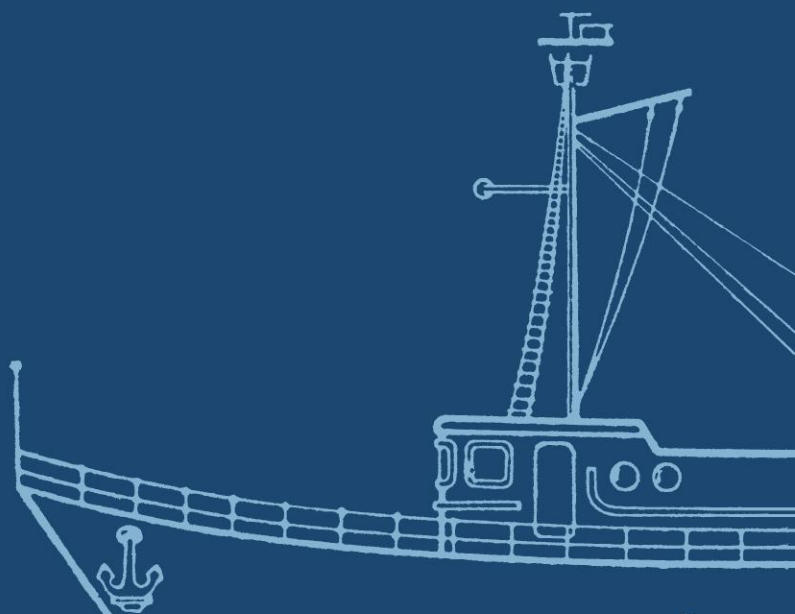


Л. Н. КАТИН

# проектирование радиоуправляемых моделей кораблей и судов



ИЗДАТЕЛЬСТВО „ДОСААФ“

**Л. Н. КАТИН**

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
РАДИОУПРАВЛЯЕМЫХ МОДЕЛЕЙ  
КОРАБЛЕЙ И СУДОВ**

**ИЗДАТЕЛЬСТВО ДОСААФ  
Москва — 1969**





---

## **НЕКОТОРЫЕ СВЕДЕНИЯ ИЗ ЕДИНОЙ ВСЕСОЮЗНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ МОДЕЛЕЙ КОРАБЛЕЙ И СУДОВ И ПРАВИЛ СОРЕВНОВАНИЙ ПО СУДОМОДЕЛЬНОМУ СПОРТУ**

1. Моделью судна (корабля) называется его копия, построенная в определенном масштабе.

2. Моделью, управляемой на расстоянии, называется самоходная модель, способная маневрировать и производить другие действия на воде по любым сигналам (радио, световым, гидроакустическим и т. п.), подаваемым с берега посредством беспроводной связи.

3. Модель корабля (судна) по своему внешнему виду, форме, окраске и числу движителей должна соответствовать прототипу судна (корабля) данного класса.

4. Корпус модели, детали устройств, вооружение и т. д. могут быть изготовлены из любого материала.

5. Независимо от класса модели разрешается на ней устанавливать активные рули, а на гребные винты — насадки различных типов.

Управляемые модели относятся к VIII классификационной группе, в группе 10 классов.

В классы «А», «Б», «В», «Г», «Д» входят скоростные управляемые модели с электродвигателями и двигателями внутреннего сгорания с различным объемом цилиндра.

К классу «Е» относится управляемая модель прототипа корабля (судна) с любым двигателем для выполнения фигурного курса. К классу «Ж» — модель с любым двигателем для поражения шаров. К классу «З» — модель с любым двигателем для морского боя.

Классы «И» и «К» включают управляемые модели яхт свободного класса и класса «М».

6. Ходовые соревнования управляемых моделей по фигурному курсу проводятся на специально оборудованном старте (рис. 1).

7. Управляемая модель должна последовательно выполнять фигурные курсы № 1, 2, 3.

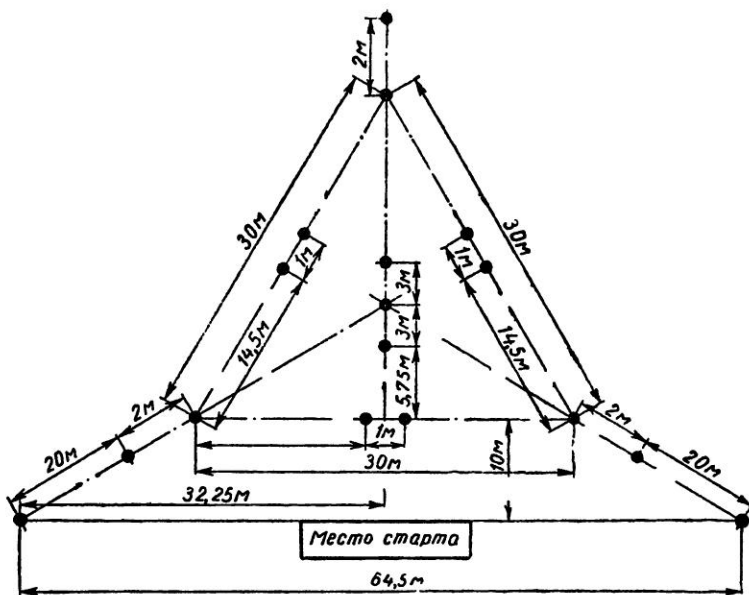


Рис. 1.

8. Выполнение фигурного курса № 1 (рис. 2,а) заключается в следующем: взять старт по сигналу судьи на старте и пройти передним ходом последовательно одиннадцать ворот, обозначенных цифрами I, III, II, I, III, IV, V, I, VI, V, I.

9. По фигурному курсу № 2 (рис. 2,в) спортсмен должен провести свою модель передним ходом в шестнадцать ворот, обозначенных цифрами I, II, II, III, III, IV, IV, V, V, VI, VI, VII, VIII, I.

10. По фигурному курсу № 3 (рис. 2,б) спортсмен должен провести свою модель передним ходом в ворота I, III, II и I, затем подойти к воротам III, застопорить ход и задним ходом пройти их, после чего передним ходом пройти ворота IV, подойти к воротам V, застопорить ход и пройти их задним ходом, затем

развернуть модель и передним ходом пройти ворота I, VI, V и I.

11. На выполнение фигурных курсов № 1, 2, 3 дается одна попытка на каждый курс.

12. При прохождении ворот модель не должна касаться буйков. Если модель коснулась бую, то оценка ей снижается.

13. Если модель не финиширует в течение пяти минут, то данная попытка приравнивается к нулю.

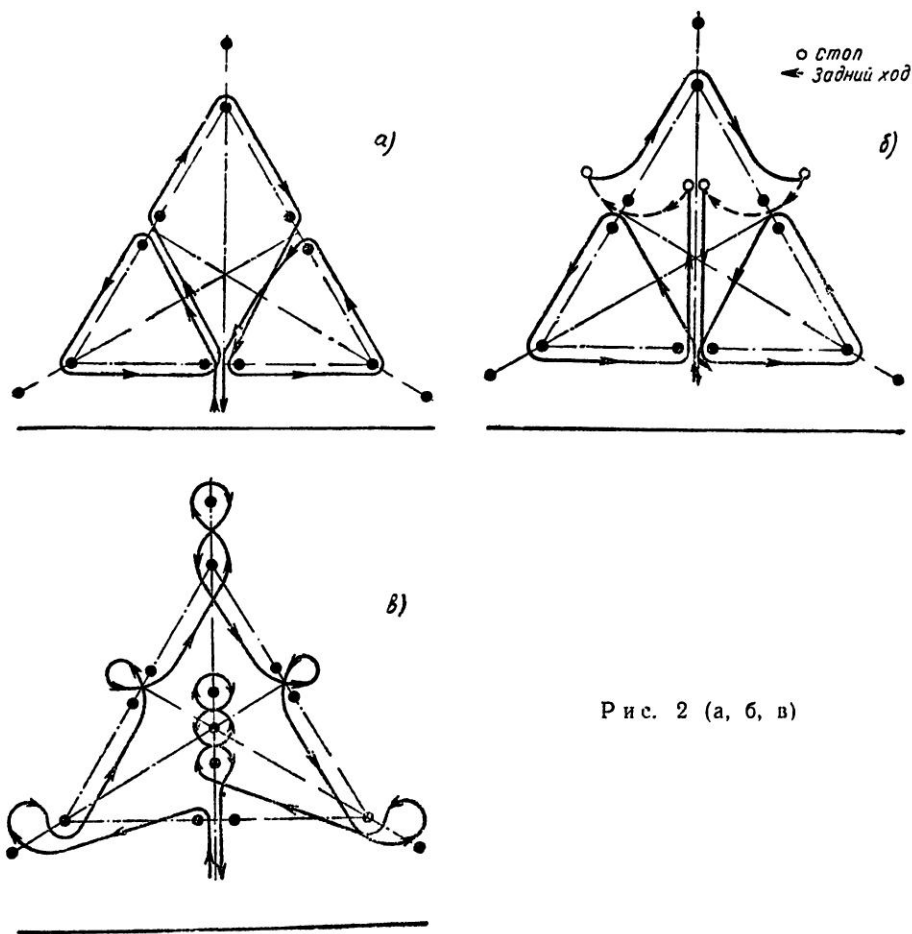
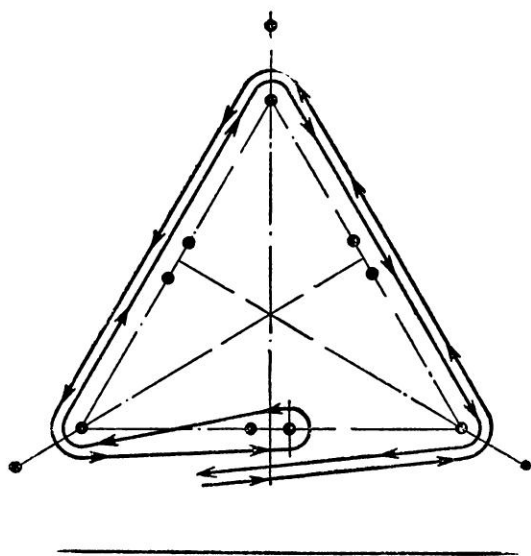


Рис. 2 (а, б, в)

14. При движении модели на дистанции передним ходом запрещается давать задний ход, при движении модели задним ходом — подрабатывать винтами на передний ход.



Р и с. 3.

Фигурный курс для скоростных управляемых моделей показан на рис. 3.

Участник соревнования должен провести свою модель два раза по периметру треугольника, сначала против часовой стрелки, а затем по часовой. Старт начинается с ходу.

По международным правилам «НАВИГА» (европейское объединение судомodelистов)\* модели-копии для фигурных курсов разбиты на три группы по наибольшей длине 1) от 700 до 1100 мм; 2) от 1100 до 1700 мм; 3) от 1700 до 2500 мм.

## ГЛАВНЫЕ РАЗМЕРЕНИЯ МОДЕЛИ

### Факторы, влияющие на величину главных размеров модели

Главные размеры радиоуправляемой модели в основном зависят от сложности фигурных и других курсов на соревнованиях, веса и размеров электропитания для радиоаппаратуры, блоков автоматики и ходовых электродвигателей, веса и размеров радиоаппаратуры, устанавливаемой на модели, условий транспортировки и обслуживания модели на старте.

Проанализируем подробно каждое из этих условий.

Каждый спортсмен должен пройти самую сложную дистанцию в наименьший отрезок времени и без штрафных очков, т. е. не пропустить ни одних ворот и не зацепить ни одного ограждающего дистанцию буйка. Следовательно, модель должна иметь требуемую поворотливость и скорость, максимально возможную на данной дистанции.

Решение этих двух задач — главная часть проектирования модели для участия в соревнованиях на фигурных курсах.

\* СССР является членом «НАВИГА» с 1967 г.

При решении вопроса электропитания модели нужно исходить из следующих соображений:

а) радиоприемник должен иметь свое собственное электропитание, не связанное с какими-либо другими цепями на модели, емкостью не менее чем на 1—1,5 часа непрерывной работы;

б) цепи управления (блоки автоматики) также должны иметь отдельное электропитание не менее чем на 1—1,5 часа непрерывной работы;

в) ходовой электродвигатель должен иметь источник питания емкостью не менее половины величины его номинального тока (например, электродвигатель МУ-30 должен питаться от батареи емкостью не менее 2—2,5 а·ч).

Вес приемника без электропитания не должен превышать 0,4 кг, а размеры примерно  $160 \times 80 \times 50$  мм (за основу взяты вес и размеры отечественного приемника из комплекта РУМ-1).

Много раз за сезон спортсменам приходится перевозить свои модели различными видами транспорта. Из многолетней практики перевозки можно сделать вывод, что предельная «максимально удобная», если можно ввести такой термин, величина ящика для модели равна ориентировочно  $1500 \times 300 \times 400$  мм.

Ящик должен быть легким и иметь ручки для переноски как с торцов, так и сверху, как у обычного чемодана. Модель в нем закрепляется неподвижно на поролоновых амортизаторах.

При проектировании модели удобства перевозки и переноски следует учитывать, но, конечно, не в ущерб главным ее качествам.

### **План проектирования модели**

Если начать строить модель для соревнований на фигурных курсах, не определив предварительно ее основные элементы, то она может оказаться малопригодной для этой цели.

С чего же начать определение элементов?

Прежде всего следует составить план проектирования. Приведем примерный его вид.

**I стадия проектирования.** 1. Изучение имеющихся материалов по проектам радиоуправляемых моделей, участвовавших в соревнованиях и прошедших испытания.

2. Выбор системы радиоуправления и предварительный подсчет веса приемной аппаратуры.

3. Предварительный выбор источников электропитания для приемной аппаратуры, рулевого электродвигателя и блоков автоматики, ходового электродвигателя.

4. Ориентировочный подсчет суммарного веса по пунктам 2, 3.

5. Предварительный выбор прототипа модели.

6. Приближенное определение веса корпуса и механической части.

7. Подсчет суммарного веса по пунктам 2, 3, 6.



**II стадия.** 1. Окончательный выбор прототипа.

2. Внесение изменений в теоретический чертеж и чертежи общего вида прототипа.

3. Определение объемного водоизмещения по теоретическому чертежу\*.

4. Определение буксировочной мощности ( $N_{\text{букс}}$  модели приближенным способом (см. стр. 15).

5. Определение мощности ходового электродвигателя.

6. Приближенное определение элементов гребных винтов.

**III стадия.** 1. Составление конструктивных чертежей корпуса, надстроек и расположения аппаратуры.

2. Составление подробных чертежей детализовки.

3. Составление конструктивных чертежей механической части.

4. Разработка технологии постройки корпуса и подбор необходимых материалов.

5. Разработка технологии изготовления механической части, подбор необходимых материалов и деталей.

### **Определение главных размеров и водоизмещения**

Многие моделисты, решая вопрос о размерах и водоизмещении радиоуправляемой модели, исходят главным образом из фактора ее поворотливости. Это понятно, так как поворотливость является одним из важнейших показателей как для соревнований на фигурных курсах, так и для поражения шаров.

Кажется, что этот вопрос решить просто, сделав миниатюрную модель.

Безусловно, чем меньше длина модели, тем лучше будет у нее управляемость. Но при этом нельзя забывать и о скорости, являющейся не менее важным фактором.

Часто даже довольно опытные моделисты стараются сделать модель как можно меньшей длины и забывают, что модель должна быть надежной и обладать максимальной возможной скоростью и поворотливостью для любой из дистанций.

В этом разделе на ряде практических примеров показано, каким образом, не пользуясь специальными методами проектирования и сложными расчетами, определить средние размеры и водоизмещение модели для фигурных курсов. Такая модель может быть с успехом применена для соревнований и на прокалывание шаров.

На рис. 4 приведен теоретический корпус и главные размеры лодчанского катера. Общий вид его показан на рис. 5.

В масштабе 1:20 его модель будет иметь расчетную длину 900 мм.

---

\* См. книгу «Морской моделизм». Изд-во ДОСААФ. Москва, 1955.

Водоизмещение модели ( $D$ ) при осадке ( $T$ ), равной 70 мм, и коэффициенте общей полноты ( $\delta$ ), равном 0,42, будет 6 кг. При  $T=80$  мм и  $\delta=0,44$  —  $D=7,2$  кг.

По правилам соревнований радиоуправляемые модели могут иметь любую скорость, т. е. меньшую или большую, чем масштабная.

Для этой модели масштабная скорость

$$U_{\text{мод}} = \frac{U_{\text{кор}}}{\sqrt{\lambda}} \frac{12 \text{ узлов}}{\sqrt{20}} = 2,8 \text{ узла} \cdot 0,515 = 1,4 \text{ м/сек.}$$

При длине водоизмещающей модели  $L_{\perp\perp} = 900$  мм такую скорость, как показала практика, не совсем легко получить при одном гребном винте.

Если на модель установить ходовой электродвигатель МУ-30 мощностью 30 вт при напряжении питания 24 в (втрое большей мощностью, чем по подобию) и два гребных винта, то можно получить приращение скорости в 0,1—0,15 м/сек. Но такой прирост скорости на пользу не пойдет.

Во-первых, модель делается рыскливой. Управлять ею становится трудно при прохождении даже самого простого фигурного курса.

При скорости 1,0—1,2 м/сек модель легко управляется. Во-вторых, при наличии малогабаритных и сравнительно легких аккумуляторов вопрос питания ходового электродвигателя МУ-30 легко разрешим. Можно рассчитывать также на сухие батарейки для карманного фонаря КБС-0,5 и круглые 1,6ФМС-3,2 или на кадмиево-никелевые аккумуляторы типов АКН-2,25 и НКН-10. Батарея аккумуляторов АКН-2,25 на напряжение 24 в будет весить 6,6 кг. Аккумуляторы НКН-10 можно использовать для батареи на напряжение 6 в из-за большого веса одной банки. Пять банок аккумуляторов НКН-10 будут весить 3,750 кг.

Электродвигатель МУ-30 при напряжении питания 24 в потребляет ток 4,5 а и весит 0,6 кг (см. приложение 1). Следовательно, если использовать аккумуляторы АКН-2,25, то водоизмещения модели явно не хватает, так как:

- |  |        |
|--|--------|
| 1) Корпус модели (готовый с двумя дейдвудами для валов винтов, надстройками, деталировкой) весит . . . . . | 1,0 кг |
| 2) Ходовой электродвигатель, редуктор, валы, муфты, сцепления, гребные винты весят . . .                   | 1,0 »  |
| 3) Рулевой электродвигатель, рули с баллерами, гелмпортвы трубы, редуктор рулевой машинки весят . . . . .  | 0,4 »  |
| 4) Радиоаппаратура (приемник, батарейки питания, блок автоматики) весит . . . . .                          | 1,0 »  |

---

Итого . . . . . 3,4 кг

Добиться такого небольшого веса сравнительно трудно. Если к этому весу прибавить вес аккумуляторной батареи напряжением 24 в (20 банок АКН-2,25), то получим общий вес, равный 10,0 кг.

Следовательно, вес батареи нужно уменьшить примерно на 4 кг, т. е. использовать только 10 банок. Ходовой электродвигатель будет в этом случае работать на половинную мощность, и наибольшая скорость модели будет всего 0,8 м/сек.

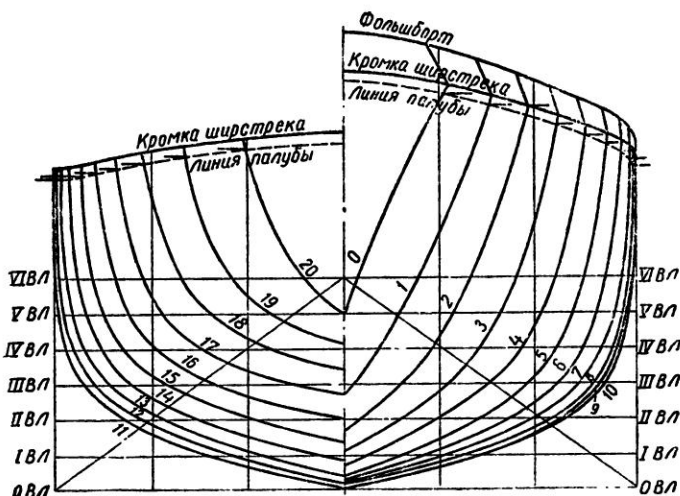


Рис. 4.

Если учесть, что для увеличения надежности модели блок автоматики и рулевое устройство должны иметь автономную батарею питания, а это прибавит к общему весу не менее 1 кг, то становится ясной невыгодность постройки модели в данном масштабе.

Рассмотрим пример использования батареи из сухих элементов.

Батарея из 16 элементов для карманного фонаря КБС-0,5, соединенных по 8 последовательно в параллель, будет иметь напряжение 29 в, емкость 1 а-ч, вес 2,6 кг.

При условии однократного включения электродвигателя МУ-30 при прохождении дистанции с полной нагрузкой емкости батареи хватит не больше, чем на две попытки, причем после первых 2—3 мин. работы электродвигателя напряжение батареи понизится до 20—22 в.

Если взять батарею из 20 элементов 1,6 ФМЦ-3,2 (круглые батарейки для карманного фонаря), то положение не улучшится.

При таком большом разрядном токе, который потребляет элек-

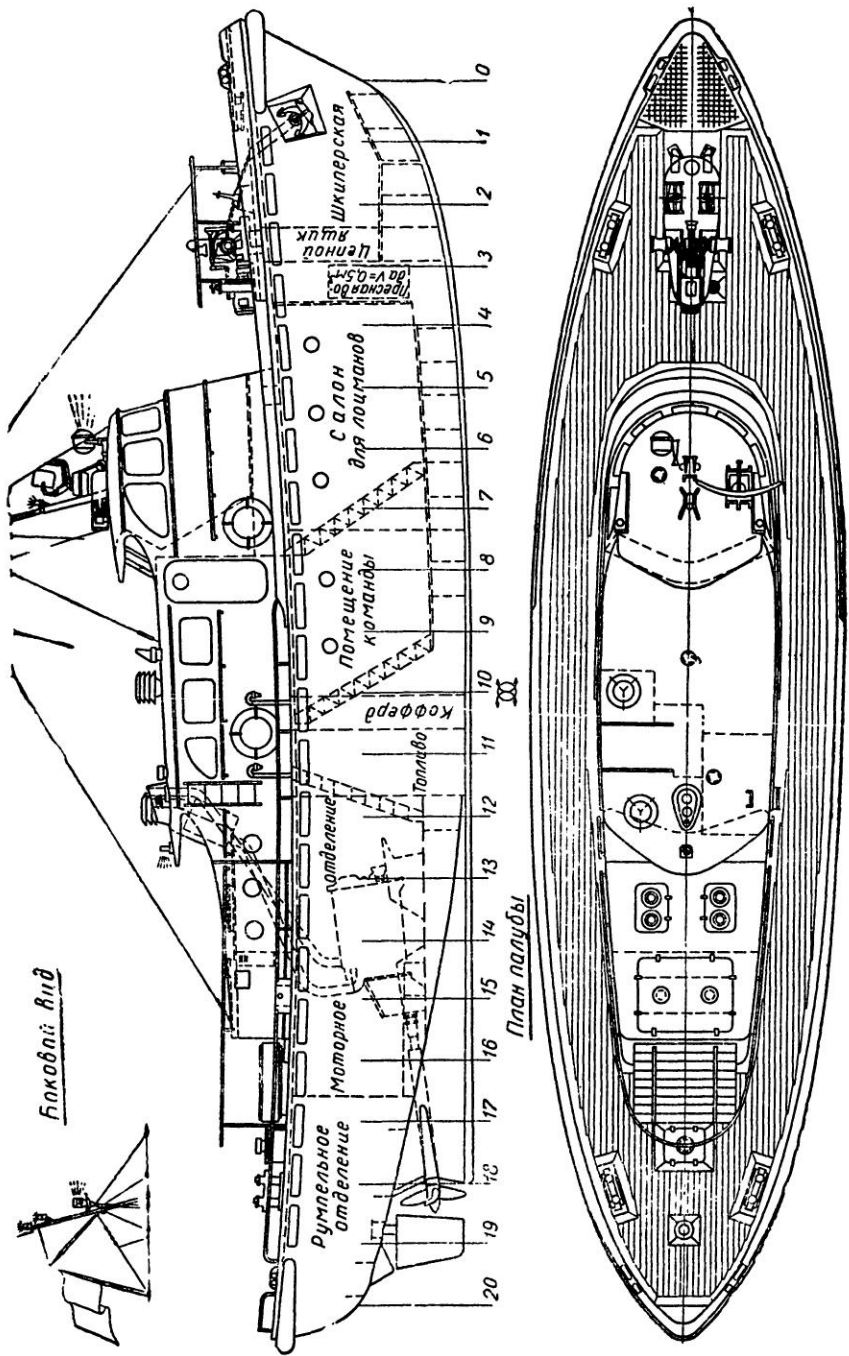


Рис. 5.

тродвигатель МУ-30 (4,5 а), и те и другие батарее быстро «са-  
дятся», напряжение их падает.

Если для соревнований можно допустить такую расточитель-  
ность и иметь на каждую попытку по свежей батарее сухих эле-  
ментов, то для тренировок это слишком дорого и нерационально.

Допустим, что моделист имеет электродвигатель на напряже-  
ние 6 в. При одинаковой мощности с 24-вольтовым этот электрод-  
вигатель будет иметь в 3,5—4 раза больший ток. Если в этом  
случае применить аккумуляторную батарею из пяти элементов  
НКН-10, то запаса энергии будет менее чем на 1 час работы элект-  
родвигателя. Этот вариант лучше, чем предыдущий. В перерыве  
между попытками батарею аккумуляторов можно подзарядить.  
Но и в этом случае водоизмещения модели не хватает. Питая  
электродвигатель придется от меньшего напряжения.

Таким образом, из сказанного выше следует вывод:

1) При расчетной длине модели 900 мм и максимальной ско-  
рости 1,4 м/сек водоизмещения 7,2 кг недостаточно (исключая  
случай применения серебряно-цинковых аккумуляторов СЦ-3 и  
СЦ-5).

2) Если уменьшить максимальную скорость до 1 м/сек, питаю  
24-вольтовый электродвигатель напряжением 8—10 в, трудно бу-  
дет рассчитывать на призовое место, хотя управлять моделью на  
такой скорости не представляет большой трудности.

На рис. 6 приведен теоретический корпус морского пассажир-  
ского катера. В масштабе 1:25 модель его будет иметь расчет-

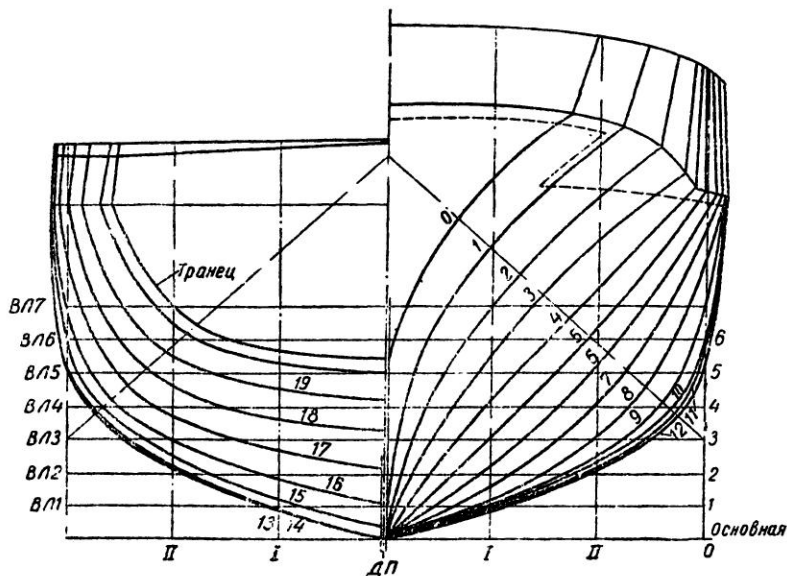


Рис. 6.

ную длину 1200 мм. Водоизмещение ( $D$ ) при осадке ( $T$ ), равной 73 мм (по ВЛ7), ширине ( $B$ ), равной 207 мм (по ВЛ7), и коэффициенте общей полноты ( $\delta$ ), равном 0,41, будет равно 7,8—8,0 кг. Масштабная скорость ( $V$ ) достигнет 1,75 м/сек. На модели установлен электродвигатель МУ-50 и два винта в поворотных насадках. Если питать ходовой электродвигатель батареей напряжением 24—27 в, подобрав опытным путем винты, можно получить наибольшую скорость — 2,3—2,6 м/сек.

Поворотливость модели вполне отвечает в этом случае требованиям прохождения дистанций. Без радиоаппаратуры и аккумуляторов модель весит 4,1 кг.

Как видно, водоизмещения модели для размещения общедоступных аккумуляторов напряжением 24—27 в явно не хватает.

Если есть возможность поставить батарею серебряно-цинковых аккумуляторов СЦ-3 или СЦ-5, то эта модель по всей видимости будет наилучшим вариантом для фигурных и других курсов соревнований.

При питании ходового электродвигателя от 12 банок аккумуляторов АКН-2,25 (12 банок  $\times$  1,25 в = 15 в) скорость модели будет примерно масштабной — 1,6—1,7 м/сек, что явно лучше предыдущего примера.

Учитывая, что модель с кормовым подруливающим устройством на малом ходу можно разворачивать почти без циркуляции, как на месте, то второй пример бесспорно выгоден даже при максимальной скорости 1,6—1,7 м/сек. На рис. 41 приведен теоретический корпус малого патрульного корабля. В масштабе 1:25 модель имеет расчетную длину 1360 мм. Водоизмещение ( $D$ ) модели при осадке  $T=80$  мм и коэффициенте общей полноты  $\delta=0,44$  будет равно 11,0 кг. Масштабная скорость

$$U_{\text{мод}} = \frac{U_{\text{кор}}}{\sqrt{\lambda}} \cdot 0,515 = 2,5 \text{ м/сек.}$$

На модели установлен электродвигатель МУ-50. При напряжении питания 24 в он имеет мощность 60 вт. Скорость модели в этом случае оказалась равной 2,1 м/сек. С перегрузкой на 7 кг (!) при напряжении питания электродвигателя 24 в она имела максимальную скорость 1,7 м/сек.

С максимальной скоростью 2 м/сек модель неоднократно прошла фигурный курс № 2 за 108 сек., т. е. со средней скоростью  $V=1,4$  м/сек, не зацепив ни одного буйка.

При максимальной скорости 2,5 м/сек, идя по дистанции переменным ходом\*, модель стабильно проходила фигурный курс № 1 за 82—85 сек. со средней скоростью примерно 1,90 м/сек.

Если установить на модели вместо трех рулей кормовое подруливающее устройство с соответствующей автоматикой, то модель будет отвечать требованиям *идеального случая прохождения*

---

\* Примерно за 0,5—1,0 м до начала поворота полный ход переключался на малый (1 м/сек), а после поворота опять включался полный ход.

*ния фигурных курсов и соревнований на прокалывание шаров.*

На рис. 61 приведен теоретический корпус модели океанского спасателя.

Расчетная длина модели 1640 мм, водоизмещение 20 кг, максимальная скорость 2,5 м/сек. Модель неоднократно проходила фигурные курсы № 1, 2, 3 со средней скоростью 1,5—1,6 м/сек. идя переменным ходом. Управление моделью такой длины на большой скорости требует хорошей тренированности и точного расчета при прохождении дистанций.

Недостаток модели таких размеров и веса заключается в неудобстве транспортировки.

Как видно из вышеприведенных примеров, водоизмещающие модели малой длины невыгодны для фигурных курсов, так как даже самый сложный фигурный курс № 3 можно пройти со средней скоростью 1,5—1,6 м/сек при длине модели 1200—1500 мм.

Если ориентироваться на глиссирующие модели, у которых при такой длине скорость может превышать 3 м/сек, то в первую очередь остро встает вопрос питания электродвигателя. Если имеются серебряно-цинковые аккумуляторы СЦ-3, батарея которых на напряжение 27 в весит всего 2 кг при емкости 4 а-ч, то полный вес модели, которая имела бы скорость 3—3,5 м/сек, не может быть менее 6 кг. При этом фигурный курс № 4 для таких моделей при такой скорости выполним сравнительно легко, однако фигурные курсы № 1, 2, 3 выполнимы с трудом.

Для идеального случая прохождения дистанций фигурного курса (при хорошей тренированности спортсмена) необходимо, чтобы модель имела диаметр циркуляции не более 1,6 м. Модель малого патрульного корабля при скорости 1,2 м/сек имеет диаметр циркуляции 1,5 м\*.

При скорости 0,7 м/сек при кормовом подруливающем устройстве модель поворачивает, как говорят, буквально «на пятке». После поворота прямой участок курса до следующего поворота модель можно вести полным ходом со скоростью 2,5 м/сек.

Таким образом, очевидно, что модель для фигурных курсов должна иметь максимальную скорость не менее 2,5 м/сек. В этом случае средняя скорость прохождения дистанции окажется в пределах 1,5—1,9 м/сек, что позволит с уверенностью бороться за призовое место на соревнованиях.

По всей видимости оптимальная водоизмещающая модель для фигурных курсов должна иметь примерно такие данные:

$$L_n \cong 1450 \text{ мм}; L_{\perp\perp} \cong 1350 \text{ мм}; B \cong 240 \text{ мм}; T \cong 80 \text{ мм}; D \cong 12 \text{ кг}; \\ \delta = 0,44 - 0,45; N_{\text{пол}} \cong 85 \div 100 \text{ вт}; V_{\text{макс}} \geq 2,5 \text{ м/сек}.$$

\* Этот диаметр циркуляции можно значительно уменьшить, установив в кормовой части модели подруливающее устройство вместо руля.

## РАСЧЕТ ПОТРЕБНОЙ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ МОДЕЛИ

Если известна полная мощность двигателей прототипа ( $N_{\text{пр}}$ ), то мощность двигателей модели можно определить по формуле:

$$N_{\text{мод}} = \frac{N_{\text{пр}}}{\lambda^{3,5}}.$$

Если за прототип берется настоящий корабль или судно, действительная мощность двигателя, полученная по этой формуле, должна быть увеличена примерно в 1,5 раза при скорости модели 2—2,5 м/сек.

Необходимость этого диктуется следующими причинами:

— во-первых, трение в подшипниках гребных валов у модели всегда непропорционально больше, чем трение валов на корабле;

— во-вторых, гребные винты настоящих кораблей и судов имеют к. п. д.  $\eta = 0,60—0,74$ . Гребные винты, сделанные моделистами самым тщательным образом, могут иметь к. п. д. (по данным испытаний моделей различных классов): при диаметре до 30 мм 0,25—0,30, при диаметре до 50 мм 0,35—0,40, при диаметре до 80 мм 0,40—0,50;

— в-третьих, редуктор, уменьшающий число оборотов электродвигателя, и сочленения валов гребных винтов с валами редуктора значительно понижают к. п. д. комплекса электродвигатель—гребные винты.

Если прототипом является хорошо испытанная модель, увеличивать расчетную мощность двигателя нет необходимости, но в этом случае качество изготовления механической части новой модели должно быть на уровне прототипа.

Существуют эмпирические (опытные) формулы, по которым можно определить полную мощность на гребных валах в зависимости от элементов корабля или судна. Они применимы для определения мощности двигателя модели.

Формула адмиралтейских коэффициентов:

$$N_{\text{мод п}} = \frac{D^{2/3} V^3}{C_N(\text{пр})},$$

где  $N_{\text{мод п}}$  — полная мощность двигателей модели на гребных валах, л. с.;

$V$  — скорость модели, м/сек;

$D$  — водоизмещение модели, кг;

$C_N$  — адмиралтейский коэффициент, зависящий от главных размеров, обводов, скорости, водоизмещения и т. п.

Главная цель формулы адмиралтейских коэффициентов — использование прототипа при расчете, что для моделистов особенно удобно.



Так как в большинстве случаев на моделях устанавливаются электродвигатели, то в числитель формулы вносят число 736. Теперь полная мощность будет выражена в единицах электрической мощности — ваттах.

$$N_{\text{мод п}} = \frac{D^{2/3} V^3 736}{C_N} (\text{вт}).$$

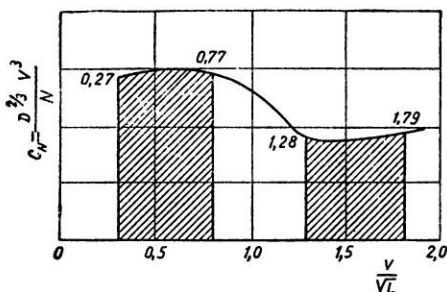


Рис. 7.

Заштрихованные участки, где кривая  $C_N$  близка к горизонтальной линии, являются районом наибольшей эффективности формулы адмиралтейских коэффициентов. На этих участках графика мощность двигателя модели пропорциональна кубу скорости ( $V^3$ ).

Пример: модель (прототип) мореходного катера (рис. 8) имеет расчетную длину  $L_{\text{квЛ}} = 1,20$  м, водоизмещение  $D = 10$  кг, максимальную скорость  $V = 1,5$  м/сек; относительную скорость  $V_{\text{отн}} = 1,36$ , мощность  $N_{\text{мод п}} = 30$  вт.

Определим мощность электродвигателя для модели, число Фруда которой примерно равно прототипу, имеющей расчетную длину  $L_{\text{квЛ}} = 1,00$  м, водоизмещение  $D = 10$  кг, максимальную скорость  $V = 1,3$  м/сек, относительную скорость  $V_{\text{отн}} = 1,30$ .

Сначала определяем адмиралтейский коэффициент для модели (прототипа):

$$C_{N(\text{пр})} = \frac{D^{2/3} \cdot V^3 \cdot 736}{N_{(\text{пр})\text{п}}} = \frac{\sqrt[3]{10^2} \cdot 3,38 \cdot 736}{30} = 385.$$

Подставляем полученное значение в адмиралтейскую формулу для проектируемой модели:

$$N_{\text{мод п}} = \frac{D^{2/3} V^3 \cdot 736}{C_{N(\text{пр})}} = \frac{4,65 \cdot 2,2 \cdot 736}{385} \approx 20 \text{ вт}.$$

Опытные данные подтверждают этот результат.

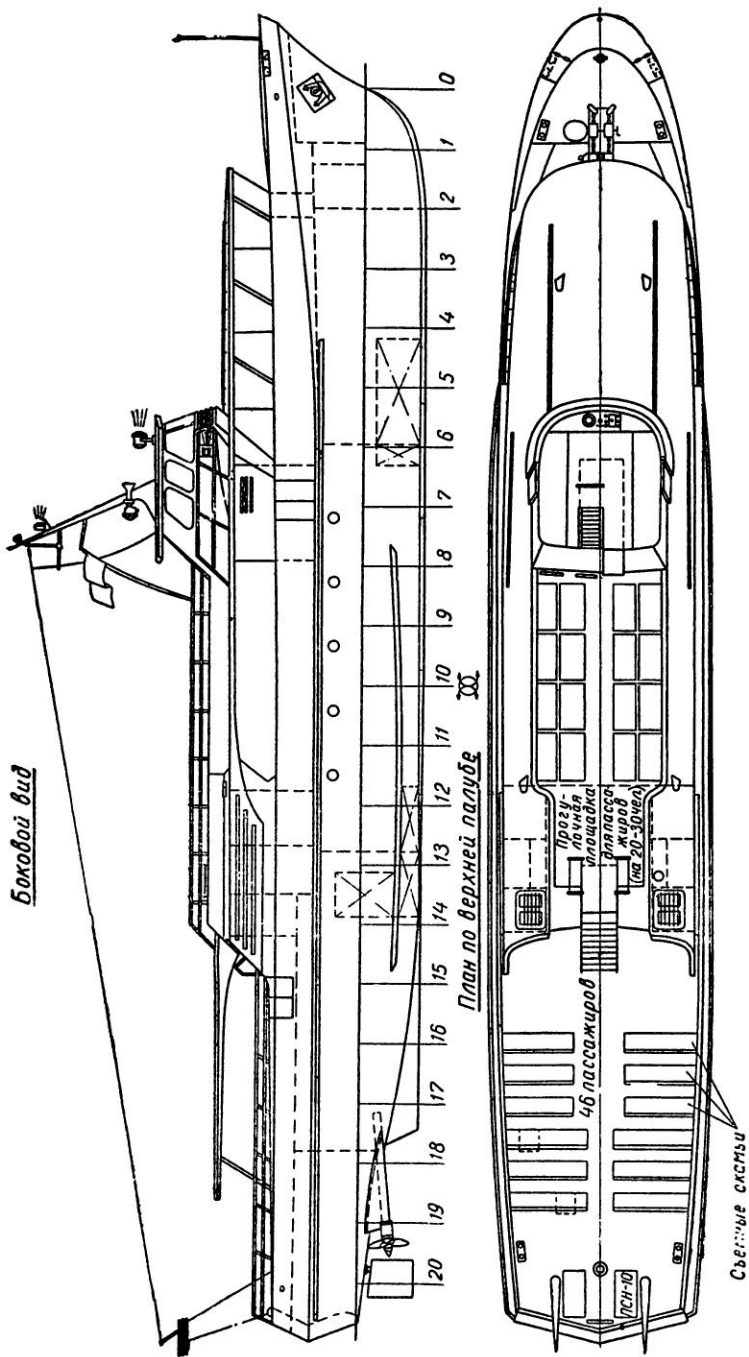


Рис. 8.

При относительных скоростях от 0,78—0,127 и 1,80—2,00 и выше пользоваться формулой адмиралтейских коэффициентов не рекомендуется.

Полную мощность водоизмещающих моделей расчетной длины 1,1—1,4 м, водоизмещением 8—13 кг, при соотношениях  $\frac{L}{B} = 5,5—5,8$ ,  $\frac{B}{T} = 2,9—3,3$  и относительной скорости  $\frac{V}{\sqrt{L}} = 1,8—2,5$  можно рассчитать, используя в качестве прототипа всесторонне испытанную модель, данные которой приведены на рис. 9.

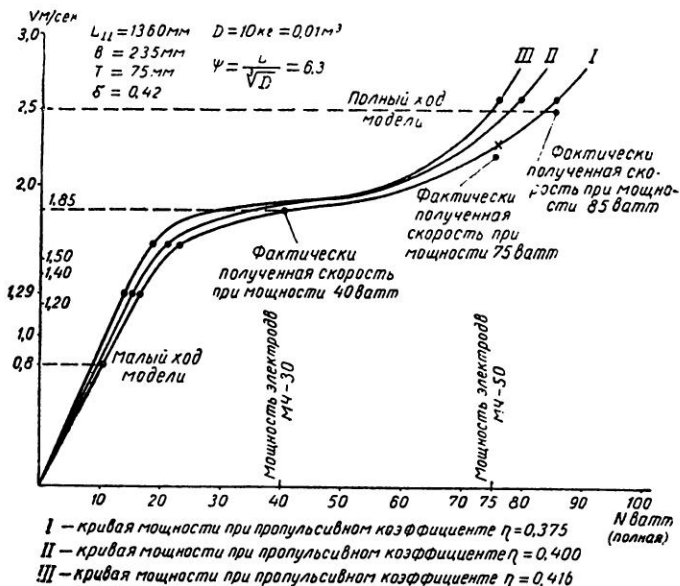


Рис. 9.

Как видно из графика мощности двигателей, фактическая скорость при мощности 75—85 вт не достигла расчетной. При мощности 40 вт скорость оказалась расчетной.

График дает возможность моделистам ориентироваться при приближенном определении полной мощности, обходясь без расчетов по подобию.

Для расчета гребных винтов модели потребуется знание эффективной или буксировочной мощности или, как еще говорят, мощности тяги судна.

Не имея графиков буксировочной мощности, ее приближенно можно определить по формулам:

$$N_{\text{букс}} = N_{\text{пол}} Z_p \eta \eta_v,$$

где:  $Z_p$  — число винтов;  
 $\eta$  — пропульсивный коэффициент (принимается в пределах 0,32—0,38);  
 $\eta$  — к. п. д. валопроводов (принимается в пределах 0,6—0,7);

$$N_{\text{букс}}^1 = P(1-t)$$

где:  $N_{\text{букс}}^1$  — буксировочная мощность на один винт;  
 $P$  — упор гребного винта, кг (определение  $P$  см. стр. 23);  
 $t$  — коэффициент засасывания гребного винта на рабочем режиме.

Среднее значение коэффициента  $t$  можно принять:

- для быстроходных судов  $t=0,11$ ;
- для среднескоростных судов  $t=0,15$ ;
- для быстроходных катеров  $t=0,02$ .

### Определение мощности двигателя для глиссирующей модели (с гребными винтами)

Зависимость между скоростью, весом, к. п. д. винта и мощность двигателей модели глиссера выражается следующей формулой:

$$N_e (\text{рас}) = \frac{DV_n \cdot 736}{\eta \cdot K \cdot 75},$$

где:  $N_e (\text{рас})$  — расчетная мощность двигателей модели глиссера, *вт* (для глиссеров с электродвигателем. Если на модели установлен двигатель внутреннего сгорания, коэффициент 736 исключается);

$V_n$  — наибольшая расчетная скорость модели глиссера, *м/сек*;

$D$  — полный вес модели глиссера, *кг*;

$\eta$  — к. п. д. гребных винтов (при диаметре винтов до 50 мм  $\eta=0,4$ );

$K$  — суммарное гидродинамическое качество глиссера изменяется с изменением скорости (можно принять  $K=4 \div 5$  для всех случаев).

Установочная мощность  $N_{\text{пол}} = 1,1—1,5 N_e \text{ рас}$ , т. е. больше на 10—15% чем расчетная.

Пример. Определить мощность электродвигателя модели глиссера весом  $D=6$  кг для максимальной скорости ( $V_n$ ) = 5 *м/сек*.

$$N_e \text{ рас} = \frac{DV_n \cdot 736}{\eta K \cdot 75} = \frac{6 \cdot 5 \cdot 736}{0,4 \cdot 4 \cdot 75} = 185 \text{ вт.}$$

Установочная мощность

$$N_{\text{пол}} = N_e \text{ рас} \cdot 1,15 = 185 \cdot 1,15 = 213 \text{ вт.}$$

Для использования такой мощности модель глиссера должна иметь не менее 3 гребных винтов диаметром 50—60 мм.

В этом примере для питания электродвигателя могут использоваться только серебряно-цинковые аккумуляторные батареи типов СЦ-3 или СЦ-5.

Если на модель предполагается установить микродвигатель внутреннего сгорания, то

$$N_{e \text{ рас}} = \frac{6 \cdot 5}{0,4 \cdot 4 \cdot 7,5} = 0,25 \text{ л. с.}; N_{\text{пол}} = 0,275 \text{ л. с.}$$

При проектировании глиссирующих моделей не следует забывать о работе гребных винтов в косом потоке. Угол скоса ( $\varphi$ ) должен быть не более  $15^\circ$  (рис. 20).

Уже при углах скоса ( $\varphi$ ) =  $12^\circ$  часто наблюдается тряска кормы модели и опрокидывание ее.

## ГРЕБНЫЕ ВИНТЫ МОДЕЛИ

### Расчет гребных винтов

При проектировании гребных винтов можно применять упрощенные методы, основанные на приближенных формулах и вычислениях, результаты которых отвечают требованиям судомодельного спорта.

Проектирование должно быть основано на геометрическом и механическом подобии настоящего гребного винта судна винту модели. При механическом подобии все силы сравниваемых систем должны быть одинаково направлены и находиться в постоянном соотношении по величине. В этом случае они будут иметь одинаковые значения относительной поступи  $\lambda_p$ , коэффициентов упора  $K_1$ , момента  $K_2$  и полезного действия  $\eta_p$ .

Существуют расчетные диаграммы, составленные на основании испытаний нескольких серий моделей гребных винтов. Они позволяют рассчитывать элементы любого гребного винта в пределах определенной диаграммы без особых трудностей.

Мы воспользуемся частью вспомогательной диаграммы (рис. 10) советского ученого Э. Э. Папмеля, полученной расчетами по вихревой теории и согласованной с результатами анализа натурных испытаний.

Почему выбрана именно эта диаграмма? Она построена для винтов с числом лопастей  $Z=3$  и дисковым отношением  $\frac{A}{Ad} = 0,55$ . Если характеристики рассчитываемого гребного винта отличаются от указанных на диаграмме, то в пределах  $Z=2-6$  и  $\frac{Ad}{A} = 0,35-0,80$  ею также можно пользоваться, но вместо зна-

чения  $PS_{\text{ш}}$  в формулу  $K''_d = DV_p \sqrt{\frac{\rho V_p}{PS_{\text{ш}}}}$  нужно ставить условную величину  $\overline{PS_{\text{ш}}}$ , определяемую по формуле:

$$\overline{PS_{\text{ш}}} = PS_{\text{ш}} \sqrt[3]{\frac{0,55 \cdot 3}{\frac{A}{A_d} \cdot Z}}$$

При этом искомая величина  $\eta_p$  (к. п. д. винта) определяется по снятому с диаграммы значению  $\eta_p$  согласно формуле:

$$\overline{\eta_p} = \eta_p \left[ 1 + 0,1 \left( 0,55 - \frac{A}{A_d} \right) \right]$$

В этом и заключается удобство этой диаграммы. Она годится практически для любого случая. Результаты, полученные с помощью диаграммы, значительно лучше чисто практического подбора гребных винтов.

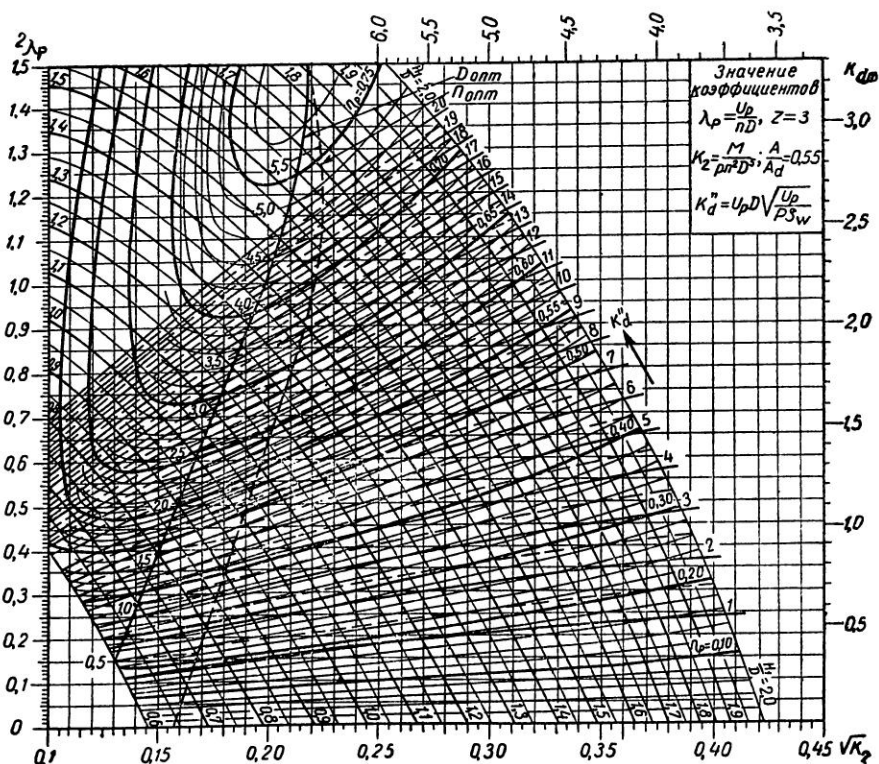


Рис. 10.

На диаграмме построены кривые коэффициента момента

$K_2 = \frac{M}{\rho \cdot n^2 D^5}$  в виде  $\sqrt{K_2 = f(\lambda_p)}$  (т. е. коэффициент момента является функцией относительной поступи  $\lambda_p$ ) для различных шаговых отношений при нулевом упоре  $\frac{H_1}{D}$ . Известно, что при увеличении поступи винта  $\lambda$  упор  $P$  падает. При некотором значении  $\lambda$  упор становится равным нулю. Поступь, при которой  $P=0$ , называется шагом нулевого упора  $H_1$ . На диаграмме построены также кривые к. п. д. винта и вспомогательного коэффициента

$K_d'' = D V_p \sqrt{\frac{\rho V_p}{PS_w}}$ , где область наивыгоднейших вариантов винтов

отмечена линиями  $D_{opt}$  (сплошная жирная) и  $n_{opt}$  (пунктирная жирная). Диаграмма позволяет определить наивыгоднейшее число оборотов, шаговое отношение и к. п. д. винта при известных скорости, мощности и диаметре гребного винта. В большинстве случаев модельной практики именно эти элементы гребного винта при тех же условиях требуется определить.

Для случая, когда судомоделист выбрал в качестве прототипа настоящий корабль или судно, скорость и полная мощность  $N_{пол} = 2PS_w$  двигателей которого известны, а элементы гребных винтов не известны, методика расчета следующая (все расчеты по диаграмме производят по данным выбранного прототипа, а потом пересчитывают на модель):

- 1) Определяем наибольший диаметр гребных винтов из условий размещения в кормовом подзоре корабля или судна.
- 2) Вычисляем коэффициент диаметра мощности

$$K_d'' = D V_p \sqrt{\frac{\rho V_p}{PS_w}}$$

- 3) По точке пересечения кривой  $K_d''$  с линией оптимальных оборотов  $n_{opt}$  на диаграмме находим  $\lambda_p$ ;  $\eta_p$ ;  $\frac{H_1}{D}$  и  $\sqrt{\bar{K}_2}$ .

4) Число оборотов винта будет  $n = \frac{V_p}{\lambda_p D}$  об/сек.

5) Вычисляем коэффициент упора  $K_1 = K_2 \eta_p \cdot \frac{2\pi}{\lambda_p}$ .

6) Находим упор, развиваемый гребным винтом:  $P = K_1 \rho n^2 D^4$ .

7) Проверяем величину потребной мощности  $PS_w$  по коэффициенту момента  $K_2 PS_w = \frac{M 2\pi n}{75} = \frac{2\pi}{75} \cdot K_2 n^3 D^5$  (для одного винта).

- 8) Определяем геометрический шаг гребного винта

$$H = 0,965 \frac{H_1}{D} - 0,05D.$$

Пример. За прототип принят быстроходный корабль. Полная мощность механизмов  $N_{пол} = 2PS_{\text{в}} = 40\ 000$  л. с., скорость  $V = 34,5$  узла, диаметр винта  $D = 3,0$  м.

1) Определяем коэффициент диаметра мощности:

$$K_d'' = DV_p \cdot \sqrt{\frac{\rho V_p}{PS_{\text{в}}}}$$

Прежде нужно определить скорость воды в диске винта  $V_p = 0,515(1-W)V_s$ .

Для быстроходных двухвинтовых кораблей коэффициент попутного потока  $W$  можно принять равным 0,10, тогда  $V = 0,515 \cdot 0,9 \cdot 34,5 = 16$  м/сек, следовательно,

$$K_d'' = 3,0 \cdot 16 \sqrt{\frac{102 \cdot 16,0}{20000}} = 13,7.$$

2) По точке пересечения кривой  $K_d'' = 13,7$  с линией оптимальных оборотов  $n_{\text{opt}}$  на диаграмме находим  $\lambda = 0,9$ ;  $\eta_p = 0,664$ ;  $\frac{H_1}{D} = 1,4$  и  $\sqrt{K_2} = 0,217$ .

3) Число оборотов гребного винта

$$\frac{V_p}{0,9 \cdot 3,0} = n = \frac{16}{0,9 \cdot 3,0} = 5,92 \text{ об/сек.}$$

4) Вычисляем коэффициент упора  $K_1 = K_2 \eta_p \cdot \frac{2\pi}{\lambda_p} = 0,217^2 \cdot 0,675 \cdot \frac{2}{0,9} = 0,221$ .

5) Находим упор, развиваемый гребным винтом,  $P = K_1 \rho n^2 D^4 = 0,221 \cdot 102 \cdot 5 \cdot 5,92^2 \cdot 3,0^4 = 64\ 000$  кг.

6) Проверяем величину потребной мощности  $PS_{\text{в}}$  по коэффициенту момента  $K_2$ :

$$PS_{\text{в}} = \frac{M2\pi n}{75} = \frac{2\pi}{75} K_2 n^3 D^5 = \frac{6,28}{75} \cdot 0,217^2 \cdot 102 \cdot 5,92^3 \cdot 3,0^5 = 20\ 200 \text{ л. с. (для одного винта).}$$

Погрешность в полученном значении мощности по сравнению с заданной равна 1%, что вполне допустимо.

7) Определяем геометрический шаг гребного винта

$$H = 0,965 \frac{H_1}{D} - 0,05D = 0,965 \cdot 1,4 \cdot 3,0 - 0,05 \cdot 3,0 = 3,91 \text{ м.}$$

Модель этого корабля в масштабе 1:50 ( $\lambda = 50$ ) будет иметь:

$$N_{\text{мод}}^1 \frac{N_{\text{пр}}}{\lambda^{3,5}} = \frac{20200}{885000} = 0,023 \text{ л. с.} = 17 \text{ вт}; V_{\text{мод}} = \frac{V_{\text{пр}}}{\sqrt{\lambda}} = \frac{34,5}{\sqrt{50}} = 4,86 \text{ узла} = 2,5 \text{ м/сек.}$$

$N_{\text{мод}}^1$  — мощность двигателей на один винт.



Полная мощность двигателя модели на два винта будет  $N_{\text{мод п}} = 17 \cdot 2 \cdot 2 = 68$  вт (мощность увеличена вдвое по отношению к мощности на основании установленного нами правила).

Диаметр винта модели  $D_{\text{мод}} = \frac{D_{\text{пр}}}{\lambda} = \frac{3,0}{50} = 60$  мм; число оборотов гребного винта модели

$$n_{\text{мод}} = n_{\text{пр}} \cdot \sqrt{\lambda} = 5,92 \cdot 7,08 = 41,8 \text{ об/сек} = 2500 \text{ об/мин};$$

шаг винта модели  $H_{\text{мод}} = \frac{H_{\text{пр}}}{\lambda} = \frac{3,91}{50} = 0,078 \text{ м} = 78 \text{ мм}.$

Число оборотов винта на модели должно быть увеличено на 15—20%, для чего редуктор надо проектировать из расчета 3000 об/мин.

Если при проектировании модели для установки радиоаппаратуры прототипом взят настоящий корабль или судно, полная мощность двигателя которого и все элементы винтов известны, а масштабная скорость его удовлетворяет требованиям соревнований, то такую задачу решить сравнительно несложно. В этом случае гребные винты модели должны иметь геометрические размеры в  $\lambda$  раз меньше, чем настоящие, а число оборотов в  $\sqrt{\lambda}$  раз больше.

Пример. Двухвинтовой грузовой теплоход имеет следующие данные:

- |   |                               |
|---|-------------------------------|
| 1) Расчетная длина . . . . .                              | $L_{\perp\perp} = 153$ м      |
| 2) Расчетная ширина . . . . .                             | $B = 19,0$ »                  |
| 3) Осадка на модели . . . . .                             | $T = 8,4$ »                   |
| 4) Коэффициент общей полноты . . . . .                    | $\delta = 0,78$               |
| 5) Коэффициент полноты площади мидель-шпангоута . . . . . | $\beta = 0,98$                |
| 6) Общая полная мощность . . . . .                        | $N_{\text{пол}} = 8000$ л. с. |
| 7) Наибольшая скорость . . . . .                          | $V_s = 15$ узлов              |
| 8) Диаметр винта . . . . .                                | $D = 5,0$ м                   |
| 9) Количество винтов . . . . .                            | $Z_p = 2$                     |
| 10) Шаг винта . . . . .                                   | $H = 5,0$ м                   |
| 11) Число лопастей . . . . .                              | $Z = 3$                       |
| 12) Дисковое отношение . . . . .                          | $\frac{A}{A_d} = 0,33$        |
| 13) Число оборотов винта . . . . .                        | $n_m = 104$ об/мин.           |

Модель этого теплохода в масштабе 1:100 ( $\lambda=100$ ) должна иметь:

- 1)  $L_{\perp\perp} = 1,53$  м; 2)  $B = 0,19$ ; 3)  $T = 0,84$  м; 4)  $\delta = 0,78$ ;  
 5)  $\beta = 0,98$ ; 6) Общая мощность  $N_{\text{мод п}} = \frac{N}{\lambda^{3,5}} = \frac{800}{100^{3,5}} = 0,008$  л.с. =  
 = 6 вт; 7) Наибольшая скорость  $V_{s \text{ мод}} = \frac{V_s}{\sqrt{\lambda}} = \frac{15}{\sqrt{100}} = \frac{15}{10} =$   
 = 1,5 узла = 0,78 м/сек; 8) Диаметр винта  $D = 50$  мм; 9)  $Z_p = 2$ ;

10)  $H = 50$  мм; 11)  $Z = 3$ ; 12)  $\frac{A}{A_d} = 0,33$ ; 13)  $n_{m(\text{мод})} = n_m \sqrt{\lambda} = 104 \cdot 10 = 1040$  об/мин.

Лопастей винтов симметричные, эллиптического очертания с сегментным профилем.

Мощность электродвигателя модели следует, как мы уже говорили выше, увеличить до 10 вт, число оборотов довести до  $n_m = 1200 - 1300$  об/мин.

В этом случае модель при водоизмещении  $D = 19$  кг, что позволяет поставить любую аккумуляторную батарею, будет иметь скорость  $V_{\text{мод}} = 0,8 - 1,0$  м/сек.

### Конструирование гребных винтов

При конструировании гребных винтов для модели можно применять как симметричные, так и несимметричные контуры лопастей (рис. 11, а, б, 12). Профили сечений лопасти могут быть сегментные, «чечевичные» и авиационные. У первых двух максимальная толщина расположена в середине хорды.

У авиационных максимальная толщина расположена на расстоянии  $\frac{1}{3}$  от входящей кромки (рис. 13).

В модельной практике рекомендуется использовать симметричные контуры лопастей с сегментным или чечевичным сечением. Они проще в изготовлении и отвечают требованиям судомодельного спорта.

Упрощенный расчет контура лопасти для моделей можно производить по следующей схеме (рис. 14): вычислить длину лопасти  $l = \frac{D-d}{2}$ , затем вычислить среднюю ширину контура лопасти  $b = \frac{2A}{Z(D-d)}$ , определить ширину лопасти на радиусах  $r_1; r_2; r_3$  и  $r_4$  по формуле:

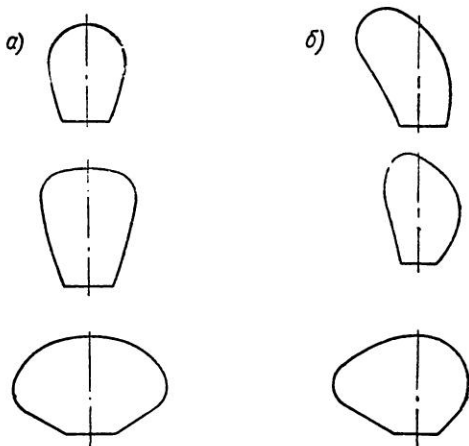


Рис. 11.

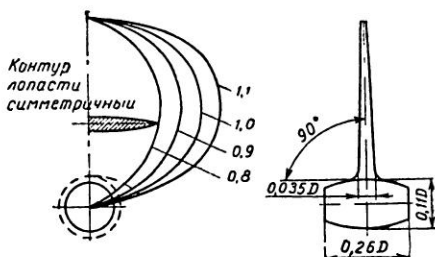


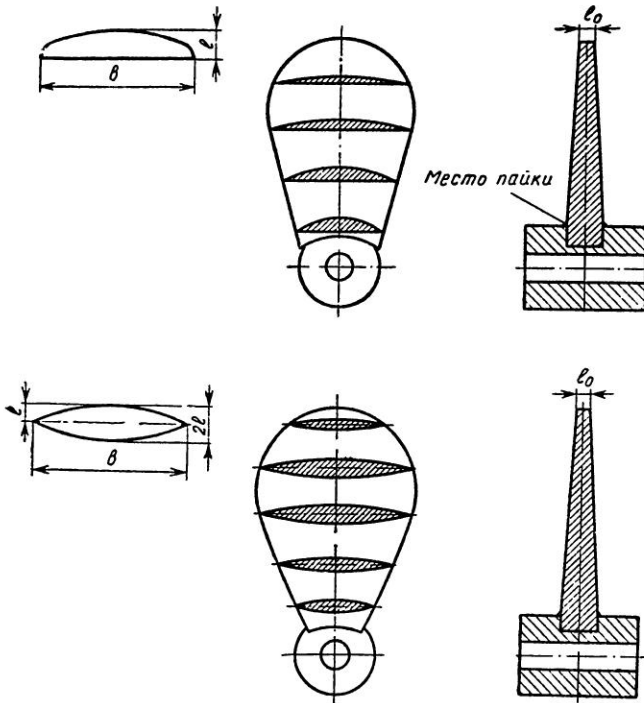
Рис. 12.

$$b_r = 2,55 \cdot b \cdot x \sqrt[3]{1-x},$$

где

$$x = \frac{r + 0,07R}{1,07R}$$

и вычислить толщину профиля лопасти у корня  $l = 0,25 b$ . Наконец вычислить толщину профиля края лопасти  $l_0 = 0,01 R$ .



Р и с. 13.

Максимальная толщина лопасти от корня к краю уменьшается по линейному закону. Диаметр ступицы  $d = 0,2D$ . Длина ступицы должна быть на 3% больше боковой проекции лопасти винта. Диаметр гребного вала  $d_v$  можно рассчитать по формуле:

$$d_v = 1,66 \sqrt[3]{\frac{100 M}{\tau}} \text{ см,}$$

где:

$$M = \frac{75 \cdot P S_w}{2\pi n} \text{ — вращающий момент, кгм;}$$

$\tau$  — допустимое напряжение на кручение (для стальных валов  $\tau = 800 \text{ кг/см}^2$ );

$PS_w$  — мощность, приходящаяся на один винт, л. с.;

$n$  — число оборотов в секунду.

Длина обтекателя  $l_{обт} = (0,14 — 0,17)D$ .

Самые простые в изготовлении винты имеют контур развернутой лопасти — правильный эллипс — или контуры, показанные на рис. 11, а, 12, 13, 16; относительный диаметр ступицы  $\frac{d}{D} = \frac{1}{6}$ ; сечения лопасти симметричны относительно осевой линии. Засасывающая сторона лопасти образована дугой параболы, а производящая линия нормальна (перпендикулярна) к оси вала, т. е. лопасти выполнены без откидки (рис. 12, 13).

Для модели можно изготовить винты без расчетов (см. рис. 16). Подбор винтов — трудоемкая операция, требующая изготовления нескольких винтов или нескольких пар и многочисленных проверок их на воде.

После изготовления у винта необходимо измерить геометрический шаг. Делается это следующим образом (рис. 15). Сначала проводят на лопасти дугу радиусом, равным  $0,6R$ . Затем устанавливают гребной винт на листе бумаги так, чтобы ось винта была вертикальна.

Угольником измеряют расстояние от кромок лопасти (в точках их пересечения с проведенной окружностью) до листа бумаги. Отмечают на бумаге перпендикуляры, опущенные из этих точек при помощи угольников. Наконеч убирают винт, проводят прямые, соединяющие точки (следы) перпендикуляров с осью винта, и измеряют образуемый ими центральный угол.

После этого геометрический шаг вычисляется по формуле:

$$H = \frac{(A - B) \cdot 360}{\alpha},$$

где  $A$  и  $B$  — измеренные расстояния от кромок лопасти до бумаги, а  $\alpha$  — центральный угол.

После этого геометрический шаг вычисляется по формуле:

Расположение гребных винтов

По данным испытаний натуральных судов установлены некоторые необходимые требования для размещения гребных винтов. Эти требования применимы и для моделей судов.

На рис. 17, а показано расположение гребного винта одновинтового судна, а на рис. 17, б и 18 — двухвинтового.

На рис. 19 дано расположение гребных винтов у трехвинтового

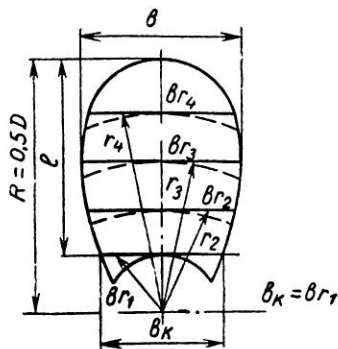
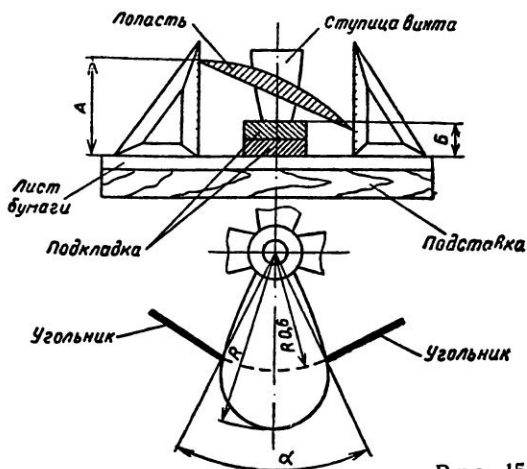
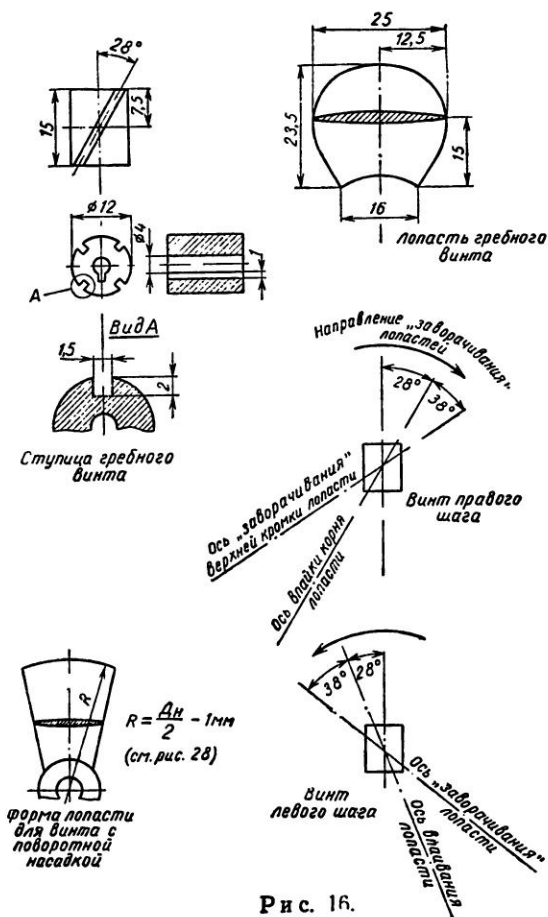


Рис. 14.



Р и с. 15.



Р и с. 16.

го судна. Удаление бокового винта от плоскости вращения среднего берется в пределах от 1,0—1,5 диаметра винта.

В таблице I приведены величины рекомендуемых расстояний от края лопасти винта до обшивки корпуса в долях диаметра винта как для быстроходных, так и тихоходных судов.

**Перекрытие дисков винтов** совершенно недопустимо, так как оно вызывает неопределенность в действии позади стоящего винта.

Располагая гребные винты, нужно стремиться к тому, чтобы они имели как можно меньший скос потока (рис. 20). Косое обтекание гребного винта при угле скоса  $\phi$  свыше  $7-10^\circ$  снижает ходовые качества модели (у глиссирующих судов угол скоса может быть больше).

Ось гребного винта должна быть погружена в воду не менее, чем на 0,7 диаметра винта. Чем ближе край лопасти к поверхности воды, тем ниже будет к.п.д. винта из-за возможности засасывания воздуха с поверхности.

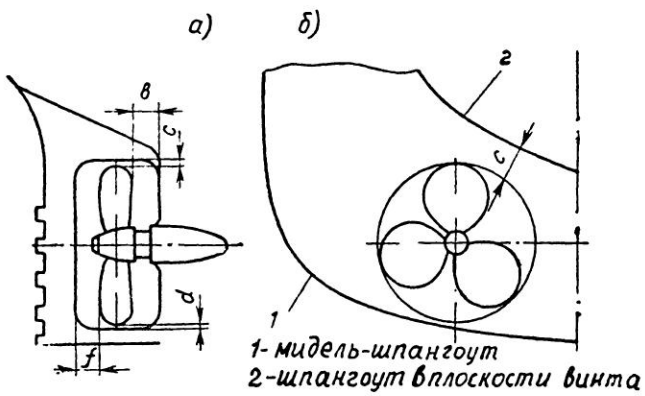


Рис. 17.

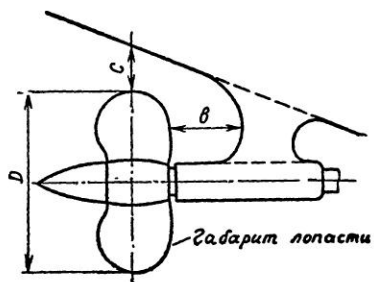


Рис. 18.

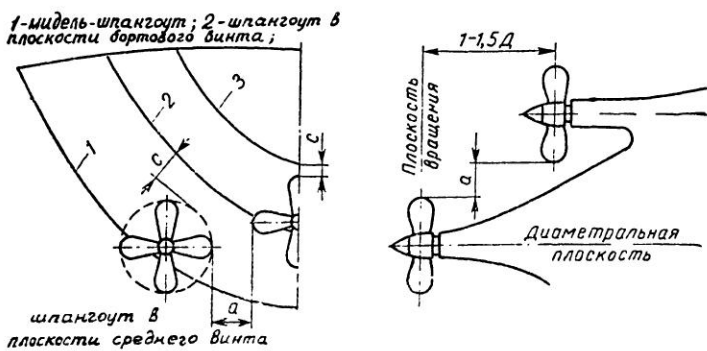
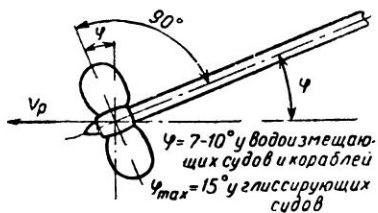


Рис. 19



Р и с. 20.

У двухвинтовых и трехвинтовых моделей максимально возможный диаметр винта может быть равен  $0,80T$ . Это вполне допустимо, ибо чем больше диаметр винта, тем больше его к. п. д. Самоходные модели соревнуются, как правило, на «спокойной воде», и засасывание воздуха с поверхности невелико.

## РУЛЕВОЕ УСТРОЙСТВО МОДЕЛИ

Радиоуправляемая модель, как и всякий настоящий корабль или судно, должна обладать двумя основными свойствами: во-первых, сохранять направление своего движения, т. е. быть устойчивой на курсе, и, во-вторых, быстро изменять направление своего движения, т. е. быть поворотливой.

В теории корабля устойчивость и поворотливость объединяются одним общим понятием управляемости. Под управляемостью обычно понимают совокупность качеств, которые могут быть определены как легкость и быстрота, с которыми модель отвечает на действие руля.

Из практики известно, что корабль или судно, а следовательно, еще в большей степени и его модель с бездействующим рулем практически неустойчивы на курсе (это доказано математически академиком А. М. Ляпуновым). Для удержания судна на курсе необходимо **непрерывное маневрирование рулем**.

Точное определение характеристик поворотливости модели с помощью расчетов (так же, как и настоящего корабля или судна) вызывает большие трудности. Наиболее надежным путем изучения и определения поворотливости модели являются **испытания на воде**. Для предварительных выводов о поворотливости можно пользоваться эмпирическими формулами.

Вопросы управляемости достаточно освещены в специальной литературе.

Мы остановимся на вопросах улучшения управляемости моделей.

Практика соревнований показала, что для соревнований модели должны обладать **повышенной поворотливостью** по сравнению с настоящим кораблем или судном.

У современных кораблей и судов время перекладки рулей с борта на борт (т. е. по  $35^\circ$  на каждый борт) равно от 20 до 30 секунд. В подобии время перекладки будет зависеть от масштаба модели.

$$t_{\text{мод}} = t_{\text{пр}} \cdot \sqrt{\lambda},$$

где:  $t_{\text{мод}}$  — время перекладки рулей модели;  $t_{\text{пр}}$  — время перекладки рулей прототипа;  $\lambda$  — масштабное число.

При прохождении дистанций фигурного курса время перекладки руля с борта на борт должно быть **не больше 2 секунд**. В противном случае невозможно пройти даже самый простой фигурный курс со средней скоростью 1,5—1,7 м/сек, что возможно при быстрой перекладке руля.

Добиться увеличения поворотливости можно установкой двух-трех рулей (соответственно при двух или трех винтах) и поворотных насадок со стабилизаторами, а также подруливающих водометных устройств (ВПУ) в носовой и кормовой частях модели и увеличением площади руля (или рулей).

Установка на модели трех обтекаемых рулей при трех гребных винтах дает лучшие результаты на переднем и особенно на заднем ходах, даже по сравнению с двумя поворотными насадками (хотя поворотные насадки обладают преимуществом возможного разворота на месте).

### Поворотные насадки

Поворотная или руль-насадка представляет собой кольцевую направляющую гребного винта, укрепленную на вертикальном баллере, направление оси которого пересекается с осью гребного вала в плоскости диска гребного винта.

Действие насадки как руля происходит при повороте ее около оси баллера, в результате чего нарушается симметрия обтекания ее потоком воды и на нее начинает действовать поперечная сила  $У$ , величина которой в основном зависит от угла поворота  $\alpha$  (рис. 21).

Особенностью поворотной насадки как судового руля является наличие постоянно действующего момента, стремящегося повернуть насадку на больший угол по отношению к обтекающему ее потоку.

Для уменьшения величины крутящего момента на баллере в диаметральной плоскости хвостовой части насадки ставится вертикальное крыло с симметричным профилем и размахом ( $C$ ), равным диаметру выходного сечения насадки. Это крыло-хвостовик получило название стабилизатора насадки. Наличие стабилизатора улучшает управляемость судна на малых ходах и при застопоренных двигателях.

Главные размеры поворотной насадки, а также стабилизатора устанавливаются исходя из размера диаметра винта (рис. 22).

Диаметр насадки в свету определяется диаметром гребного винта и минимальными зазорами между краем лопастей и насадкой. Минимальный зазор рекомендуется принимать  $\delta = 0,015D$ . Длина насадки для обеспечения рулевой силы требуемой величины должна быть не менее  $0,8D_n$ . На моделях судов имеет смысл длину насадки делать равной ее диаметру в свету  $D_n$ .



Баллер поворотной насадки располагается, как правило, по середине ее длины для обеспечения достаточной величины рулевой силы на заднем ходу.

Профиль диаметрального сечения насадки рекомендуется делать по одному из вариантов, показанных на рис. 22. Второй вариант дает лучшие результаты для работы насадки на заднем ходу.

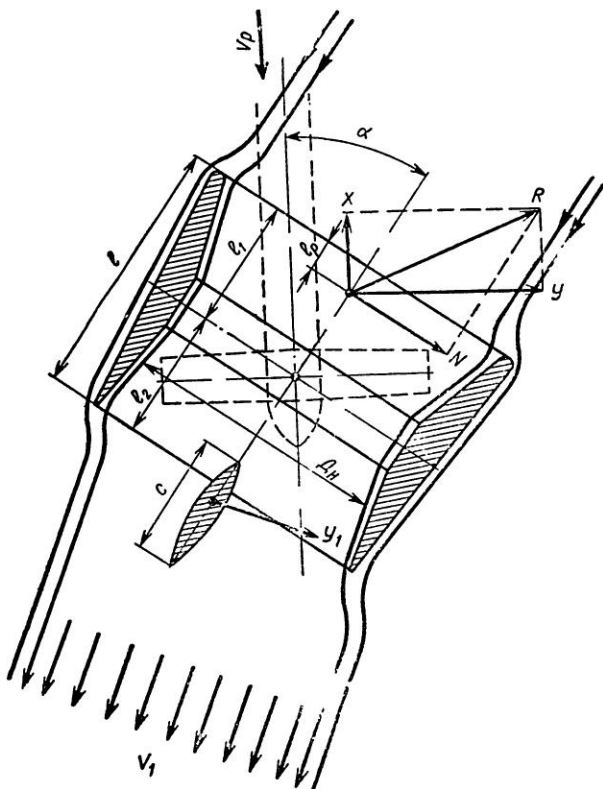


Рис. 21.

Профиль стабилизатора — симметричное аэродинамическое крыло. Стабилизатор, как правило, должен входить в насадку на одну четверть своей хорды  $C$ .

Поворотная насадка как руль конструктивно должна осуществляться подвесной, т. е. кольцо должно крепиться только к баллеру и не иметь другой опоры. Любая конструкция, находящаяся перед насадкой, уменьшает возникшую на ней поперечную силу. Устройство нижней опоры насадки также не рекомендуется из-за резкого ухудшения управляемости на заднем ходу.

Для сочетания кольца насадки с баллером и поддерживающими кронштейнами обтекатели следует делать на корпусе судна и на самом кольце насадки (рис. 23).

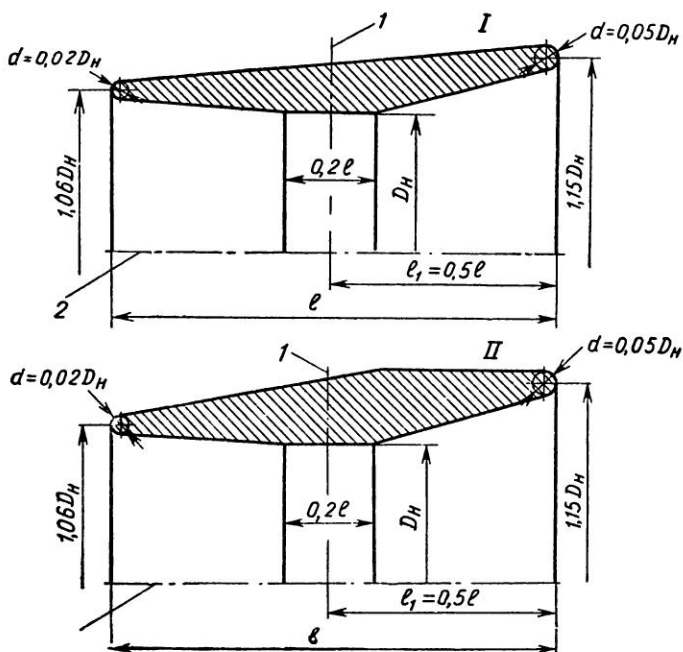


Рис. 22.

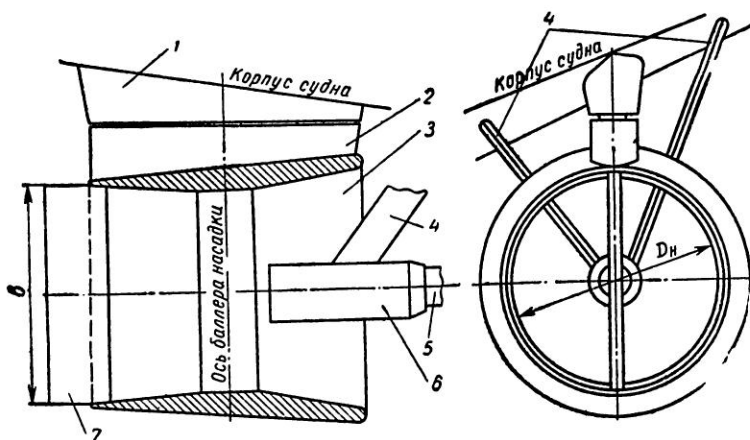
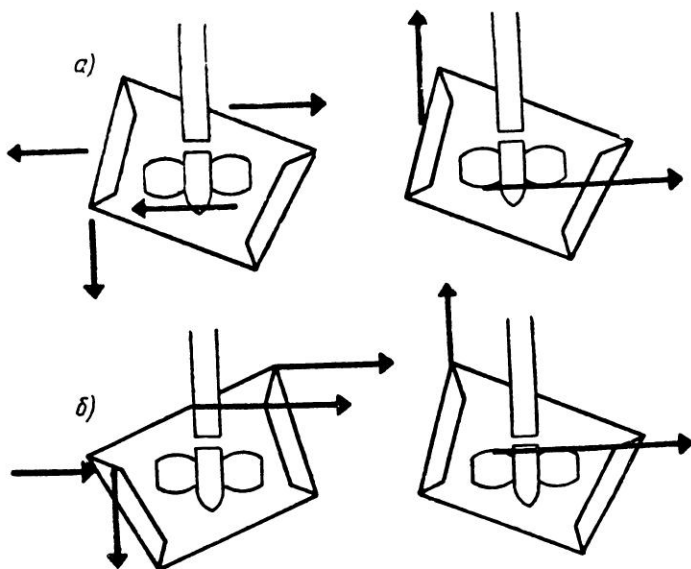


Рис. 23: 1 — обтекатель на корпусе; 2 — обтекатель на насадке; 3 — насадка; 4 — держатель подшипника вала; 5 — вал гребного винта; 6 — корпус подшипника; 7 — стабилизатор

Для моделей судов водоизмещением до 12 кг при максимальной скорости хода до 2,5 м/сек баллер насадки может быть сделан из любой прутковой стали диаметром не менее 6 мм. В этом случае будет обеспечена необходимая его прочность.

На моделях длиной по конструктивной ватерлинии от 900 мм до 1400 мм желательно устанавливать два винта с поворотными насадками.



Р и с. 24.

Значительно повысятся маневренные качества модели, если сделать раздельное управление насадками. Наибольший эффект достигается при работе гребных винтов «враздрай» и развороте насадок в разные стороны (рис. 24, а, б). Такой маневр можно производить на любых скоростях. При отсутствии поступательного движения разворот модели в таком случае происходит на месте, так как боковые рулевые силы на насадках имеют одно направление (суммируются), а не вычитаются, как это происходит при работе обычного рулевого привода, допускающего только одновременный поворот насадок в одну сторону.

Практический расчет рулевого устройства с поворотными насадками очень сложен. Для судомоделиста достаточно рассчитать следующее: исходя из осадки модели установить наибольший диаметр насадки со стороны входа потока воды и по данным рисунка 22 определить все остальные размеры насадки.

Выбор наивыгоднейшей конструкции гребного винта для на-

садки также связан с большим количеством сложных расчетов. В этом случае можно воспользоваться очень простым, но дающим хорошие результаты методом изготовления гребных винтов. Для этого следует дисковое отношение винта брать равным  $\frac{A}{A_d} = 0,55—0,60$ ; число лопастей  $Z$  должно быть равно 4. В остальном руководствоваться рисунком 16.

Если к одному винту диаметром 50 мм подводится мощность 30—35 в, то при выполнении указанных выше условий число оборотов винта должно быть не менее  $n_m = 4000—5000$  об/мин (при водоизмещении модели до 12 кг).

### Водометные подруливающие устройства

Подруливающие устройства устанавливаются для улучшения маневренности речных и морских судов. Они помогают управлять судном при плавании в узкостях и на извилистых фарватерах; швартоваться без помощи буксиров, а также удерживаться на месте при действии ветра и течения.

Подруливающим устройством целесообразно снабдить и модель.

Наибольшее распространение получили водометные подруливающие устройства (ВПУ). Приводом у них служит электродвигатель. Рабочим органом ВПУ могут быть осевые пропеллерные насосы, гребные винты, а также крыльчатые движители (рис. 25, 26, 27).

Чаще всего подруливающее устройство на настоящих судах располагают в носовой части судна. На крупных судах иногда оборудуют два ВПУ — в носу и в корме.

Действие ВПУ заключается в следующем (рис. 28). Струя воды, создаваемая движителем, выбрасывается через отверстие канала на левый или правый борт. Сила реакции струи, умноженная на плечо, равное расстоянию от оси движителя до центра давления судна, создает момент, который используется для поворота или удержания судна на месте.

Наибольший эффект ВПУ дают на малых скоростях (5—6 узлов).

В модельной практике целесообразна установка одного кормового ВПУ. Вне зависимости от масштаба модели и сложности фигурного курса носовые ВПУ эффективны только при скорости не более 0,5—0,7 м/сек (фигурный курс № 1 можно пройти без применения ВПУ).

Например, модель морского буксира водоизмещением 13 кг при длине 1,2 м имела ВПУ в носовой части. При осадке  $T=70$  мм диаметр винта ВПУ  $D=40$  мм. Зазор между стенкой трубы ВПУ и краем лопасти винта был равен 1 мм. Диаметр ступицы

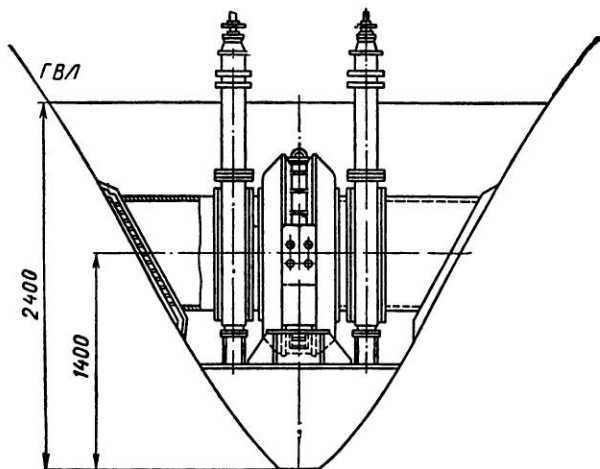


Рис. 25.

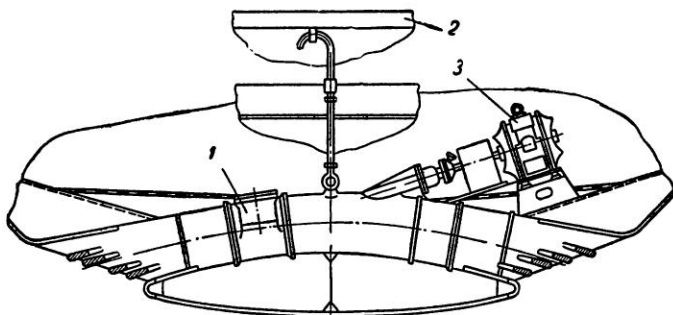


Рис. 26: 1 — насос; 2 — конструкция корпуса (палуба);  
3 — электродвигатель

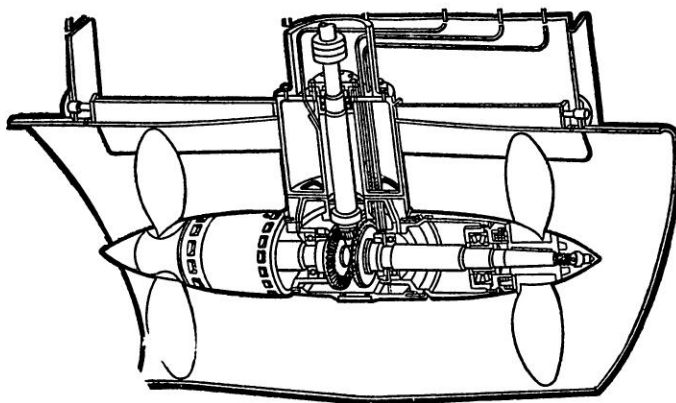


Рис. 27.

$d = 8$  мм, шаг винта  $H = 50$  мм. Число оборотов винта  $n_m = 4500-5000$  об/мин. Мощность электродвигателя — 25 вт.

На скорости 0,5 м/сек модель практически поворачивалась немного больше, чем на одной длине корпуса без помощи руля. С помощью руля и ВПУ модель поворачивалась на длину корпуса.

Эта же модель с кормовым подруливающим устройством при скорости 1,2 м/сек разворачивалась на половине длины корпуса.

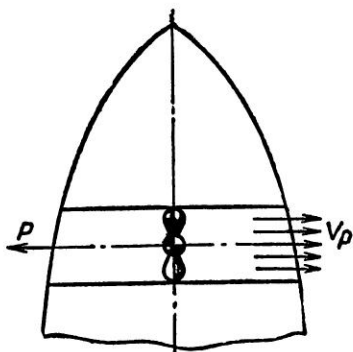


Рис. 28.

### Рулевое устройство с приводом от электродвигателя

Радиоуправляемые модели должны обладать повышенной маневренностью, а поэтому целесообразно ставить на них 2—3 руля (соответственно 2—3 гребных винта).

Если на ходу модели ее рули отклонить от прямого положения на угол  $\alpha$  (рис. 29), то потоки воды будут неравномерно давить на обе стороны руля. В результате этого возникнет сила  $P_\alpha$ . Она и осуществляет поворот модели.

Для определения силы  $P_\alpha$  можно воспользоваться эмпирической формулой:

$$P_\alpha = K \frac{\sin \alpha S v^2}{\lambda_\alpha} \text{ кг,}$$

где:  $V$  — скорость хода, м/сек;  $S$  — площадь пера руля;  $S = \frac{L_{\perp\perp} \cdot V}{A_s}$ , см<sup>2</sup>.  $L_{\perp\perp}$  — расчетная длина модели, см;  $T$  — осадка модели, см;  $A$  — коэффициент (см. таблицу 2);  $\lambda_\alpha = 0,2 + 0,35 \sin \alpha$ ;  $K$  — коэффициент, принимается равным 0,00225 кг/см<sup>2</sup>.

Сила давления  $P_x$  стре-

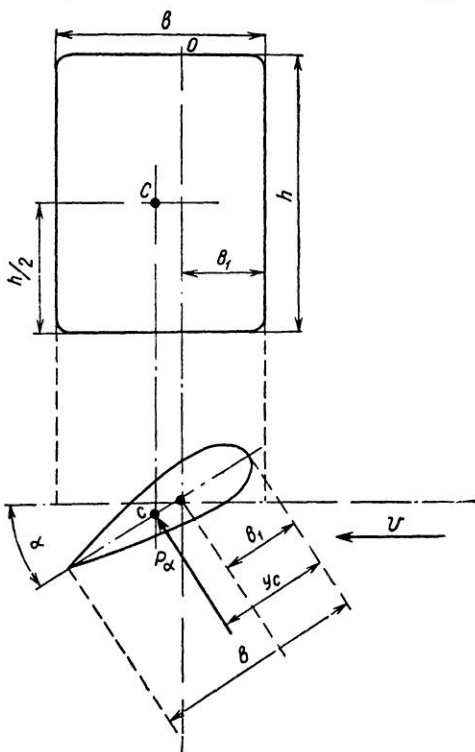


Рис. 29.

мится вернуть руль в первоначальное положение, поэтому для удержания его в отклоненном положении необходимо приложить некоторый момент  $M_\alpha$  (момент давления воды на руль).

$$M_\alpha = P_\alpha (Y_c - b_1),$$

где  $Y_c$  — удаление центра давления воды на руль от передней его кромки;  $Y_c = (0,2 + 0,35 \sin \alpha) \cdot b$ .

При постоянном угле отклонения  $\alpha = 35^\circ$ :  $0,2 + 0,35 \sin \alpha = \lambda_\alpha = 0,37$ , следовательно,  $Y_c = \lambda b$  ( $b_1$  — удаление центра баллера руля от той же кромки).

Для балансирных рулей прямоугольной формы или форм, близких к ней (рис. 29), величина  $b_1$  связана с шириной пера руля  $b$  отношением  $\frac{b_1}{b} = C = 0,33$ , т. е.  $b_1 = 0,33 b$ .  $C$  — это коэффициент компенсации руля, т. е. отношение балансирной (полубалансирной) части руля, находящейся впереди баллера, ко всей площади руля.

Формулу для определения момента давления воды на руль можно переписать в виде (для угла перекадки  $\alpha = 35^\circ$ ).

$$M_\alpha = 0,04 \cdot P_\alpha \cdot b \text{ кгсм.}$$

Эта формула справедлива для водоизмещающих моделей, имеющих скорость до 3 м/сек. Она учитывает также возможность движения модели задним ходом со скоростью до 3 м/сек, когда сила давления  $P_\alpha$  значительно больше, чем при переднем ходе.

Для определения мощности электродвигателя рулевого устройства можно воспользоваться следующей формулой:

$$N_{py} = A_{py} \frac{1,8 \cdot 10^3 \cdot M_\alpha \cdot n_\alpha \cdot 736}{71620 \cdot \eta_m}, \text{ вт,}$$

где:  $N_{py}$  — мощность электродвигателя рулевого устройства;

$A_{py}$  — число рулей,  $M_\alpha$  — момент давления воды на руль;

$n_\alpha$  — угол поворота руля, выраженный в долях об/сек (имеется в виду время перекадки руля на  $35^\circ$  за  $t = 1$  сек.);

$\eta_m$  — общий к. п. д. механизма привода руля. Для червячного редуктора  $\eta \cong 0,2$ , для зубчатой передачи —  $\eta_m \cong 0,3$ .

Пример. Скорость  $V = 2,5$  м/сек, площадь одного руля  $S = 30$  см<sup>2</sup>, ширина руля  $b = 4,5$  см,  $\alpha = 35^\circ$ . Время перекадки на  $35^\circ$   $t = 1$  сек.,  $\sin \alpha = 0,57$ . Число рулей  $A_{py} = 3$ . Передача червячная, следовательно,  $\eta_m = 0,2$ . Форма руля прямоугольная.

Определяем силу давления воды на руль по формуле:

$$P_\alpha = \frac{K \cdot \sin \alpha \cdot S V^2}{\lambda_\alpha} = \frac{0,00225 \cdot 0,57 \cdot 30 \cdot 6,25}{0,37} = 0,65 \text{ кг.}$$

Затем определяем момент давления воды на руль.

$$M_x = 0,04 \cdot P_x \cdot b = 0,04 \cdot 0,65 \cdot 4,5 = 0,12 \text{ кгсм.}$$

Наконец, определяем мощность электродвигателя для трех рулей.

$$N_{\text{ру}} = A_{\text{ру}} \frac{1,8 \cdot 10^3 M_x \cdot n_x \cdot 736}{71620 \eta_{\text{м}}} = \frac{1,8 \cdot 10^3 \cdot 0,12 \cdot 0,103 \cdot 736}{71620 \cdot 0,2} \cong 3,5 \text{ вт.}$$

Следовательно, номинальная мощность электродвигателя для трех рулей должна быть не менее 3,5 вт.

### Рулевое устройство с приводом от электромагнита

Если нет возможности приобрести маленький электродвигатель и изготовить червяк и червячное колесо или цилиндрические шестерни, то привод руля можно сделать от электромагнитов.

На рис. 30 приведена схема привода для 3 рулей, с исполь-

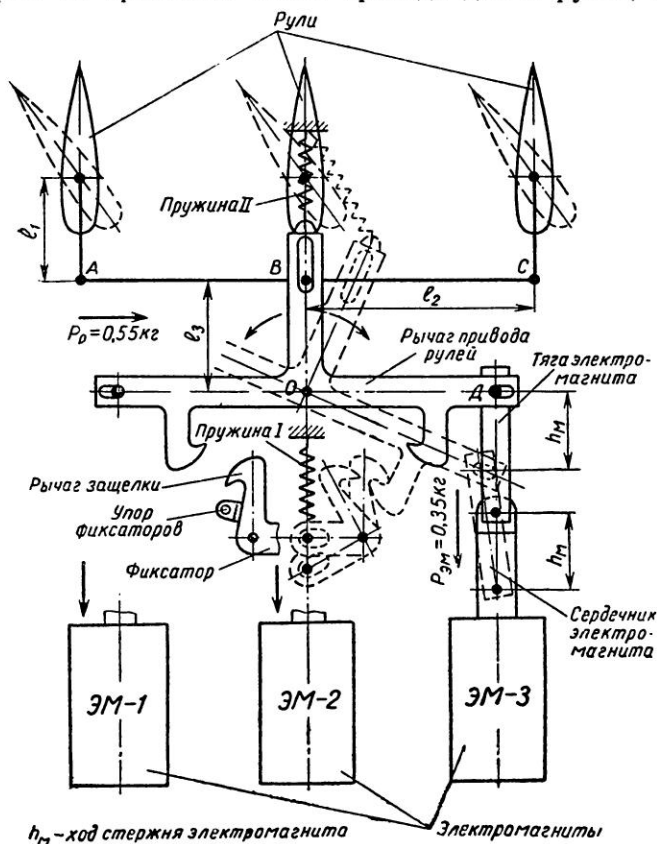


Рис. 30.



зованием 3 электромагнитов. Рули в переложенном на борт положении фиксируются механическими защелками.

Такая система позволяет держать под напряжением электромагниты минимальное время, т. е. они работают в импульсном режиме и, следовательно, вес и габариты их минимальные. Рулевое устройство такой конструкции было всесторонне испытано на модели и дало хорошие результаты. Модель в соревнованиях на первенство Советского Союза заняла призовое место.

Расчет мощности электромагнита сравнительно прост. Сначала определяем давление воды на руль, как в предыдущем примере, затем определяем момент на баллере руля. Проиллюстрируем дальнейший расчет конкретным примером. Условия возьмем из предыдущего примера. Итак,  $P_\alpha = 0,7 \text{ кг}$ ,  $M_\alpha = 0,12 \text{ кгсм}$ . Кроме того,  $l_1 = 2,5 \text{ см}$ ;  $l_2 = 5 \text{ см}$ ;  $l_3 = 3 \text{ см}$  (рис. 30). Следовательно, суммарная сила  $P_\alpha = 2,1 \text{ кг}$ , а суммарный момент  $M_{\alpha\text{сум}} = 0,4 \text{ кгсм}$ . Увеличим момент в три раза, т. е. примем к. п. д. всего рулевого механизма равным 0,3. Тогда  $M_{\alpha\text{сум}} = \frac{0,4}{0,3} = 1,35 \text{ кгсм}$ .

Если рычаг (румпель), поворачивающий рули, имеет длину  $l_1 = 2,5 \text{ см}$ , то сила, которую надо приложить в точке 0, чтобы повернуть рули, равна:  $P_p = \frac{M_{\alpha\text{сум}}}{l_1} \cong 0,55 \text{ кг}$ . Сила, с которой должен действовать электромагнит, равна:

$$P_{\text{эм}} = \frac{P_p l_3}{l_2} = 0,55 \cdot \frac{3}{5} = 0,35 \text{ кг}.$$

Мощность электромагнита в этом случае должна быть равна:

$$N_{\text{эм}} = \frac{P_{\text{эм}} S 736}{75t} = \frac{0,35 \cdot 0,02 \cdot 736}{75 \cdot 0,1} \cong 7 \text{ вт},$$

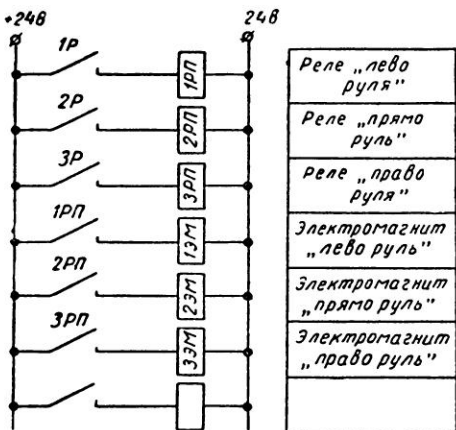


Рис. 31.

где:  $S = h_m$  — ход стержня электромагнита (желательно, чтобы  $h_m$  был минимальным);  $t = 0,1 \text{ сек}$ . — примерное время срабатывания электромагнита (в случае импульсного режима нарастание магнитной силы происходит практически мгновенно).

Практика показала, что мощность  $N_{\text{эм}}$ , рассчитанную таким методом, следует увеличить на 20—30% на неучтенные потери. В таком случае, даже при среднем качестве изготовления рулевого механизма (в основном

качества шарнирных соединений) тянущей силы электромагнита будет вполне достаточно.

Из анализа приведенных двух примеров можно сделать следующий вывод:

1) Рулевое устройство с приводом от электродвигателя по сравнению с электромагнитным экономичнее по расходу электроэнергии примерно в 2—2,5 раза. Оно позволяет плавно переключать рули, и скорость переключки их легко регулируется изменением напряжения питания электродвигателя. Конструктивно (при наличии червяка, червячного колеса и требуемого электродвигателя) проще по устройству.

2) Рулевое устройство с приводом от электромагнита по сравнению с электродвигательным не требует дефицитных материалов и составляющих элементов, поэтому может быть изготовлено широким кругом моделеров.

Электрическая схема электромагнитного рулевого привода приведена на рис. 31.

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ МОДЕЛЬЮ С «ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫМ» РУЛЕМ

Приводимое ниже описание системы управления моделью позволяет по одному каналу радиолинии передавать три команды\*: 1. Ход вперед. 2. Пропорциональное управление рулем. 3. Стопход.

Такая система может быть использована для управления скоростной радиоуправляемой моделью.

Передатчик, общий вид которого показан на рис. 32, излучает несущую частоту 27,12 Мгц. Снаружи к коробке передатчика прикрепляется специальная приставка — манипулятор. С ее помощью несущая частота передатчика модулируется звуковой частотой 500 гц. Блок-схема управления передатчиком приведена на рис. 33. Временная диаграмма работы передатчика изображена на рис. 34.

Как видно из этой диаграммы, длительность пауз между моментами излучения равна длительности времени излучения. Прерывание модуляции осуществляется с частотой 10 гц. При нормальном режиме работы передатчика (именно этому режиму соответствует временная диаграмма) длительность периода излучения  $t_{и}$  равна длительности паузы  $t_{п}$ , следовательно, коэффициент заполнения  $K_3 = 0,5$ . Коэффициент заполнения  $K_3$  — это отношение времени длительности импульса  $t_{и}$  к периоду следова-

---

\* По материалам английского журнала «Radio Control Model and Electronics», июнь, 1964 г. (в переработанном виде для моделей судов).

ния  $T_{пр} K_3 = \frac{t_{и}}{T_{пр}}$ . Величина, обратная коэффициенту заполнения, называется скважностью  $Q$ ;  $Q = \frac{1}{K}$ .

Управление моделью осуществляется изменением соотношения между  $t_{и}$  и  $t_{п}$  или, иначе, изменением коэффициента заполнения. Манипулятор представляет собой симметричный мультивибратор на двух транзисторах (рис. 35). Частота колебаний мультивибратора — около 10 гц. Емкости конденсаторов  $C_1$  и  $C_2$  должны быть равными. При асимметрии колебаний мультивибратора следует подобрать сопротивления  $R_3$  и  $R_5$  в цепи баз транзисторов.

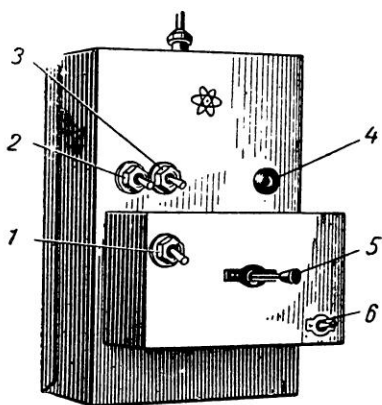


Рис. 32: 1 — тумблер включения манипулятора; 2 — тумблер включения модуляции; 3 — тумблер включения питания; 4 — сигнальная лампочка; 5 — ручки движка потенциометра; 6 — переключатель манипулятора (ПК)

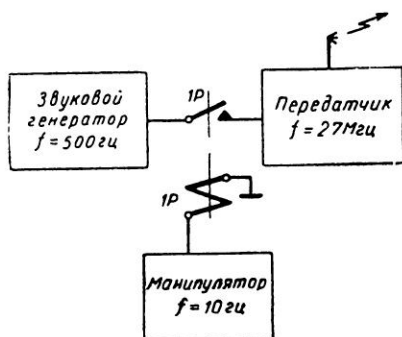


Рис. 33.

Работает система следующим образом. Включаем передатчик, а затем манипулятор (включатель 1ВК рис. 35). Переключатель ПК ставим в правое положение с надписью «ход вперед». В этом случае база транзистора  $T_2$  через контакт 2—3 переключателя ПК закорачивается с эмиттером, транзистор  $T_2$  запирается, реле 1Р включиться не может. Передатчик будет работать в режиме непрерывного излучения немодулированной несущей частоты. При таком режиме работы передатчика функционирует логическая схема (рис. 36). Она реагирует только на непрерывную модуляцию и на отсутствие модуляции несущей частоты передатчика.

При выключенной модуляции реле К1А (рис. 37) обесточено. Через его контакт 1—3 (рис. 36) на вход логической схемы подается нулевой потенциал. Транзистор  $T_4$  запирается, а транзистор  $T_6$  отпирается. Срабатывает реле К2А (рис. 37) и становится на самоблокировку через свой н. о. (нормально открытый) контакт 3—5. Конденсатор  $C_3$  постоянно заряжается через диод  $D_2$ . Транзистор  $T_3$  отперт,  $T_5$  заперт. Реле К3А обесточено (рис. 37).

Реле К2А н. о. контактом 1—2 (рис. 38) включает промежу-

точное реле 1РП, которое контактом 1РП<sub>1</sub> включает ходовой электродвигатель 1ЭД.

Переключатель ПК ставим в среднее положение. Теперь передатчик будет работать в режиме прерывистой модуляции.

При среднем положении переключателя ПК с помощью перемещения движка потенциометра  $R_5=1,5к$  (рис. 35) можно до-

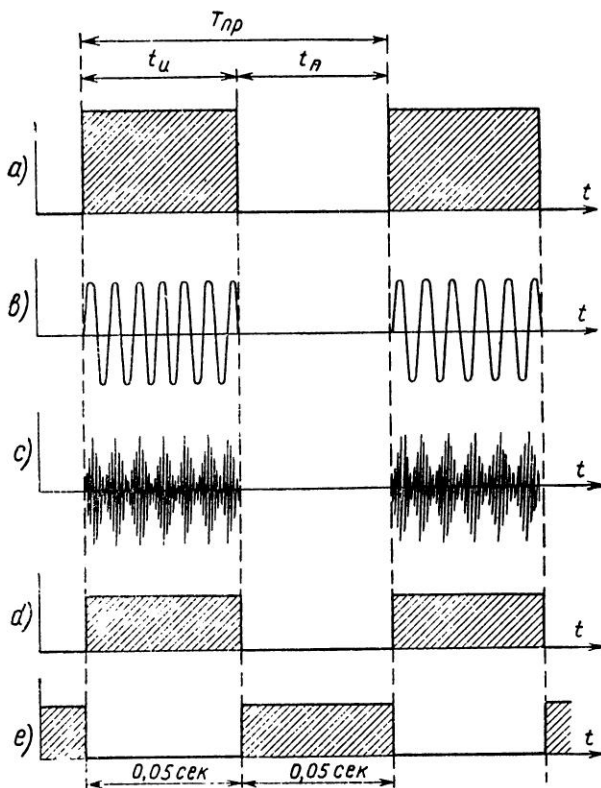


Рис. 34.

биться асимметричной работы мультивибратора с преобладанием времени излучения или пауз. При этом контакты реле манипулятора 1Р будут замыкаться на больший или меньший отрезок времени, что дает возможность управлять поворотами модели.

В этом случае якорь реле К2А остается притянутым, так как через его обмотку протекает ток по следующей цепи (рис. 37): клемма +4,8 в, контакты 2—1 реле К3А, обмотка реле К2А, сопротивление  $R_5=15$  ом, контакты 3—5 реле К2А, «земля». Пра-

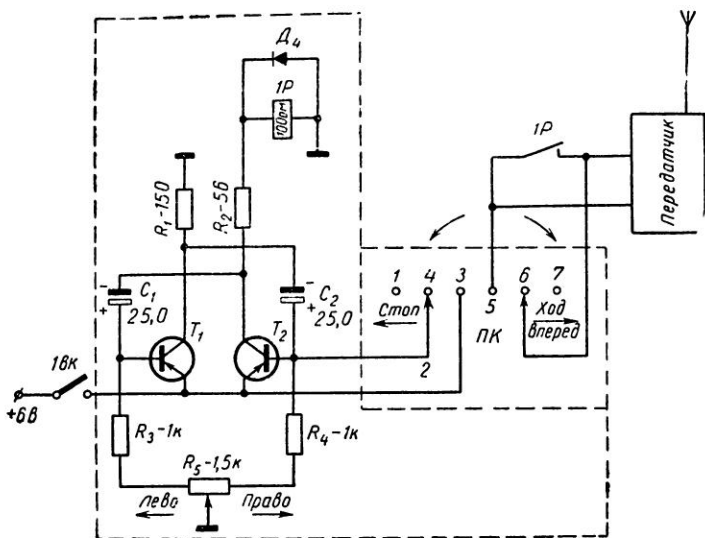


Рис. 35.

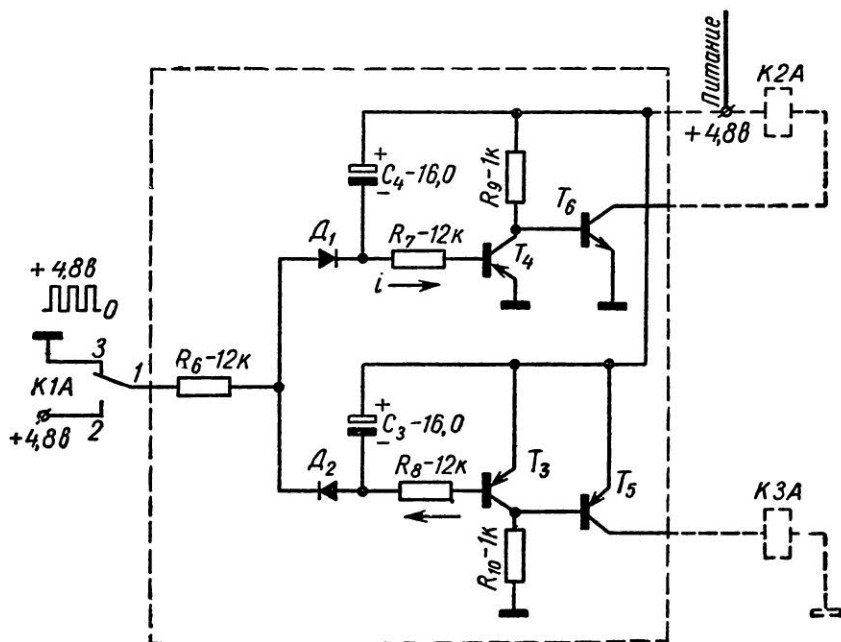


Рис. 36

вая щетка рулевого электродвигателя 2ЭД (рис. 37 позиция а) соединена с клеммой +2,4 в, а левая — с контактами промежуточных реле 1РК и 2РК, которые в этом случае не успевают срабатывать от вибрирующего контакта выходного реле приемника К1А 6—4—5. Даже в том случае, когда промежуточные реле 1РК и 2РК будут срабатывать попеременно (но не будут «залипать» и включаться одновременно), ток через электродвигатель 2ЭД бу-

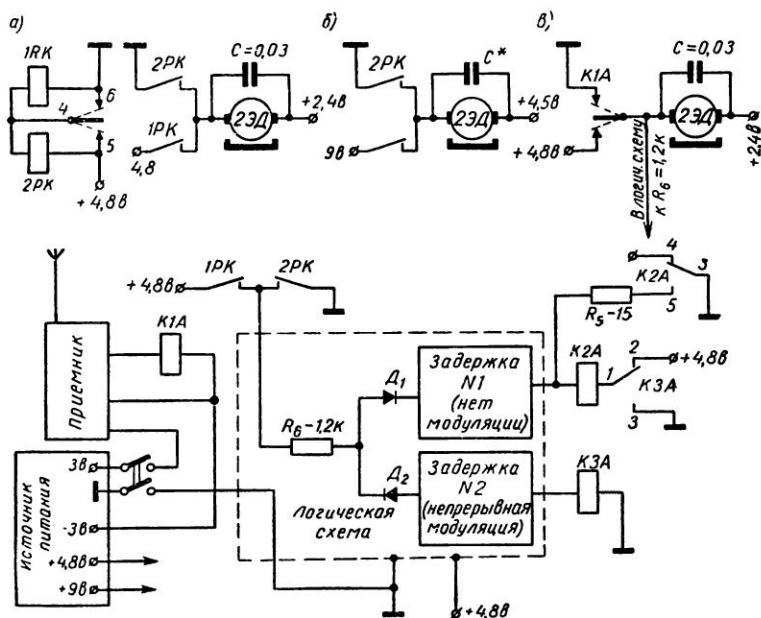
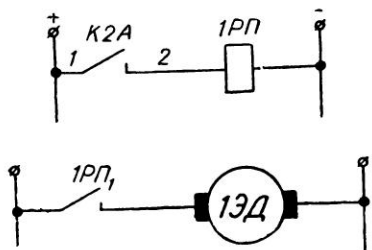


Рис. 37.

дет идти то в одном, то в другом направлении, и якорь практически не будет вращаться при условии, что в этом случае движок потенциометра  $R_6$  (рис. 35) должен находиться в среднем положении (средний ток, протекающий через электродвигатель 2ЭД, будет равен нулю из-за быстрого изменения направления тока, и якорь не успевает начать (вращаться). Если теперь изменять режим работы передатчика, увеличивая или уменьшая паузы между моментами излучения, то контакт 4 реле К1А будет больше находиться у контактов 5 и 6, и электродвигатель 2ЭД будет поворачивать руль влево или вправо.

Рулевой электродвигатель можно включить по схемам, показанным на рисунке 37 (позиции б и в).

Логическая схема при прерывистой модуляции работать не может по следующей причине. От контактов 3—1—2 реле К1А (рис. 36) через сопротивление  $R_6=1,2$  ком на вход логической

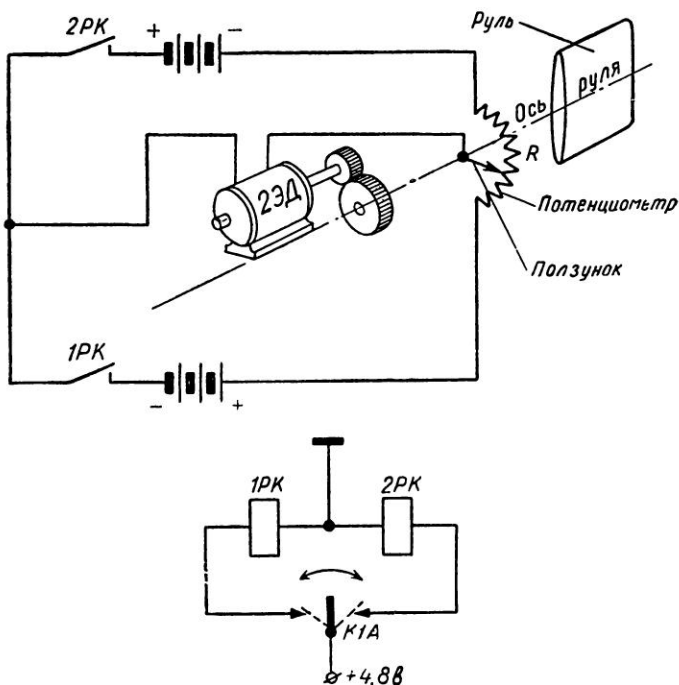


Р и с. 38.

схемы попеременно подаются напряжения 0 в и +4,8 в. При этом конденсаторы  $C_3$  и  $C_4$  заряжаются приблизительно до напряжения 4,8 в через диоды  $D_1$  и  $D_2$ . Если замкнут контакт 1—3, заряжается конденсатор  $C_3$ , если замкнут контакт 1—2, заряжается конденсатор  $C_4$ . Разряжаются эти конденсаторы базовыми токами транзисторов  $T_3$  и  $T_4$  (направление токов указано стрелками). Величина базовых токов тако-

ва, что транзисторы  $T_3$  и  $T_4$  находятся в состоянии насыщения. Напряжения между их коллекторами и эмиттерами малы, поэтому потенциалы баз и эмиттеров транзисторов  $T_5$  и  $T_6$  близки между собой. Транзисторы  $T_5$  и  $T_6$  оказываются запертыми.

Переключатель ПК ставим в левое положение. Передатчик переходит в режим непрерывной модуляции. Срабатывает реле К3А. Его н. з. (нормально закрытый) контакт —1—2 (рис. 37) разорвет цепь питания катушки реле К2А. Контакт 1—2



Р и с. 39.

реле К2А выключит промежуточное реле 1РП, контакт которого 1РП, обесточит ходовой электродвигатель 1ЭД.

Электродвигатель рулевого устройства можно включить по схеме рис. 39. На оси руля укреплен потенциометр, соединенный с источниками питания и электродвигателем. Если манипулятор работает симметрично, руль будет становиться в положение, при котором ползунок потенциометра находится посередине обмотки. При асимметричной работе руль будет следовать за движением ручки управления манипулятором передатчика. При симметричной вибрации контакта К1А реле 1РК и 2РК не должны срабатывать. В этом трудность регулировки.

На схемах указаны номиналы элементов и типы транзисторов, которые приводятся в английском журнале. В макете эта схема была опробована и сравнительно легко повторяется. Особое внимание надо обратить на выбор выходного реле приемника К1А. Оно должно быть поляризованным. Для того чтобы собрать такую схему радиоуправления, можно применить отечественные транзисторы. Транзисторы  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$ ,  $T_6$  ставятся в низкочастотные цепи, поэтому рекомендуется использовать низкочастотные транзисторы типов П13—П15 и П8—П9. Реле К2А и К3А могут быть любые малогабаритные, но с одной обмоткой и соответствующим количеством контактных групп. Электродвигатель 2ЭД должен быть с постоянными магнитами. Схема включения ходового электродвигателя 1ЭД (рис. 38) позволяет использовать любой электродвигатель как с постоянными магнитами, так и обмотками. Причем питание его по напряжению может быть любым, удобным для моделиста. Контакты реле 1РП должны быть рассчитаны на максимальный ток ходового электродвигателя.

## ОПИСАНИЕ РАДИОУПРАВЛЯЕМОЙ МОДЕЛИ

Проектом предусматривается, что данная модель в масштабе 1:25 натуральной величины будет оптимальной для соревнований на дистанциях фигурного курса и для поражения шаров.

Приводимые конструкции корпуса, механизмов модели и устройств, принципиальные электросхемы блоков управления и всей модели не являются единственным решением и могут быть изменены самим моделистом.

Теоретический корпус, диаметр винтов, число оборотов винта и мощность ходового электродвигателя изменять не рекомендуется, так как в этом случае модель потеряет заложенные в проекте качества (скорость, поворотливость и т. д.).

Отправными моментами для проектирования модели служили следующие условия:

1. Минимальный радиус поворота на дистанциях фигурного курса.



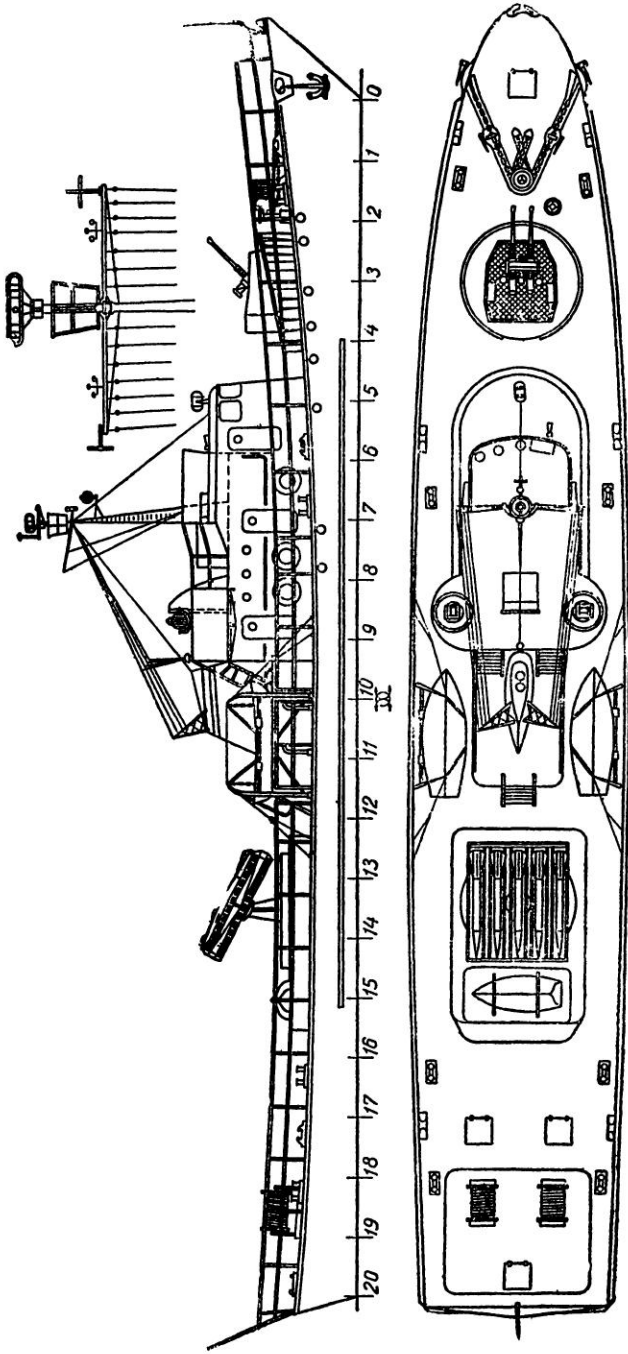


Рис. 40.

2. Максимально возможная скорость движения на этих дистанциях.

3. Вес аккумуляторной батареи на напряжение 24 в — не более 4 кг.

4. Вес радиоаппаратуры с электропитанием — не более 1 кг.

5. Возможность использования модели в соревнованиях для поражения шаров.

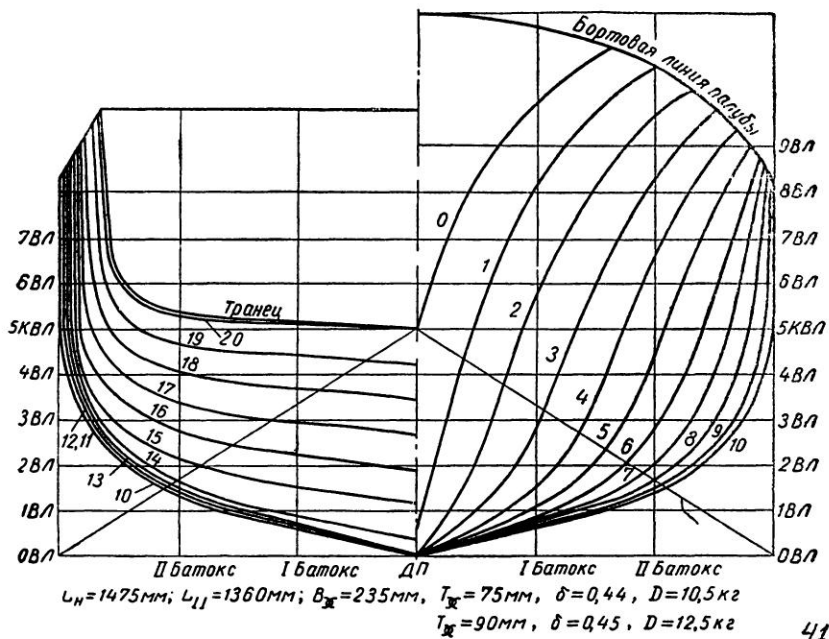


Рис. 41.

6. Возможность использования модели в соревнованиях на скорость в классе «Б» с электродвигателем мощностью до 500 вт.

7. Возможность использования модели как прототипа для проектирования более совершенных.

Общий вид модели (рис. 40) не представляет собой копии конкретного корабля. Поэтому по желанию самого строителя в общий вид модели могут быть внесены изменения. Теоретический корпус модели показан на рисунке 41.

## Главные размерения и весовые данные

1. Длина наибольшая $L_n$	= 1475 мм
2. Длина расчетная (между перпендикулярами) $L_{11}$	= 1360 »
3. Ширина наибольшая по мидельшпангоуту $B$	= 235 »
4. Осадка наибольшая на мидельшпангоуте $T$	= 75 »
5. Общий коэффициент полноты $\delta$	= 0,44
6. Водоизмещение полное при осадке = 75 мм $D$	= 10,5 кг
7. Вес механизмов (редуктор и охлажденные ходового электродвигателя, винты, дейдвудные трубы валов гребных винтов, ходовой электродвигатель)	= 1,9 »
8. Вес рулевого устройства (рули, электродвигатель рулевого устройства, редуктор и т. д.)	= 0,6 »
9. Вес корпуса с надстройками и детализировкой	= 2,8 »
10. Вес аккумуляторов (полностью все электропитание, модели)	= 4,0 »
11. Вес радиоприемных устройств (без электропитания)	= 0,5 »
12. Вес щитка управления и рулевого блока автоматического управления	= 0,7 »
Итого: вес = 10,5 кг	

Весовые данные могут быть уменьшены за счет веса аккумуляторов, радиоприемного устройства и упрощения системы управления на самой модели (можно снять щиток управления и поставить только один выключатель на корме). Однако следует иметь в виду, что модель должна «сидеть» точно по расчетную ватерлинию. В противном случае винты не будут погружены в воду полностью (над винтами должен быть слой воды не менее 0,18—0,20 диаметра винта), и скорость модели уменьшится.

В зависимости от прилагаемой мощности при минимальном к. п. д. винтов 0,45 и общем пропульсивном коэффициенте, равном 0,38 (такие значения коэффициентов вполне достижимы строителем при точном соблюдении рекомендаций), данная модель будет иметь следующие скорости:

1. При мощности на валах	$N = 16 \text{ вт} — 1,3 \text{ м/сек}$
2. То же	$N = 23 \text{ » } — 1,6 \text{ »}$
3. » »	$N = 55 \text{ » } — 1,9 \text{ »}$
4. » »	$N = 85 \text{ » } — 2,5 \text{ »}$

Рекомендуемый нами ходовой электродвигатель имеет номинальную мощность 75 вт, поэтому максимальная скорость модели в данном случае будет 2,3 м/сек.

### Рекомендации по постройке корпуса

Рекомендуется начинать строительство корпуса методом набора на стапеле, начиная с палубного настила с последующим наращиванием штевней, килевой рамки, шпангоутов и т. д.

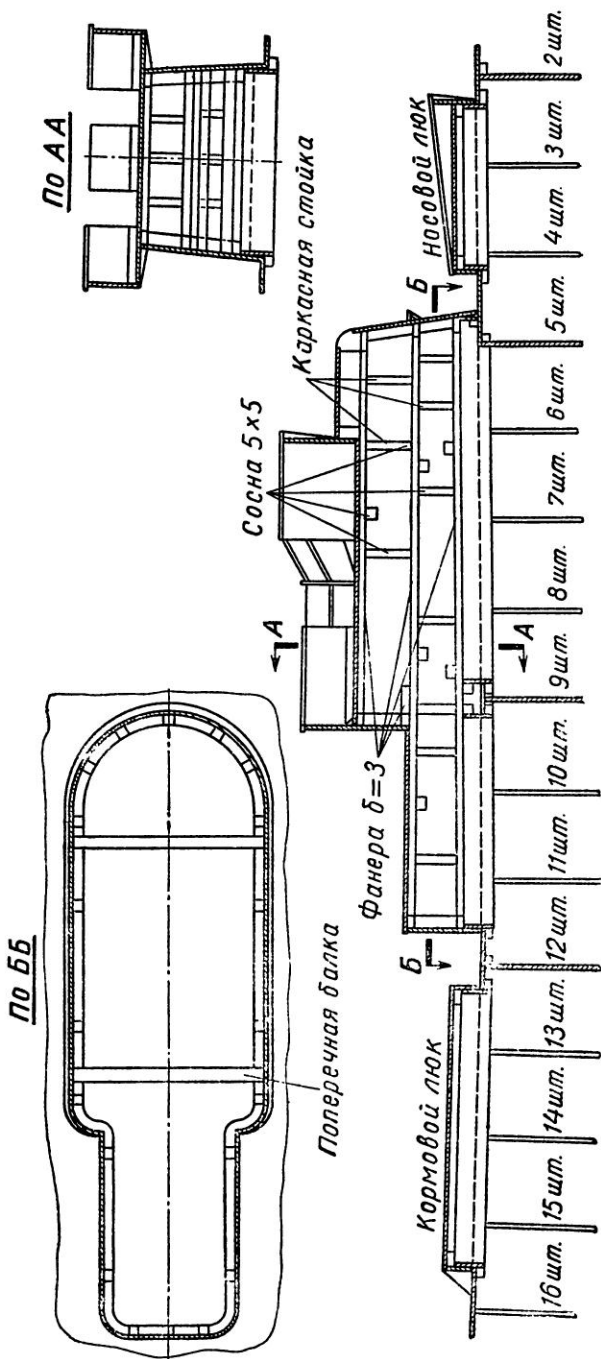


Рис. 42.

Этот способ разработан в Центральной лаборатории судомодельного спорта ДОСААФ СССР и является самым рациональным. Конструкция надстроек показана на рисунке 42.

Постройку корпуса следует производить по чертежам в масштабе 1:1. В крайнем случае проекция «корпус» должна быть в этом масштабе\*.

### **Привод рулевого электродвигателя**

Привод (рис. 43, 44) состоит из двухступенчатого редуктора и электродвигателя.

Редуктор желательно изготовить из двух червячных пар согласно чертежу, но можно использовать косозубое соединение под прямым углом или просто цилиндрические шестерни и винты с метрической резьбой. В этом случае модуль шестерен желательно иметь не менее 0,8—1,0. При всех вариантах передаточное отношение не должно сильно отличаться от рекомендуемого.

Электродвигатель рулевого привода должен иметь мощность не менее 3—4 *вт*, иначе при скорости модели более 2 *м/сек* переложить рули с борта на борт за 1,0—1,5 сек. не удастся (при соревнованиях на фигурных курсах это играет главную роль). На модели установлен электродвигатель на номинальное напряжение 27 *в*. Рабочий ток 400 *ма*. В нагруженном состоянии электродвигатель развивает 7000 *об/мин*. Охлаждения электродвигатель не требует, так как работает в режиме кратковременных нагрузок. При возможности следует использовать серийный электродвигатель.

### **Валопроводы гребных винтов и гребные винты**

Валопроводы гребных винтов состоят из дейдвудных труб, штуцеров с подшипниками, собственно валопроводов и муфт для крестообразных шарниров (рис. 43, 44).

Следует иметь в виду, что припаивать штуцера к трубкам нужно уже со вставленными подшипниками качения и валами.

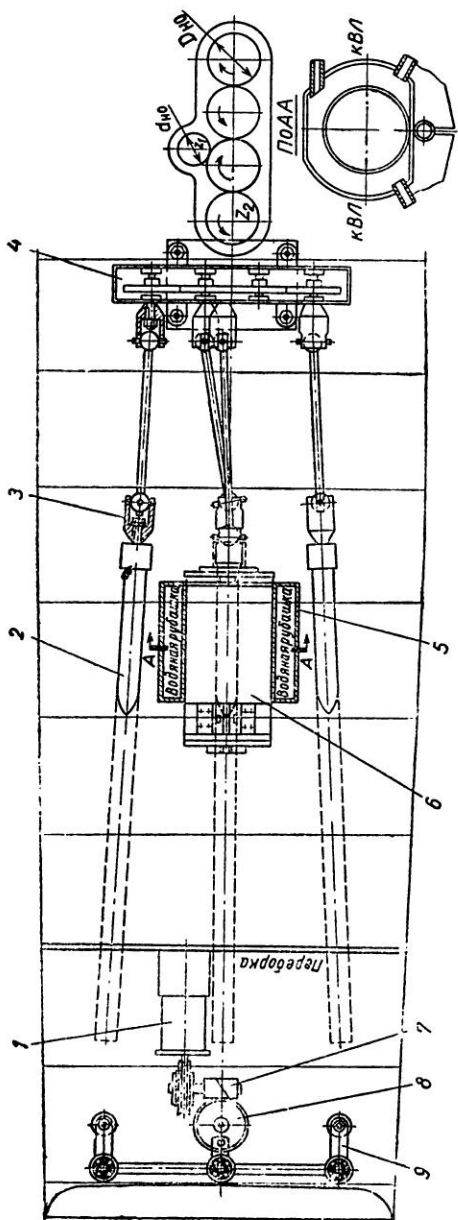
Трубки масленок припаиваются особенно прочно.

Гребные винты (рис. 16) следует изготовить точно согласно приводимым рекомендациям.

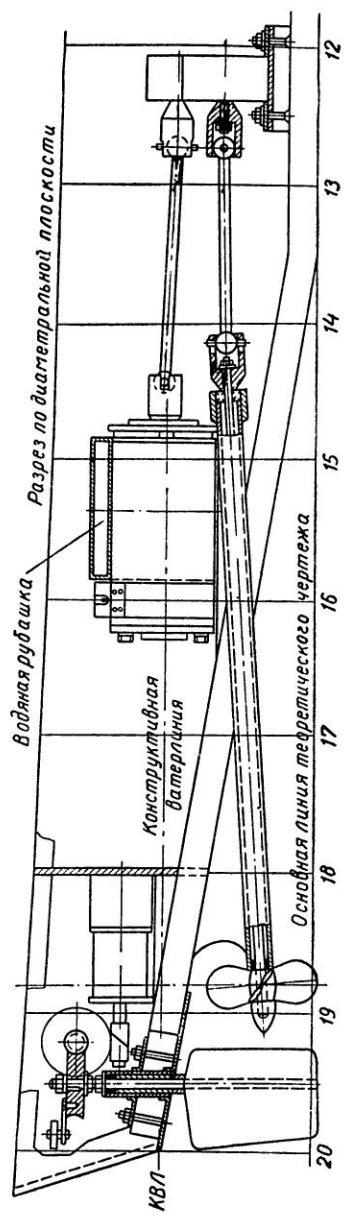
Винты рассчитаны приближенным способом, вполне отвечающим требованиям судомодельного спорта. Точный расчет сложен и при данном диаметре винтов не дает ощутимого выигрыша в скорости по сравнению с приближенным. Тщательно изготовленные винты согласно рекомендаций будут иметь самый максималь-

---

\* Подробно о постройке корпуса можно прочитать в книге «Морской моделизм». Изд-во ДОСААФ. Москва, 1955.



Р и с. 43.



Р и с. 44.

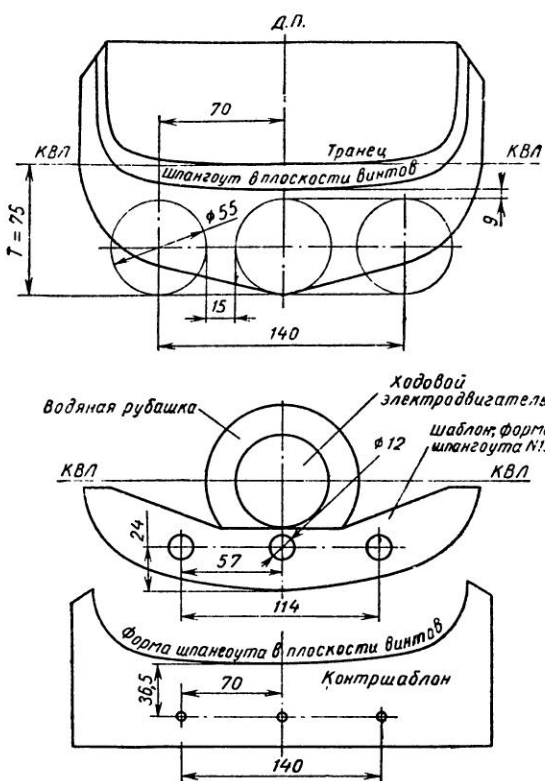


Рис. 45.

следует закруглить. Острые кромки понизят к. п. д. винтов. Припаивать лопасти лучше всего серебром, но можно и оловянным припоем.

Разметка кормовой части модели для установки гребных винтов валопроводов и конструкция кронштейнов (штанов) дейдвудных труб показаны на рис. 45, 46, 47.

## Электротехническое оборудование

К электротехническому оборудованию относятся: электродвигатели хода модели и рулевого устройства; концевые выключатели рулевого устройства; релейный блок управления моделью; щиток управления; блоки электропитания (аккумуляторы и сухие батареи).

Принципиальная электрическая схема всей модели приведена на рисунке 48. Она делится на: а) схему релейного блока управ-

ный к. п. д. 0,40—0,5. Надо помнить, что два винта правых и один левый. На правом борту устанавливается винт правого шага, на левом — левого. Средний винт должен иметь правое вращение.

Расчетная скорость модели при мощности электродвигателя 75 вт, при 7000 об/мин, передаточном отношении редуктора 1:2 и при удовлетворительно изготовленных винтах будет не менее 2,2 м/сек.

Если не удастся поставить рекомендуемый электродвигатель МУ-50, все же необходимо строго сохранить число оборотов винтов. В противном случае придется подбирать новые винты.

Лопасты винтов необходимо отполировать. Кромки лопастей

ления; б) схемы включения рулевого электродвигателя; в) схему включения ходового электродвигателя.

Схема релейного блока управления работает по двум программам, в зависимости от положения переключателя программ ВК.

**I программа.** (Рис. 48,а). Переключатель программ ВК на блоке управления ставится в положение «выключено», т. е. цепь ВК (19—21) замкнута (на схеме показано нормальное положение контакта ВК — разомкнутое). При работе на этой программе цепь (6—4) реле РПП разомкнута, а цепь (19—21) реле РС замкнута. Таким образом, промежуточные реле выключения полного хода

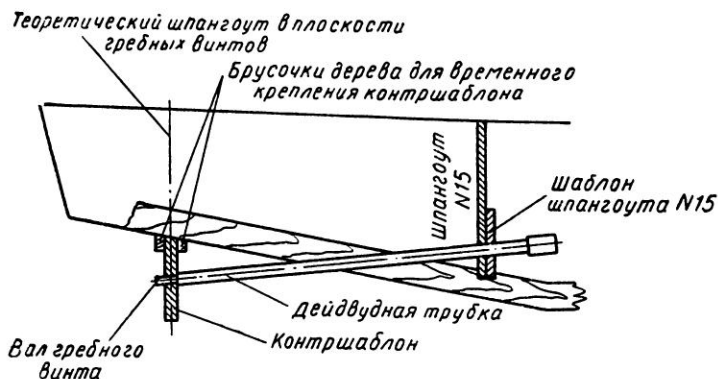


Рис. 46.

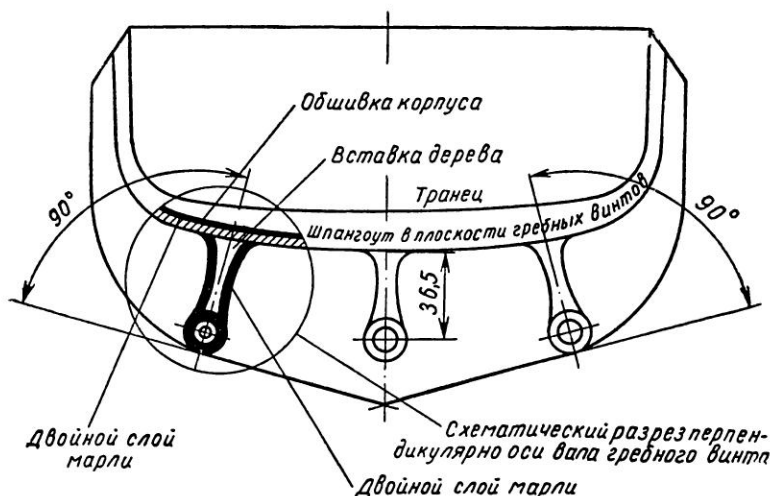


Рис. 47.



РПП и реле поворотного включения полного хода РВП участия в работе не принимают. Модель при запусках все время будет двигаться с одной и той же скоростью на прямой и на поворотах.

Допустим, что подана команда «лево руля». Контакт 2Р выходного реле приемника замкнется и включит реле РЛ.

Н. о. контакт реле «лево руля» РЛ (С—31) (рис. 48,б) включит электродвигатель рулевого устройства 2Д влево. Н. з. кон-

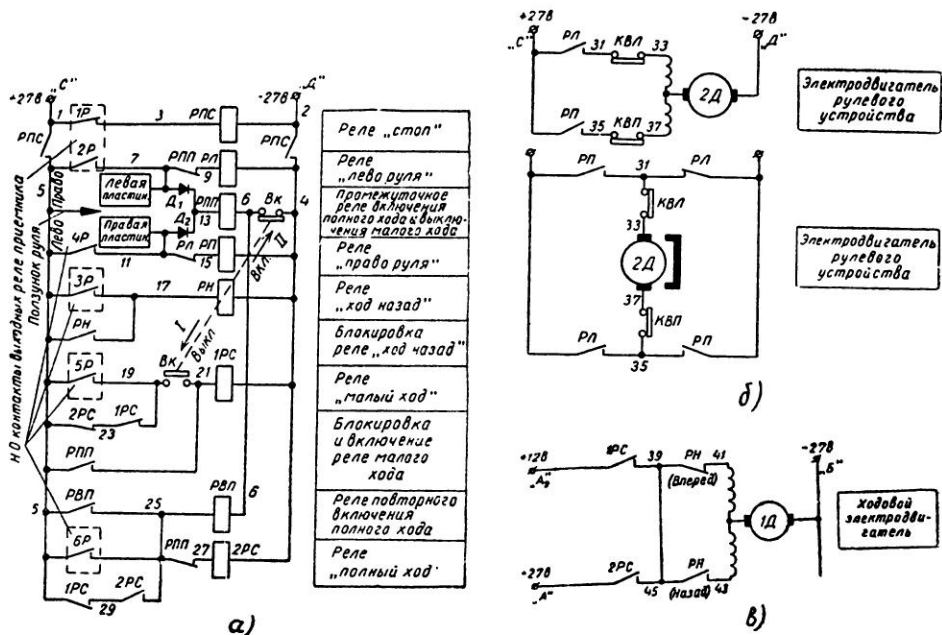


Рис. 48.

такт реле РЛ (11—15) (рис. 48,а) обесточит цепь питания реле «право руля» РП. Ползунок рулевого устройства «наедет» на правую пластину переключки руля в сторону, обратную включению. Пока включено реле «лево руля» РЛ, реле «право руля» РП включиться не сможет.

Как только сигнал «лево руля» прекратится, включится реле «право руля» РП по цепи ползунок — правая пластина — н. з. контакт реле РЛ (11—15). Рули начнут переключиваться в обратную сторону.

После прихода ползунка в «нулевое положение» (рули стали прямо) реле «право руля» РП обесточится, и движение рулей прекратится.

При подаче команды «право руля» ползунок «наедет» на левую пластину и подготовит к включению реле «право руля» РП. После прекращения сигнала «право руля» электродвигатель ЭД

включится в обратную сторону и после прихода ползунка в нулевое положение рули станут прямо.

Конечные выключатели КВЛ и КВП ограничивают движение рулей в левую и правую стороны углом в 35°.

При подаче команды «малый ход» н. о. контакт выходного реле приемника 5Р замкнется и включит силовое реле малого хода 1РС, которое станет на самоблокировку через свой н. о. контакт 1РС (23—19) и н. з. контакт реле полного хода 2РС (5—23). Н. з. контакт 1РС (5—29) разорвет цепь блокировки реле полного хода 2РС. Н. о. контакт 1РС (А<sub>2</sub>—39) (рис. 48,в) включит электродвигатель 1Д на «малый ход». Если теперь подать команду «полный ход», то замкнется н. о. контакт выходного реле приемника 6Р (5—25) и включит реле полного хода 2РС. Реле 2РС станет на самоблокировку через свой н. о. контакт 2РС (29—25) и н. з. контакт РПП (25—27).

Н. з. контакт 2РС (5—23) разорвет цепь блокировки реле малого хода 1РС. Н. о. контакт 2РС (А—45) включит электродвигатель 1Д на «полный ход».

При подаче команды «назад» замкнется н. о. контакт выходного реле приемника 3Р (5—17) и включит реле «назад» РН, которое через свой н. о. контакт РН (5—17) станет на самоблокировку. Н. з. контакт реле РН (39—41) (рис. 48,в) разомкнется, а н. о. (45—43) — замкнется.

Электродвигатель 1Д включится на «задний ход». При подаче команды «стоп» замкнется н. о. контакт выходного реле приемника 1Р (1—3). Включается реле «стоп» РПС. Н. з. контакты реле РПС (1—5) и (2—4) разомкнутся и обесточат всю схему блока управления.

**II программа.** Переключатель ВК нужно поставить в положение «включено». Цепь ВК (19—21) будет разомкнута, а цепь (6—4) реле РПП — замкнута.

Таким образом, самоблокировка реле малого хода 1РС через свой н. о. контакт 1РС (23—19) исключена.

Подаем команду «полный ход». Н. о. контакт выходного реле приемника 6Р (5—25) замкнется. Включается реле полного хода 2РС и реле повторного включения полного хода РВП. Реле 2РС и РВП станут на самоблокировку через свои н. о. контакты 2РС (29—25) и РВП (5—25). Теперь при подаче команд «лево руля» или «право руля» ползунок рулевого устройства будет включать промежуточное реле выключения полного хода и включения малого хода РПП. До тех пор, пока ползунок будет находиться на одной из пластин, реле РПП остается включенным. Н. о. контакт реле РПП (5—21) включит реле малого хода 1РС, а н. з. контакт РПП (25—27) выключит реле полного хода 2РС. Реле РВП останется на самоблокировке через свой н. о. контакт РВП (5—25) до команды «стоп».

Как только ползунок станет в нулевое положение, реле РПП выключится. Реле «малый ход» 1РС обесточится, а реле «полный

ход» включится и вновь станет на самоблокировку через н. о. контакты 2РС (29—25) и РВП (5—25).

Таким образом, при поворотах модели автоматически включается «малый ход», и модель совершит меньшую циркуляцию, чем на полном ходу.

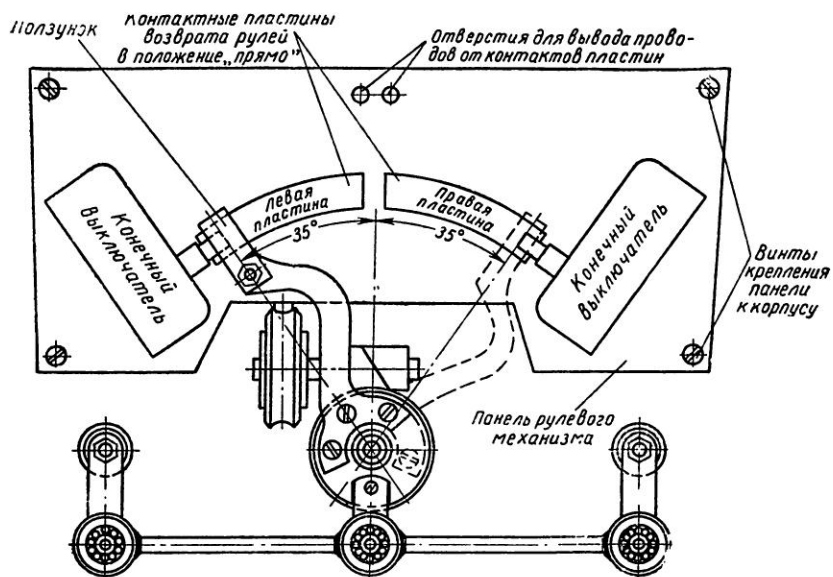


Рис. 49.

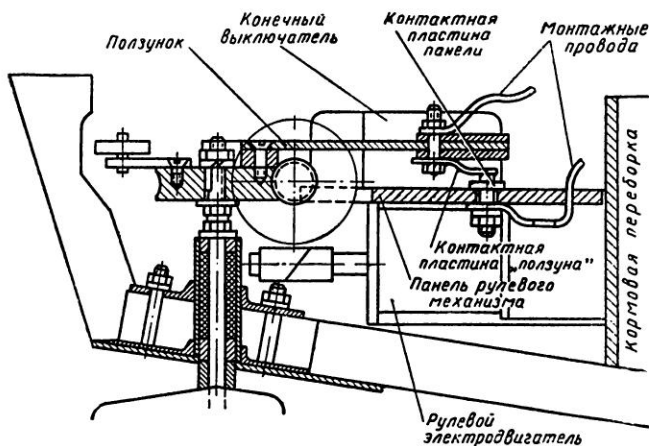


Рис. 50.

После прихода рулей в прямое положение (ползунок будет в нулевом положении) автоматически включается «полный ход». Схемы включения рулевого и ходового электродвигателей (рис. 48, б, в) просты и не требуют дополнительного описания.

**Релейный блок** управления монтируется на текстолитовой панели и состоит из двух реле переключения типа РП-2, четырех малогабаритных реле типа РСМ-2 и одного РСМ-3.

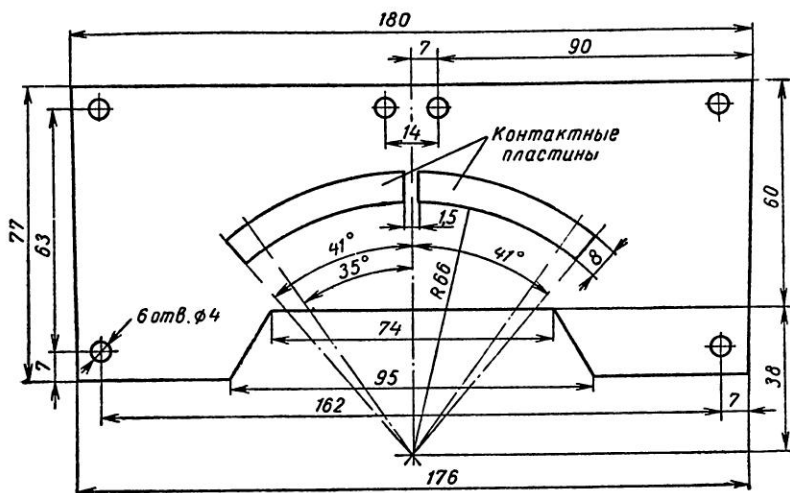


Рис. 51.

Для удобства обслуживания и ремонта релейный блок включается в схему при помощи штепсельного разъема. Штепсельный разъем и переключатель программ могут быть любого типа.

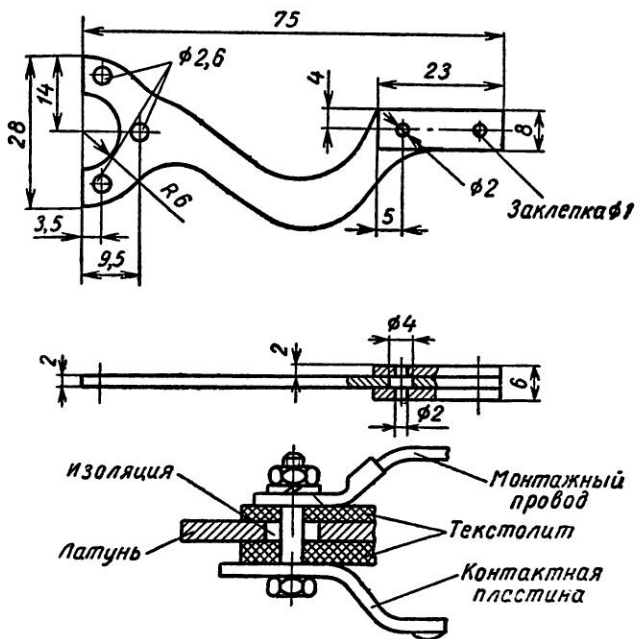
Щиток управления монтируется также на текстолитовой плате. Вольтметр должен быть со шкалой на 30 в (для замера напряжения батареи питания ходового электродвигателя). Этим же вольтметром через переключатель и добавочное сопротивление можно измерять напряжение питания приемника. Аналогично можно поступить и с амперметром. Предохранители можно взять от телевизоров, но заменить у них впайки на требуемые токи.

В электротехническое оборудование рулевого устройства (рис. 49, 50) входят: текстолитовая панель рулевого механизма (рис. 51); две посеребренные или никелированные контактные пластины, укрепленные на панели; «ползун» из латуни (рис. 52), к которому крепится контактная пластина от любого реле, два конечных выключателя для ограничения передвижения рулей влево и вправо.

Контактные пластины можно установить сверху панели, а монтажный провод от пластин лучше всего вывести вниз. Элек-

трически пластины должны быть хорошо изолированы друг от друга.

Ползунок при переходе с левой пластины на правую не должен задевать за изолятор между пластинами, а при упорах в конечные выключатели отгибаться в сторону. Контактная пластина хорошо изолируется от ползунка и прочно закрепляется на нем.



Р и с. 52.

Пластины, ползунок и конечные выключатели желательно сверху защитить крышкой из органического стекла или другого подобного материала. Панель рулевого механизма устанавливается сверху рулевого электродвигателя и закрепляется винтами к специально прикрепленным бобышкам по бортам рулевого отсека.

### Монтажная схема

На рисунке 53 приведена монтажная схема модели. Разобраться в ней нетрудно. В этом варианте схемы рекомендуется цепи управления моделью питать от отдельного аккумулятора емкостью не менее 1,5 а-ч. Такой метод электропитания повышает надежность работы аппаратуры.

В случае работы ходового электродвигателя и системы управ-

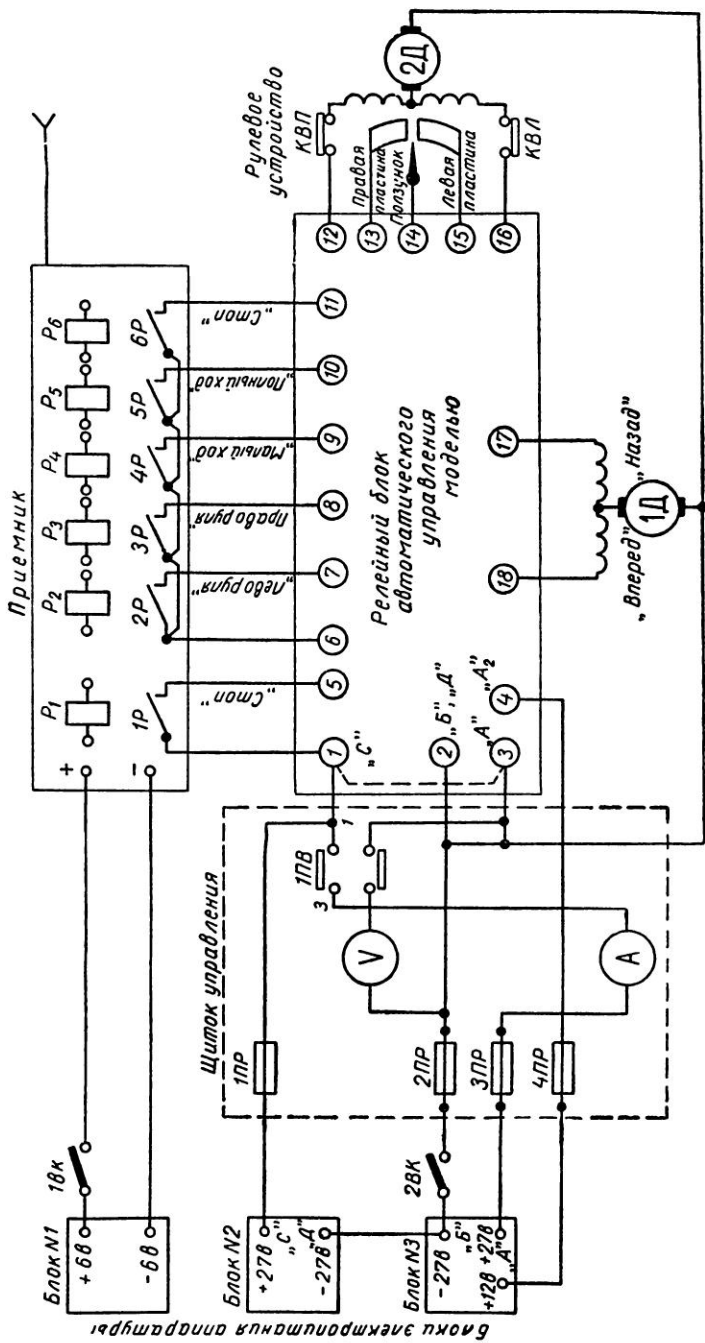


Рис. 53.

ления от одного аккумулятора может произойти следующее. При падении напряжения аккумулятора до 16—17 в аппаратура управления, срабатывающая при номинальном напряжении 24—27 в, начнет отказывать в работе. Кроме того, замедлится скорость перекладки рулей, и модель при поворотах будет совершать большую циркуляцию.

При использовании любых видов электропитания (аккумуляторных батарей, сухих батарей, дизель-электрической установки) нужно стремиться применять раздельное питание ходового электродвигателя и цепей управления моделью.

Если нет возможности сделать питание от двух источников электроэнергии, схема предусматривает питание всех элементов модели и от одного аккумулятора. Для этой цели на щитке управления устанавливается переключатель 1ПВ.

Если мы поставим переключатель 1ПВ в положение, при котором цепь 3—1 замкнута, или цепь 1—3 на штепсельном разъеме блока управления соединим перемычкой (на рис. 53 показано пунктиром), то вся аппаратура и электродвигатели будут питаться от одного блока питания № 3.

## Радиотехническое оборудование

Для управления моделью можно использовать аппаратуру конструкции П. Величковского (г. Алма-Ата), опубликованную в журнале «Моделист-конструктор» № 5 за 1966 г. Называется она «Акробат-10» (десятиканальная). На модели используется всего 6 каналов.

Аппаратура «Акробат-10» прошла всесторонние испытания, отмечена дипломом I степени выставки творчества радиолюбителей 1965 г. и награждена бронзовой медалью ВДНХ 1965 г. Она полностью отвечает требованиям судомодельного спорта и легко выполнима для любителей средней квалификации.

**Передачик\*** (рис. 54) выполнен полностью на транзисторах. Рабочий диапазон определяется кварцем 28—28,2 Мгц. Отдельный задающий генератор обеспечивает стабильность несущей частоты передатчика. Реакция антенны не сказывается на его работе, хотя передатчик, антенна и пульт управления выполнены в виде единого блока и при управлении моделью принимают различные положения в пространстве, что вызывает изменение емкости антенна—земля.

Блок-схема передатчика приведена на рисунке 55. В нее входят:

- 1) Задающий генератор.
- 2) Выходной каскад.
- 3) Модулятор.

---

\* Прежде чем начать строить передатчик, необходимо получить разрешение на его эксплуатацию в городском или районном управлении связи. Разрешение оформляется через радиоклубы ДОСААФ.

4) Смеситель. 5) Генератор низкой частоты I. 6) Генератор низкой частоты II. 7) Пульта управления.

Принципиальная схема передатчика приведена на рисунке 56.

**Задающий генератор** выполнен на транзисторе типа П-411 ( $T_3$ ), в базовую цепь которого включен кварц (рис. 56). Такое включение кварца дает очень высокую устойчивость и стабильность работы генератора.

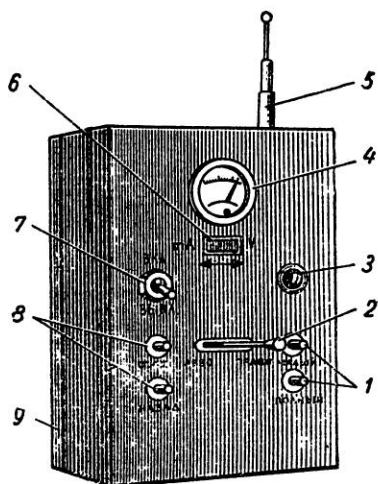


Рис. 54: 1 — кнопка; 2 — ручка управления рулем; 3 — сигнальная лампа; 4 — вольтметр-миллиамперметр; 5 — телескопическая антенна; 6 — переключатель вольтметра-миллиамперметра; 7 — тумблер включения передатчика; 8 — кнопки; 9 — крышка коробки передатчика

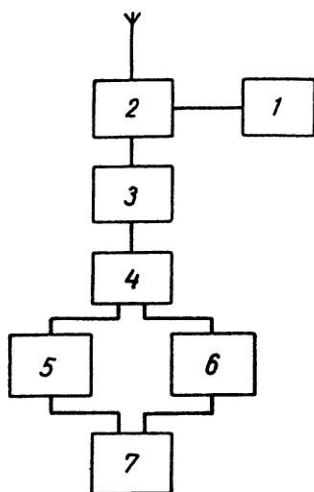


Рис. 55. Блок-схема передатчика

Рабочая точка транзистора выбирается переменным сопротивлением  $R_5$ . После выбора рабочей точки его можно заменить одним постоянным сопротивлением, равным  $R_6 + R_5$ . Контур  $L_5$  включается в коллекторную цепь транзистора  $T_3$  и настраивается на рабочую частоту передатчика.

Максимальную амплитуду колебаний генератора получают настройкой контура  $L_6$ .

**Выходной каскад** выполнен по двухтактной схеме на транзисторах типа П-411 ( $T_1$  и  $T_2$ ). Связь выходного каскада с задающим генератором индуктивная через катушку  $L_4$ .



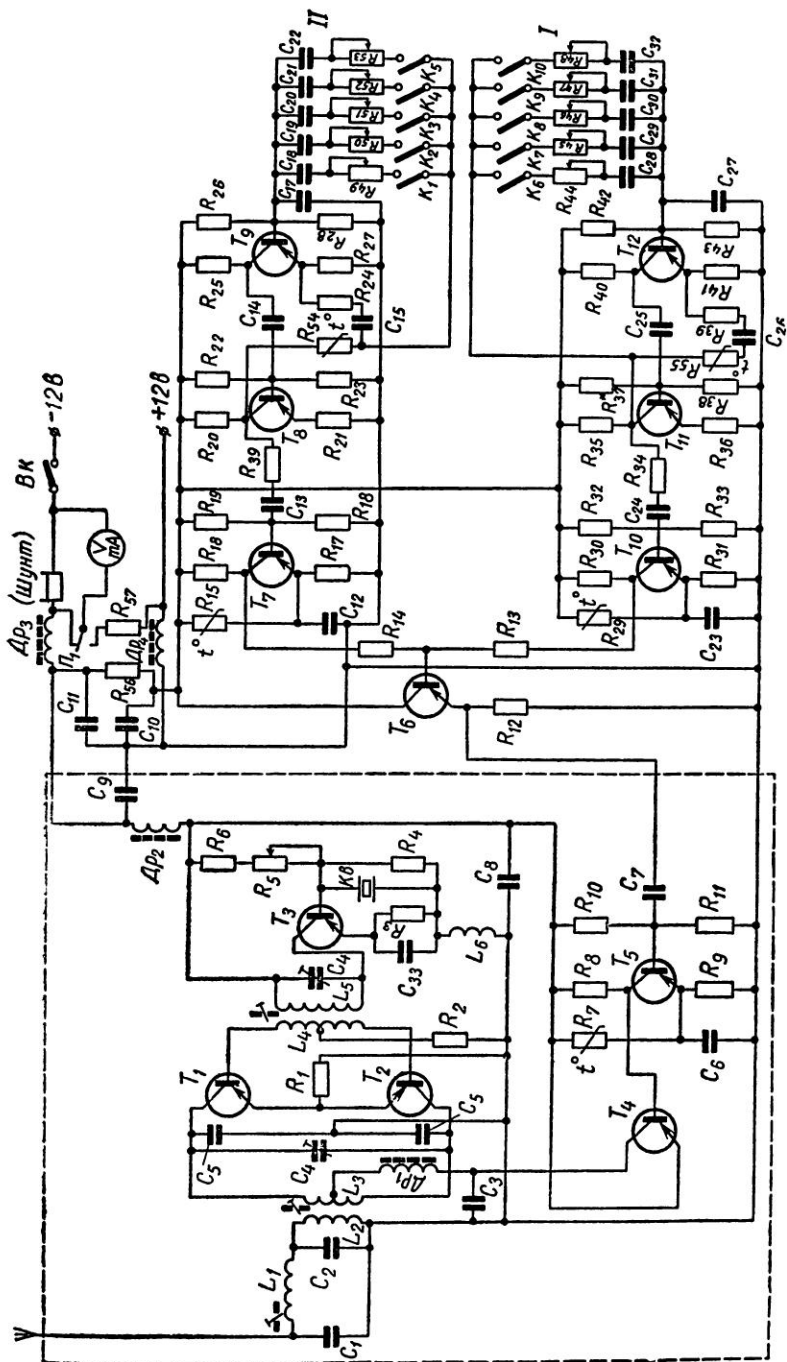


Рис. 56

В коллекторную цепь транзисторов включен контур  $L_3$ , настраиваемый на рабочую частоту передатчика.

Конденсаторы  $C_5$  и  $C_6$  выполняют две роли. Электрически — служат как емкость нейтрализации, а механически — как радиаторы вывода коллектора транзисторов  $T_1$  и  $T_2$ .

Антенна передатчика связана с выходным каскадом через фильтр гармоник. Он состоит из индуктивной катушки  $L_1$  (8 витков ПЭВ 0,5) и конденсаторов  $C_1$  и  $C_2$ . Связь фильтра гармоник с катушкой  $L_3$  индуктивная.

**Модулятор** выполнен на транзисторах типа П-15 ( $T_4$  и  $T_5$ ). Транзистор  $T_5$  служит усилителем.

Термосопротивление  $R_7$  включено в эмиттер транзистора  $T_5$  и служит для поддержания постоянства амплитуды модулирующей частоты в зависимости от изменения температуры.

**Смеситель** выполнен на транзисторе типа П-15 ( $T_6$ ). Он осуществляет две функции — служит согласующим элементом входа модулятора и выхода генераторов, т. е. является эмиттерным повторителем.

**Низкочастотный генератор I** собран на транзисторах типа П-15 ( $T_7$ ,  $T_8$ ,  $T_9$ ). Генерирует пять фиксированных частот:  $f_1 = 650$  гц;  $f_2 = 800$  гц;  $f_3 = 1150$  гц;  $f_4 = 1700$  гц;  $f_5 = 2350$  гц.

Частота генерации определяется величинами цепочек  $C_{28}—R_{44}$ ;  $C_{29}—R_{45}$ ;  $C_{30}—R_{46}$ ;  $C_{31}—R_{47}$ ;  $C_{32}—R_{48}$ .

**Низкочастотный генератор II** выполнен на транзисторах типа П-15 ( $T_{10}$ ,  $T_{11}$ ,  $T_{12}$ ). Генерирует пять фиксированных частот:  $f_6 = 3000$  гц;  $f_7 = 3700$  гц;  $f_8 = 4300$  гц;  $f_9 = 5700$  гц;  $f_{10} = 7100$  гц.

Частота генерации определяется величинами цепочек  $C_{17}—R_{49}$ ;  $C_{18}—R_{50}$ ;  $C_{19}—R_{51}$ ;  $C_{20}—R_{52}$ ;  $C_{22}—R_{53}$ .

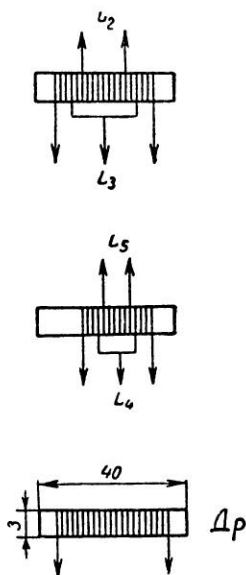
Работа обоих низкочастотных генераторов совершенно одинакова. Они являются шифраторами команд, подаваемых оператором, и позволяют подавать одновременно две команды: по одной от каждого генератора.

Настройка на нужные частоты производится плавно, переменными сопротивлениями  $R_{44}$  и  $R_{53}$ . **Усилители-ограничители** выполнены на транзисторах типа П-15 ( $T_7$  и  $T_{10}$ ). Служат усилителями низких частот генераторов I и II.

Сигналы низкой частоты соответственно усиливаются и ограничиваются по максимуму, а затем в виде П-импульсов подаются на вход эмиттерного повторителя и далее.

**Пульт управления** выполнен в одной коробке с передатчиком. Конструкция пульта по сравнению с конструкцией «Акробат-10» немного изменена.

В центре панели установлен ключ для управления рулем модели (ручка ключа может поворачиваться только влево и вправо). Слева ключа помещены две кнопки команд «стоп» и «назад». Справа также 2 кнопки — команд «малый ход» и «полный ход».



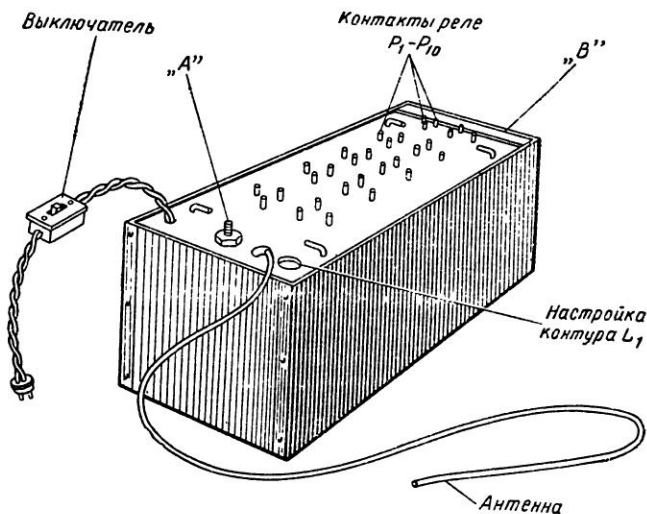
Р и с. 57. Катушки индуктивности:  $L_2$  — 5 витков провода ПЭВ 0,5;  $L_3$  — 7+7 витков ПЭВ 0,5;  $L_4$  — 4+4 витка ПЭВ 0,5;  $L_5$  — 9 витков ПЭВ 0,5; дроссели  $Dp$  1—4 — 100 витков ПЭВ 0,25 намотаны на ферритовых стержнях от контуров регулировки линейности по горизонтали телевизора «Рубин-102»; контуры  $L_2, L_3, L_4, L_5$  так же, как и  $L_1, L_6$ , намотаны на каркасах 7 мм от УПЧ телевизора «Темп-3» в алюминиевых экранах с построенными сердечниками

Ключи  $K_1$ — $K_{10}$  по пять от каждого генератора распределены следующим образом: команды управления рулем подаются от генератора I; команды «стоп», «малый ход», «полный ход» и «ход назад» от генератора II.

Распределить функции ключей можно и по собственному усмотрению с учетом удобства управления моделью. На рис. 57 приведены данные катушек индуктивности и дросселей передатчика.

**Приемник** (рис. 58) собран полностью на транзисторах и состоит из:

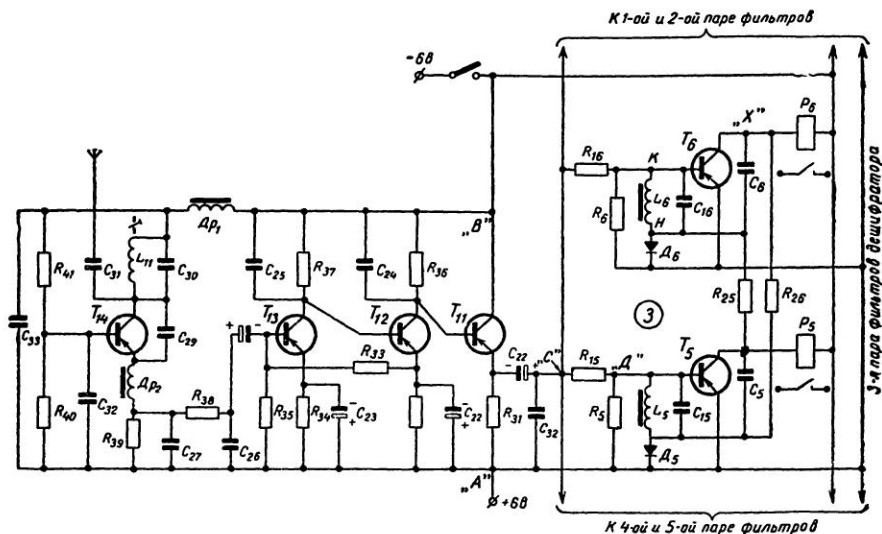
1. Входного каскада, выполненного по суперрегенеративной схеме на транзисторе типа П-416 а ( $T_{14}$ ).



Р и с. 58.

2. Усилителя-ограничителя, выполненного на трех транзисторах типа П-15 ( $T_{11}$ ,  $T_{12}$ ,  $T_{13}$ ) с непосредственной связью между каскадами и глубокой отрицательной обратной связью по постоянному току для температурной стабилизации и выбора параметрической неустойчивости схемы.

Схема усилителя не требует особого подбора транзистора и



Р и с. 59.

наладки. Правильно собранная, она, как правило, сразу работает нормально.

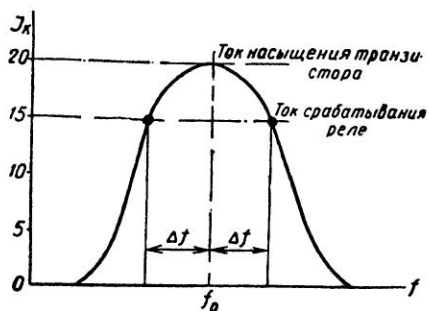
3. Дешифратора принимаемых сигналов команд и передачи их на исполнительные механизмы. Он является самым ответственным элементом схемы приемной части. От четкости его работы зависит надежность приемника.

Состоит из 10 селективных фильтров, разделяющих закодированные по частоте сигналы команд. В схеме фильтры работают парами, что увеличивает ее надежность.

Принципиальная схема приемника приведена на рис. 59.

Разберем работу 3-й пары фильтров (рис. 59). Ток покоя транзисторов  $T_5$  и  $T_6$  колеблется в пределах 1—1,5 ма. Он определяется подбором сопротивлений  $R_{25}$ ;  $R_{26}$ . В этом случае триоды слегка приоткрыты.

Поступивший сигнал резонансной частоты, например контура  $L_6C_{16}$ , усиливается триодом  $T_6$  и через емкость  $C_{16}$  подается на контур  $L_6C_{16}$ , выпрямляется диодом  $D_6$  и минусом, прикладываемых к базе триода  $T_6$ . Триод  $T_6$  открывается до насыщения. Через обмотку реле  $P_6$  пойдет максимальный ток. На



Р и с. 60.

Выходное реле регулируется на ток срабатывания 15 *ма*, что соответствует полосе пропускания  $2\Delta f$ . Такая полоса обеспечивает четкую работу реле.

**Детали приемника.** Контур  $L_{11}$  выполнен на каркасе диаметром 7 *мм*, имеет 8 витков провода ПЭВ 0,8. Можно использовать каркас от трансформатора ПЧ телевизоров «Темп-3», «Рубин» или от любого радиоприемника.

Дроссель  $Dr_1$  индуктивностью 100 *мкГн* намотан на ферритовом стержне диаметром 3 *мм* и длиной 40 *мм*. Имеет 90 витков провода ПЭВ 0,27. Ферритовый стержень можно взять от контура регулировки линейности по горизонтали телевизора «Рубин-102».

Дроссель  $Dr_2$  индуктивностью 20 *мкГн* намотан на ферритовом стержне диаметром 3 *мм*, длиной 15 *мм*. Имеет 70 витков провода ПЭВ 0,15.

Катушки индуктивности  $L_1—L_{10}$  намотаны на ферритовых кольцах ( $\mu=2000$ ) с внешним диаметром 7 *мм*, внутренним — 4 *мм*. Толщина колец 2 *мм*. Для катушек  $L_1$  и  $L_2$  кольца склеены клеем БФ-2 — по 3 шт., для катушек  $L_3—L_{10}$  — по 2.

Число витков катушек	450,	провод ПЭВ 0,08
То же	380,	» » »
» »	340,	» » 0,12
» »	300,	» » »
» »	260,	» » »
» »	220,	» » »
» »	200,	» » »
» »	180,	» » »
» »	160,	» » »
» »	120,	» » »

Количество витков дано ориентировочно. Точное число витков будет установлено после настройки контуров (настройка ведется изменением числа витков). Для катушек можно применить ферритовые горшки с подстроечными сердечниками. В этом случае число витков будет другое в зависимости от величины  $\mu$  (магнитная проницаемость) и геометрических размеров сердечников.

обмотке реле будет падение напряжения, поэтому в точке «Х» резко упадет отрицательный потенциал, и второй триод  $T_5$  запрется наглухо. Такая схема позволяет выбирать сравнительно близкие резонансные частоты пар фильтров. Сопровитвления  $R_{16}$  и  $R_{15}$  ограничительные. На рисунке 60 приводится частотная характеристика селективного фильтра, на выходе которого стоит реле.

В дешифраторе применены реле РЭС-10 с контактной группой на переключение. Катушки реле перемотаны проводом 0,07 до заполнения.

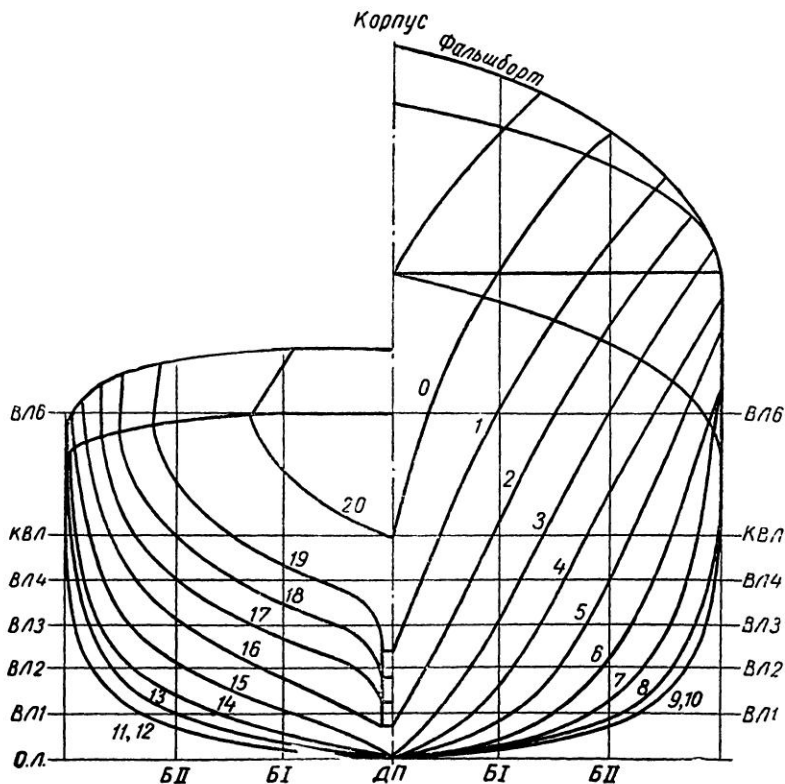
Сопротивление обмоток реле должно быть 200—220 ом. Ток срабатывания реле должен быть не более 15 ма.

Типы и номинальные величины элементов принципиальных схем передатчика и приемника приведены в таблице 3.

### АВТОМАТИКА МНОГОКОМАНДНОЙ РАДИОУПРАВЛЯЕМОЙ МОДЕЛИ

Электрические схемы, которые приводятся ниже, предназначены для радиоуправляемой модели корабля, рассчитаны на 34 команды.

Такую систему можно установить на модель океанского спасателя, теоретический корпус которого показан на рисунке 61, или на большую модель военного корабля.



Р и с. 61

### Виды команд, исполняемых моделью

№ п/п	Коммутац- онный номер команды	Наименование команды
1	1	Отдать якоря
2	2	Выбрать якоря
3	3	Левый якорь
4	4	Правый якорь
5	5	Вывалить и спустить шлюпку
6	6	Поднять шлюпку
7	7	Левая шлюпка
8	8	Правая шлюпка
9	9	Включить прожектор левого борта
10	10	Включить прожектор правого борта
11	11	Включить ходовые огни
12	13	Выключить ходовые огни
13	14	Включить якорные огни
14	15	Включить клотик (белый огонь)
15	16	Включить клотик (красный огонь)
16	17	Включить колокол громкого боя
17	18	Включить ревун
18	19	Выключить клотиковые огни, колокол, ревун
19	20	Включить вращение антенны локатора
20	21	Выключить вращение антенны локатора
21	22	Выстрел сигнальной ракетой I
22	23	Выстрел сигнальной ракетой II
23	25	Выстрел ракетной установкой
24	26	Включить дымовую завесу
25	27	Включить прожекторы
26	Выключаются по команде «стоп»	Выключить подъем и спуск якорей Выключить подъем и спуск шлюпок
28		Выключить якорные огни
29		Ход назад
30		Самый малый ход
31		Малый ход
32		Средний ход
33		Полный ход
34		Стоп

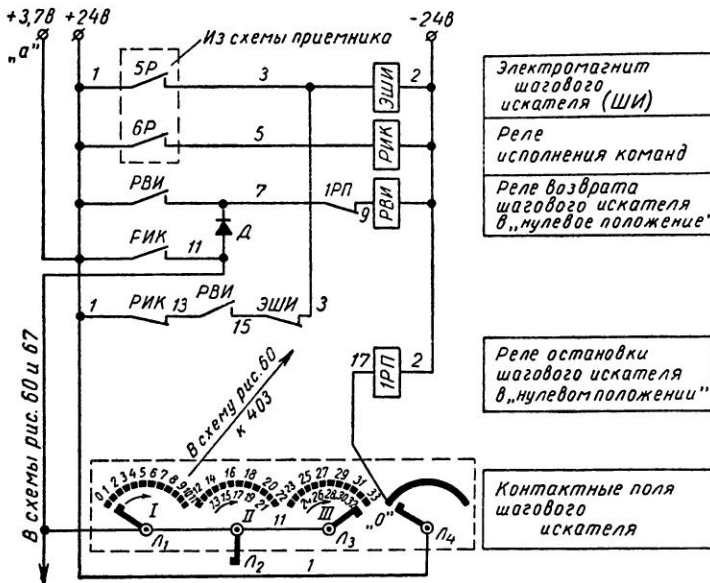
Примечание. Коммутационные № 13 и 24 в таблице отсутствуют, так как эти ламели шагового искателя остаются свободными.

В таблице приведен перечень команд, наиболее характерных для любого корабля. Двадцать пять команд исполняется при помощи шагового искателя ШИ-11, а девять — непосредственно релейными блоками. Можно построить модель и с большим числом команд, но тогда придется значительно увеличить ее водоизмещение. (Наша модель должна иметь водоизмещение не менее 15—20 кг).

В целом система работает следующим образом. С пульта уп-

правления моделью подаются сигналы команд в необходимой последовательности. На модели они принимаются приемником.

Выходные реле приемного устройства производят соответствующие включения. На наших схемах контакты выходных реле приемника обозначаются 1Р, 2Р, 3Р, 4Р, 5Р, 6Р. Они обведены пунктирной линией с надписью «из схемы приемника». На рис. 62 приводится схема блока набора команд.



Р и с. 62.

Номер команды в таблице соответствует последовательному числу нажатий кнопки «набор команд» на пульте управления моделью. В данном случае при подаче сигнала «набор команд» будет замыкаться нормально открытый (н. о.) контакт выходного реле приемника 5Р (1—3). Сколько раз замкнется н. о. контакт 5Р (1—3), столько раз включится электромагнит шагового искателя (ЭШИ) и столько «шагов» сделает сам шаговый искатель.

Затем подают команду на «исполнение». При этом замкнется н. о. контакт выходного реле приемника 6Р (1—5) и включится реле исполнения команд (РИК), которое через свой н. о. контакт РИК (1—11) подаст необходимое электропитание в соответствующий релейный блок по одной из ламелей шагового искателя (на рисунке 62 эти ламели обозначены буквами Л<sub>1</sub>, Л<sub>2</sub>, Л<sub>3</sub>, Л<sub>4</sub>).

Допустим, мы подаем команду на включение прожекторов под номером 9 (цифра, указывающая номер команды, на всех схемах



стоит в кружке), нажимая девять раз кнопку «набор команд» на пульте управления. Ламель  $\mathcal{L}_1$  шагового искателя остановится на контакте под цифрой 9. Подаем команду на «исполнение». Контакт 6Р (1—5) замкнется и включит реле исполнения команд РИК. Н. о. контакт РИК (1—11) замкнется и подаст напряжение +24 в по цепи 11, через ламель  $\mathcal{L}_1$ , по цепи 403 (рис. 63) включит реле 2РП, 1РВП и лампу левого прожектора ЛЛП.

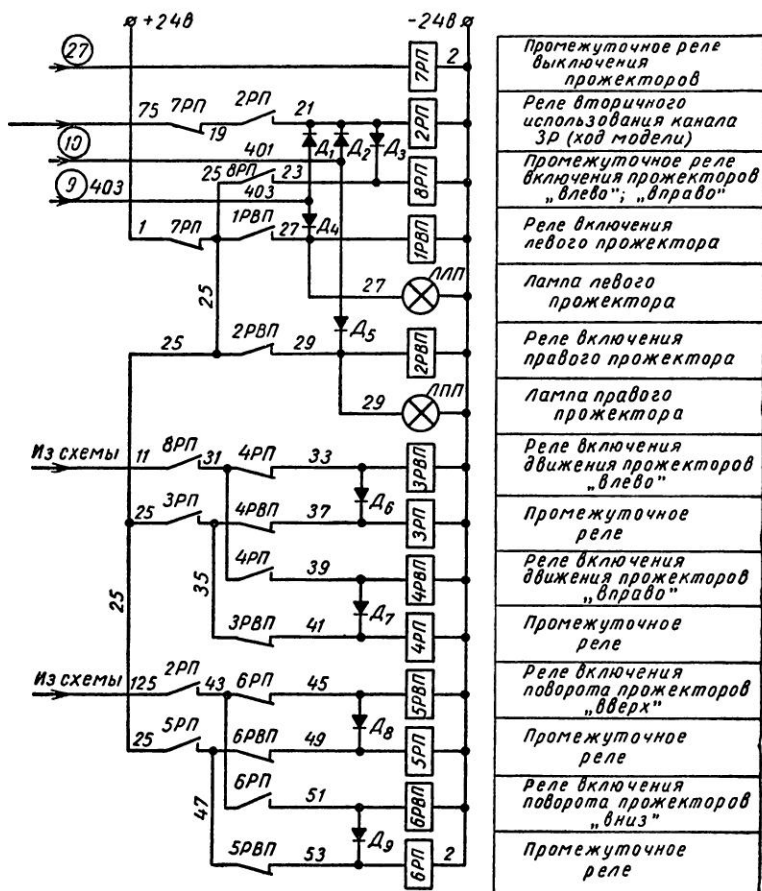


Рис. 63.

В момент замыкания контакта 6Р электромагнит шагового искателя (ЭШИ) не будет под напряжением, так как нормально закрытый (н. з.) контакт реле исполнения команд РИК (1—13) будет разомкнут.

Включится и станет на самоблокировку через свой н. о. контакт (1—7) реле РВИ. Его н. о. контакт (13—15) подготовит цепь электромагнита шагового искателя (ЭШИ) к включению для возвращения в исходное положение после исполнения команды.

Когда прекратится сигнал «исполнение», реле исполнения команд РИК обесточится. Его н. з. контакт (1—13) замкнется и подаст напряжение на электромагнит шагового искателя (ЭШИ). Образуется так называемая пульс-пара (н. з. контакт ЭШИ (15—3) принадлежит электромагниту шагового искателя. Он и образует пульс-пару). Когда электромагнит включен, контакт ЭШИ (15—3) разомкнут, но как только он обесточится, контакт ЭШИ (15—3) замкнется и опять подаст напряжение на электромагнит. Такое последовательное срабатывание электромагнита ЭШИ будет происходить до тех пор, пока контактная ламель на IV контактном поле шагового искателя не станет в положение «0» (рис. 62). При этом включится промежуточное реле 1РП (17—12) и своим н. з. контактом 1РП (7—9) разорвет цепь реле возврата шагового искателя РВИ в нулевое положение. Шаговый искатель будет находиться теперь в исходном положении, и можно набирать новую команду.

На рис. 64 приведена принципиальная электрическая схема блока ходовых команд на четыре ступени хода. Этот блок выдает четыре последовательно повторяющиеся команды: «самый малый ход», «малый ход», «средний ход», «полный ход».

Схема работает следующим образом. Предварительно подается команда «стоп». Для этого нажимается один раз и затем отпускается кнопка подачи команд «стоп» и «назад» на пульте управления моделью. Н. з. контакт выходного реле приемника 1Р (1—107) включит реле «стоп» (РСТ), а н. о. контакт РСТ (1—57) включит вспомогательное реле 1ВР, которое становится на самоблокировку через свой н. о. контакт 1ВР (1—63) и н. з. контакт 4РПС (63—61). Н. о. контакт 1ВР (123—65) подготавливает к включению промежуточное силовое реле 4РПС, а н. з. 1ВР (77—7) разорвет цепь питания реле 5 РПС. Теперь схема готова к основной работе.

Подает команду «самый малый ход», нажимая соответствующую кнопку на пульте. Один раз замкнется н. о. контакт выходного реле приемника 3Р (125—1) и при этом включится реле 4РПС. Замыкается его н. о. контакт 4РПС (75—71) и через н. з. контакт 5РПС (71—73) включает реле самого малого хода СМХ. Н. о. контакт СМХ («Г» — 301) (рис. 65) подает питание на электродвигатель 1Д. Модель будет двигаться самым малым ходом. Реле 4РПС и СМХ станут на самоблокировку через н. о. контакт 4РПС (75—71) и н. з. контакт 5РПС (71—73). Н. о. контакт 4РПС (123—77) замкнется и через н. з. контакт 1ВР (77—79) подготовит к включению реле 5РПС. Н. з. контакт 4РПС (87—

89) разорвет цепь питания реле 6РПС. Таким образом будет подготовлена к включению команда «малый ход».

Нажимаем вторично кнопку подачи ходовых команд на пульте. При этом вторично замкнется н. о. контакт выходного реле приемника ЗР. Включаются реле 5РПС и реле малого хода (РМХ). В момент замыкания контакта ЗР реле 4РПС также включено. Реле 5РПС и РМХ становятся на самоблокировку через

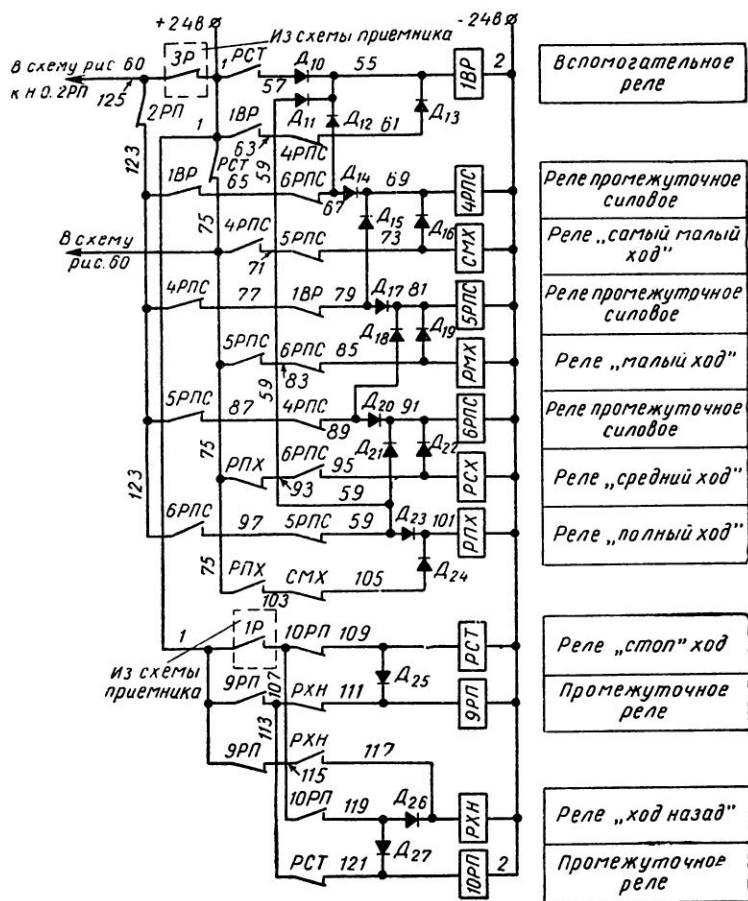
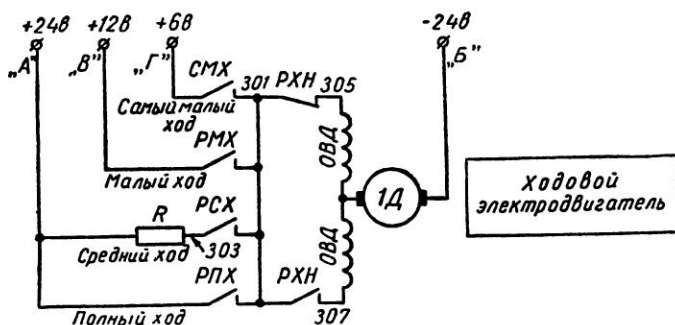


Рис. 64.

н. о. контакт 5РПС (75—83) и н. з. 6РПС (83—85). Н. з. контакт 5РПС (71—73) обеспечит реле 4РПС и СМХ, а н. о. контакт РМХ («В» — 301) (рис. 65) подаст питание на электродвигатель 1Д. Модель будет двигаться малым ходом. Н. о. контакт 5РПС

(123—87) и н. з. 4РПС (87—89) подготовят к включению реле 6РПС.

Нажимаем в третий раз и отпускаем кнопку подачи ходовых команд. Включатся и станут на самоблокировку через н. з. контакт РПХ (75—93) и н. о. контакт 6РПС (93—95) реле 6РПС и реле среднего хода (РСХ). Н. о. контакт РСХ (303—301) (рис. 65) подаст питание на электродвигатель 1Д, и модель пойдет средним ходом. Реле малого хода (РМХ) обесточится.



Р и с. 65.

Нажимаем в четвертый раз ту же кнопку. Реле полного хода РПХ включится и станет на самоблокировку через свой н. о. контакт РПХ (75—103) и н. з. контакт реле самого малого хода СМХ (103—105). Одновременно включится и станет на самоблокировку вспомогательное реле 1ВР по цепи (59—55). Реле среднего хода (РСХ) обесточится. Таким образом, вновь будет подготовлена к включению команда «самый малый ход».

Теперь, если мы нажмем кнопку в пятый раз, включится реле СМХ, и модель будет двигаться опять самым малым ходом.

Нажимаем дважды кнопку подачи команд «стоп» и «назад». Н. о. контакт выходного реле приемника 1Р (1—107) замкнется и включит реле «стоп» (РСТ). Его н. з. контакт РСТ (1—75) обесточит всю схему включения ходов модели, а н. о. контакт РСТ (1—57) включит вспомогательное реле 1ВР и таким образом будет подготовлена к включению команда «самый малый ход». При включении реле РСТ включается и реле 9РП, которое становится на самоблокировку через свой н. о. контакт 9РП (1—113) и н. з. контакт РХН (113—111). При размыкании контакта 1Р реле «стоп» РСТ обесточивается. Его н. з. контакт РСТ (107—121) замыкается и включает реле 10РП, н. з. контакт 10РП (107—109) разрывает цепь питания реле РСТ, а н. о. контакт 10РП (107—119) подготавливает к включению реле «ход назад» (РХН).

Вновь нажимаем кнопку подачи команд «стоп» и «назад».

Реле РСТ теперь включиться не может. Включается реле «ход назад» (РХН) и становится на самоблокировку через н. з. контакт 9РП (1—115) и н. о. контакт (115—117). Модель будет двигаться задним ходом. Реле 10РП обесточивается и его н. з. контакт подготавливает к включению реле «стоп» (РСТ).

Если мы еще один раз нажмем кнопку, то вновь будет подана команда «стоп», в четвертый раз — команда «ход назад». Таким

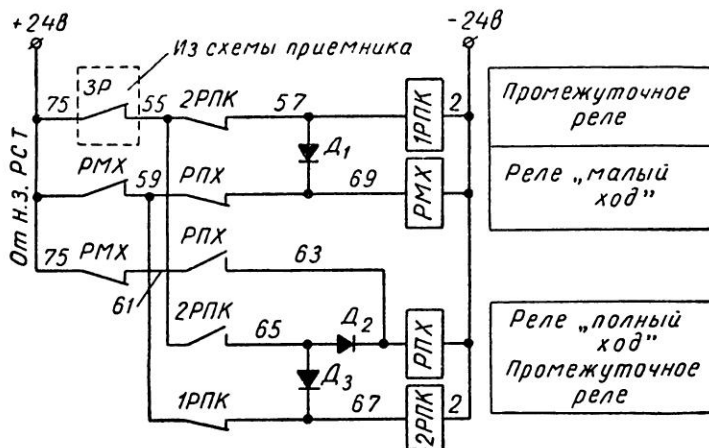


Рис. 65.

образом, команды «стоп» и «ход назад» включаются одной кнопкой последовательно. Кроме того, когда подается команда «стоп», происходит выключение команд «отдать якоря», «поднять или опустить шлюпки», «выключить якорные огни».

На схеме рисунка 66 приведен второй, упрощенный вариант блока ходовых команд на две ступени хода. Эта схема аналогична схеме подачи команд «стоп» и «ход назад». Но в ней реле «малый ход» (РМХ) и реле «полный ход» (РПХ) — оба становятся на самоблокировку. Разобраться в этой схеме по аналогии со схемой на рис. 64 можно самостоятельно.

Если выбрана схема на четыре ступени хода, то рекомендуется «самый малый ход» и «малый ход» питать от части аккумулятора, а «средний ход» — через гасящее сопротивление, как показано на рис. 65.

На рис. 67 приведена схема включения электродвигателей прожекторного устройства с двумя прожекторами.

Команды «лево руля» и «право руля» подаются с пульта управления моделью.

Система рулевого устройства — электромеханическая самоцентрирующаяся (рис. 68).

Если мы нажмем кнопку «набор команд» 9 раз и затем подадим команду «исполнение», то (см. рис. 63) по цепи 9 в кружочке-403 включится лампа прожектора ЛП и реле включения прожектора 1РВП. Н. о. контакт 1РВП (25—403) замкнется и по цепи 1—25—403 поставит реле 1РВП на самоблокировку, н. о. контакт 1РВП (11—31) подготовит к работе схему поворота прожектора в левую и правую стороны. Теперь, если вторично нажать кнопку «исполнение» и держать ее в таком положении, то

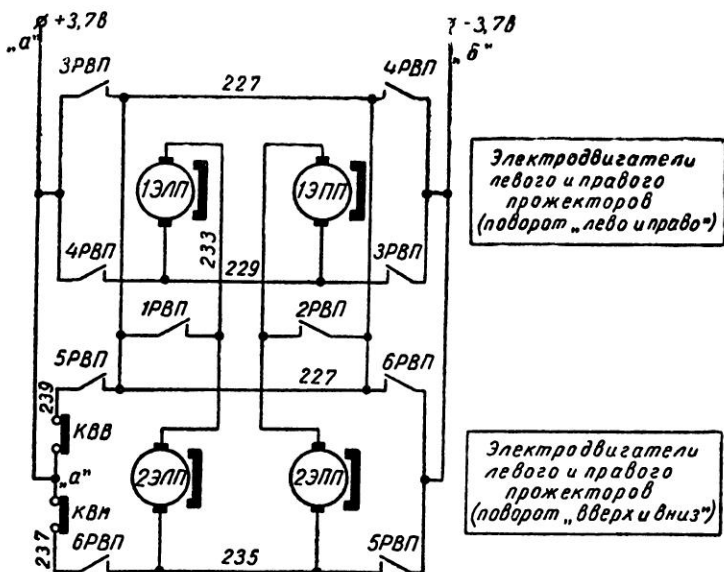


Рис. 67.

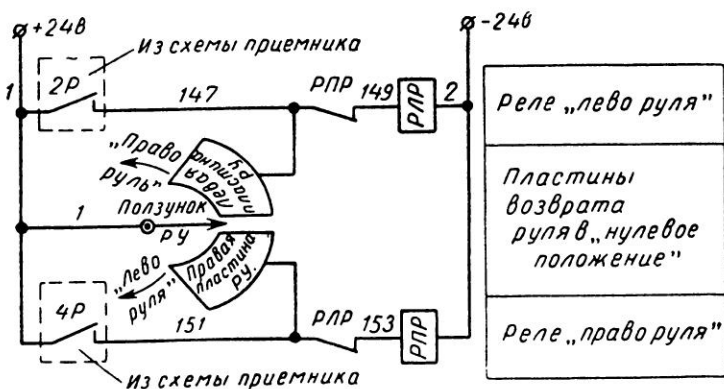
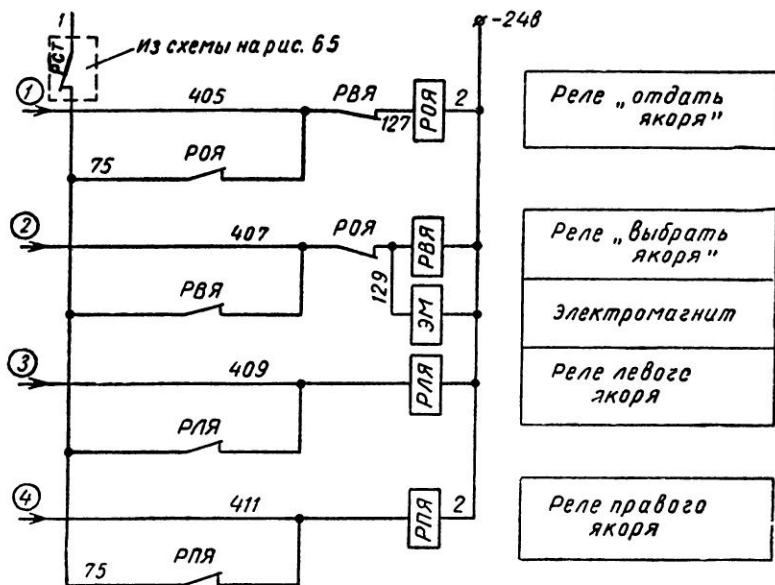


Рис. 68.

прожектор будет поворачиваться в левую сторону до тех пор, пока кнопка «исполнение» нажата. Если мы отпустим и вновь нажмем кнопку «исполнение», то прожектор будет поворачиваться в правую сторону.

Команда «отдать правый якорь» идет под коммутационными номерами 1 и 4 (рис. 69). Чтобы ее подать, нужно сначала четыре раза нажать кнопку «набор команд». Затем подать команду «ис-



Р и с. 69.

полнение». Включится реле правого якоря (РПЯ) и станет на самоблокировку через свой н. о. контакт РПЯ (75—411). Н. о. контакт РПЯ (225—211) (рис. 70) подготовит к включению электродвигатель правого якоря (ЭПЯ). Затем нажимаем кнопку «набор команд» один раз, после этого нажимаем кнопку «исполнение». Включается реле «отдать якорь» (РОЯ) и становится на самоблокировку через свой н. о. контакт РОЯ (75—405—405). Н. о. контакты РОЯ («а»—211) и РОЯ (213—217) замкнутся и подготовят электродвигатели к включению.

Теперь, если мы вновь нажмем кнопку исполнения команд, то к электродвигателю ЭПЯ будет подано напряжение «а», «б», и электродвигатель начнет вращаться в нужную сторону до тех пор, пока нажата кнопка.

Если подана команда «выбрать якоря», то кнопку «набор команд» нажимают два раза, после чего нажимают кнопку «исполнение». Включается реле «выбрать якорь» (РВЯ). Его н. з.

контакт РВЯ (405—127) разрывает цепь питания реле «отдать якорь», а н. о. контакты РВЯ (211—215) и («а»—213) подготавливают к включению электродвигатель ЭПЯ в обратную сторону. Нажимаем кнопку «исполнения», и двигатель начнет втягивать «якорную цепь» в якорный клюз до тех пор, пока нажата кнопка.

Предполагаемая конструкция якорного устройства должна иметь разобщительную муфту для отделения команд «отдать якорь» и «выбрать якорь». Для этого в схему на рисунке введен электромагнит (ЭМ).

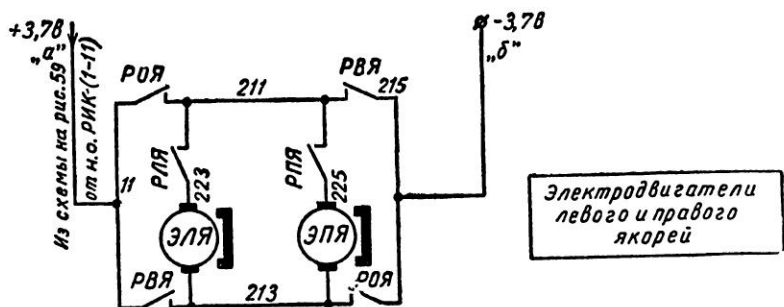


Рис. 70.

Схемы управления клотиковыми и якорными огнями, колоколом громкого боя, ревуном, спуском и подъемом шлюпок, вращением радиолокационной антенны, выстрелами ракет и постановкой дымовой завесы очень просты.

Они могут быть составлены самими строителями.

Таблица 1

Наименование судов	Зазоры в долях от диаметра винта				
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>c</i>	<i>d</i>	<i>f</i>
Океанские и морские суда	0,05—0,08	0,12—0,18	0,12—0,18	0,03—0,05	0,06—0,10

Таблица 2

Типы судов	Коэффициент А
1 Океанские пассажирские суда	80—52
2 Морские пассажирские суда	40—50
3 Большие грузовые суда	50—65
4 Морские буксиры	30—40
5 Крейсера различных классов	50—45
6 Эсминцы и противолодочные корабли	40—25
7 Торпедные катера	20—25



## Передачник.

Конденсаторы:  $C_1$ —КТК—27 пф,  $C_2$ —КГК—150 пф,  $C_3C_3C_9$ —КТМ—3300 пф,  $C_4$ КПК 6—25 пф,  $C_5$ —15 пф,  $C_6C_{23}$ —ЭМ—10 мкф 15 в,  $C_7$ —ЭМ—3 мкф 60 в,  $C_{10}C_{11}$ —ЭМ—75 мкф 20 в (по 3 шт. параллельно ЭМ—25 мкф 20 в).  $C_{12}$ —ЭМ—10 мкф 15 в,  $C_{13}C_{14}C_{24}C_{25}$ —ЭМ—3 мкф 60 в,  $C_{15}C_{26}$ —ЭМ—1 мкф 20 в,  $C_{16}$ —МБМ—0,01 мкф.  $C_{17}C_{18}C_{19}C_{20}C_{22}C_{28}C_{29}$ —МБМ—0,022 мкф,  $C_{31}C_{32}$ —0,05 мкф,  $C_{27}$ —0,025 мкф,  $C_{30}$ —0,03 мкф,  $C_{33}$ —100 пф.

Сопротивления:  $R_1R_9$ —20 ом,  $R_2$ —100 ом,  $R_3$ —160 ом,  $R_4$ —1,5 ком,  $R_5$ —27 ком,  $R_6R_{28}$ —5,1 ком,  $R_7$ —ММТ—1—6,2 ком (термосопротивление,  $t=20^\circ\text{C}$ ).  $R_8$ —470 ом,  $R_{10}$ —47 ком.  $R_{11}$ —620 ом,  $R_{12}R_{23}R_{27}R_{38}R_{41}$ —1,2 ком,  $R_{13}R_{14}R_{34}$ —10 ком,  $R_{15}R_{29}$ —100 ком (термосопротивления)  $R_{16}R_{30}$ —12 ком,  $R_{17}R_{31}$ —510 ом,  $R_{18}R_{33}$ —3,6 ком,  $R_{19}R_{32}$ —100 ком,  $R_{20}$ —1,8 ком,  $R_{21}R_{36}$ —130 ом,  $R_{22}R_{37}$ —20 ком,  $R_{24}R_{35}$ ,  $R_{39}$ —2 ком,  $R_{26}$ —30 ком,  $R_{25}R_{49}$ —3,9 ком.  $R_{42}$ —51 ком,  $R_{43}$ —7,5 ком,  $R_{44}R_{45}R_{46}R_{48}$ —3,9 ком (переменные),  $R_{49}R_{50}R_{51}R_{52}R_{53}$ —2 ком (переменные),  $R_{54}R_{55}$ —1,8 ком (термосопротивление  $t=20^\circ\text{C}$ )  $R_{56}$ —100 ом,  $R_{57}$ —добавочное сопротивление прибора.

$Др_1$ ,  $Др_2$ ,  $Др_3$ ,  $Др_4$  — дроссель 85 мкн,  $П_1$  — переключатель прибора,  $Кв$ —варвар 28—28,2 Мгц,  $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$  — триоды,  $П-411$  ( $\beta=50$ ),  $T_4$ ,  $T_5$ ,  $T_6$ ,  $T_7$ ,  $T_8$ ,  $T_9$ ,  $T_{10}$ ,  $T_{11}$ ,  $T_{12}$  — триоды,  $П-15$ ), ( $\beta=20-50$ ),  $Вк$  — выключатель,  $Ш$  — шунт к прибору.

## Приемник.

Термосопротивления:  $R_1$ — $R_{10}$ —ММТ—1,5 ком. Сопротивления:  $R_{11}$ — $R_{20}$ —УЛМ—20—40 ком (подбираются при регулировке),  $R_{21}R_{30}$ —УЛМ—220 ком,  $R_{31}$ —УЛМ—750 ом,  $R_{32}$ —УЛМ—5,1 ком,  $R_{41}$ —УЛМ—10 ком,  $R_{32}R_{26}R_{37}R_{39}$ —УЛМ—5,1 ком,  $R_{34}$ —УЛМ—850 ом,  $R_{38}$ —УЛМ—1 ком,  $R_{40}$ —УЛМ—24 ком.

Конденсаторы:  $C_1$ — $C_{10}$ —МБМ—1,0,03 мкф,  $C_{11}$ —МСМ—1—0,1 мкф,  $C_{12}$ —МБМ—1—0,1 мкф,  $C_{13}$ —МБМ—1—0,5 мкф,  $C_{14}$ —МБМ—1—0,05 мкф,  $C_{15}$ —МБМ—1—0,03 мкф.  $C_{16}$ —МБМ—1—0,03 мкф.  $C_{17}$ —МБМ—1,0,02 мкф,  $C_{18}$ —МБМ—1—0,02 мкф,  $C_{19}$ —МБМ—1—0,015 мкф,  $C_{20}$ —МБМ—1—0—0,01 мкф,  $C_{21}$ —ЭМ—5 мкф, 20 в,  $C_{22}$ —ЭМ—10 мкф, 6 в,  $C_{23}$ —ЭМ—10 мкф, 6 в,  $C_{24}$ — $C_{32}$ —КТМ—1 т,  $C_{25}C_{27}C_{33}$ —КТМ—3,3 т,  $C_{28}$ —МБМ—0,05 мкф.  $C_{23}$ —ЭМ—2 мкф, 20 в,  $C_{29}$ —КТМ—27 пф,  $C_{30}$ —КТМ—39 пф,  $C_{31}$ —КДМ—5 пф.

Катушки индуктивности  $L_1$ — $L_{10}$  (см. описание стр. 65). Контур (см. описание). Дроссели  $Др_1$ ,  $Др_2$  — на феррите, 20 мкн (см. описание). Транзисторы  $T_1$ — $T_{13}$ ,  $П-15$ ,  $\beta=50$ ,  $T_{14}$ — $П-416А$ ,  $\beta=50$ . Реле  $P_1$ — $P_{10}$ —РЭС—10;  $R_{обм}$ —200 ом (см. описание).

## Приложение I

Данные электродвигателей	МУ-30*	МУ-50*	МУ-100-АП*
1. Мощность, вт	30/40	60/75	140/177
2. Напряжение, в	24/27	24/27	24/27
3. Сила тока, а	4,5/5,6	5,5/6,5	11/13,5
4. Номинальное число оборотов, об/мин	5600/7500	5600/7000	7500/9500
5. Начальный момент в холодном состоянии, кгсм	1,1/1,2	2,5/2,7	8,5/9,4
6. Момент на валу, кгсм	0,52	1,04	1,82
7. Вес, не более, кг	0,6	0,9	1,2
8. К. п. д. при номинальном моменте, %	27	43	56

\* МУ — мотор управления.

Направление вращения двигателей — реверсивное.

Режим работы — кратковременный.

### ОПЕЧАТКИ

Стр.	Строка	Напечатано	Следует читать
19	4-я сверху	$\eta$ — к.п.д. валопроводов	$\eta_B$ — к.п.д. валопроводов
24	18-я снизу	3) Осадка на модели несущую частоту 27,12 Мгц.	3) Осадка на миделе несущую частоту 27,12 Мгц, модулированную звуковой частотой 500 гц.
41	16-я снизу		
41	14—13-я снизу	С ее помощью несущая частота передатчика модулируется звуковой частотой 500 гц.	С ее помощью осуществляется прерывистая модуляция.
42	9-я сверху	сопротивления $R_3$ и $R_5$	сопротивления $R_3$ и $R_4$
65	13-я снизу	сопротивлениями $R_{44}$ и $R_{53}$ .	сопротивлениями $R_{44} \div \div R_{53}$ .

**ЦЕНА 26 КОП.**