательно в две группы (по два аккумулятора в каждой группе).

Система распределения электроэнергии на теплоходе «Вихрь» — фидерная. От генераторов и аккумуляторных батарей электрическая энергия поступает к потребителям через главный распределительный щит, установленный в помещении контрольного поста. От главного распределительного щита получают питание следующие потребители:

электромеханизаторы машинного отделения;
электродвигатель санитарного насоса; электродвигатели агрегатов для прокатки главных двигателей;
электродвигатель якорной лебедки;
электровентиляторы салона;
электрокалорийная установка;
нагревательные приборы в буфете (термос, плитки и т. п.); электронагреватели масла и расходных масляных баках;
щиток управления в ходовой рубке;
радиостанции и электронavigационные приборы;
осветители основного и дежурного освещения.

Питание проектора, стеклоочистителя, контрольных приборов, радиораспределительной установки и служебной командой удаленной установки осуществляется от щита управления в ходовой рубке. Обеспечение дистанционное включение и выключение части электропотребителей со щита управления в ходовой рубке. Схемой коммутации распределительного щита предусматривается питание всех потребителей судна от: ходовых генераторов типа ГСК, работающих параллельно на общую шину щита;

вспомогательных генераторов типа КГ-5,6 (во время стоянки судна или при отключении ходовых генераторов); аккумуляторной батареи (в период пуска вспомогательного дизель-генератора).

Кроме того, этой схемой обеспечивается питание части электропотребителей от сети переменного тока 220 в через понижающий трансформатор, а также исключается параллельная работа генераторов типа ГСК-1500 и КГ-5,6. В любом случае аккумуляторная батарея работает «в буфере» с генераторами.

Защита фидеров от токов короткого замыкания и перегрузки для потребителей с потребляемым током до 50 а осуществляется автоматами типа АЗС, а для остальных — пластинчатыми предохранителями специальной конструкции типов ТП и БЗ. Защита генераторов типа ГСК-1500 от тока перегрузки и обратного тока обеспечивается реле-регуляторами якорных типа РК-1500А. Предохранители типа БЗ-30 защищают генераторы от тока короткого замыкания. Для защиты генераторов типа КГ-5,6 от обратного тока установлены реле типа ЛМР-400, а для защиты этих генераторов от тока короткого замыкания и перегрузки — специальные пластинчатые предохранители типа ТП на главном распределительном щите.

Напряжение генераторов типа ГСК-1500 при изменении их оборотов, ограничении тока регулируется реле-регуляторами возбуждения типа РК-1500. Для регулирования напряжения генераторов типа КГ-5,6 применяются ручные регуляторы возбуждения типа РЗБ. Контроль за работой генераторов и аккумуляторной батареи производится при помощи амперметров и вольтметра на главном распределительном щите. Кроме того, на пульте управления, около машинного отделения установлены лампы, сигнализирующие об отклонении ходовых генераторов и о нормальной работе устройства дистанционного запуска вспомогательного генератора.

Для привода якорной лебедки на судне имеется электродвигатель. В цепь электродвигателя постоянно включено сопротивление, которое помимо ограничения пускового тока выполняет функции датчика реле перегрузки электродвигателя. Выключение электродвигателя в конце подъема якоря обеспечивается концевым выключателем. Для контроля за падением напряжения на фидере и тока в цепи электродвигателя на щите установлены сигнальная лампа и амперметр. Сигнальная лампа одновременно освещает и шкалу амперметра. Щит находится возле якорной лебедки.

Для прокачки масла и подачи топлива перед пуском на судне установлены четыре агрегата прокачки, по одному на каждый главный двигатель. Агрегат состоит из электродвигателя и двух насосов на его валу (топливного и масляного). Пуск электродвигателя (прямой без пусковых сопротивлений) осуществляется при помощи контактора типа КМ-200Д из ходовой рубки и пульта машинного отделения. Для каждого двух агрегатов прокачки проложен от главного распределительного щита один фидер, замкнутый от перегрузки и токов короткого замыкания предохранителем типа ПП.

Питание электровентиляторов машинного отделения осуществляется от главного распределительного щита через автоматы защиты типа АЗС. Питание электросигналяторов в помещении поста производится от главного распределительного щита через автомат типа АЗС.

Для нагрева масла перед пуском главных двигателей в ходовое время в каждом расходном масляном баке установлены по два электрических нагревателя мощностью 850 в, напряжением 24 в каждый. Включение и выключение нагревателей, а также защита их от токов короткого замыкания производится автоматом типа АЗС на главном распределительном щите.

Для обогрева кают команды в период стоянки судна у берега установлены электрические судовые грелки типа ГС-500 напряжением 220 в и мощностью 500 в (по одной в каждой каюте). Включение и выключение грелок производится распределительными около них пакетными выключателями. В буфете

для подогрева пищи устанавливается электрическая плита с закрытым нагревательным элементом. Плита включается и отключается со щита автоматом типа АЗС. В буфете установлено также шесть электротермосов, питание которых производится от судовой электрической сети. Для подачи воды в гидрофор санитарной системы на судне имеется насос с электродвигателем типа МП-1000Б. Включение и выключение электродвигателя — автоматическое при помощи реле давления. Питание электронасоса производится от главного распределительного щита через автомат типа АЗС.

Пассажирские салоны освещаются плафонами типа СС-357. Включение и выключение светильников салонов — местные и из ходовой рубки. Каюты, буфет и рестораны также освещаются светильниками типа СС-357. Для освещения галловых, тамбуров и ходовой рубки в этих помещениях устанавливаются катерные светильники — плафоны типа 37. Машинное отделение, контрольный пост возле него, помещение в трюме и отсеке якорной лебедки освещаются светильниками типа 56а.

На судне установлены сигнально-отличительные огни: бортовые отличительные (красный и зеленый), габаритный, топовый, стояночный (якорный). Вместо аварийных огней в сигнальном судна предусмотрены два красных светильника.

Для передачи распоряжений и команд из ходовой рубки к основным постам обслуживания судна в ходовой рубке установлен микрофон с усилителем и переключателем, а возле постов обслуживания — громкоговорители мощностью 1 ватт каждый и микрофон. Исполнение принятой команды сигнализируется в ходовую рубку нажатием кнопки звукового и светового сигналов. С целью двусторонней связи отсека контрольного поста с ходовой рубкой в этих помещениях установлены микрофоны и громкоговорители.

Радиосвязь с береговыми радиостанциями обеспечивается телефонной радиостанцией типа Р807, которая осуществляет беспосредственную связь в любое время суток в радиусе 400 км. Радиостанция работает на лучевую горизонтальную антенну. Питание ее производится от судовой электрической сети при помощи преобразователя марки У-600. Для передачи информационных сообщений из ходовой рубки в салоны на теплоходах установлено радиотрансляционное устройство на радиопередаточных приборах. Микрофонный пост и усилители находятся в ходовой рубке теплохода.

С вводом в эксплуатацию судов на подводных крыльях пассажирский водный транспорт стал на один уровень с другими видами транспорта в системе народного хозяйства страны. Высокая

скорости судов на подводных крыльях, экономичность, удобство перевозки пассажиров на водный транспорт. В 1965 г. судами на подводных крыльях было перевезено только в бассейне Волжского объединенного речного пароходства 2,4 млн. пассажиров (в 1961 г. — 292,6 тыс., 1963 — 1119 тыс., а 1964 — 1540 тыс.). Однако возможности использования судов на подводных крыльях далеко не исчерпаны. Многие речные и морские линии еще не обслуживаются судами на подводных крыльях. Дальнейшее повышение скорости, мореходности, организации круглогодичной эксплуатации этих судов обеспечат им



Рис. 198. Экспериментальный катер на подводных крыльях (Швеция).

значительные экономические преимущества перед другими видами транспорта.

Опыт эксплуатации показывает, что на магистральных линиях могут эксплуатироваться суда на подводных крыльях со скоростями движения около 100 км/час. Создание судов с такими скоростями поднимает ряд новых задач как в области гидродинамики, так и в области машиностроения и корпусостроения.

На больших скоростях (150 км/час) начинается кавитация подводных крыльев и выступающих частей, имеющих обтекаемые профили. Разработки суперкавитирующих профилей для подводных крыльев позволят решить вопрос дальнейшего повышения скоростей судов, однако гидродинамическое качество подводных крыльев с суперкавитирующими профилями невысокое ($K=5-7$), что значительно ухудшает экономическую эффективность судов на подводных крыльях. В последние годы для повышения гидродинамического качества предлагается использовать на высоких скоростях аэродинамические силы. В ряде стран уже созданы экспериментальные образцы скоростных судов, которые на докритических скоростях движутся

на подводных крыльях, а на скоростях, где гидродинамическое качество подводного крыла начинает значительно уменьшаться, используются аэродинамические силы.

На рис. 191 показан шведский экспериментальный катер, корпус которого представляет крыло с двумя поплавками и подводным крылом. На эксплуатационных режимах движения катер движется на глассирующих поплавках и подводном крыле. Однако аэродинамическая подъемная сила, возникающая на крыле-корпусе, оказывается значительной, что повышает общее гидроаэродинамическое качество катера.

По мере роста скоростей движения к. п. д. гребного вала уменьшается. При скорости 100 км/час и выше гребной вал уже уступает по к. п. д. воздушному винту. Поэтому при высоких скоростях, а также в случае полного отрыва судна от воды целесообразно заменить гребной вал двигателями других типов.

Развитие металлургии и химии, совершенствование способов соединения материалов (сварки на клею, склеивание и др.), применение высокопрочных и коррозионностойких материалов позволяют значительно уменьшить вес конструкций судов на подводных крыльях.

В результате увеличения водоизмещения судов и применения глубоко погруженных автоматически управляемых подводных крыльев повысится мореходность судов на подводных крыльях. Современный уровень электроники и автоматики уже позволяет строить суда с автоматически управляемыми крыльями. Регулируя подъемную силу на подводных крыльях, можно обеспечить судам практически неограниченную мореходность.

Скорость, мореходность, комфорт, высокая экономичность судна на подводных крыльях обеспечивают им прочное место в общей транспортной системе народного хозяйства страны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Басин А. М., Аифимов В. И., Гидродинамика судна, Речиздат, 1961.
2. Басин А. М., Фрейхольд М. И., Практический расчет волнового сопротивления быстрого судна, Труды ЛИИТ, Транспорт, изд. X, 1966.
3. Басин А. М., Гейсес Г. А., Экспериментальное исследование характеристик частично погруженных гребных винтов, Труды ЛИИТ, Речной транспорт, изд. X, 1963.
4. Басин А. М., Манакович Е. Я., Теория и расчет гребных винтов, Судостроение, 1963.
5. Блюмин В. И. и др., Транспортные суда на подводных крыльях, Транспорт, 1964.
6. Владимиров А. И., Подъемная сила подводного крыла рыбы и принципы плавания, Судостроение, № 6, 1973.
7. Войтукский Я. И. и др., Справочник по теории корабля, Судостроение, 1963.
8. Войтукский Я. И., Сопротивление воды движению судна, Судостроение, 1964.
9. Колдым М. В., Лаврентьев М. А., Движение крыла над поверхностью тяжелой жидкости, Труды конференции по теории волнового сопротивления, Изд. ЦАГИ, 1967.
10. Кибальнич О. А., Пути развития и улучшения пассажирского корабля на транспорте СССР, Экономиздат, 1962.
11. Коненков В. В., Гидродинамика винта в трубе кругового сечения, Судостроение, 1959.
12. Коретков К., Развитие скоростных кораблей в Балтийском бассейне, Речной транспорт, № 11, 1963.
13. Коретков С. Ф. и др., Экономика морского транспорта, Морской транспорт, 1964.
14. Кочин Н. Е., О волновом сопротивлении и подъемной силе погруженных в жидкость тел, Труды конференции по теории волнового сопротивления, Собр. соч., т. II, изд. во ВМФ СССР, 1949.
15. Краев А. С., Характеристики знаменитых профилей, Оборонгиз, 1959.
16. Кузиков С. В., Хранкин М. Ф., Возмущенные движения, Судостроение, 1962.
17. Сергеевский Я. М., Вилтус Ш. А., Исследования в трубе горизонтального установившегося движения крыла на свободной поверхности от напора, Труды ЦАГИ, вып. 637, 1959.
18. Фрейхольд М. И., О влиянии волнения на подъемную силу подводного крыла конечного размаха, Труды ЛИИТ, Речной транспорт, изд. I, 1960.
19. Хованов Н. Г., Навигация корабля, Оборонгиз, 1940.
20. Хачатуров Т. С., Параллельные эффекты эффективности устойчивого движения в СССР, Петербургский сборник скорости движения на транспорте, изд. во ВМФ СССР, 1967.
21. Потребность в пассажирских перевозках и распределение пассажирского оборота по видам транспорта в 1970 г., Изд. института комплексных транспортных проблем, М., 1962.
22. Naval Engineers Journal, 1962, XI, т. 74, № 4.
23. Transactions of the Society of Naval Architects and Marine Engineers, 1959.

ОГЛАВЛЕНИЕ

От издателя	3
Основные обозначения	4
Глава I. Краткий обзор развития судов на подводных крыльях	5
Глава II. Особенности проектирования судов на малопогруженных подводных крыльях	15
1. Гидродинамика малопогруженных подводных крыльев	—
2. Особенности обводов корпуса и выступающих частей	40
3. Движение судов на подводных крыльях	46
4. Сопротивление воды движению судна на подводных крыльях	84
5. Вопросы устойчивости судов на малопогруженных подводных крыльях	99
6. Архитектурно-конструктивные особенности судов на подводных крыльях	106
7. Системы управления судами на подводных крыльях	112
8. Эксплуатационно-экономические показатели	116
Глава III. Речные суда на малопогруженных подводных крыльях	122
9. Пассажирский теплоход «Рассет»	—
10. Грузовичный катер «Восток»	152
11. Пассажирский теплоход «Мелодия»	164
12. Пассажирский теплоход «Струны»	189
13. Катер «Чайка»	212
14. Катерное дерзание подлодки	217
Глава IV. Многоцелевые суда на подводных крыльях с частично погруженными гребными винтами	228
15. Катер «Восток-М»	—
16. Пассажирский теплоход «Рассет-М»	232
17. Пассажирский теплоход «Венерус»	235
Глава V. Суда на подводных крыльях с водометными движителями	246
18. Экспериментальный катер	—
19. Пассажирский теплоход «Чайка»	254
20. Пассажирский теплоход «Восток-В»	260
21. Пассажирский газотурбинный «Восток-В»	265
Глава VI. Морские суда на подводных крыльях	316
22. Морской пассажирский теплоход «Полонез»	—
23. Морской пассажирский теплоход «Бирма»	337
Литература	362