

*Петр А. Орловский*

(по Бауэру, Изару, Люмз, Д. Филиппову, Чоляки и др. и по личным наблюдениям.)



# КАК УСТРОЕНА МОТОРНАЯ ЛОДКА И ЕЕ ДВИГАТЕЛЬ И КАК ОБРАЩАТЬСЯ С НИМИ

НОВОЕ ИЗДАНИЕ

**V - e**

Заново переработанное и дополненное главой  
ОБ ОСОБЕННОСТЯХ СУДОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ  
внутреннего сгорания.

ИЗДАНИЕ  
КНИГОИЗДАТЕЛЬСТВА  
„ПУТЬ К ЗНАНИЮ“  
И АВТОРА

**1923**

## Предисловие к новому, V изданию.

В более ранних изданиях книги „Как устроена моторная лодка и как обращаться с ней“ выпущенных нами до 1916 года, мы руководствовались во многом сведениями, высказанными в изданной на немецком языке в Германии книге Бауера о моторных лодках. В первом нашем издании в 1909 году хотя и потребовались значительные переделки и дополнения, ~~при~~ нительно к потребностям русских читателей, было найдено возможным выпустить в свет книгу под именем Бауера, в качестве переводной. То же, с некоторой натяжкой, и во втором ~~нашем~~ издании в 1913 году.

Тем временем накопление данных о формах корпусов моторных лодок с наименьшим сопротивлением передвижению делали постепенно данные, собранные Бауером, все более устаревшими, и потому ненужными, и нам пришлось, чтобы не предлагать читателям явно бесполезного материала, приступить к коренной переработке всей книги и к добавлениям столь значительным, что **практически книгу пришлось написать заново**. Такая коренная переработка была готова к IV-му изданию книги, выпущенному в 1916 году, и в означенном издании только по инерции осталось имя Бауера, но уже на ряду с настоящим автором книги Петром А. Орловским, заново ее пересоставившим по материалам и данным, собранным многочисленными **авторами** по вопросам моторного передвижения по водной стихии. Таким образом выполнив, и даже с избытком, свой литературный долг по отношению к Бауеру, трудами которого составитель в некоторой незначительной степени все же пользовался в IV издании, составитель как бы отложил выполнение того же долга по отношению к тем другим авторам, которые своими сочинениями помогли ему при составлении настоящего труда.

Поэтому в настоящем V издании, в котором еще меньше осталось данных из книги Бауера, чем в предыдущем издании, и где составитель на ряду с результатами собственных опытов и наблюдений ~~пользовался~~ трудами многих авторов, и чаще всего

сочинениями французских авторов—Изара и Люмэ, английского Чолкли и отчасти русского Д. Филиппова, литературный долг отдан тем, что имена этих авторов указаны в алфавитном порядке в строке под именем автора сей книги Петра А. Орловского.

Настоящая книга имеет вступление, в котором подробно говорится о значении двигателей внутреннего сгорания для водного передвижения, но к этому следует добавить, что успехи постройки двигателей для больших судов побудили затронуть вопрос об особенностях двигателей большой мощности и с высоким сжатием (тип Дизель) и о перспективах, связанных с этими успехами.

*Автор.*

## О Г Л А В Л Е Н И Е.

<b>Вступление</b> . . . . .	стр. 1—2
-----------------------------	----------

### О Т Д Е Л I.

#### Корпус лодки и водный путь.

<b>I. Условия плавания без передвижения</b> . . . . .	3—13
---	------

Условия плавания в жидкости. Центр тяжести и центр плавучести. Условия устойчивого равновесия. Влияние перемещения груза. Метацентрический радиус. Влияние формы корпуса на устойчивость. Устойчивость на волне.

<b>II. Условия плавания при передвижении по поверхности</b> . . . .	13—18
---	-------

Изменение давлений на корпус в зависимости от быстроты передвижения, по гладкой и по волнистой поверхности. Условия наименьшего сопротивления передвижению. Приподнимающее действие воды на ходу. Различные формы корпусов в зависимости от предполагаемой скорости. Предельная скорость. Гидропланы.

<b>III. Устройство корпуса лодки</b> . . . . .	19—25,
--	--------

Строение корпуса лодки: киль, шпангоуты, батаксы, обшивка. Рулевое управление. Наивыгоднейший уголъ поворота руля.

<b>IV. Затрата работы для передвижения по воде</b> . . . . .	25—16
--	-------

Сопротивление водной среды. Сопротивление раздвигания воды и разницы гидростатического давления в носовой части и за кормой; трение воды о корпус. Сопротивление воздушной среды. Общая сумма сопротивлений. Различные типы корпусов. Приспособления для преодоления сопротивления: винты, передаточные части. Гребной вал, дейд-

вудная труба. Перемена вращения и шага винта. Поворотные лопасти. Механизмы перемены вращения; с трением; с трением и зубчатками; только с зубчатками. Электрическая перемена передачи в связи с работой аккумуляторов. Установка двигателя.

V. Пуск двигателя в ход . . . . .	61—63
Способы пуска в ход от руки и автоматические.	

VI. Оборудование лодки . . . . .	64 75
----------------------------------	-------

Различные типы лодок и моторных судов в зависимости от их назначения. Устройство и расположение кают. Обязательные и дополнительные принадлежности. Уют и роскошь. Установка двигателя в противодействие движению.

VII. Практические советы и обязательные правила для передвижения по воде . . . . .	75—76
--	-------

Управление лодкой. Рулирование на спокойной воде и на волнении. Правила для предупреждения столкновений судов. Предосторожности от пожара. Спасательные приспособления. Буксировка. Стоянка.

## О Т Д Е Л II.

### Двигатели для моторных лодок (и судов) и их особенности.

I. Причины разницы в конструкции лодочных и судовых двигателей от автомобильных . . . . .	79—86
---	-------

Почему применение четырехтактных двигателей автомобильного типа не обязательно на воде. Допустимость и даже преимущества двухтактных. Отличия в наружном виде и в пусковых приспособлениях.

II. Ход газов и распределительный механизм в двухтактных двигателях (в отличие от четырехтактных) . . . . .	86—90
---	-------

Двухтактный цикл. Возможность обходиться без клапанов. Предварительное сжатие смеси.

III. Питание лодочных и судовых двигателей в зависимости от рода топлива (в отличие от автомобильных) . . . . .	90—93
---	-------

Приспособление для топлив средней летучести (керосина, спирта и смесей со скипидаром) и меньшей летучести (нефти, нефтяными остатками, нафталином, газовой смолой). Тип с высоким сжатием — Дизель. Топливные клапаны высокого давления. Компрессоры высокого сжатия. Продувочные насосы малого давления.

IV. Типы лодочных и судовых двигателей . . . . .	95—96
--	-------

Разнообразие типов, связанное с большими пределами мощности. Постепенный переход типов по мере возвышения мощности. Параллельность типов двигателей в зависимости от назначения лодок и судов.

## Моторная лодка и моторныя суда.

Корпусъ лодки и водный путь; двигатели для моторныхъ лодокъ (и судов) и ихъ особенности.

### Вступленіе:

До усовершенствованія двигателей внутренняго сгорания механическое передвиженіе по водѣ происходило почти исключительно посредствомъ паровыхъ машинъ. Паровыя машины были удобно примѣнимы только къ судамъ сравнительно большаго водоизмѣщенія, такъ какъ большой вѣсъ паровыхъ машинъ препятствовалъ постановкѣ ихъ на небольшія суда, а гѣмъ болѣе на лодки, предназначенныя для спортивныхъ цѣлей: состязаній, прогулокъ и т. п.

Въ паровой яхтѣ большаго размѣра, въ 200 тоннъ и длинной въ 30 метровъ, паровая машина съ котлами занимаетъ около половины всего внутренняго пространства корпуса; при длинѣ корпуса въ 10 метровъ паровая машина займетъ болѣе половины длины корпуса. Въ лодкѣ длиною 4—5 метровъ паровая машина со своимъ котломъ заняла бы почти  $\frac{3}{4}$  длины корпуса, помимо того, что загрузила бы ее.

При всякомъ водоизмѣщеніи замѣна паровой машины двигателемъ внутренняго сгорания даетъ замѣтную выгоду въ освободеніи части водоизмѣщенія отъ бесполезной загрузки механизмовъ. Дѣлались пробы ставить облегченные паровыя котлы со змеевиками для моментальнаго образованія пара (сист. Серполла) и дѣйствительно удавалось иногда уменьшать общій вѣсъ паровой системы до вѣса двигателя внутренняго сгорания, но и такія облегченныя паровыя машины не получили распространенія, такъ какъ двигатели внутренняго сгорания, кромѣ малаго вѣса, имѣютъ и много другихъ преимуществъ: всегдашнюю готовность къ дѣйствію, простоту ухода и т. п. съ чѣмъ интересующіеся двигателями внутренняго сгорания достаточно знакомы.

Эти преимущества двигателей внутренняго сгорания существуютъ при всякой величинѣ корабля, яхты или лодки, но при

очень большомъ водоизмѣщеніи разница нѣсколько сглаживается повизной дѣла, привычкой къ паровымъ машинамъ и нѣкоторымъ недоувѣріемъ къ двигателямъ внутренняго сгоранія очень большой мощности, и при томъ не фабричнаго типа.

Для всѣхъ же прогулочныхъ лодокъ и яхтъ преимуществъ двигателей внутренняго сгоранія доказывается безспорно утѣтъмъ, что со времени появленія этого рода двигателей, почти и строится новыхъ яхтъ или лодокъ съ паровыми машинами.

Въ отношеніи морскихъ и рѣчныхъ судовъ большого водоизмѣщенія въ последнее время большіе половины вновь строящихся снабжаются двигателями внутренняго сгоранія.

Живой интересъ спортсменовъ къ передвиженію по водѣ помощію двигателей внутренняго сгоранія, побудилъ автора составить руководство, объясняющее принципы поддерживанія на водѣ и передвиженія по водной стихіи, спокойной или водную щейся,—при чемъ передача работы винтомъ рассмотрѣна довольно подробно,—и остановиться при томъ подробно на главной части каждой моторной лодки—ея *двигатель*.

Такимъ образомъ, *первый* отдѣлъ говоритъ о корпусѣ лодки въ связи съ плаваніемъ его по водному пути и съ передачей работы двигателя посредствомъ винта, или другихъ приспособленій, а дополнителныя части отдѣла говорятъ о различныхъ *типахъ* лодокъ и моторныхъ судовъ и объ *оборудованіи* ихъ, а въ заключеніе—объ управленіи лодкой и о правилахъ предосторожности на водномъ пути.

Отдѣлъ *второй* говоритъ о двигателяхъ для моторныхъ лодокъ, яхтъ и отчасти для судовъ большого водоизмѣщенія промысловыхъ, торговыхъ и пассажирскихъ, поскольку къ этимъ типамъ судовъ примѣняются уже въ настоящее время двигатели внутренняго сгоранія, хотя бы и утяжеленнаго типа, сравнительно съ типами лодочнымъ и яхтеннымъ.

Въ виду сравнительно большого распространенія на моторныхъ лодкахъ двухтактныхъ двигателей, а на судахъ большихъ водоизмѣщеній—четырехъ и двухтактныхъ «дизель», на эти два типа и будетъ здѣсь обращено главное вниманіе; что же касается четырехтактныхъ двигателей обычнаго автомобильнаго типа, то чтобы не повторять уже много разъ изложеннаго, будутъ даны вкратцѣ лишь основы ихъ дѣйствія,—для полноты изложенія,—и отмѣчены особенности сравнительно съ автомобильными.

## Отдѣлъ I.

### Корпусъ лодки и водный путь.

#### I.

#### Условія плаванія безъ передвиженія.

Центръ тяжести и центръ плавучести.—Условія устойчиваго равновѣсія.—Вліяніе перемѣщенія груза.—Метацентрическій радіусъ.—Вліяніе формы корпуса на устойчивость.

1. Условія плаванія въ жидкости. Плаваніе на водѣ подвержено опредѣленнымъ физическимъ законамъ.

Не вдаваясь въ подробности и не излагая полной теоріи предмета, необходимо все-таки напомнить основныя положенія, что облегчить ознакомленіе съ послѣдующимъ.

Плаваніе безъ передвиженія можетъ считаться простѣйшимъ видомъ плаванія, наиболѣе легко доступнымъ изученію.

Если жидкость—вода рѣки, пруда или моря находится въ покоѣномъ состояніи, то плавающий на ней предметъ подвергается дѣйствію лишь двухъ силъ: во-первыхъ, силы тяжести, не измѣняющейся отъ того, лежитъ ли предметъ на твердомъ основаніи или поддерживается водою (на водѣ), а во-вторыхъ—давленіе воды въ вертикальномъ направленіи, которое уравниваетъ силу тяжести. Давленіе воды въ другихъ направленіяхъ, кромѣ вертикальнаго, уравнивается само собою и на поддержаніе предмета на водѣ не оказываетъ вліянія.

Такимъ образомъ, плаваніе возможно, когда давленіе воды въ вертикальномъ направленіи (вверхъ) равно вѣсу предмета. А давленіе воды вертикально (вверхъ) зависитъ отъ количества вытѣсненной воды, т. е. отъ ея вѣса. Слѣдовательно, плаваніе возможно, когда вѣсъ предмета равенъ вѣсу воды, вытѣсненной тою частью предмета, которая погружена въ воду. Это основной законъ плаванія, открытый еще Архимедомъ. Поэтому невозможно плаваніе предмета, удѣльный вѣсъ котораго больше, чѣмъ удѣльный вѣсъ жидкости. Вода считается за единицу удѣльнаго вѣса, и слѣдовательно, если удѣльный

вѣсъ вещества больше единицы, то оно въ водѣ плавать не можетъ и затонетъ въ ней. Однако, плаваніе желѣзнаго корабля возможно, такъ какъ общій удѣльный вѣсъ всего корпуса корабля вмѣстѣ съ пустотою внутри—меньше единицы.

2. Центр тяжести и центр плавучести. Извѣстно также, что плаваніе можетъ быть *устойчивое, неустойчивое и безразличное*. Очевидно, что если собрать всѣ силы тяжести каждой отдѣльной точки предмета въ одну точку, расположенную такъ, чтобы сила, приложенная къ этой точкѣ, вполнѣ замѣняла отдѣльныя силы тяжести каждой отдѣльной точки, то положеніе тѣла не измѣнится. Такую точку и называютъ центромъ тяжести ( $G$  на рис. 1).

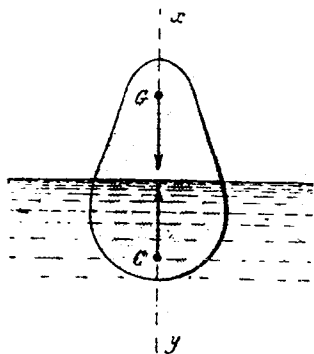


Рис. 1.—Плаваніе предмета на водѣ.— $G$ , центр и сила тяжести.— $C$ , центр и сила плавучести (поддерживающая сила, равная вѣсу вытѣсненной воды).— $x, y$ , вертикальная ось, на которой расположены оба вышеуказанныя точки. Положеніе *неустойчивое*.

Обратно, давленіе воды, поддерживающее предметъ въ различныхъ точкахъ, можно соединить въ одну точку, называемую центромъ давленія или *центромъ плавучести* ( $C$ ).

Между этими двумя точками имѣется много сходства, но замѣчается и весьма существенное различіе, главнымъ образомъ, въ томъ, что положеніе центра тяжести не измѣняется отъ измѣненія положенія предмета, тогда какъ центр плавучести въ большинствѣ случаевъ передвигается вмѣстѣ съ наклономъ предмета въ ту или другую сторону. Лишь въ нѣкоторыхъ исключительныхъ случаяхъ, какъ, напримѣръ, когда погруженная поверхность тѣла шарообразна или представляетъ кругъ повсюду въ разрывѣ, перпендикулярномъ длинѣ предмета, (рис. 2)—центр плавучести не перемѣщается. Каждому извѣстно, что деревянный шарикъ или резиновый мячъ, плавающий на водѣ, можетъ легко вращаться во всѣ стороны и не стремится вовсе выйти изъ того положенія, въ которомъ онъ остановленъ. Въ немъ центр тяжести и центр плавучести оба не перемѣщаются и притомъ оба соединены въ одной точкѣ, а силы тяжести и плавучести проявляются въ обратномъ направленіи, одна другую уничтожая. Это будетъ наиболѣе яркій примѣръ безразличнаго состоянія плавучести, но для плаванія *какихъ-либо* лодокъ или судовъ подобное состояніе совершенно не пригодно. Дѣлались, правда, опыты съ постройкой спасательныхъ лодокъ въ видѣ шара, внутри котораго подвѣшивалась на скользящихъ рельсахъ особая камера, сохранявшая постоянно вертикальное положеніе. Сложность и громоздкость и другія неудобства подобной системы не позволяютъ рассчитывать на практическое примѣненіе.

Казалось бы, въ такомъ случаѣ, что наиболѣе устойчива, безопасна и удобна будетъ та лодка, центр тяжести которой расположенъ ниже центра плавучести. На самомъ дѣлѣ, весьма трудно расположить



материалъ корпуса лодки и всѣ тяжести въ ней такимъ образомъ, чтобы достигнуть такого расположенія центровъ какъ напр. на рис. 3. Только при очень тяжеломъ грузѣ, напр., состоящемъ изъ

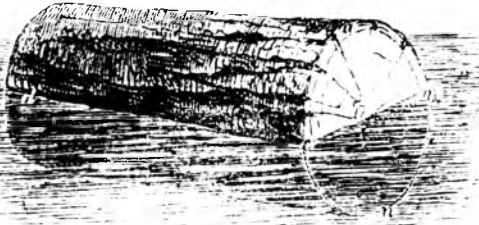


Рис. 2.—Совпаденіе центра тяжести и центра плавучести. Форма погруженной части тѣла круглая, (с, н. п) по крайней мѣрѣ, въ направленіи, поперечномъ линіи предмета *d*. Состояніе *безразличное* (въ одномъ направленіи).—*G*. Крайняя точка центральной линіи, на которой—центръ тяжести.

предметъ, находясь въ положеніи неустойчивомъ, неминуемо перевернется бы, какъ только выйдетъ бы хоть сколько-нибудь изъ положенія показаннаго на рисункѣ.

Средства удерживать предметъ отъ перевертыванія даже при неустойчивомъ равновѣсіи плаванія заключаются въ приданіи погруженной части предмета (подводной) такой формы, чтобы при наклонѣ предмета въ сторону погружающаяся сторона получала болѣе значительное давление подерживающее давленіе воды, чѣмъ раньше. Тогда центръ плавучести *C* перемѣстится также въ сторону наклона.

Примѣнительно къ лодкѣ будетъ слѣдующее явленіе (рис. 4). Центръ тяжести *G* помѣщается выше центра плавучести *C*. Въ правильномъ положеніи лодки эти центры находятся на одной вертикальной линіи. При наклонѣ лодки отъ той или иной причины (вѣтра, толчка или центробѣжной силы поворота,—последнее, если лодка на ходу) и считая, что центръ тяжести остается на прежнемъ мѣстѣ, центръ плавучести перемѣщается въ *C*.

сплошныхъ кусковъ металла, такая задача можетъ быть разрѣшена. Во всѣхъ остальныхъ случаяхъ, а въ особенности въ лодкахъ небольшой величины, гдѣ пассажиры сидятъ выше уровня воды (ватерлинии), достигнуть этого положительно невозможно.

Приходится мириться съ расположеніемъ центра тяжести выше центра плавучести, какъ на рис. 1, но въ такомъ случаѣ



Рис. 3.—Расположеніе центра тяжести ниже центра плавучести. Состояніе *устойчивое*, при всякой формѣ погруженной части предмета.—*G*, центръ тяжести.—*C*, центръ плавучести.—*A*, *B*, металлическій грузъ, прикрѣпленный къ бревну для пониженія центра тяжести.

остается на прежнемъ мѣстѣ, центръ плавучести перемѣщается въ *C*.



наклона, тѣмъ больше способность лодки принимать прежнее нормальное положеніе, т. е. тѣмъ больше ея «*остойчивость*». Изъ этого видно также, что «*остойчивость*» означаетъ понятіе нѣсколько разнящееся отъ *устойчивости*.

Величина разстоянія  $h$  во многомъ зависитъ отъ формы подводной части лодки и ближайшихъ къ водѣ надводныхъ частей борта. Зависимость имѣется и отъ высоты расположенія центра тяжести.

Подводная часть, придающая наибольшую остойчивость,—клинообразная, но съ весьма тупымъ угломъ, подобно рис. 4. Какъ очень острый уголъ клина, такъ и плоскодонныя суда менѣе остойчивы.

Надводная часть борта, по именно та, которая погружается въ воду при наклонѣ придаетъ наибольшую остойчивость, если поставлена вертикально или съ весьма небольшимъ наклономъ наружу. Тогда при погруженіи борта въ воду приподнимающее усиліе воды проявляется на большемъ рычагѣ у точки  $a$  и центр плавучести  $C$ , быстро удаляется отъ нормального своего положенія  $C$ . Этотъ же чертежъ показываетъ, что если бы бортъ имѣлъ наклонъ внутрь на величину угла наклона лодки, то бортъ стоялъ бы въ данномъ случаѣ вертикально, и часть подъемной силы воды, именно проявляющаяся нынѣ въ крайнихъ точкахъ рычага, отсутствовала бы; въ результатѣ точка  $C_1$  стояла бы ближе къ нормальному положенію.

Разсмотрѣніе того же чертежа покажетъ, что если бы дно было совершенно плоское, то разница въ водоизмѣщеніи правой и лѣвой стороны лодки была бы при одинаковомъ углѣ наклона—меньше.

Если же клинъ очень острый, то при томъ же водоизмѣщеніи корпусъ былъ бы болѣе узкимъ и длина рычага, зависящая отъ подъемной силы болѣе погруженной части корпуса,—была бы меньше. Острый клинъ позволяетъ въ большихъ яхтахъ значительно понизить центр тяжести примѣняя тяжелый металлическій киль, и такимъ образомъ выиграть въ остойчивости, но въ маленькихъ лодкахъ весь грузъ, состоящій, главнымъ образомъ изъ двигателя и пассажировъ, располагается по необходимости выше узкой части клина.

Въ величину выправляющей силы входитъ также и вѣсъ выходящей изъ воды части корпуса, бывшей въ водѣ при нормальномъ положеніи лодки и неуравновѣшиваемой при наклонѣ вѣсомъ другой стороны лодки. Такъ, на рис. 4 пунктиромъ отмѣчено положеніе нормальной ватерлинии. Ясно, что часть корпуса съ лѣвой стороны, вышедшая изъ воды, будетъ способствовать выпрямленію корпуса и увеличивать дѣйствіе силы  $C_1C_2$ .

Эта составная часть выправляющей силы, приведенная къ точкѣ  $C_1$ , обыкновенно подразумѣвается включенной въ составъ всей выправляющей силы. Въ моторныхъ лодкахъ, а въ особенности въ парусныхъ яхтахъ, примѣняется на практикѣ перемѣщеніе груза на навѣтренный бортъ и этимъ значеніе указанной части выправляющей силы еще увеличивается.

Существуют и донныя въ нѣкоторыхъ странахъ лодки мѣстной постройки, съ примѣненіемъ добавочнаго груза—бревна, выдвинутого очень далекаго за бортъ; бревно, при нормальномъ положеніи лодки, лежитъ на водѣ и частью погружено въ нее, а при наклонѣ лодки, выходя больше изъ воды, представляетъ весьма значительный грузъ, удерживающій лодку отъ крена. Это же бревно можетъ дѣйствовать и въ обратномъ направленіи своимъ противодѣйствіемъ погруженію.

3. Вліяніе перемѣщенія груза. До сихъ поръ центръ тяжести разсматривался, какъ постоянный и только въ случаѣ съ пересадкой пассажировъ на парусной яхтѣ грузъ, а слѣдовательно и центръ тяжести системы, передвинутъ былъ въ сторону отъ нормальнаго положенія, но въ направленіи обратномъ крену лодки. Передвиженіе центра тяжести помогало здѣсь выпрямленію лодки.

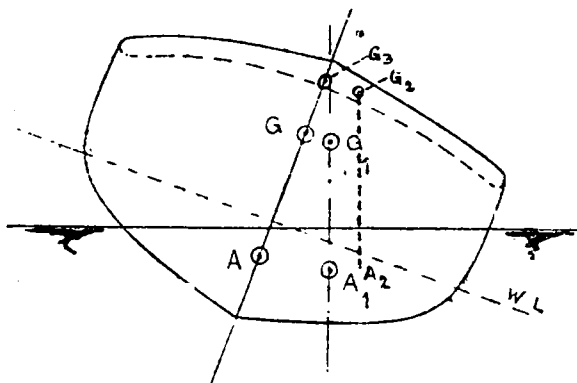


Рис. 5.—Уравновѣшиваніе передвиженія центра тяжести  $G$  въ  $G_2$ , перемѣщеніемъ центра плавучести изъ  $A$  въ  $A_2$ , при наклонѣ лодки. Одинаковое перемѣшеніе центра тяжести, находящагося выше, напр. въ точкѣ  $G_2$ , вызоветъ необходимость въ еще большемъ передвиженіи центра плавучести въ  $A_2$ , т. е. наклонъ лодки еще нѣсколько увеличится.

Корпусъ лодки долженъ быть приспособленъ также для противодѣйствія слишкомъ большому наклону лодки при передвиженіи центра тяжести въ ту или другую сторону.

Какъ и въ случаѣ рис. 4, быстрота передвиженія центра плавучести имѣетъ здѣсь главенствующее значеніе. Предположимъ, что центръ тяжести  $G$  (рис. 5) передвинутъ вправо и совпадаетъ съ вертикальной линіей, проходящей черезъ сдвинутый центръ плавучести  $A_1$ . Тогда передвиженіе центра тяжести, если другой кренящей силы нѣтъ, будетъ имѣть послѣдствіемъ оставленіе лодки въ томъ же наклонномъ положеніи. Изъ разсмотрѣнія рис. 5 совмѣстно съ рис. 4 видно, что передвиженіе центра плавучести ( $A$  въ  $A_1$ ) должно быть всегда больше, чѣмъ передвиженіе центра тяжести ( $G$  въ  $G_1$ ). При чемъ, чѣмъ выше центръ тяжести, тѣмъ значительнее должно быть перемѣщеніе

центра плавучести при одинаковомъ линейномъ передвиженіи центра. Такъ напр., если центръ тяжести  $G$  передвинулся бы въ точку  $G_2$ , то центръ плавучести долженъ былъ бы перемѣститься въ точку  $A_2$ , чтобы равновѣсіе было возможно. Ясно, что при той же формѣ корпуса наклонъ лодки получился бы большій, а при нѣкоторой высотѣ центра тяжести лодка потеряла бы остойчивость почти совершенно. Это и замѣчается при слишкомъ большомъ числѣ пассажировъ, такъ какъ каждый пассажиръ, нѣсколько увеличивая погруженіе лодки, измѣняетъ и расположеніе центра тяжести, который становится все выше. То же замѣчается и съ пассажирскими пароходами средней величины, когда большое число пассажировъ помѣстится на верхней палубѣ.

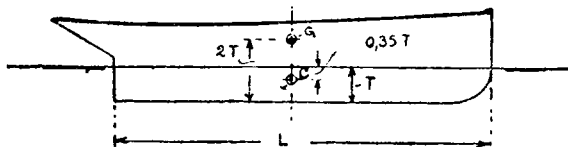


Рис. 6.—Расположеніе центра тяжести  $G$  и центра плавучести  $A$ , если смотрѣть сбоку лодки, при нормальномъ расположеніи ватерлиніи по длинѣ лодки. Высота центра тяжести отъ килѣ составляетъ приблизительно двойное ( $2 T$ ) разстояніе отъ килѣ до ватерлиніи. Центръ плавучести помѣщается приблизительно на  $0,35$  того же разстоянія  $T$  ниже уровня воды.

Форма подводной части лодки должна быть приблизительно такая же, какъ и въ изложенныхъ ранѣе разсужденіяхъ.

Отступленіе отъ нормальнаго положенія ватерлиніи возможно также и по длинѣ лодки, главнымъ образомъ, вслѣдствіе перемѣщенія центра тяжести. Рис. 6 показываетъ правильное положеніе ватер-

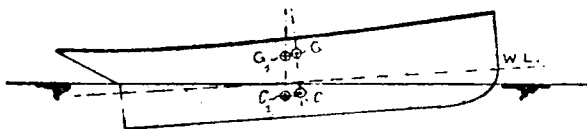


Рис. 7.—Измѣненіе положенія лодки (дифферентъ) на корму вслѣдствіе перемѣщенія центра тяжести  $G$  въ  $G_1$ . Центръ плавучести перемѣщается на нѣсколько большее разстояніе изъ  $C$  въ  $C_1$ .

линіи, а рис. 7—неправильное, что является послѣдствіемъ перемѣщенія центра тяжести изъ  $G$  въ  $G_1$ . Это влечетъ за собою перемѣщеніе центра давленія (плавучести) изъ  $C$  въ  $C_1$ . Подобное отступленіе называется *дифферентомъ* и происходитъ иногда отъ неправильнаго расчета водонизмѣщенія отдѣльныхъ частей корпуса или отъ невнимательнаго расположенія постоянныхъ грузовъ: двигателя передаточныхъ механизмовъ, бака съ бензиномъ и т. п. Приходится исправлять этотъ недостатокъ, если не желаютъ производить полную перестановку всѣхъ механизмовъ,

перемѣщеніемъ подвижныхъ грузовъ и соответственнымъ размѣщеніемъ пассажировъ. Какъ увидимъ въ слѣдующемъ отдѣлѣ, подобное же отступленіе ватерлинии можетъ происходить и отъ движенія лодки.

4. **Метацентрическій радіусъ.** Вліяніе расположенія центровъ тяжести и плавучести выражается иногда посредствомъ особой величины, называемой «*метацентрическимъ радіусомъ*». На рис. 8 онъ обозначенъ буквой  $\rho$  и представляетъ разстояніе между метацентромъ  $m$  и кривой расположенія центровъ плавучести въ направленіи оси лодки. Метацентръ, въ свою очередь, представляетъ пересѣченіе вертикальной оси лодки (при ея наклонѣ вмѣстѣ съ корпусомъ) съ вертикальной линіей, проходящей че-

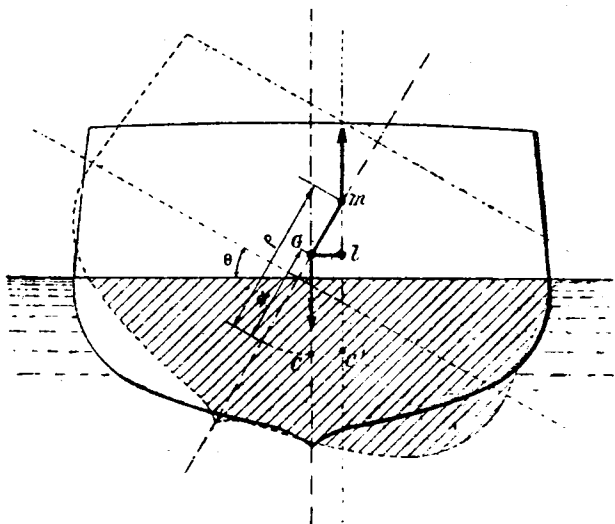


Рис. 8.—Объясненіе силъ содѣйствующихъ выпрямленію лодки и понятія *метацентрическаго радіуса*.— $C$ , центръ плавучести при нормальномъ положеніи лодки.— $C'$ , центръ плавучести при наклонѣ лодки.— $G$ , центръ тяжести.— $m$ , метацентръ, лежащій на пересѣченіи наклоненной оси лодки съ вертикалью, проходящей черезъ сдвинутый центръ плавучести.— $G'l$ , плечо рычага выпрямляющей силы.— $\theta$ , уголъ наклона лодки.— $\rho$ , метацентрическій радіусъ—разстояніе между метацентромъ и кривой расположенія точекъ центровъ плавучести, въ направленіи, параллельномъ оси лодки.— $z$ , разстояніе между центромъ тяжести и той же кривой. Условіе остойчивости: метацентрическій радіусъ долженъ быть больше разстоянія  $z$ .

резъ новый центръ плавучести  $C'$ . Разстояніе  $z$  представляетъ разстояніе между центромъ тяжести и той же кривой, а поэтому условіемъ остойчиваго плаванія надо считать, что метацентрическій радіусъ ( $\rho$ ) больше (в направленіи параллельномъ оси сѣченія) разстоянія отъ центра тяжести до кривой центровъ плавучести ( $z$ ).

5. **Остойчивость на волнѣ.** До сихъ поръ разсматривались случаи, когда остойчивость проявляла свое дѣйствіе на гладкой водной поверхности. За рѣдкими исключеніями, приходится имѣть

дѣло съ волнующеюся водной поверхностью, при чемъ волны бываютъ весьма разнообразными по формѣ и величинѣ.

Для простоты изученія, рассмотримъ здѣсь лишь дѣйствіе волнъ на неподвижную лодку. Приближеніе волны къ стоящей на водѣ лодкѣ можетъ происходить съ различныхъ сторонъ. Рассмотримъ послѣдовательно подходъ съ борта, затѣмъ съ носа или кормы, и затѣмъ подѣ угломъ въ  $45^\circ$  къ этимъ двумъ направлѣніямъ. Волна, подходящая съ борта, первоначально перемѣщаетъ центръ плавучести къ тому же борту, такъ какъ лодка оказывается какъ бы болѣе погруженной съ этой стороны; давленіе водяного

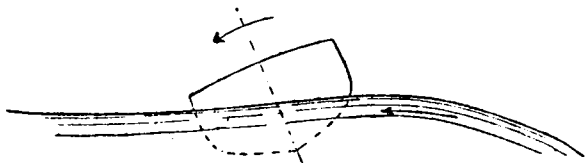


Рис. 9.—Раскачивающее дѣйствіе волны, подходящей къ борту.

столба здѣсь больше. Подѣ вліяніемъ дѣйствія центра плавучести, при оставшемся расположеніи центра тяжести, этотъ же бортъ приподнимается, и лодка нѣсколько переваливается на другой бортъ, хотя волна уже можетъ перейти на другую сторону лодки. Такимъ образомъ лодка приметъ первоначально положеніе рис. 9, а затѣмъ начнетъ выпрямляться довольно быстро и приобрететъ размахъ въ другую сторону (рис. 10). Можетъ случиться, что какъ разъ въ это время подходитъ слѣдующая волна и лодка будетъ черпать бортомъ.

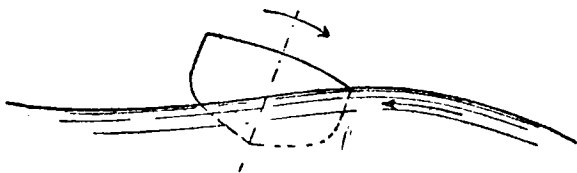


Рис. 10.—Обратный размахъ лодки, совпавшій съ подходомъ второй волны съ борта.

Поэтому лодки, легко поддающіяся дѣйствію боковой волны, иногда опасны, въ особенности, если размахъ ихъ колебанія сходится съ размахомъ колебанія волны. Болѣе острый клинъ для боковой волны менѣе чувствителенъ.

Ранѣе было сказано, что тупой уголъ клина способствуетъ остойчивости при перемѣщеніи груза или при дѣйствіи силы извнѣ, напр., вѣтра. Слѣдовательно, требованія остойчивости на горизонтальной поверхности воды и на волнѣ нѣсколько различны. Дѣйствіе боковой волны можетъ скорѣе, чѣмъ перемѣщеніе груза, перевернуть лодку, въ особенности, при большой крутизнѣ волны. Поэтому искусство рулированія на сильной волнѣ состоитъ, между

прочимъ, въ избѣганіи постановки лодки бортомъ къ волнѣ. Въ этомъ положеніи лодку можетъ, кромѣ того, залить срывающимся гребнемъ волны, что еще увеличиваетъ опасность подобнаго плаванія,

Если даже закрыть лодку сверху, опасность не вполне устраняется, такъ какъ, если центръ тяжести выше центра плавучести, то имѣется всегда предѣльный уголъ, при которомъ центръ тяжести перейдетъ черезъ вертикальную линію центра плавучести.

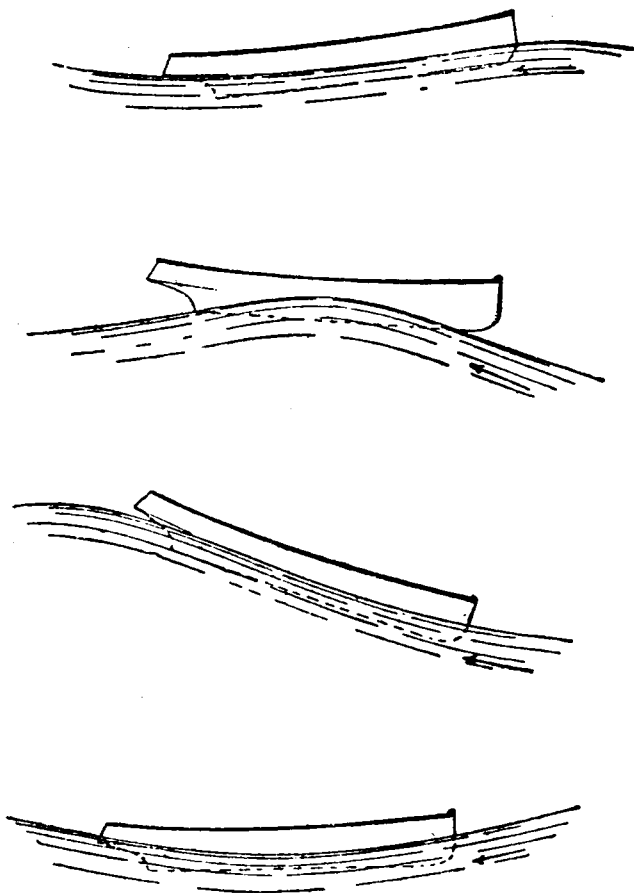


Рис. 11.—Различныя положенія лодки на волнѣ, проходящей подъ лодкой по направленію отъ носа къ кормѣ.

Тогда лодка неминуемо перевернется. Задача строителя увеличить этотъ предѣльный уголъ, и, если уголъ доведетъ до  $70^\circ$  и болѣе, то можно считать лодку практически неперевертываемой.

Совершенно неперевертываемой можетъ быть только та лодка, гдѣ центръ тяжести ниже центра плавучести, что встрѣчается въ яхтахъ съ тяжелымъ и далеко выдвинутымъ килемъ. Лодки небольшого водоизмѣщенія и мелко сидящія сдѣлать совершенно неперевертываемыми—по объясненнымъ причинамъ—невозможно.



При широкомъ корпусѣ лодки боковое раскачиваніе можно иногда нѣсколько уменьшить расположеніемъ грузовъ вблизи бортовъ. Тогда инерція груза, замедляетъ раскачиваніе.

Остойчивость лодки считается на практикѣ достаточной, если длина превосходитъ ширину не болѣе 8-ми разъ, а форма ея довольно полная.

Если волна подходитъ съ носа или съ кормы, то раскачиваніе не столь замѣтно, но и здѣсь можетъ получиться совпаденіе времени колебанія съ подходомъ слѣдующей волны. Тогда носъ или корма зарывается въ волну, особенно это явленіе замѣтно при движеніи лодки впередъ, но и на мѣстѣ приходится иногда встрѣчаться съ этимъ.

Противодѣйствіемъ заливанію лодки считается какъ форма носа или кормы, упиренная кверху, такъ и закрытіе носовой, въ особенности, части палубы.

При подходѣ волны по срединѣ угла, между бортомъ и продольной осью лодки, неприятыя и опасныя явленія подхода волны по разобраннымъ двумъ направленіямъ значительно уменьшаются. Опытный рулевой можетъ на небольшой шлюпкѣ ходить по высокимъ волнамъ, пользуясь именно этимъ правиломъ. Иногда только лодку будетъ нѣсколько заливать на гребнѣ волны.

Различныя положенія лодки при килевой качкѣ показаны на рис. 11, гдѣ въ четырехъ положеніяхъ изображена лодка, подъ которой проходитъ волна въ направленіе отъ носа къ кормѣ. Нижнее положеніе именно то, при которомъ при сколько-нибудь крутой волнѣ возможно заливаніе лодки.

## II.

### Условія плаванія при передвиженіи по поверхности воды.

Измѣненіе давленій на корпусъ въ зависимости отъ быстроты передвиженія по гладкой и по волнистой поверхности.—Условія наименьшаго сопротивленія передвиженію.—Различныя формы корпусовъ въ зависимости отъ предполагаемой скорости.—Предѣльная скорость.—Гидропланы.

Передвиженіе лодки можетъ происходить или по гладкой, или по волнующейся поверхности.

Сначала разсмотрѣно дѣйствіе водной среды на корпусъ лодки во время ея передвиженія при спокойномъ состояніи воды.

Передвигаясь, лодка раздвигаетъ воду, раскидывая ее по сторонамъ, а сопротивленіе воды снизу, увеличиваемое въ носовой части по мѣрѣ увеличенія скорости приподнимаетъ носъ лодки также въ зависимости отъ скорости, форма носовой части лодки и вообще всего корпуса имѣетъ также немаловажное значеніе.

1. Приподнимающее дѣйствіе воды, замѣчаемое во время хода лодки, основано на слѣдующемъ: во время стоянія на мѣстѣ, тяжесть вполнѣ уравнивается плавучестью лодки, считая

водонизмѣщеніе корпуса до ватерлинии. При передвиженіи лодки, появляется новая сила, проявляющаяся какъ въ противодѣйствіи движенію въ направленіи, обратномъ работѣ винта (или колесъ), такъ и въ вертикальномъ направленіи вслѣдствіе увеличенія давленія на воду въ моментъ ея раздвиганія. Если къ тому же дно носовой части лодки приподнято, какъ на рис. 12 и можетъ быть приравнено къ плоскости  $ab$ , то приподнимающее дѣйствіе воды станетъ еще болѣе замѣтнымъ. Оно будетъ состоять изъ

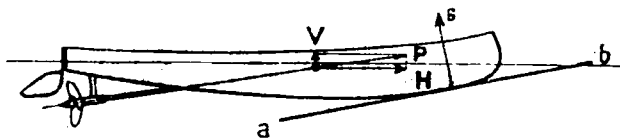


Рис. 12.—Приподниманіе носа лодки подѣйствіемъ давленія воды, замѣтное на быстромъ ходу.— $B$ , сила, представляющая противодѣйствіе воды въ направленіи, перпендикулярномъ плоскости  $ab$  дна передней части лодки. Сила  $B$  можетъ быть разложена на двѣ, изъ которыхъ одна дѣйствуетъ вверхъ, приподнимая носъ лодки, а вторая уничтожается дѣйствіемъ винта.— $P$ , дѣйствіе винта, разложенное на двѣ силы по направленію движенія— $H$  и вверхъ— $I$ . Въ зависимости отъ точки приложенія силы  $P$  дѣйствіе винта можетъ приподнимать носъ или корму.

вертикальной слагающей силы  $B$ , направленной перпендикулярно указанной плоскости  $ab$ , и эта слагающая будетъ почти равна силѣ  $B$ , такъ какъ уголъ между ними сравнительно не великъ.

Общезвѣстно, что каждая лодка на быстромъ ходу приподнимается изъ воды спереди и нѣсколько садится кормой. Въ особенности это замѣтно при быстромъ ходѣ моторной лодки, а еще больше, когда обыкновенная шлюпка идетъ на буксирѣ со

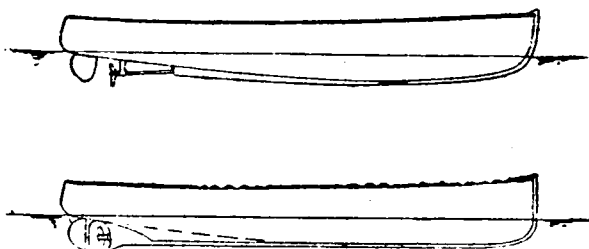


Рис.—13.—Два основныхъ типа корпусовъ. верхній рис.—«гонимый» типъ; нижній рис.—«крейсерскій типъ».

значительной скоростью. Это положеніе вредно для развитія скорости, и конструкторы стремятся уменьшить приподниманіе носа лодки. главнымъ образомъ, придавая корпусу лодки особую форму.

Извѣстны два наиболѣе употребительныхъ типа корпусовъ (рис. 13), изъ которыхъ одинъ (нижній) считается болѣе удобнымъ для размѣщенія двигателя и пассажировъ и носитъ названіе «крейсерскаго». Дѣйствительно, для продолжительнаго пребы-

ванія въ немъ этотъ корпусъ болѣе удобенъ. Другой типъ (*верхний*) считается «гоночнымъ» и примѣняется въ быстроходныхъ моторныхъ лодкахъ. Разница еще болѣе замѣтна, если сравнить оба корпуса лодки по плоскости ватерлинии (рис. 14). Въ гоночной лодкѣ болѣе широкая часть плоскости по ватерлинии—въ кормѣ, тогда какъ та же плоскость у обыкновенной лодки имѣетъ наиболѣе широкую часть почти по срединѣ.

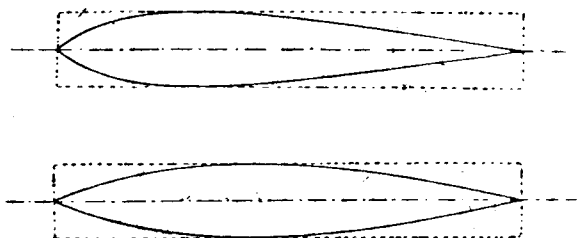


Рис. 14.—Различныя горизонтальныя площади сѣченія у ватерлинии. *верхній рис.*—гоночной лодки; *нижній рис.*—лодки «крейсерскаго» типа. Носовая часть—съ правой стороны. Объясненіе формы гоночной лодки на рис. 15 и 16.

Объясненіе такого на первый взглядъ страннаго устройства гоночной лодки облегчается при помощи рис. 15. Чтобы въ значительной степени противодѣйствовать выталкиванію носа лодки изъ воды, необходимо сдѣлать обѣ расходящіяся плоскости отвѣсными, какъ и показано на рисункѣ. Вмѣстѣ съ тѣмъ необходимо

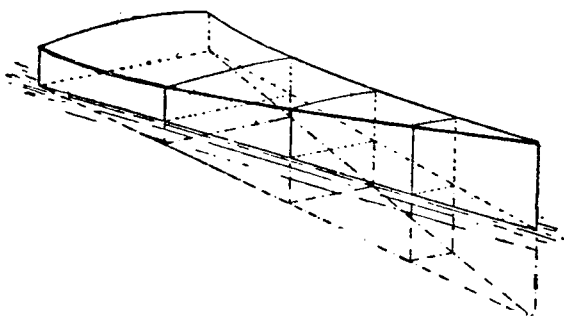


Рис. 15.—Схема устройства корпуса гоночной лодки, не выходящей въ носовой части изъ воды на быстромъ ходу. Такъ называемая «тетраэдрическая форма», или система двойного клина. Какъ уголъ раздвигающихъ воду плоскостей, такъ и выхода изъ воды кормовой плоскости очень острый и одинаковъ по всей длинѣ корпуса.

сдѣлать уголъ расхожденія болѣе острымъ. Въ кормѣ уголъ выхода плоскостей изъ воды или схождение ихъ долженъ также быть наиболѣе острымъ. Первое—для облегченія расталкиванія воды, второе—для уменьшенія противодавленія, какъ слѣдствія уменьшеннаго давленія за кормой, (такъ называемаго «присасы-

ванія»). Если приять систему рис. 15, гдѣ наиболее глубоко сидящая часть лодки—носовая, а острый уголъ расхожденія плоскостей достигается тѣмъ, что плоскости расходятся вплоть до кормы, то вмѣсто схожденія вертикальныхъ плоскостей у кормы, дно лодки сдѣлано поднимающимся отъ носа въ кормѣ, и такимъ образомъ какъ уголъ расхожденія носовыхъ плоскостей, такъ и уголъ выхода изъ воды кормовой плоскости уменьшается приблизительно въ два раза. Получается форма двойного клина или такъ называемая «тетраэдровидная» лодка. На этомъ же рисункѣ показанъ поперечный разрѣзъ черезъ каждую четверть длины лодки. Въ чистомъ видѣ, эта система не примѣняется вслѣдствіе того, что ни носовая, ни кормовая части, не имѣютъ полезнаго водоизмѣщенія, а съ нѣкоторыми округленіями можно встрѣтить ее на гоночныхъ лодкахъ, какъ показано на рис. 16. Дальнѣйшее округленіе формъ, но съ оставленіемъ только-что разобранныхъ принциповъ постройки, видно на рис. 13 и 14 (верхніе чертежи).

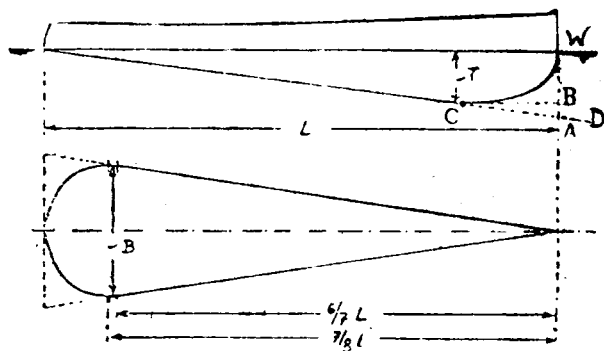


Рис. 16. — Допускаемая практикой отступленія отъ правильной геометрической формы показанной на рис. 15. Корма округлена, и наибольшая ширина  $B$  получается на разстояніи  $\frac{6}{7}$  до  $\frac{7}{8}$  длины лодки  $L$ , считая отъ носа. —  $T$ , наибольшая глубина приблизительно на разстояніи  $\frac{1}{5}$  части отъ носа, такъ какъ киль въ носовой части нѣсколько срезанъ и округленъ. Глубина меньше разстоянія  $WD$  на величину  $BI$ .

2. Предѣльная скорость. До того, какъ начали строить гоночныя лодки по типу двойного клина, многіе конструкторы, видя затруднительность приданія судамъ обычной «крейсерской» формы очень большихъ скоростей, старались даже найти предѣльную скорость, доступную лодкамъ и судамъ различнаго водоизмѣщенія. Такъ изслѣдователь *Норманъ* сдѣлалъ сообщеніе американскому обществу морскихъ инженеровъ о найденной имъ, на основаніи опытовъ формулѣ, дающей предѣльную скорость для каждаго водоизмѣщенія (рис. 17). Цифры на нижней линіи (абсциссы) даютъ водоизмѣщеніе въ тоннахъ, а цифры на вертикальной линіи (оси ординатъ) даютъ предѣльную скорость по формулѣ, предложенной Норманомъ:

$$V = F\sqrt{D},$$

гдѣ  $F$  — коэффициентъ,  $D$  — тоннажъ,  $V$  — скорость въ морскихъ миляхъ. Такимъ образомъ, моторная лодка въ 8 тоннъ не должна бы давать скорости больше 25 кил. въ часъ, а яхта въ 18 тоннъ не должна бы итти скорѣе 30 кил. въ часъ.

На самомъ дѣлѣ, лодки съ корпусами современной гоночной постройки нѣсколько превосходятъ даже двойную скорость противъ ука-

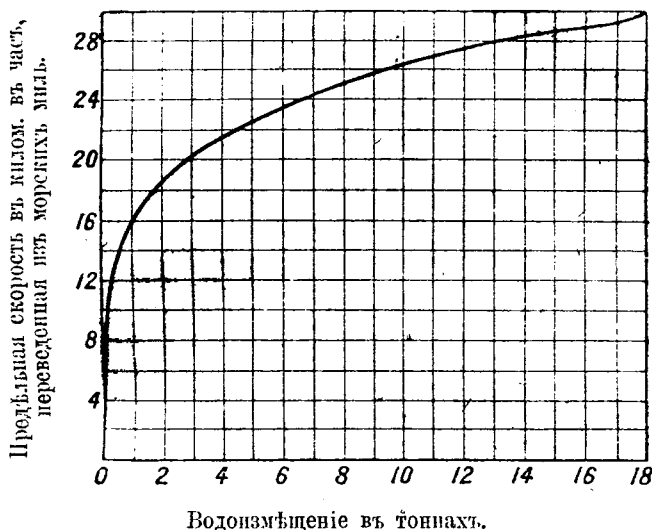


Рис. 17.—Кривая предѣльной быстроты лодки при водоизмѣщеніяхъ до 18 тоннъ по эмпирической формулѣ, предложенной Норманомъ:

$F\sqrt{D}$ , гдѣ  $D$  представляет водоизмѣщеніе въ тоннахъ,  $F$ —коэффициентъ.

занной, и предѣломъ является не измѣненіе положенія корпуса, а невозможность ставить болѣе сильный двигатель.

3. Гидропланы. Существуютъ еще типы корпусовъ скользящихъ по поверхности воды, такъ наз. «гидропланы», и предѣльная скорость такихъ лодокъ еще нѣсколько выше, чѣмъ для формы двойного клина. На спокойной водѣ преимущество гидроплана неоспоримо. Работа.



Рис. 18.—Форма корпуса гидроплана съ однимъ выступомъ подводной части. Винтъ работаетъ отъ зубчатой передачи.

двигателя оказывается болѣе продуктивной, такъ какъ разбрасываніе воды гораздо меньше, чѣмъ при моторной лодкѣ самага усовершенствованнаго рисунка. Форма корпуса гидроплана показана на рис. 18. Здѣсь виденъ уступъ приблизительно по срединѣ длины лопки: иногда такихъ уступовъ бываетъ нѣсколько, а иногда лопка гладкая. Окончательнаго выбора той или

другой системы еще не сдѣлано. Нѣкоторые добавочныя свѣдѣнія, касающіяся гидроплановъ, помѣщены на дальнѣйшихъ страницахъ.

Въ настоящее время гидропланы считаются наиболѣе быстрымъ способомъ передвиженія по водѣ, когда нѣтъ волненія.

На волнистой поверхности условія передвиженія значительно измѣняются, и въ иныхъ случаяхъ лодки крейсерскаго типа проходили тамъ, гдѣ гоночная лодка, а тѣмъ болѣе гидропланъ, отказывались идти. Практически тогда крейсерскій типъ оказывался наиболѣе быстрымъ. Объясненіе надо искать въ томъ, что неровная поверхность воды значительно измѣняетъ условія передвиженія каждаго вида судовъ, но главнымъ образомъ гидроплановъ и гоночныхъ лодокъ. На волнахъ гидропланъ подсакиваетъ, становясь при этомъ подъ угломъ въ  $45^\circ$  и болѣе къ горизонту, и рискуетъ даже перевернуться назадъ. Гоночная лодка на большихъ волнахъ, гдѣ она успѣваетъ становиться подъ большимъ угломъ къ горизонту, также выпрыгиваетъ совершенно изъ воды, при чемъ если садится правильно на слѣдующую волну, то корпусъ претерпѣваетъ очень сильный ударъ. Если же корпусъ коснется волны въ косомъ направленіи, то лодка можетъ перевернуться черезъ одинъ или другой бортъ. Когда волны небольшого размѣра, то гоночная лодка не успѣваетъ, вслѣдствіе формы носовой части приподниматься изъ волны и прорѣзаетъ ее, отъ чего конечно теряется скорость. Лодка крейсерскаго типа, приподнимаясь легче по мѣрѣ подхода волны, меньше тормозится волной и въ конечномъ результатѣ можетъ, на очень неспокойной водѣ, побѣдить гоночную лодку въ быстротѣ хода.

Рѣшеніе задачи быстрого передвиженія по водѣ вмѣстѣ съ сохраненіемъ мореходныхъ качествъ, т. е. способности быстро и безопасно передвигаться на высокой волнѣ, можетъ, повидимому быть достигнуто посредствомъ соединенія гидроплана съ обыкновенной лодкой крейсерскаго типа. Подъ уровнемъ ватерлиніи прикрѣпляются наклонныя плоскости, расположенныя въ нѣсколько этажей, которыя, по мѣрѣ увеличенія скорости передвиженія, выходятъ послѣдовательно изъ воды. Тогда корпусъ лодки не касается воды и лодка идетъ какъ гидропланъ. На малой скорости корпусъ опять садится на воду, и лодка пригодна опять для передвиженія по волнистой поверхности. Расположеніе плоскостей въ нѣсколько этажей дѣлаетъ ихъ поддерживающую силу болѣе равномерной, такъ какъ встрѣчная волна лишь нѣсколько увеличиваетъ силу и при томъ постепенно. Не получается сильныхъ ударовъ, опасныхъ въ обыкновенныхъ гидропланахъ для цѣлости корпуса. Подобные опыты дѣлали инж. Форланини въ Италіи и Ламберъ во Франціи съ моторными лодками небольшихъ размѣровъ и результаты были довольно удачными. Если бы кто рѣшился сдѣлать опытъ съ болѣе значительнымъ водонмѣщеніемъ, то вѣроятно достигъ бы поразительныхъ результатовъ. Переходъ черезъ Атлантическій океанъ въ 2—3 сутокъ былъ бы вполне доступнымъ.

### III.

## Устройство корпуса лодки.

Строение корпуса лодки: киль, шпангоуты, обшивка. Рулевое управление.

Во всякой лодкѣ, большой или маленькой, такъ же, какъ и въ корпусѣ судовъ большого водоизмѣщенія, имѣются тѣ же главныя части корпуса, составляющія его основу или остовъ.

1. Постройка корпуса обыкновенно начинается съ киля, который въ маленькихъ лодкахъ очень часто дѣлается цѣльный изъ деревяннаго бруса (рис. 19, а въ разрѣзѣ—рис. 20 и 21). Въ большихъ лодкахъ киль по необходимости составной. Концы киля поднимаются кверху въ носовой и кормовой частяхъ, при чемъ въ большинствѣ случаевъ приходится дѣлать эти части приставными. Передняя часть называется «форштевень», а задняя «ахтерштевень».

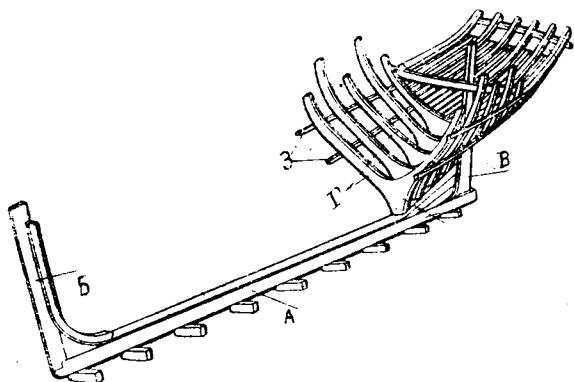


Рис. 19.—Строение корпуса деревянной лодки.—А, киль.—Б, форштевень (передній брус).—В, задній брусъ (ахтерштевень).—Г, шпангоуты.—З, продольныя соединительныя планки между шпангоутами.

Форма корпуса въ поперечномъ разрѣзѣ неодинакова по всей длинѣ и вырисовывается посредствомъ изогнутыхъ брусевъ, называемыхъ «шпангоутами». (Г на рис. 20—22). Шпангоуты прикрѣпляются верхними концами къ сравнительно прочному привальному брусу (Ж на рис. 20—22).

Посрединѣ высоты шпангоута ставятся иногда тонкія продольныя соединительныя планки (З на рис. 19 и 20), что придаетъ устойчивость шпангоутамъ, какъ во время сборки лодки, такъ и при ударахъ волнъ. Каждый ударъ распределяется на большое количество шпангоутовъ и на болѣе значительную площадь обшивки.

Получится, такимъ образомъ, остовъ лодки, который нужно только покрыть обшивкой, и корпусъ лодки готовъ.

Обшивка дѣлается или вгладь (рис. 21, средний и правый) или же край одной доски находить на другую. (*Д* на рис. 20 и рис. 21— лѣвый). Обшивка вгладь дѣлается очень часто изъ двухъ слоевъ дерева съ расположеніемъ планокъ подъ угломъ въ  $45^{\circ}$  въ одномъ слое относительно другого. Между слоями прокладываютъ иногда промасленную парусину. Если ставятъ одинъ лишь слой вгладь, то необходимо сзади ставить стыковой брусъ (*Г* на рис. 21).

Для прочности нижней части корпуса, во избѣжаніе поврежденія его изнутри, на шпангоуты накладывается рѣшетка или сплошной полъ изъ легкихъ досокъ (*К* на рис. 20 и 21). Эти же рѣшетки, сдѣланныя лишь болѣе прочно, служатъ, какъ основаніе для двигателя внутреннего сгорания, когда онъ ставится въ лодку. Въ такомъ случаѣ она носитъ названіе фундамента; та часть, гдѣ двигатель не ставится, носитъ названіе флоръ (съ англ.—полъ).

Къ привальному брусу сверху прикрѣпляется палуба лежащая на бимсахъ, а средняя часть палубы въ моторныхъ лодкахъ небольшой величины оставляется обыкновенно открытою, лишь нѣсколько прикрывается складнымъ каркасомъ спереди, противъ брызгъ. Вокругъ вырѣза обыкновенно ставятся вертикальныя планки небольшой высоты, также съ цѣлью защиты отъ заливанія волной. Палуба иногда дѣлается изъ узкихъ дощечекъ основанаго дерева, подобранныхъ по цвѣту, и щели между ними заливаются смолой, иногда же покрывается парусиной, которая окрашивается.

Соединеніе частей между собою производится болтами и винтиками изъ

латуни, а при болѣе простой конструкціи употребляются оцинкованные желѣзные болты и такіе же гвозди.

Сверху деревянныя части покрываются лакомъ въ нѣсколько слоевъ или же, при болѣе дешевыхъ постройкахъ, красятся масляной краской, для чего первоначально шпаклюются.

Дно ниже ватерлинии обшивается для соленой воды листами красной мѣди. Это способствуетъ сохраненію корпуса, предохраняетъ отъ наростація ракушекъ и одновременно уменьшаетъ треніе о воду, и слѣдовательно помогаетъ достиженію болѣе значительныхъ скоростей.

2. Стальные лодки нѣсколько отличаются системой постройки отъ только что перечисленныхъ подробностей деревянаго корпуса. Шпангоуты, выдерживающіе одинаковое давленіе, какъ и деревянные, оказываются столь тонкими, что весь бортъ пріобрѣтаетъ нежелательную гибкость; поэтому для укрѣпленія корпуса ставятъ, какъ у киля, такъ и у привальнаго бруса угольники *М*. (рис. 23). На нижнихъ угольникахъ лежитъ рама, металлическая

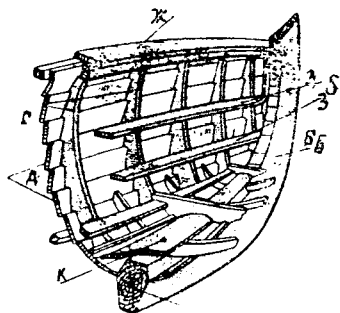


Рис. 20.—Строеніе корпуса деревянной лодки.—*Д*, обшивка.—*Ж*, привальный брусъ.—*Б*, планки рѣшетки или пола (флоръ).—Остальныя буквы объяснены на предыдущемъ рисункѣ.



или деревянная, къ которой и прикрѣпляется картеръ двигателя и всѣ передаточные механизмы. Стальная обшивка очень часто дѣлается не вгладь, а какъ показано на рис. 23, листы черезъ одинъ приклепываются сверху. Это упрощаетъ работу, такъ какъ не надо въ мѣстахъ стыковъ подкладывать стальные пластины, замѣняющія стыковые брусья въ деревянныхъ лодкахъ, забранныхъ вгладь.

Еще большая прочность корпуса достигается сплошными поперечными перегородками, которыя служатъ для обезпеченія непотопляемости лодки. Для послѣдней цѣли число перегородокъ должно быть значительно, не менѣе 4-хъ въ небольшой лодкѣ и не менѣе 6-ти въ лодкѣ большихъ размѣровъ. Такъ какъ перегородки препятствуютъ размѣщенію каютъ и передвиженію по длинѣ корпуса, то приходится въ большихъ лодкахъ прорѣзывать въ нихъ двери, что ослабляетъ ихъ значеніе такъ же, какъ и сопротивление давленію воды.

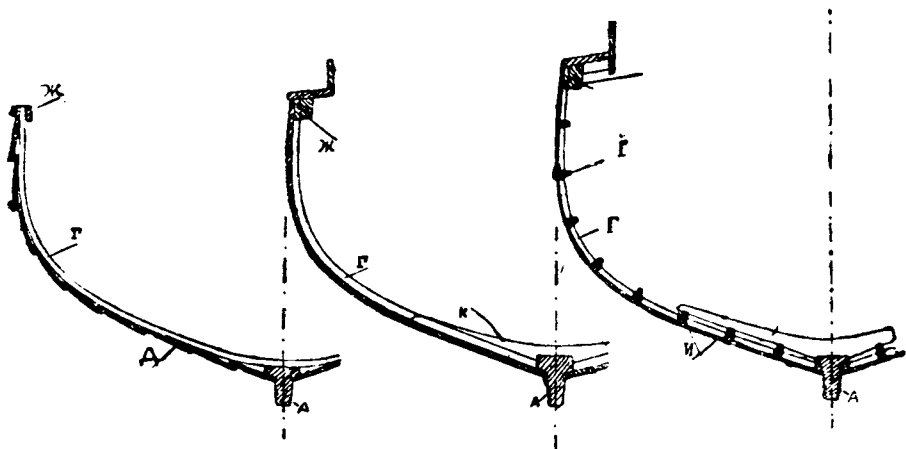


Рис. 21.—Разрѣзъ строенія корпуса и обшивки трехъ различныхъ системъ. *Лѣвый чертежъ*—обшивка съ наложеніемъ края на край. *Средній чертежъ*—обшивка вгладь двуслойная и потому безъ стыковыхъ брусевъ. *Правый чертежъ*—обшивка вгладь однослойная со стыковыми брусьями, прикрывающими пазы.—*И*, стыковой брусъ—при обшивкѣ борта вгладь.—*И*, стыковые брусья, поддерживающіе полъ. Остальныя буквы объяснены на двухъ предыдущихъ чертежахъ.

Въ малыхъ лодкахъ предпочитаютъ поэтому устраивать воздушные ящики, которые можно располагать подъ скамейками, а также на носу и въ кормѣ. Такимъ образомъ, практически они почти не занимаютъ мѣста. Конечно, лодка будетъ лишь держаться на поверхности воды, но дѣйствіе двигателя продолжаться не можетъ. Лодка сядетъ въ воду почти до верха бортовъ, и кромѣ того въ залитомъ состояніи теряетъ всякую остойчивость, ложится то на одинъ бокъ, то надъ ругой, и иногда стремится перевернуться совершенно килемъ вверхъ. Последнее происходитъ отъ слишкомъ высокаго расположенія центра тяжести.

3. Рулевое управленіе. Способность легко слушаться руля составляет одно изъ цѣнныхъ качествъ каждой лодки, въ особенности, если она предназначена для быстрого движенія.

Надъ управляемостью судовъ и лодокъ были произведены систематическія испытанія.

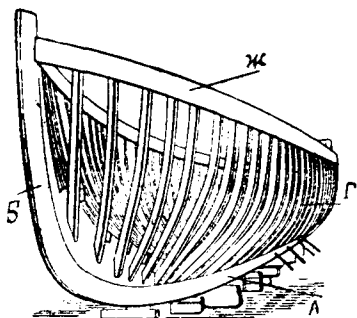


Рис. 22.—Готовый корпус лодки безъ обшивки. Буквы объяснены на рис. 19 и 20.

быстрота передвиженія лодки очень скоро уменьшается, а вмѣстѣ съ тѣмъ ослабляется и дѣйствіе руля. Если же повернуть руль на меньшій уголъ, напримѣръ, на  $40^\circ$ , то дѣйствіе его на поворотѣ лодки достаточно сильно, а вмѣстѣ съ тѣмъ тормозящее значеніе не столь велико; лодка продолжаетъ идти лишь нѣсколько уменьшеннымъ ходомъ. Въ результатѣ поворотъ можетъ быть сдѣланъ въ меньшій промежутокъ времени.

Если вернуться къ математическимъ вычисленіямъ, то руль, повернутый на  $90^\circ$ , совсѣмъ не долженъ бы дѣйствовать. Между тѣмъ, извѣстно, что въ такомъ положеніи руль дѣйствуетъ не очень сильно, но все же дѣйствуетъ. Такое разногласіе съ теоріей объясняется очень просто. Теорія разбираетъ лишь дѣйствіе давленія воды на площадь руля и при такомъ разсмотрѣніи руль, повернутый на  $90^\circ$ , дѣйствительно не произведетъ бокового давленія и поворота связаннаго съ боковымъ давленіемъ. Но есть другое вліяніе руля—тормозящее значеніе,

Выяснилось, что руль дѣйствуетъ наиболѣе сильно при поворотѣ его плоскости отъ  $35^\circ$  до  $45^\circ$ . Поэтому ошибаются тѣ, кто ставятъ руль подъ угломъ въ  $90^\circ$  желая этимъ усилить его дѣйствіе.

Если сдѣлать математическія вычисленія, то оказывается, что наиболѣе выгодный уголъ  $57^\circ$ , что нѣсколько расходится съ практикой. Объясненіе надо искать въ томъ, что поворотъ руля въ  $57^\circ$  дѣйствительно производить наиболѣе сильное дѣйствіе въ первые моменты своего поворота, но затѣмъ, вслѣдствія сильнаго тормозящаго дѣйствіе руля

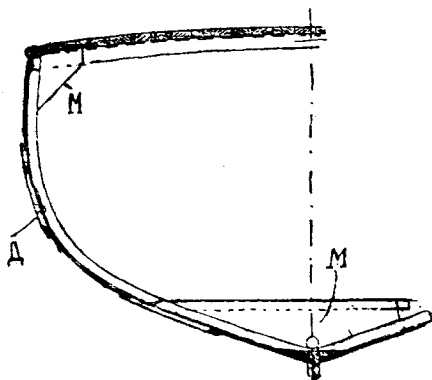


Рис. 23. — Корпусъ стальной лодки.—М, угольники для пола и поддерживающіе палубу (соединяющіе шпангоуты съ бимсами) для приданія корпусу большей прочности и для уменьшенія дрожанія. Обшивка Д чередуется: листъ прикрѣпленъ къ шпангоутамъ, а слѣдующій листъ приклепанъ краями сверху.

которое, будучи проявлено на одной сторонѣ лодки, задерживаетъ эту сторону, а другая вслѣдствіе инерціи, повертываетъ весь корпусъ лодки. Если же сдѣлать плоскость руля, какъ то иногда и встрѣчается

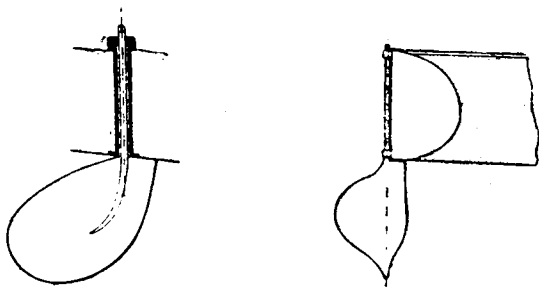


Рис. 24.—Формы плоскостей руля, облегчающія усилие поворота. Такъ называемые «компенсированные», т. е. уравновѣшенные рули. Часть плоскости спереди оси вращения все же дѣлается меньше, чтобы оставалась тяга руля, стремящаяся поставить его прямо.

(рис. 24), расположенной по обѣимъ сторонамъ оси поворота, то при углѣ въ  $90^\circ$  дѣйствіе руля будетъ очень слабо въ отношеніи поворота, тормозящее же явленіе останется, а если бы устроить плоскость руля, расположенной совершенно симметрично, то при томъ же поворотѣ руля замѣчалось бы только торможеніе, но никакъ не поворотъ лодки.

Формы руля, показанныя на рис. 24, имѣютъ цѣлью уменьшить силу, потребную для поворота руля. Часть плоскости руля, расположенная впереди оси вращения, стремится повернуть еще больше, какъ только поворотъ начался, но такъ какъ эта часть плоскости меньше задней, то она лишь уменьшаетъ силу, потребную для поворота остальной плоскости. Въ быстроходныхъ лодкахъ приходится, если не примѣнено описанное устройство, прилагать значительныя усилія для поворота руля и поэтому такое усовершенствованіе руля не мало важно.

Чтобы еще больше облегчить усилие поворота, на многихъ моторныхъ лодкахъ ставится штурвалъ (рис. 25), на барабанѣ котораго проходитъ тонкій стальной троссъ, или такая же цѣпь, а въ маленькихъ лодкахъ иногда пеньковый троссъ (хорошаго качества).

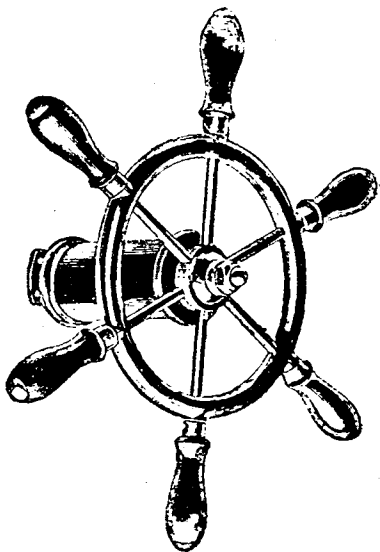


Рис. 25. — Легкій штурвалъ для моторной лодки, облегчающій поворотъ руля. Прикрѣпляется обыкновенно къ палубѣ у одного изъ бимсовъ или на маленькихъ лодкахъ,—у борта.

Въ случаѣ двухъ винтовъ, рулевое устройство усложняется, такъ какъ между винтами руль не можетъ быть помѣщенъ. Приходится ставить его съ боку, а иногда для правильности дѣйствія ставятъ два руля.

Математическое объясненіе дѣйствія руля примѣнительно къ рис. 26 помѣщено отдѣльно въ выноскѣ, внизу страницы <sup>1)</sup>.

При рулированіи слѣдуетъ имѣть въ виду, что поворотъ корпуса лодки совершается не вокругъ носа лодки, а вокругъ нѣкоторой точки  $G_1$  (рис. 26), лежащей на оси, въ разстояніи приблизительно  $\frac{1}{3}$  части отъ носа. При выходѣ корпуса изъ воды, эта точка естественно приближается ( $G$ ) къ кормѣ. Кормовая часть сначала приближается къ тому предмету, который хотятъ обойти, и лишь затѣмъ начинаетъ удаляться отъ него. Разъ начавшійся поворотъ дѣлается все круче и круче, что надо объяснить появленіемъ инерціи вращенія лодки. По этой же причинѣ, когда желаютъ прекратить поворотъ и идти прямо, необходимо сначала нѣсколько повернуть руль въ обратную сторону.

Крутой поворотъ производитъ также наклонъ корпуса, довольно замѣтный на большихъ скоростяхъ или когда центръ тяжести расположенъ высоко. Сила  $f$  (рис. 27) изображаетъ центробѣжную силу приложенную къ центру тяжести  $G$ , а сила  $f_1$ , — боко-

<sup>1)</sup> Величина силы, съ которой дѣйствуетъ руль, вычисляется слѣдующимъ образомъ. Если плоскость руля, величина которой считается извѣстной, повернуть на нѣкоторый уголъ  $\theta$  (рис. 26) отъ первоначальнаго положенія, въ которомъ руль не дѣйствуетъ, то по законамъ физики, много разъ provatoннымъ и на опытѣ, давленіе на эту плоскость въ направленіи, перпендикулярномъ ей, выразится:  $P \sin^2 \theta$ , гдѣ  $P$ —давленіе воды на плоскость, когда она поставлена перпендикулярно къ направленію движенія. Эту силу разложимъ на двѣ:  $R$ , дѣйствующую въ направленіи обратномъ движенію и  $F$ , перпендикулярную линіи движенія, и эта послѣдняя сила стремится повернуть корму лодки. Вращающій моментъ получается множеніемъ разстоянія точки  $g$  (пересѣченія силы  $F$  съ продолженіемъ оси лодки) отъ  $G$ —центра вращенія лодки, на силу  $F$ . Въ свою очередь сила  $F$ , представляетъ  $\cos$  силы  $P \sin^2 \theta$  и выражается формулой  $P \sin^2 \theta \cos \theta$ , слѣдовательно, повертывающая сила равна 0 при  $0^\circ$  и при  $90^\circ$ , такъ какъ въ первомъ случаѣ первая тригонометрическая величина равна 0, а во второмъ случаѣ—вторая. Наибольшее значеніе это произведеніе тригонометрическихъ величинъ получаетъ при  $57^\circ$ . Повертывающее дѣйствіе руля, замѣчаемое при поворотѣ плоскости на  $90^\circ$ , объяснено въ текстѣ.

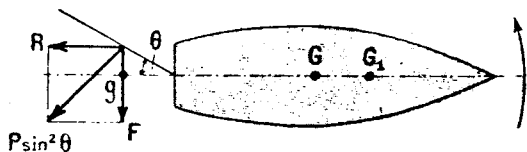


Рис. 26.—Математическое объясненіе дѣйствія руля.— $G$ , центръ вращенія лодки.— $\theta$ , уголъ поворота руля.— $P$ , давленіе на плоскость руля, если руль повернуть на  $90^\circ$ .— $P \sin^2 \theta$ , давленіе на плоскость руля въ направленіи, перпендикулярномъ плоскости.— $F$ , одна изъ составляющихъ силъ въ направленіи, перпендикулярномъ движенію лодки.— $g$ , центръ давленія на руль силы  $F$ , перенесеннаго на ось лодки.— $R$ , составляющая сила въ направленіи обратномъ движенію лодки (тормозящая сила).

вое давленіе воды, развивающееся отъ поворота, приложенное къ центру давленія  $g$ . Какъ ясно изъ рис., получается пара силъ, стремящаяся наклонить лодку. Вращающій моментъ увеличивается пропорціонально разстоянію между означенными двумя центрами, а также, слѣдуя закону физики, пропорціонально

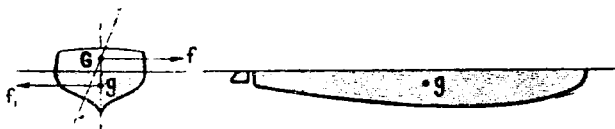


Рис. 27.—Вліяніе центробѣжной силы  $f$ , на поворотѣ.— $f_c$ , сила давленія воды на наружную сторону корпуса при поворотѣ.— $G$ , центръ тяжести.— $g$ , центръ бокового давленія воды на поворотѣ. Вліяніе обѣихъ силъ стремится поставить ось лодки по направленію, показанному наклонной пунктирной линіей.

квадрату скорости, и обратно пропорціонально радіусу поворота. Этимъ объясняется, что гоночныя моторныя лодки весьма устойчивы на среднихъ скоростяхъ, иногда во время гонокъ переворачиваются на крутыхъ поворотахъ.

#### IV.

### Затрата работы для передвиженія по водѣ.

Сопротивленіе водной среды: треніе и раздвиганіе воды. Сопротивленіе воздушной среды. Различныя формы корпусовъ въ зависимости отъ предполагаемой скорости. Гидропланы. Приспособленія для преодоленія сопротивленія: винты, передаточныя части. Главный валъ, дейдвудная труба. Перемѣна вращенія и шага винта.

Водный путь считается самымъ дешевымъ, когда нужно перевозить массовые грузы, допускающіе небольшую скорость перемѣщенія. Если довольствуются скоростью въ 3—4 километра въ часъ, то не только перевозка по желѣзной дорогѣ, или лошадьми, не можетъ спорить съ перевозкой по водному пути—каналу, но считаютъ выгоднымъ даже проводить каналы рядомъ съ существующими уже желѣзными дорогами, затрачивая на это дѣло большія средства. Такъ поступаютъ во многихъ мѣстностяхъ въ Англіи и во Франціи. Въ Англіи не жалѣютъ даже средствъ для проведенія каналовъ для барокъ по насыпямъ и мостамъ для перехода черезъ желѣзнодорожную линію; иногда каналы проводятъ подъ желѣзной дорогой въ тоннеляхъ.

Извѣстно, что 1—2 лошади легко тянутъ по каналу барку съ грузомъ въ десятки тысячъ пудовъ, а для перевозки того же груза по рельсамъ пришлось бы занять нѣсколько поѣздовъ съ двигателями въ нѣсколько сотъ лошадиныхъ силъ. Для перевозки по обыкновенной дорогѣ, пришлось бы затратить еще въ нѣсколько разъ больше силы.

Но, по мѣрѣ увеличенія скорости передвиженія, это выгоднѣйшее свойство воднаго пути начинаетъ сглаживаться и при нѣкоторой скорости—около 30—40 верстъ въ часъ,—переходить уже къ способамъ передвиженія по сухому пути.

Сопротивленіе передвиженію по поверхности воды состоитъ изъ трехъ главныхъ частей:

А) Сопротивленіе воздуха о надводныя части корабля или лодки. измѣняющееся по довольно сложнымъ законамъ, но для сравненія съ передвиженіемъ по землѣ менѣе важное, такъ какъ проявляется одинаково при всѣхъ способахъ передвиженія, по землѣ, водѣ и воздуху, и будетъ поэтому разсмотрѣно послѣ другихъ.

Б) Трѣніе воды о корпусъ, опредѣляемое по простому расчету пропорціональности скорости, конечно, также въ зависимости отъ свойствъ поверхности.

В) Сопротивленіе раздвиганію воды (инерція воды) въ носовой части и разница давленія въ носовой части и за кормой. Этотъ видъ сопротивленія весьма трудно высчитать предварительно, такъ какъ онъ подверженъ измѣненіямъ по весьма сложнымъ законамъ, хотя почти исключительно въ зависимости отъ скорости передвиженія и, конечно, отдѣльно для каждой формы корпуса, и даже для каждой величины корпуса, хотя бы и подобной по формѣ. Этотъ видъ сопротивленія чрезвычайно возрастаетъ со скоростью, и нужны особыя ухищренія въ постройкѣ корпуса, чтобы противодѣйствовать такому возрастанію. Именнo этотъ видъ сопротивленія по водѣ, превосходя при большихъ скоростяхъ во много разъ остальные два вида, поглощаютъ наибольшую часть работы, затрачиваемой на передвиженіе. Онъ поэтому является наиболѣе важнымъ и разсмотрѣнъ на первомъ мѣстѣ.

1. Сопротивленія раздвиганію воды въ носовой части и разница давленія въ носовой части и за кормой. Разница давленій на носовую часть и на кормовую въ паправленіи, обратномъ одно другому включаетъ и сопротивленіе раздвиганія воды, поэтому можно было бы разсматривать вмѣстѣ эти величины; но эта разница измѣняется вмѣстѣ съ измѣненіемъ каждого изъ двухъ давленій, и въ свою очередь давленіе на носовую часть лодки, связанное съ сильнымъ разбрасываніемъ воды, уменьшаетъ полезное давленіе на кормовую часть. Такимъ образомъ, обѣ эти величины связаны, при чемъ вторая зависитъ въ нѣкоторой мѣрѣ отъ первой.

Поэтому предварительно разсмотрѣно сопротивленіе вслѣдствіе раздвиганія или разбрасыванія воды. Чтобы корпусъ лодки могъ пройти черезъ опредѣленные слои воды, нужно, чтобы вода была раздвинута на всю ширину корпуса или, точнѣе, на все водоизмѣщеніе той части корпуса, водоизмѣщеніе которой, если разсматривать его по отдѣльнымъ отсѣкамъ, все увеличивается. При той же ширинѣ корпуса, но большей длинѣ, раздвиганіе воды будетъ происходить въ теченіе большаго промежутка времени и, слѣдовательно, съ меньшей скоростью; если же длина части корпуса, представляющей клинъ, будетъ уменьшена, то при прочихъ равныхъ условіяхъ, время на раздвиганіе воды можетъ оказаться столь мало что появится уже, вмѣстѣ раздвиганія воды, ея разбрасы-

ваніе. Сопротивленіе передней части корпуса возрастетъ въ квадратъ скорости раздвиганія, т. е. при одинаковой скорости передвиженія по водѣ оно можетъ оказаться въ 4—10 разъ большимъ. Болѣе значительная разница обыкновенно не замѣчается, такъ какъ разница въ длинѣ передняго клина рѣдко превосходитъ число 3 для одинаковой ширины корпуса.

Но если измѣняется еще и скорость движенія, то наибольшее и наименьшее сопротивленія могутъ розниться въ 100 и болѣе разъ.

При неровной поверхности воды, на волнахъ, разница будетъ еще больше, такъ какъ быстро движущійся корпусъ не успѣваетъ подниматься на волну, и встрѣчаетъ сопротивленіе воды на всемъ объемѣ не только подводной, но и надводной носовой части.

Связь между сопротивленіемъ разбрасываемой воды и уменьшеніемъ давленія за кормой заключается въ томъ, что если вода отбрасывается отъ корпуса, а корпусъ коротокъ и круто сходится на кормѣ, то давленіе за кормой на корпусъ тѣмъ замѣтнѣе уменьшается.

На рис. 28 представленъ тотъ случай, когда корма *C* имѣетъ весьма круглую форму и вслѣдствіе этого сходящіяся струи немогутъ плотно обогать корму и произвести на нее непосредственно давленіе *b*, которое могло бы въ значительной мѣрѣ возмѣстить сопротивленіе движенію отъ давленія воды на плавающее тѣло, испытываемое лодкой въ передней половинѣ корпуса. Изъ этого можно бы заключить, что вредная для быстроты передвиженія разница въ давленіяхъ могла бы быть въ значительной мѣрѣ и даже совершенно уничтожена. Дѣйствительно, въ отношеніи къ той части, которая вызывается явленіемъ «гидростатическимъ», т. е. зависящимъ исключительно отъ давленія воды на погруженное въ воду неподвижное тѣло, — возможно полное уничтоженіе разницы давленія. Въ такомъ случаѣ, чѣмъ быстрее передвиженіе лодки, тѣмъ острѣе должно быть образованіе носа и кормы, при чемъ для большихъ скоростей уголъ долженъ быть столь малымъ, что длина корпуса чрезмѣрно увеличится, и прочность его нарушится. Длина должна бы превосходить ширину въ 20 и болѣе разъ, между тѣмъ какъ прочный корпусъ не долженъ превосходить длиною 10-ти-кратную ширину. Въ маленькихъ лодкахъ это отношеніе обыкновенно еще меньше, отъ 5 до 8. Поэтому, несмотря на примѣненіе формы двойного клина, о которомъ ска-

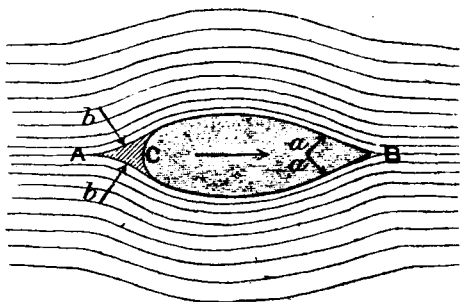


Рис. 28.—Схема сопротивленій передвиженію лодки по водѣ.—*В*, носъ лодки.—*а*, сопротивленіе раздвиганію воды и соединенное съ нимъ давленіе воды, какъ на плавающее, тѣло.—*С*, корма, быстро уходящая отъ сближающихся струй воды *б* и не получающая вслѣдствіе этого давленія.—*А*, точка схождения струй, гдѣ начинается реброобразная волна.

зано раньше (рис. 15), уголъ схождения или что то же для этой формы корпуса—уголъ выхода кормы изъ воды допускается нѣсколько болѣе значительнымъ, и разниа гидростатическаго давленія въ небольшой степени все же остается. Если лодка, сдѣлана для меньшихъ скоростей, и въ ней получается разниа давленія воды, не слишкомъ замѣтная на нормальной скорости лодки, то эта разниа давленій дѣлается вдругъ весьма значительной при превышеніи нормальной скорости. Какъ слѣдствіе изъ этого: лодка должна строиться для опредѣленной нормальной скорости, и какъ носовое, такъ и кормовое образованіе должны быть рассчитаны для этой скорости.

Если кормовое образованіе и рассчитано правильно, а носовое слишкомъ раскидываетъ воду, то, кромѣ увеличенія уже ранѣе разсмотрѣннаго сопротивленія инерціи воды, получится увеличеніе разниа

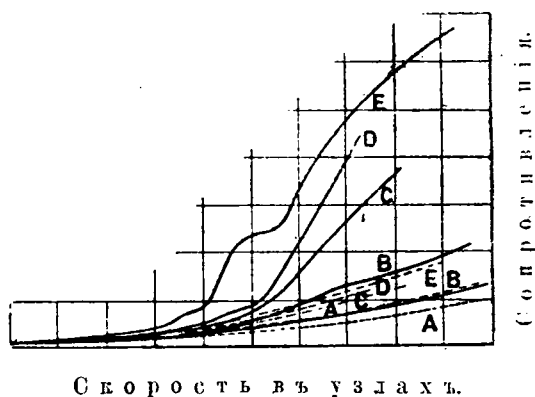


Рис. 29.—Кривыя сопротивленій передвиженію по водѣ для различнаго типа судовъ. Пунктирныя линіи—сопротивленія, высчитанныя по формуламъ; сплошныя линіи—сопротивленія по даннымъ опыта. *A*, для миноносца.—*B*, для большаго контръ-миноносца.—*C*, *D*, для крейсеровъ различныхъ водоизмѣщеній и образованій.—*E*, для грузоваго парохода.—Для крейсеровъ и грузовыхъ пароходовъ разниа столь значительна, что способъ вычисленія по формулѣ совершенно не примѣнимъ.

гидростатическаго давленія, такъ какъ отброшенная вода съ еще большимъ запозданіемъ будетъ заполнять пространство за кормой. Въ этомъ именно проявляется связь между двумя видами сопротивленія; почему и цѣлесообразно разсматривать оба эти сопротивленія совмѣстно.

Многіе изслѣдователи старались, соединивъ разсматриваемыя два сопротивленія совмѣстно, вывести формулу, по которой можно было бы разсчитать сумму этихъ сопротивленій для каждаго случая, имѣя данныя для одной какой-либо скорости. Оказалось, что можно пользоваться формулой съ большимъ или меньшимъ успѣхомъ лишь для лучшихъ формъ гоночныхъ лодокъ и отчасти для миноносцевъ, построенныхъ по тому же принципу. Для судовъ другихъ видовъ, разниа слишкомъ велика. На рис. 29 даны кривыя сопротивленія, высчитанныя по формуламъ (пунктирныя линіи) и



казавшіяся на самомъ дѣлѣ (*сплошныя линіи*). Какъ видно, пунктиръ *A* и сплошная линія *A* въ общемъ сходны и небольшое расхожденіе имѣетъ даже нѣкоторую пропорціональность величинѣ, вычисленнымъ по формулѣ. Эти линіи относятся къ миноносцу съ корпусомъ построеннымъ по системѣ гоночныхъ лодокъ. Линіи *B*, относятся къ большому контръ-миноносцу. Линіи *C* и *D* относятся къ крейсерамъ различнаго водоизмѣщенія, и различныхъ носовыхъ и кормовыхъ образований. Здѣсь расхожденіе между формулой и данными опыта столь значительны, что пользоваться формулой для сколько-нибудь значительныхъ скоростей совершенно невозможно. Нѣкоторая правильность въ расхожденіи линій все же замѣтна. Ясно такъ же моментъ начала значительныхъ отступленій, который совпадаетъ, повидному, съ появленіемъ замѣтной разницы въ гидростатическомъ давленіи у носа и у кормы.



Рис. 30.—Разбрасываніе воды и періодъ волны, совпадающей со временемъ прохода корпусомъ одной своей длины. Гоночная лодка на скорости 50 километровъ въ часъ. Совпаденіе волны съ кормой лодки нѣсколько уменьшаетъ разницу между гидростатическими давленіями у носа и у кормы.

Линіи *E* относятся къ обыкновеннымъ грузовымъ пароходамъ, и здѣсь, кромѣ еще большей величины расхожденія линій, ясно вырисовывается колебаніе сопротивленія. Подобныя колебанія замѣтны, хотя и съ трудомъ, и въ линіяхъ *B*, *C*, *D*. Ихъ появленіе должно быть отнесено къ длинѣ волны, появляющейся отъ разбрасыванія воды носовой частью и, если періодъ колебанія волны совпадаетъ съ подходомъ кормовой части къ тому мѣсту, гдѣ волна началась, то общее сопротивленіе получится нѣсколько меньшимъ, чѣмъ при уменьшенной скорости передвиженія; затѣмъ сопротивленіе будетъ быстро возрастать при малѣйшемъ увеличеніи скорости. На линіи *E* этотъ періодъ повторяется 4 раза.

Совпаденіе періода волны, образуемой носовой частью, съ моментомъ прохожденія кормы видно на рис. 30. Гоночная лодка

идеть здѣсь со скоростью 50 километровъ въ часъ. На рис. 31 видны волны, образуемая гидропланомъ на скорости въ 60 километровъ въ часъ. Хотя гидропланъ затрачиваетъ меньше силы, но въ немъ не замѣчается схождения періода волны съ быстротой прохода корпуса, такъ какъ корпусъ короче и при своей быстротѣ проходитъ весь раньше, чѣмъ волна опять поднимется. Меньшая затрата силы зависитъ здѣсь отъ уменьшеннаго водоизмѣненія въ періодъ быстрого хода.

На рис. 29 кривыми изображены суммы всѣхъ сопротивленій, но, какъ указано, главная часть составляетъ изъ разсчитываемыхъ здѣсь двухъ видовъ.

Формула, по которой вычерчены пунктирные кривыя, имѣетъ видъ  $KV^m$ , гдѣ  $K$ —коэффициентъ, зависящій отъ отношенія

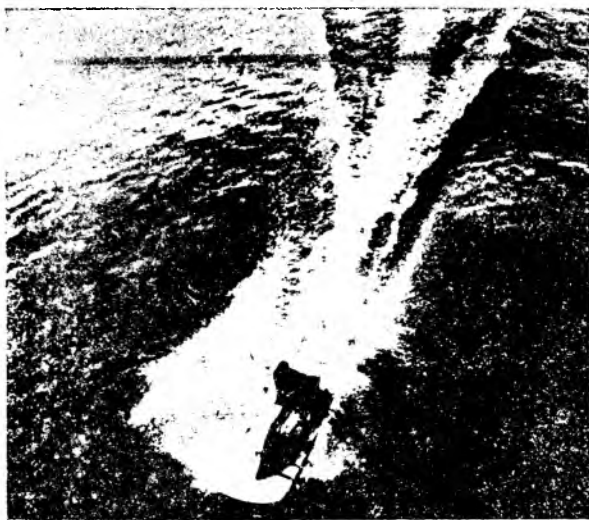


Рис. 31.—Гидропланъ на скорости 60 кил. въ часъ. Періодъ волны нѣсколько отстаетъ сравнительно со временемъ прохода длины корпуса. Уменьшенное сопротивление получается вследствие малаго водоизмѣненія на большихъ скоростяхъ.

длины къ ширинѣ и, отчасти, отъ водоизмѣненія, а  $V$ —представляетъ скорость въ узлахъ. Показатель степени  $m$  зависитъ въ значительной мѣрѣ отъ носового образованія и въ еще большей степени отъ линій кормы.

Коэффициентъ  $K$ , принимается формулами въ предѣлахъ отъ 1,2 (для очень длинныхъ корпусовъ), до 2 (для корпусовъ укороченныхъ, что обыкновенно совпадаетъ съ меньшимъ водоизмѣненіемъ).

Показатель степени  $m$ , можетъ измѣняться въ предѣлахъ отъ 0 до 2, при чемъ первая величина для большихъ угловъ расхожденія, а для острыхъ образованій, въ особенности по системѣ двойного клина, можно брать 2 и даже нѣсколько меньше. Хорошая гоночная лодка, нѣсколько отступающая ради увеличенія

Водоизмѣщенія отъ формы двойного клина, соотвѣтствуетъ величинѣ 3. Разница въ показателѣ степени въ такихъ широкихъ пределахъ значительно понижаетъ цѣнность самой формулы, такъ какъ выборъ показателя въ значительной мѣрѣ произволенъ.

Формулы такого рода слѣдуетъ считать малоцѣнными и, если опытныхъ данныхъ съ какимъ-нибудь видомъ корпусовъ нѣтъ, лучше произвести опытъ съ уменьшенной моделью, какъ теперь и принято во всѣхъ флотахъ и судостроительныхъ верфяхъ. Чтобы отъ малой модели перейти къ большому водоизмѣщенію, имѣются формулы, изъ которыхъ одна прежде всего показываетъ, при какой уменьшенной скорости слѣдуетъ испытывать модель, чтобы результаты могли быть сравнимы. Если  $V$  скорость, которую желательно придать кораблю или лодкѣ,  $d$  — отношеніе величинъ модели и корпуса корабля, то скорость  $V$ , на которой слѣдуетъ испытывать модель, чтобы получить сравнимыя явленія, будетъ  $V: \sqrt{d}$ . Если же отъ скорости, при которой производилось одно испытаніе, переходить къ другой скорости вычисленіемъ посредствомъ приведенной выше формулы, то, какъ объяснено, данныя теряютъ цѣнность вслѣдствіе произвольности величинъ, вставляемыхъ въ формулу.

2. Трѣніе воды о корпусъ. Этотъ видъ сопротивленія передвиженію лодки въ зависимости отъ формы корпуса бываетъ меньше или больше перваго вида сопротивленія. При короткихъ и широкихъ корпусахъ трѣніе мало, потому что скорость передвиженія по необходимости мала. Можно считать, что при длинѣ, превосходящей ширину лодки въ 4,5 раза, и при достижимыхъ съ такими корпусами небольшихъ скоростяхъ, трѣніе о воду приблизительно равно сопротивленію разбрасыванія воды вмѣстѣ съ разницей гидростатическаго давленія. При менѣе широкихъ корпусахъ трѣніе превосходитъ вышеуказанное сопротивленіе, такъ какъ въ связи съ такимъ устройствомъ корпуса разбрасываніе воды уменьшается, а трѣніе, вслѣдствіе достигнутой значительной скорости, становится больше.

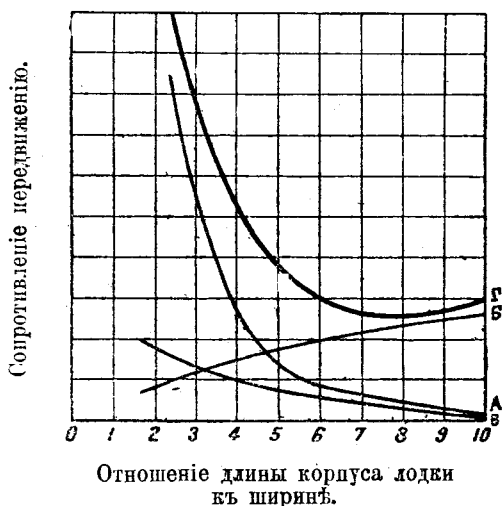


Рис. 32.—Кривыя отдѣльныхъ сопротивленій передвиженію лодки, при той же скорости, но въ зависимости отъ отношенія длины къ ширинѣ.—А, сопротивленіе разбрасыванія воды и разница гидростатическаго давленія.—В, сопротивленіе трѣнія о воду.—Г, сумма всѣхъ сопротивленій.

На рис. 32 графически изображены всѣ отдѣльные виды сопротивленія: разбрасываніе воды вмѣстѣ съ гидростатическимъ давленіемъ, треніе о воду и сопротивленіе воздуха (кривыя А, В, С). Сумма всѣхъ сопротивленій показана кривою Г.

Треніе зависитъ, какъ отъ свойства поверхностей подводной части, такъ и отъ величины поверхности и отъ скорости передвиженія.

Свойство поверхности можетъ измѣнять величину тренія въ отношеніи отъ 1 къ 3. Такъ, напр., грубо обдѣланная поверхность даетъ въ 3 раза больше тренія, чѣмъ полированная металлическая; поверхность, покрытая жирнымъ веществомъ, даетъ нѣсколько больше тренія сравнительно съ металлической, а покрытая лакомъ еще нѣсколько больше. Въ цифрахъ это выражается слѣдующимъ: полированный металлъ 0,30; жирная поверхность—0,37, покрытая лакомъ—отъ 0,41; грубо обдѣланная поверхность—1.

Величина поверхности нѣсколько меньше, при томъ же водопзмѣщеніи у широкой и короткой лодки, чѣмъ отчасти и объясняется малая величина тренія, короткихъ лодокъ на графикѣ 32. Извѣстно, что шаръ (или часть его) имѣетъ наименьшую поверхность при томъ же объемѣ сравнительно съ геометрическими тѣлами другихъ формъ. Короткая и широкая лодка болѣе подходит къ формѣ отрѣзка шара, чѣмъ длинная, узкая. Для лодокъ быстроходныхъ поверхность значительно измѣняется на различныхъ скоростяхъ, вследствие выхода посовой части изъ воды. Въ общемъ, поверхность, по мѣрѣ увеличенія скорости, постепенно уменьшается. Скорость передвиженія при томъ же давленіи о воду, вліяла бы на увеличеніе тренія въ прямой пропорціональности, на самомъ же дѣлѣ треніе увеличивается быстрѣе, почти подходя къ квадрату скорости. Это слѣдуетъ объяснить увеличеніемъ давленія на воду передней частью корпуса, отчего и величина тренія увеличивается больше, чѣмъ пропорціонально скорости.

На рис. 32 всѣ отдѣльные виды сопротивленій и сумма всѣхъ сопротивленій приведены къ одной и той же скорости для корпусовъ различной формы, если же желаютъ прослѣдить постепенное возрастаніе суммы сопротивленій при различныхъ скоростяхъ, то нужно вернуться къ рис. 29.

3. Сопротивленіе воздуха. Въ зависимости отъ скорости передвиженія находится и сопротивленіе воздуха, и, конечно, при большихъ скоростяхъ сопротивленіе это будетъ значительнѣе, чѣмъ въ тихоходныхъ лодкахъ, хотя и не въ такой степени, какъ можно бы по первому представленію предположить. Корпуса гоночныхъ лодокъ дѣлаются уже, а также ниже, чѣмъ у лодокъ крейсерскаго типа, поверхность ихъ дѣлается болѣе гладкой и по возможности снимаются всякіе выдающіеся предметы. Такимъ образомъ препятствуютъ чрезмѣрному увеличенію этого вида сопротивленія.

Если же сравнивать сопротивленіе лодокъ крейсерскаго типа и гоночныхъ при той же скорости, какъ то сдѣлано на графикѣ 32, то сопротивленіе воздуха оказывается все меньше и меньше, по мѣрѣ перехода къ быстроходному типу.

Можно бы подраздѣлять сопротивление воздуха приблизительно такъ, какъ то было сдѣлано выше при разсмотрѣннн сопротивленія воды. Разница въ томъ, что воздухъ болѣе упругъ, чѣмъ вода, и волнообразное движеніе раскидываемаго воздуха появляется въ значительно меньшей степени, а вслѣдствіе сжиманія воздуха и разбрасываніе его менѣе значительно. Затѣмъ обтеканіе кормовой части гораздо болѣе доступно для воздуха, чѣмъ для воды, и форма надводной части кормы, дающая весьма малое вихревое движеніе воздуха сзади, была бы недостаточно еще пригодной для быстрого хода, если бы шла погруженной въ воду. Въ конечномъ резуль-

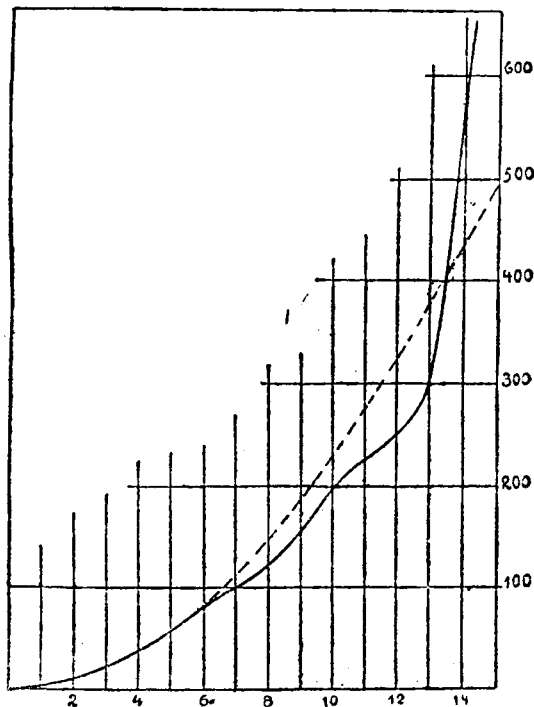


Рис. 33.—Кривая суммы всѣхъ сопротивленій гоночной лодки для различныхъ скоростей въ предѣлахъ отъ 1 до 15 метр. въ сек. Сопротивленіе выражено въ килограммахъ.

татъ для сопротивленія воздуха берутъ одну общую величину, заключающую въ себѣ всѣ отдѣльные виды сопротивленія воздуха быстрому передвиженію.

Оказалось возможнымъ примѣнять съ большей или меньшей точностью довольно простую формулу сопротивленія. Для пластинъ, передвигающихся въ направленнн перпендикулярномъ плоскости, формула будетъ  $KS V^2$ , гдѣ  $K$ ,—коэффициентъ, прини-  
маемый обыкновенно 0,074 для квадратныхъ небольшихъ пласти-  
тинъ;  $S$ ,—площадь пластинки, выраженная въ квадратныхъ метрахъ, а  $V$ ,—скорость передвиженія въ метрахъ въ 1 секунду.

Корпусъ каждой лодки оканчивается спереди не плоскостью, а представляетъ клинъ болѣе или менѣе острый; сопротивленіе воздуха вслѣдствіе этого также измѣняется. По мѣрѣ уменьшенія угла встрѣчи съ воздухомъ, или что то же, по мѣрѣ увеличенія заостренности клина, сопротивленіе воздуха уменьшается весьма значительно и такъ, напр., при остротѣ клина въ  $60^\circ$  составляетъ лишь 0,57 предыдущей формулы. Но очень малый уголъ встрѣчи, когда клинъ очень острый, можетъ опять повести къ увеличенію сопротивления, такъ какъ поверхность тренія будетъ уже слишкомъ велика. Кромѣ того, всѣхъ носовой части чрезмѣрно увеличивается, отъ чего приходится и подводную часть дѣлать нѣсколько шире; вообще увеличивается водоизмѣщеніе, а съ нимъ и оба только что разобранные вида сопротивленія воды. Сопротивленіе воздуха, взятое само по себѣ, также имѣетъ наименьшую величину при нѣкоторой остротѣ клина, обыкновенно весьма большой, но, изъ-за предыдущихъ соображеній, доводить лодку до такой длины на практикѣ невозможно.

Величина сопротивленія дѣлается значительной лишь при скоростяхъ выше 40 кил. въ часъ. Поэтому наибольшее значеніе этотъ вопросъ имѣетъ для гоночныхъ лодокъ, но и для крейсеровъ сопротивленіе воздуха можетъ дойти до очень большой величины, если приходится идти противъ вѣтра. Тогда сумма передвиженій воздуха и лодки при сколько-нибудь сильномъ встрѣчномъ вѣтрѣ превосходитъ обыкновенно 50 и даже 60 кил. въ часъ.

Въ гоночныхъ лодкахъ всѣ выдающіяся части прячутся внутрь закрытой части корпуса, а надъ двигателемъ устраивается каркасъ, если желаютъ предохранить двигатель отъ заливанія волной, но въ такомъ случаѣ каркасу придаютъ видъ продолженія конусообразно приподнятой носовой палубы, что доводитъ сопротивленіе воздуха до наименьшей величины.

4. Общая сумма сопротивленій. Соединивъ каждое отдѣльное сопротивленіе для какой-либо скорости и для опредѣленнаго отношенія длины лодки къ ширинѣ ея, получаютъ общую сумму сопротивленій, показанную графически буквой  $\Gamma$ , на рис. 32. Здѣсь сумма сопротивленій показана для одной опредѣленной скорости; измѣняется лишь отношеніе длины къ ширинѣ лодки. Если же желаютъ выразить сумму всѣхъ сопротивленій какого-либо корабля или лодки для различныхъ скоростей, то прибѣгаютъ къ способу, представленному на рис. 29.

Для гоночной лодки большой скорости дана отдѣльная кривая (рис. 33) для скоростей отъ 1 до 15 метровъ въ секунду. Сумма сопротивленій растетъ довольно быстро и, начиная отъ 6-ти метровъ въ секунду, увеличеніе идетъ нѣсколько волнообразно, а при 13 метрахъ въ секунду начинаетъ расти чрезвычайно быстро, доходя на приращеніе скорости въ 1 метръ отъ 300 до 600 килограммовъ, т. е. увеличиваясь вдвое. Для этой лодки скорость 13 метровъ должна быть признана предѣльной, а что такая скорость имѣется для каждой лодки, это ранѣе уже объяснено.

Для опредѣленія мощности двигателя, необходимаго для передвиженія лодки съ желаемой скоростью, имѣются, слѣдовательно, достаточныя данныя, когда извѣстна сумма всѣхъ сопротивленій для наибольшей скорости, которую желаютъ достигнуть. Возвращаясь къ рис. 33, и беря предѣльную скорость данной лодки въ 13 метровъ въ сек., что составитъ около 51 килом. въ часъ, видимъ, что сумма сопротивленій равна 300 килограммовъ, а такъ какъ при 51 километр. въ часъ, въ 1 секунду проходится около 13 метровъ, то вся производимая въ секунду работа равна  $13 \times 300$ , т. е. 3.900 килограммометровъ. Чтобы узнать, сколько требуется для этого лошадиныхъ силъ, раздѣлимъ на 75 и получимъ 52 л. с. А такъ какъ во всѣхъ передаточныхъ механизмахъ и, главнымъ образомъ, въ винтѣ имѣется значительная потеря, а кромѣ того, нуженъ запасъ мощности двигателя для всякаго вида добавочныхъ механизмовъ, насосовъ, освѣщенія и т. п., то мощность двигателя надо доводить до 60—70 л. с. Если же желательно достигнуть той же скорости и при встречномъ вѣтрѣ и



Рис. 34.—Гоночная англійская моторная лодка (*Непиръ*) на полномъ ходу. Несмотря на примѣненіе формы двойного клина, носъ немного выходитъ изъ воды.

на волненіи, хотя бы небольшомъ, а также имѣть нѣкоторый процентъ запаса мощности на случай ослабленія тяги двигателя отъ порчи колець или клапановъ, то нужно имѣть еще запасъ въ 25—30%, а практически принято брать двойную мощность двигателя противъ вычисленной по суммѣ сопротивленій, т. е. для даннаго случая 100 л. с.

Если же ограничиться скоростью въ 8,5 метра въ секунду, т. е. 34 кил. въ часъ, то на основаніи того же графика и подобнаго предыдущему расчету, потребуется двигатель, мощностью лишь въ 50 л. с. при чемъ остается и запасъ мощности. При скорости въ 5,7 метровъ въ сек., т. е. около 22 кил. въ часъ, потребуется лишь 25 л. с., но тогда цѣлесообразнѣе будетъ придать корпусу иное очертаніе, нѣсколько приближающееся къ крейсерскому, чтобы удобнѣе расположить двигатель, мѣста для сидѣнія и т. п. Если и получится нѣкоторое уменьшеніе скорости, то оно будетъ сравнительно незначительно: вмѣсто 22 кил. въ часъ, будетъ, можетъ быть, 19—20.

Практическое опредѣленіе большихъ и малыхъ скоростей лодки дѣлають обыкновенно весьма просто. Такъ какъ наибольшая скорость зависитъ отъ водоизмѣщенія а, водоизмѣщеніе при одинаковомъ типѣ корпусовъ опредѣляетъ и длину лодки, то связываютъ понятіе скорости съ этой длиной. Быстрая лодка проходитъ приблизительно длину своего корпуса въ одну секунду. Если прохдится меньше длины корпуса, лодка считается средней по бы-

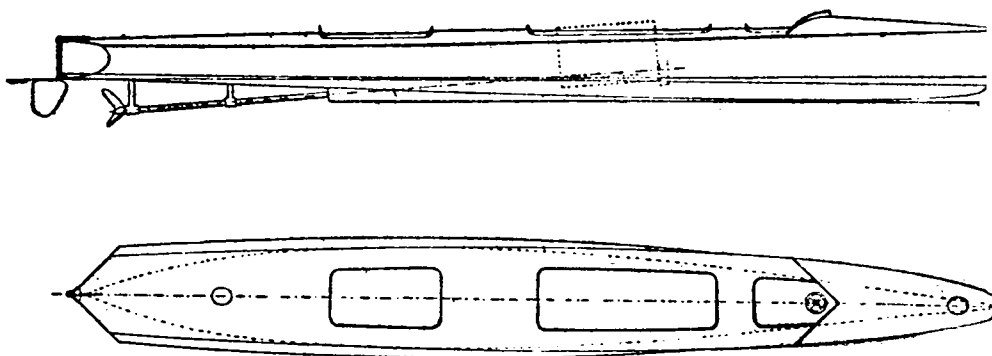


Рис. 35.—Большая гоночная моторная лодка въ профилѣ и въ планѣ. Примѣненіе формы двойного клина значительно сглаженной, въ особенности въ отношеніе формы ватерлиніи у кормы (пунктиръ на нижнемъ рисункѣ).

стротѣ, а если меньше половины корпуса, то—медленной. При проходѣ же больше 1 длины корпуса въ сек., лодка считается очень быстрой.

Для корпусовъ крейсерскаго типа такое опредѣленіе уже не подходитъ, такъ какъ при проходѣ половины длины корпуса въ сек., крейсерская лодка должна уже считаться быстрой.

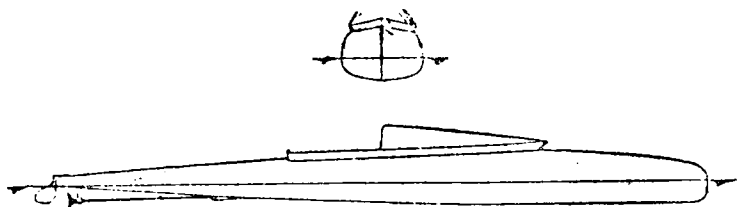


Рис. 36.—Форма быстроходной моторной лодки съ надводной частью корпуса, приспособленной для наименьшаго сопротивленія воздуха.

5. Различныя формы корпусовъ въ зависимости отъ предполагаемой скорости. Не повторяя здѣсь всѣхъ данныхъ выше объясненій, помѣщаемъ лишь нѣсколько рисунковъ для лучшаго представленія разницы корпусовъ различныхъ типовъ. Чистый типъ гоночной лодки изображенъ на рис. 34 (фотографія спята на полномъ ходу), а строеніе корпуса видно на рис. 35 и нѣсколько видоиз-



мѣненное на рис. 36. Въ послѣднемъ случаѣ носовая часть понижена, дабы еще уменьшить сопротивленіе воздуха.

Стройная линія моторной гоночной лодки небольшой длины, всего 8 метр. видна на рис. 37.



Рис. 37.—Наружный видъ гоночной лодки небольшихъ размѣровъ, 8 метровъ, двигатель 24 л. с. Форма передней части корпуса приспособлена для наименьшаго сопротивленія не только воды, но и воздуха.

Наибольшая скорость, достигаемая на гоночныхъ моторныхъ лодкахъ даже съ двигателями 400—500 силъ, при длинѣ корпуса около 15 метровъ, всего не выше 60 кил. въ часъ.



Рис. 38.—Строеніе корпуса гидроплана небольшихъ размѣровъ съ плоскимъ дномъ, имѣющимъ одинъ выступъ посрединѣ. Рулей два, расположенныхъ по бокамъ кормы. Винтъ отнесенъ далеко назадъ, чтобы углубить его.

Если желаютъ получить еще большую скорость, то гоночныя лодки, даже при формѣ двойного клина, не достигаютъ цѣли, а

приходится переходить къ гидропланамъ, изъ которыхъ два типа уже показаны на рис. 18 и рис. 31.

Также переходятъ къ гидропланамъ, если желаютъ достигнуть скорости около 50 километровъ, но съ небольшими двигателями, и нѣкоторые примѣры дають понятіе о чрезвычайной экономіи затраты силы. Конструкторомъ *Vonnetaison* былъ построенъ еще нѣсколько лѣтъ тому назадъ гидропланъ съ двигателемъ въ 9 л. с., развивавшій 50 кил. въ час., а гидропланъ съ нѣсколько большимъ двигателемъ, названный *Ricochet-Nautilus*, развивалъ на спокойной водѣ до 70 кил. Фотографія, снятая съ этого гидро-

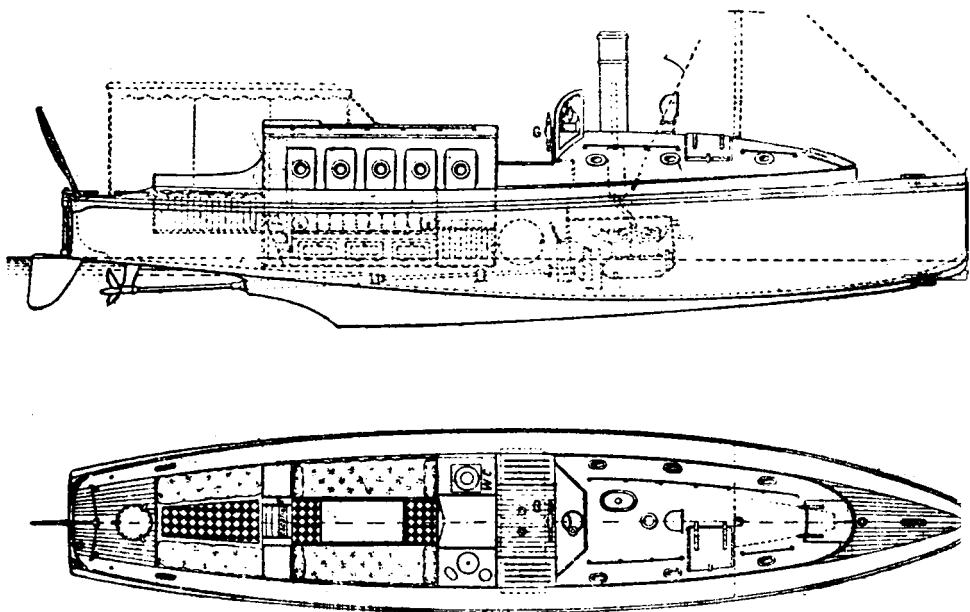


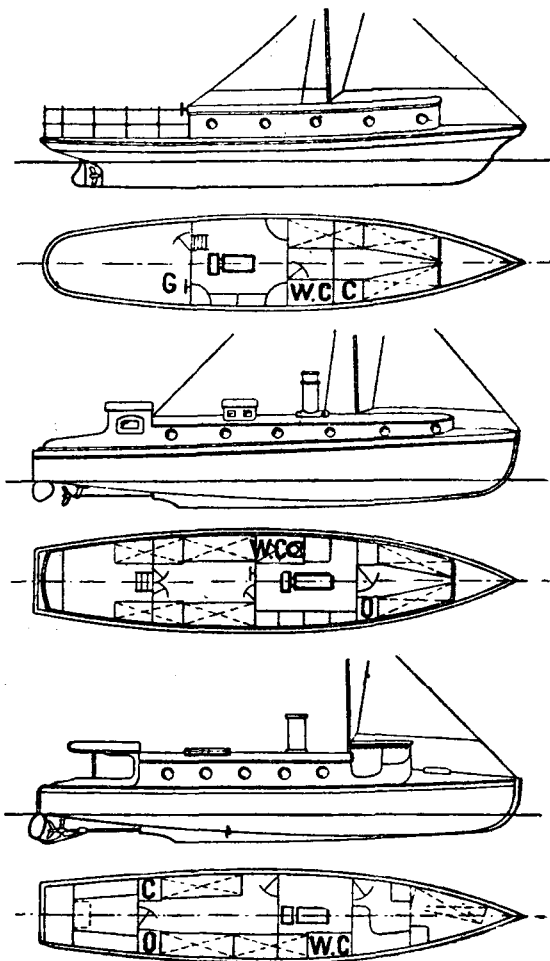
Рис. 39.— Разрѣзъ по вертикальной продольной плоскости и планъ крейсерской, но сравнительно быстроходной лодки въ 12 метровъ длины, пригодной для открытаго моря. Какъ двигатель, такъ и каюты вполне защищены отъ волны. На кормѣ имѣется открытое отдѣленіе, на которомъ можетъ быть натянутъ тентъ. Труба не необходима, но служитъ кромѣ выпуска отработавшихъ газовъ еще и для очищенія воздуха въ машинномъ отдѣленіи. Ось двигателя расположена наклонно.

плана въ моментъ его спуска на воду, показана на рис. 38. На званіе *Ricochet* показывать, что этому типу лодокъ-гидроплановъ свойственно, какъ это и наблюдается въ дѣйствительности, — рикошетировать, т. е. подпрыгивать на волнахъ.

Въ настоящее время гидропланы лишь инструментъ для спорта и едва ли даже могутъ быть примѣнены въ военномъ дѣлѣ, такъ какъ большія скорости могутъ быть достигнуты лишь на очень гладкой поверхности воды. Но если будетъ постепенно увеличиваться размѣръ гидроплана, вмѣстѣ съ примѣненіемъ

большого числа глубоко расположенныхъ наклонныхъ плоскостей, то можетъ развиваться примѣненіе ихъ для морскихъ быстроходныхъ судовъ, сначала небольшого, а по мѣрѣ успѣха и для болѣе значительнаго водоизмѣщенія. Подробнѣе сказано въ концѣ подѣотдѣла II. Для глубоко сидящихъ судовъ затрудненіе встрѣ-

Рис. 40.— Три вида крейсерскихъ лодокъ. *Верхній чертежъ*—лодка съ ровнымъ килемъ, не приспособленнымъ для особенно большихъ скоростей. *Средній чертежъ*—лодка, приближающаяся по формѣ подводной части къ гоночнымъ лодкамъ, хотя и большей относительной ширины. *Нижній чертежъ*—лодка такой же формы подводной части, какъ предыдущій чертежъ, но меньшей ширины. Вслѣдствіе меньшей относительной ширины лодки нижняго чертежа скорость получится несомнѣнно болѣе при той же силѣ двигателя, но расположеніе каютъ менѣе удобное. Въмѣсто 6 дивановъ-кошекъ, удалось размѣстить лишь 4, такъ какъ закрытая часть меньшее длины. Это связано опять же съ меньшимъ водоизмѣщеніемъ корпуса и невозможностью нагнрузить верхними надстройками и внутреннимъ устройствомъ въ такой же мѣрѣ, какъ предыдущій.



тилось бы въ томъ, что наклонныя плоскости должны доходить до глубины приблизительно вдвое болѣе, чѣмъ глубина осадки корпуса, что затруднило бы входъ судовъ во многія гавани, рассчитанныя точно на глубину осадки существующихъ типовъ судовъ.

Для меньшихъ скоростей, примѣняемыхъ чаще всего въ водномъ спортѣ, формы корпусовъ отчасти подражаютъ гоночнымъ, но отступленія столь значительны, что иногда трудно опредѣлить, къ какому типу, гоночному или крейсерскому, должна быть отне-

сена лодка. На рис. 39 показанъ чертежъ сбоку и планъ моторной лодки несомнѣнно крейсерскаго типа по общему оборудованію и расположенію внутреннихъ помѣщеній. Между тѣмъ форма корпуса хотя и нѣсколько укороченная, если считать по наибольшей ширинѣ, несомнѣнно имѣетъ главные признаки формы двойного клина. Получается крейсерская лодка, пригодная для дальнихъ плаваний, но вмѣстѣ съ тѣмъ превосходящая по быстротѣ лодки съ ровнымъ килемъ, какъ напр., верхній чертежъ на рис. 40. Средній и нижній чертежи, рис. 40 уже нѣсколько приближаются къ быстроходнымъ лодкамъ, хотя перегруженная надводная часть показываетъ, что въ нихъ не предполагалось достигнуть быстроты. Всѣ 3 типа на рис. 40 имѣютъ небольшую парусность и такимъ образомъ ихъ крейсерское назначеніе еще болѣе ясно.

Типовъ лодокъ весьма много и какъ величина, такъ и форма ихъ и внутреннее оборудование измѣняются въ зависимости отъ того, для какой цѣли предназначена лодка, для спорта (гоночнаго).

для прогулокъ, для дальнихъ переходовъ по открытой водѣ или, наконецъ, для лоцманскаго дѣла или въ качествѣ рыболовнаго судна. Болѣе подробно отдѣльные типы лодокъ разсмотрѣны въ Подотд. VI—«Оборудованіе лодки».

6. Приспособленія для передачи работы двигателя: винты и передаточныя части. Работа двигателя должна быть передана на воду, какъ на единственное сравнительно неподвижное вещество вокругъ лодки. Въ быстроходныхъ гидропланахъ пробуютъ передавать работу на воздушную среду, но оказалось много невыгодныхъ сторонъ.

Въ громадномъ большинствѣ случаевъ приборомъ для передачи работы служитъ винтъ (рис. 41 и рис. 42), представляющій примѣненіе наклонной плоскости. Такъ какъ точки винта находятся на различныхъ разстояніяхъ отъ центра, то уголъ наклона плоскостей винта также долженъ быть различенъ, чтобы вся поверхность лопастей могла работать въ одномъ направленіи. Если же сдѣлать уголъ одинаковымъ, то концы плоскостей будутъ работать впередъ, а части, ближайшія къ центру, будутъ давать на ходу лодки обратное давленіе. Различный наклонъ плоскостей ясно виденъ на рис. 41 и 42. Каждая лопасть представляется какъ бы повернутой винтообразно. Если же взять узкую полосу лопасти между двумя радиусами почти одинаковыми по величинѣ, то этотъ отрѣзокъ представляется въ иныхъ системахъ совершенно неизогнутымъ.



Рис. 41. — Видъ трехлопастнаго винта. Нижняя лопасть, обращенная къ зрителю, кажется винтообразной. Происходитъ это отъ различнаго угла наклона отдѣльных частей лопасти въ зависимости отъ удаленія отъ центра.

наковымъ, то концы плоскостей будутъ работать впередъ, а части, ближайшія къ центру, будутъ давать на ходу лодки обратное давленіе. Различный наклонъ плоскостей ясно виденъ на рис. 41 и 42. Каждая лопасть представляется какъ бы повернутой винтообразно. Если же взять узкую полосу лопасти между двумя радиусами почти одинаковыми по величинѣ, то этотъ отрѣзокъ представляется въ иныхъ системахъ совершенно неизогнутымъ.

Про́вѣрка винтовъ послѣ ихъ изготовленія и состоитъ въ про-  
вѣркѣ наклона плоскостей въ различныхъ разстояніяхъ отъ  
центра.

Въ нѣкоторыхъ системахъ винтовъ ближайшія къ центру части  
дѣлають неработающими, т. е. придаютъ имъ такой уголъ наклона,  
чтобы не получалось ни давленія спереди, ни обратнаго давленія  
во время движенія лодки впередъ съ нормальной скоростью. По-  
ступаютъ такъ, въ виду малаго полезнаго коэффиціента дѣйствія  
тѣхъ частей винта, которыя работаютъ подъ большимъ угломъ.

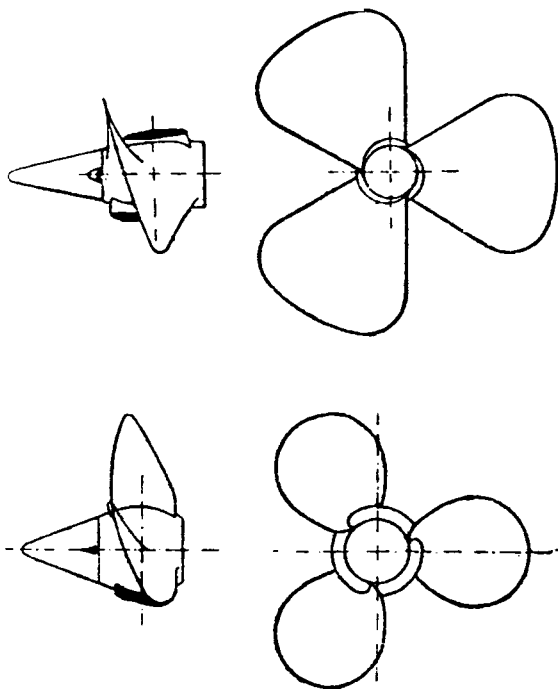


Рис. 42.—Два различныхъ типа винта; верхній для среднихъ скоро-  
стей вращенія; нижній, для большихъ скоростей. Въ первомъ случаѣ  
отношеніе шага къ діаметру 0,91, во второмъ—0,89. Отношеніе закры-  
той лопастью поверхности къ площади круга: въ первомъ случаѣ—  
0,56, во второмъ—0,45.

Предпочитають отказаться отъ этой части работы, уменьшивъ  
тѣмъ самымъ и связанныя съ ближайшими къ центру частями  
лопастей вредныя сопротивленія.

Такъ какъ дѣйствіе винта представляетъ дѣйствіе отдѣль-  
ныхъ узкихъ наклонныхъ поверхностей, съ различными ихъ  
углами, то можно рассмотретьъ одну изъ этихъ воображаемыхъ  
плоскостей. На рис. 43 (*лѣвый черт.*) показаны наибольшій ( $\alpha$ ) и  
наименьшій ( $\alpha'$ ) углы наклона плоскостей по отношенію оси винта.  
Возьмемъ часть поверхности винта съ наименьшимъ угломъ

встрѣчи, или что то же, съ наибольшимъ наклономъ къ оси винта. На правомъ чертежѣ сила давленія воды  $N$  въ направленіи, перпендикулярномъ плоскости винта, разложена по способу параллелограмма на двѣ силы:  $P$ —въ направленіи движенія лодки и  $R$ —въ направленіи перпендикулярномъ движенію. Последняя сила является скручивающей передаточный валъ и представляетъ бесполезную часть работы, тѣмъ большую въ процентномъ отношеніи, чѣмъ больше уголъ встрѣчи. Изъ этого, между прочимъ, ясно, почему части винта вблизи оси, работающія подъ большимъ наклономъ, даютъ большой процентъ потери работы. Далѣе треніе о воду дѣйствуетъ всегда въ направленіи трущейся поверхности, слѣдовательно, по линіи наклона лопастей винта и представляетъ, допустимъ, силу  $F$ , которую также можно разложить на силу  $r$ , которую можно соединить съ силой  $R$ , и эта сила  $R+r$  представить бесполезную потерю, работающую на скручиваніе вала. Вторая сила, на которую будетъ разложена  $F$

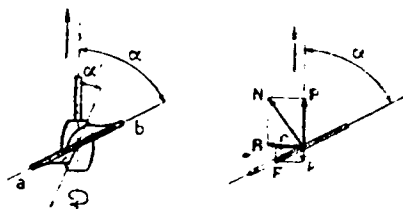


Рис. 43.—Силы, дѣйствующія при работѣ винта.— $\alpha$  и  $\alpha$ —наименьшій и наибольшій уголъ наклона частей лопастей винта къ оси.— $a, b$ , часть лопасти съ наибольшимъ наклономъ (съ наименьшимъ угломъ встрѣчи).— $N$ , сила сопротивленія воды, разложенная на составляющія  $P$  и  $R$ . Первая,—въ направленіи движенія лодки, вторая,—въ перпендикулярномъ направленіи; работаетъ на скручиваніе.— $F$ , сила тренія, разложенная на  $r$  и  $p$ ; послѣдняя уменьшаетъ силу  $P$ .

составить силу  $p$  въ направленіи, обратномъ движенію лодки. Слѣдовательно, ее надо вычесть изъ силы  $P$ . Сила  $P-p$  представить полезную силу, двигающую лодку. Очевидно, что при увеличенномъ наклонѣ плоскости винта увеличится, во-первыхъ, сила  $F$ , а во-вторыхъ, болѣе большой процентъ ея представится въ видѣ силы  $p$ , непосредственно уменьшающей полезное дѣйствіе винта. Если дѣлать уголъ наклона очень малымъ, то работа двигателя, уходящая на треніе винта, увеличивается, и условія опять становятся невыгодными. Поэтому существуетъ наивыгоднѣйшій уголъ наклона концовъ винта, а остальныя части лопастей должны имѣть уменьшающійся наклонъ (увеличивающійся уголъ встрѣчи), сообразно расчету. Практически устанавливаютъ желаемое отношеніе хода винта, получаемого при одномъ цѣломъ оборотѣ къ діаметру круга, описанному концами лопастей. Это отношеніе принимаютъ отъ 1 до 1,4. Для очень большихъ скоростей вращенія отношеніе приходится уменьшать до 0,9 и даже до 0,8.

При постройкѣ винтовъ различаютъ отношеніе площади самихъ лопастей (проекціи) ко всей площади круга, описываемого

концами лопастей. Въ такомъ видѣ лопасти представлены на рис. 42 (верхній и нижній чертежи съ правой стороны). Отношеніе это для винтовъ не очень быстро вращающихся составляетъ обыкновенно больше 0,5. Для верхняго чертежа рис. 42, — оно равняется 0,56. Для быстро вращающихся винтовъ отношеніе въ большинствѣ случаевъ меньше 0,5. Для нижняго чертежа рис. 42—0,45. Для винтовъ съ медленнымъ вращеніемъ, не для гонимыхъ лодокъ, берутъ обыкновенно отношеніе около 0,25—0,35.

Въ постройкѣ винтовъ частью пользуются расчетами и довольно сложными формулами, приводятъ которыя здѣсь нѣтъ никакой возможности за недостаткомъ мѣста. Частію руководствуются опытными данными винтовъ прежнихъ выпусковъ. Такъ, напримѣръ, опытомъ установлено, что сила давленія на винтъ *N* (рис. 43) пропорціональна квадрату разстоянія отъ оси. Поэтому выгоднѣе увеличивать діаметръ винта, а не плоскости лопастей. Однако, если мѣсто или другія обстоятельства не позволяютъ увеличить діаметръ, то приходится придавать лопастямъ форму верхняго чертежа на рис. 42, гдѣ концы лопастей уширены; это въ особенности примѣняется при маломъ числѣ оборотовъ винта.

Иногда работающая поверхность лопасти винта представляетъ не прямую линію въ сѣченіи, параллельномъ оси винта (точнѣе, на равномъ разстояніи отъ центра), а вогнутую поверхность. Оба эти виды показаны на рис. 44. Какъ и при постройкѣ воздушныхъ винтовъ, руководствуются тѣмъ, что вогнутая поверхность даетъ при той же площади большее сопротивленіе, а, слѣдовательно, и больше полезной работы, такъ какъ величина силы *F*, (рис. 43), представляющей треніе, остается въ обоихъ случаяхъ приблизительно одинаковою.

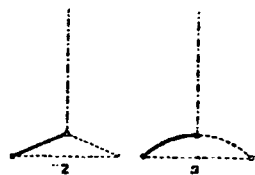


Рис. 44. — Различныя формы лопастей въ разрѣзѣ. — 1 плоская форма. — 2, вогнутая форма.

Задняя неработающая сторона лопасти дѣлается выпуклой, что необходимо, во-1-хъ, для прочности лопасти, а затѣмъ для уменьшенія вредныхъ сопротивленій при передвиженіи лопастей въ водной средѣ. Изслѣдованія Парсонса, который работалъ съ быстроходными винтами, показали, что при слишкомъ большой скорости лопастей образуется пустота у задней стороны ихъ, отъ чего давленіе, производящее скручиваніе вала, увеличивается. Явленія во многомъ сходны съ уменьшеніемъ давленія за кормой лодки, но лишь выражаются болѣе рѣзко. Предѣльная скорость приблизительно отъ 3.000 до 5.000 метровъ въ минуту. Последнее достижимо только для винтовъ съ очень узкими лопастями и, слѣдовательно, очень тонкими, примѣняемыми при большой скорости вращенія гребного вала.

Образуется также пустота у втулки, зависящая отъ разбрасыванія воды подъ вліяніемъ центробѣжной силы.

Для винтовъ существуетъ также предѣльная величина давленія на единицу поверхности лопасти. Обыкновенно принимается, что нельзя допускать давленія болѣе 0,7 килограмма, а въ крайнемъ

случаѣ—0,85 килограммовъ, на 1 кв. сант. Эти цифры относятся къ глубинѣ 30 сант. ниже уровня воды, и, слѣдовательно, для большихъ лодокъ могутъ нѣсколько измѣняться. Это явленіе отчасти связано съ предидущимъ и влечетъ также образованіе пустоты съ задней стороны лопастей. Вредное сопротивленіе растетъ въ этомъ случаѣ также отъ увеличенія тренія при большемъ давленіи (сила  $F$  на рис. 43). Связь этихъ двухъ явленій заключается въ томъ, что при одинаковомъ наклонѣ лопастей, но при увеличеніи скорости, давленіе увеличивается. Давленіе можетъ увеличиться, и отъ увеличенія угла встрѣчи, и. этимъ, между прочимъ, полагается предѣлъ увеличенію такого угла.

Когда винтъ работаетъ, онъ подвигаетъ лодку впередъ не на все то разстояніе, которое соотвѣтствовало бы полному шагу винта. Обыкновенно существуетъ, такъ наз., скольженіе винта (или потери). выражаемое въ процентахъ числомъ 15 и до 20.

Существуетъ еще потеря работы въ винтѣ, зависящая отъ тренія воды и отъ превращенія части работы въ живую силу, отбрасываемой назадъ воды. Обыкновенно полезная отдача винта, за вычетомъ указанной потери, составляетъ отъ 70 до 75%, но по мѣрѣ увеличенія скольженія винта, полезная отдача уменьшается и можетъ дойти до очень малой величины. Можно довести отдачу и до 0, если напримѣръ, лодка работаетъ на канатахъ у пристани. Тогда вся работа двигателя идетъ на приданіе водѣ, отбрасываемой назадъ, живой силы. Конечно, часть уходитъ на треніе лопастей о воду и обращается въ теплоту.

7. Гребной валь. Двигатель соединяется съ винтомъ посредствомъ гребного вала и при паровыхъ машинахъ никакихъ промежуточныхъ механизмовъ не примѣняется, такъ какъ паровая машина легко беретъ съ мѣста съ нагрузкой, т. е. преодолевая сопротивленіе воды вращенію винта.

Въ двигателяхъ же внутренняго сгоранія, гдѣ первоначально надо пустить его въ ходъ безъ нагрузки, нуженъ механизмъ разобщенія. Для задняго хода нуженъ также особый механизмъ, т. к. двигатели внутренняго сгоранія обыкновенно не могутъ работать въ обратномъ направленіи. Въ послѣднее время въ двигателяхъ значительной мощности примѣняютъ перемѣну вращенія двигателя посредствомъ перестановки распредѣлительныхъ кулачковъ. Приходится пользоваться сжатымъ воздухомъ, чтобы быстро перевести работу изъ одного направленія въ другое. Есть впрочемъ системы, гдѣ кулачки переставляются на ходу, и при навывѣ механика, двигатель, получивъ обратный ударъ, приобретаетъ вращеніе въ другую сторону.

Въ большинствѣ лодокъ примѣняютъ для задняго хода или зубчатые механизмы перемѣны передачъ, или же поворотныя лопасти. Послѣдній способъ особенно рекомендуется для маленькихъ лодокъ съ двигателями не болѣе 20—25 л. с. При большихъ мощностяхъ поворотныя лопасти иногда не выдерживаютъ.

8. Поворотныя лопасти устраиваются каждая отдѣльно и могутъ повертываться на нѣкоторый сравнительно небольшой уголъ въ шарѣ, которымъ оканчивается гребной валь. Внутри гребного



вала проходить стержень, своими ушками или выступами захватывающей выступы или прорѣзы въ дискахъ, которыми оканчиваются лопасти внутри шара. Все затрудненіе въ томъ, что при небольшомъ рычагѣ приходится повертывать лопасть, на которую производится въ это время (если винтъ работаетъ) довольно большое давленіе. Затѣмъ ломающее усиліе очень велико, и чтобы нѣсколько противодействовать ему, въ двухлопастныхъ винтахъ иногда соединяють стержни, которыми лопасти оканчиваются, одинъ съ другимъ, какъ показано на рис. 45. Въ такомъ случаѣ ломающее усиліе будетъ менѣ замѣтно для механизма, такъ какъ давленіе на обѣ лопасти въ этомъ отношеніи взаимно уничтожается. Конечно, самое соединеніе стержней лопастей должно быть надежно. Какъ показано на этомъ рис., оно состоитъ изъ болѣе тонкаго стержня на одной изъ лопастей, съ нарѣзкой

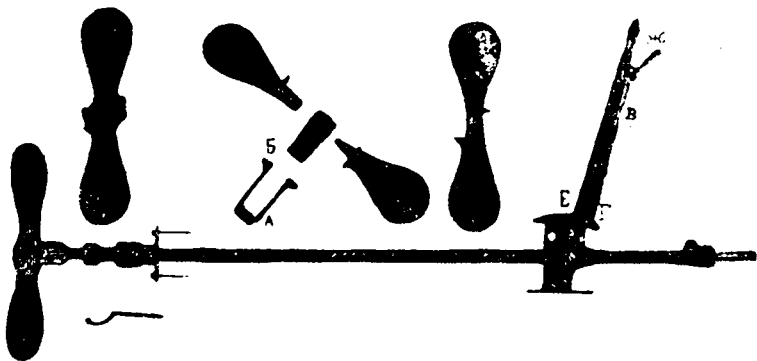


Рис. 45.—Двухлопастный винтъ съ поворотными лопастями. При томъ же направленіи вращенія получается какъ передній, такъ и задній ходъ и безразличное положеніе. Передвиженіемъ рычага Г по сектору можно устанавливать также различный наклонъ лопастей.—Е, секторъ, за который захватываетъ защелка Г.—Ж, ручка, освобождающая защелку.—А, передвижная вилка съ выступами Б на концахъ, сдѣляющимися съ ушками у основанія лопастей.

па концѣ, и все это зацепляется внутри болѣе толстаго стержня, оставленнаго на другой лопасти. Зато, при этой системѣ, тяги для передвиженія не могутъ быть скрыты внутри втулки винта. Стержень, проходитъ въ гребномъ валу, но вблизи винта онъ оканчивается и соединяется съ вилкой А, двигающейся въ прорѣзѣ гребного вала. Концы Б этой вилки захватываютъ за выступы (ушки) у основанія лопастей. Сопротивленіе воды отъ вращенія вилки здѣсь нѣсколько больше, чѣмъ когда втулка оканчивается гладкимъ шаромъ, въ которомъ весь механизмъ скрытъ. Если лопастей 3 или болѣе, то примѣнить систему соединенія лопастей уже нельзя. Здѣсь также возможно примѣнить наружную вилку (тройную) (А на рис. 46), но въ такомъ случаѣ сопротивленіе воды при вращеніи втулки винта значительно увеличивается. Преимуществомъ можетъ считаться удобство въ разборкѣ винта и возможность быстрой замѣны испорченныхъ лопастей или

других частей винта. Поворотъ лопастей винта производится передвиженіемъ рычага *В* (рис. 45 и 46), который посредствомъ собачки *Г* можетъ быть удерживаемъ въ любомъ положеніи. Если зубцы на секторѣ *Е* сдѣланы довольно часто, то, какъ работа винта впередъ, такъ и тяга винта въ обратномъ направленіи можетъ получаться при 25—40 различныхъ положеніяхъ, по числу зубцовъ половины сектора. На среднихъ зубцахъ винтъ не будетъ давать полезной работы ни впередъ, ни назадъ, а будетъ лишь бурлить и разбрасывать воду.

Среднее положеніе требуетъ нѣсколько меньшей затраты работы и, слѣдовательно, двигатель пріобрѣтаетъ большее число оборотовъ, если не уменьшать газъ. Это представляетъ даже нѣкоторое удобство, такъ какъ при переводѣ съ передняго хода назадъ, или наоборотъ, получается въ маховикѣ и лопастяхъ винта запасъ инерціи, полезный для преодоленія увеличеннаго сопротивленія. Когда винтъ работаетъ въ обратную сторону, а

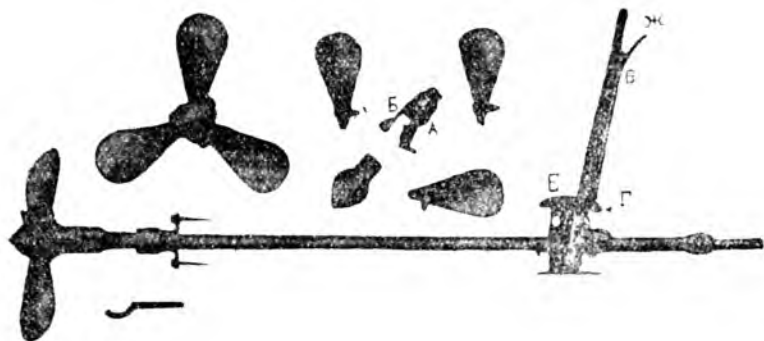


Рис. 46.—Трехлопастный винтъ съ поворотными лопастями и съ наружной вилкой *А*, производящей поворотъ лопастей. Остальныя буквы объяснены на предыдущемъ рис.

лодка продолжаетъ идти впередъ, то сила обратнаго давленія на винтъ будетъ больше. Запасъ инерціи маховика и лопастей будетъ полезенъ для первыхъ секундъ обратной работы винта, именно въ самыхъ тяжелыхъ условіяхъ. Увеличеніе числа оборотовъ опредѣлить также безразличное положеніе лопастей; хотя это положеніе и можетъ быть отмѣчено на секторѣ, но при продолжительной работѣ оно можетъ сдвинуться въ ту или другую сторону вслѣдствіе истиранія соединеній лопастей съ вилкой, а въ особенности муфты у переводнаго рычага *В*. Когда желаютъ переставить лопасти, то предварительно нажимаютъ рукоятку *Ж*. чѣмъ освобождается собачка *Г*.

Внутреннее устройство втулки винта съ двумя поворотными лопастями. при чемъ вилка, служащая для поворота лопастей, не выходитъ наружу,—показана на рис. 47. Тамъ же виденъ упорный кольцевой подшипникъ *Р* и направляющій сплошной подшипникъ *Г*.

Несмотря на все удобство винтовъ съ поворотными лопастями, конструкторы стараются избѣгать ихъ при сколько-нибудь значи

ельныхъ двигателяхъ, и рис. 47 даетъ еще добавочное объясненіе этого стремленія. Несмотря на сравнительно большой діаметръ шулки, выступъ на внутреннемъ дискѣ, которымъ лопасть удерживается, находится ближе къ центру, чѣмъ края диска. Толщина его также мала. Въ виду значительнаго сопротивленія повороту лопастей при такихъ условіяхъ, выступъ будетъ быстро срабатываться, тѣмъ болѣе, что онъ отливается изъ бронзы вмѣстѣ съ лопастью. Затѣмъ направляющіе прорѣзы, въ кулачкѣ котораго оканчивается внутренній стержень, будутъ разрабатываться и появится дрожаніе лопастей на ходу. Уголъ наклона лопастей можетъ при этомъ получаться различный.

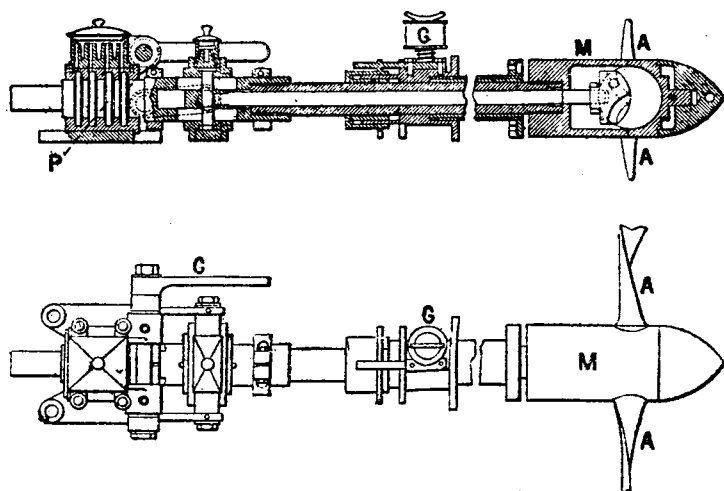


Рис. 47.—Винтъ съ поворотными лопастями *A* и гребной валъ съ приспособленіями для поворота лопастей.—*M*, втулка винта, заключающая механизмъ для поворота лопастей.—*P*, упорный кольцевой подшипникъ. Кольца расположены въ рядъ для распредѣленія давленія.—*G*, штаufferъ для смазки направляющаго сплошнаго подшипника.—*C*, рычагъ для поворота лопастей.

Эти причины также заставляютъ конструкторовъ ставить при сильныхъ двигателяхъ всегда винты съ неповоротными лопастями и отказываться отъ поворотныхъ лопастей даже при небольшой мощности двигателя, если предполагается пользоваться лодкой часто и для продолжительной непрерывной работы. Во всѣхъ этихъ случаяхъ приходится ставить механизмъ перемѣны хода.

Если винтъ не имѣетъ поворотныхъ лопастей, то, кромѣ случаевъ двигателя съ обратнымъ ходомъ, необходимъ механизмъ для перемѣны вращенія. Обыкновенно этотъ механизмъ соединяетъ въ себѣ и механизмъ расцѣпленія. Нѣкоторые образцы такихъ механизмовъ объяснены въ дальнѣйшемъ изложеніи (стр. 48—55).

Гребной валъ при выходѣ изъ корпуса лодки проходитъ черезъ такъ называемую *дейдвудную трубу*, которая содержитъ въ себѣ сальникъ, препятствующій просачиванію воды внутрь корпуса.

Сальникъ представляет собою коробку изъ мягкаго бѣлаго металла, или изъ специальныхъ сортовъ твердаго дерева и заключаетъ въ себѣ жировыя вещества, которыя время отъ времени пополняютъ изнутри корпуса. Если винтъ отстоитъ очень далеко отъ корпуса, то устраиваютъ еще вынесенный на контрфорсахъ опорный подшипникъ, въ которомъ обходятся безъ смазки, такъ какъ онъ дѣлается нѣсколько большаго діаметра, чѣмъ валъ, вода, какъ извѣстно, также можетъ служить какъ смазывающее вещество.

Названіе «дейдвудная» труба взято съ англійскаго. Происхожденіе этого названія можетъ быть объяснено рис. 48, гдѣ показано устройство дейдвудной трубы простѣйшаго вида и нынѣ примѣняемаго въ маленькихъ лодкахъ. Двѣ пластины дерева твердой породы (А Б) скрѣпляются вмѣстѣ и по средней линіи ихъ соединенія просверливается отверстіе для гребного вала. Такая коробка скрѣпляется болтами съ килемъ или отдѣляющейся отъ киля кормовой частью (ахтерштевнемъ) посредствомъ болтовъ, показанныхъ на рисункѣ. Достаточно пригнать величину отверстія

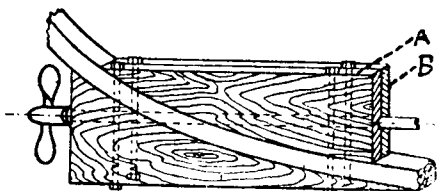


Рис. 48.—Дейдвудная труба простѣйшаго типа изъ двухъ пластинокъ твердаго дерева А и В, скрѣпленныхъ болтами съ ахтерштевнемъ.

точно по діаметру вала, такъ, чтобы валъ шелъ съ легкимъ треніемъ и промазать все саломъ или густымъ жиромъ, и тѣмъ воспрепятствовать прохождению воды вокругъ гребного вала. Такая простѣйшая система въ сколько-нибудь большихъ лодкахъ теперь не употребляется, такъ какъ вызываетъ значительное треніе и трудно мѣнять набивку.

Для передачи работы винта на корпусъ лодки, необходимо имѣть упорные подшипники, которые дѣлаются или гладкими кольцевыми (рис. 49) или шариковыми.

Существуютъ еще винты «переносные», соединенные вмѣстѣ съ двигателемъ въ одну группу, легко прикрепляемую къ борту лодки, но объ этихъ системахъ, какъ связанныхъ непосредственно съ двигателемъ, сказано въ концѣ отдѣла о двигателяхъ.

9. Механизмы перемѣны вращенія. Пускать въ ходъ лодочный двигатель можно и не разобцая винта, но чѣмъ больше мощность двигателя, а, слѣдовательно, и величина лопастей винта, тѣмъ желательнѣе имѣть разобценіе, чтобы облегчить пускъ. Такъ какъ съ другой стороны въ большинствѣ механизмовъ перемѣны вращенія устроено приспособленіе для остановки работы винта безъ необходимости останавливать двигатель, то механизмы разобценія и перемѣны хода удобнѣе разсматривать вмѣстѣ.

Всѣ существующіе механизмы перемѣны хода можно раздѣлить на три группы: 1) со сцѣпленіемъ лишь посредствомъ тренія безъ примѣненія зубчатокъ, 2) съ примѣненіемъ тренія и коническихъ зубчатокъ по принципу дифференціального механизма, а иногда такъ наз. планетарныхъ зубчатокъ, 3) съ примѣненіемъ только зубчатокъ.

входящихъ въ сцѣпленіе и расцѣпленіе совершенно сходно съ дѣйствіемъ коробки перемены передачъ въ автомобиль, 4) и наконецъ съ примѣненіемъ электрической передачи работы, иногда съ добавленіемъ аккумуляторовъ.

I. Приборы первого рода, гдѣ дѣйствуетъ только треніе, основаны на слѣдующемъ. Главный валъ двигателя *М* (рис. 50), снабженный маховикомъ *А*, вращаетъ присоединенный къ нему конусъ. Внутри этого конуса обточенъ другой конусъ *К*, который, будучи вдвинутъ въ маховикъ, производитъ сцѣпленіе съ гребнымъ валомъ и винтомъ. Получается прямое вращеніе, при чемъ конуса *В* и *С* не должны касаться ни конуса *Д*, ни конуса *Е*. Если конусъ *К* отодвинуть, получается разобщеніе. Когда не вдвигая конуса *К*, придвинуть конуса *В* и *С* къ двумъ другимъ

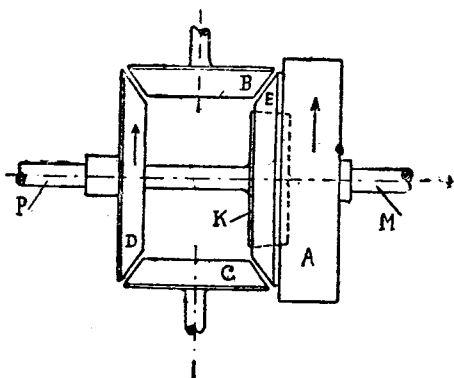


Рис. 50.—Механизмъ перемены вращенія, позволяющій разобщать двигатель отъ винта. — *А*, маховикъ на колѣчатомъ валу *М*, скрѣпленный съ конусомъ *Е*. — *К*, конусъ соединенія двигателя съ гребнымъ валомъ *Р*. — *Д*, конусъ, насаженный на гребномъ валу. — *В* и *С*, конуса, вращающіеся въ неподвижно укрѣпленныхъ подшипникахъ и производящіе перемену направленія вращенія во время сцѣпленія съ конусами *Д* и *Е*.

должны всегда быть въ сцѣпленіи, а оси коническихъ зубчатокъ *В* и *С* (примѣнительно къ рис. 51) должны, если работа этими зубчатками не передается, вращаться вмѣстѣ со всѣмъ механизмомъ. Остановка осей для полученія задняго хода получается посредствомъ

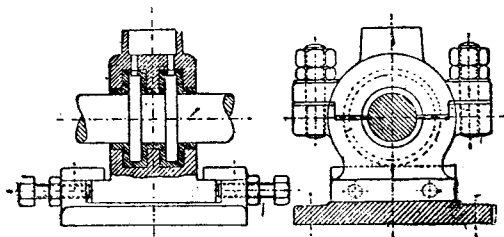


Рис. 49.—Кольцевой упорный подшипникъ на гребномъ валу для передачи работы винта. *Слѣва* — разрѣзъ по длинѣ оси вала; *справа* — поперекъ оси.

конусамъ, то произойдетъ сцѣпленіе и конусъ *Д*, а съ нимъ и ось *Р* (гребной валъ), получитъ вращеніе обратное относительно маховика двигателя. Это положеніе показано на рис. 51. Конуса *В* и *С* должны вращаться въ подшипникахъ, остающихся неподвижными, т. е. подшипники должны быть прикрѣплены къ основанію механизма, или къ фундаменту лодки.

II. Механизмы перемены вращенія съ примѣненіемъ зубчатокъ основаны чаще всего на томъ же принципѣ, какъ и примѣненіе конусовъ. Разница лишь въ томъ, что очень опасно для долговѣчности зубцовъ вводить ихъ въ сцѣпленіе посредствомъ приближенія однихъ зубцовъ къ другимъ. Поэтому зубчатки



по своему устройству, что знакомый съ однимъ изъ такихъ механизмовъ, разберется и во всякомъ другомъ.

Если примѣнены планетарныя зубчатки (рис. 54), то кажущееся измѣненіе принциповъ устройства механизмовъ зависитъ отъ того, что одна коническая зубчатка замѣнена здѣсь двумя цилиндрическими (*S*), въ остальномъ механизмъ тотъ же самый. Онъ обыкновенно помѣщается ближе къ маховику, такъ какъ діаметръ его значительно больше, чѣмъ съ коническими зубчатками. Передній ходъ получается, когда конусъ *E* вдвинуть въ маховикъ, а барабанъ *F* не заторможенъ. Разобшеніе — когда конусъ выдвинуть изъ маховика, а задній ходъ, — когда при этомъ барабанъ *F* заторможенъ. Преимуществомъ этого механизма можетъ считаться большой діаметръ барабана и большое разстояніе осей промежуточныхъ зубчатокъ отъ центра. Замѣна зубчатокъ въ случаѣ порчи также болѣе доступна, такъ какъ цилиндрическую зубчатку можетъ сносно выполнить каждая мастерская, а для надежнаго и правильнаго изготовленія коническихъ зубчатокъ нужны очень дорогіе станки. Такихъ станковъ не имѣется даже у многихъ большихъ мастерскихъ.

Примѣненіе цилиндрическихъ зубчатокъ позволяетъ получить не только обратное вращеніе, но и измѣненіе числа оборотовъ. Здѣсь примѣнено уменьшеніе числа оборотовъ, такъ какъ сопротивленіе обратному вращенію винта, пока движеніе лодки впередъ еще не прекратилось, нѣсколько больше нормальнаго. Измѣненіе достигается посредствомъ соответственнаго подбора діаметровъ зубчатокъ *P* и *T*, какъ видно изъ рисунка.

III. Переменная хода съ примѣненіемъ только зубчатокъ и притомъ цилиндрическихъ встрѣчается сравнительно рѣдко, но представляетъ единъ изъ сравнительно дешевыхъ механизмовъ, такъ какъ точность выдѣлки требуется значительно меньшая. Механизмъ

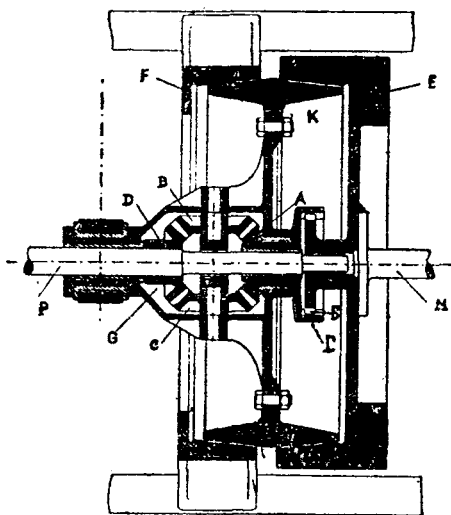


Рис. 52.—Механизмъ перемены вращенія, съ примѣненіемъ коническихъ зубчатокъ и тормазныхъ поверхностей. Даетъ передній и задній ходъ и промежуточное положеніе — разобшеніе. — *E*, маховикъ двигателя на концѣ колѣнчатого вала *M*. — *A*, коническая зубчатка, соединенная съ валомъ двигателя. — *G*, коробка, могущая вращаться вокругъ оси и соединенная съ внутреннимъ маховикомъ *K*. — *B* и *C*, коническія зубчатки, вращающіяся на осяхъ, укрѣпленныхъ въ коробкѣ *G*. — *D*, четвертая коническая зубчатка, насаженная на концѣ гребного вала *P*. *F*, тормазъ, въ который вдвигается внутренний маховикъ *L* для полученія обратнаго вращенія гребного вала.





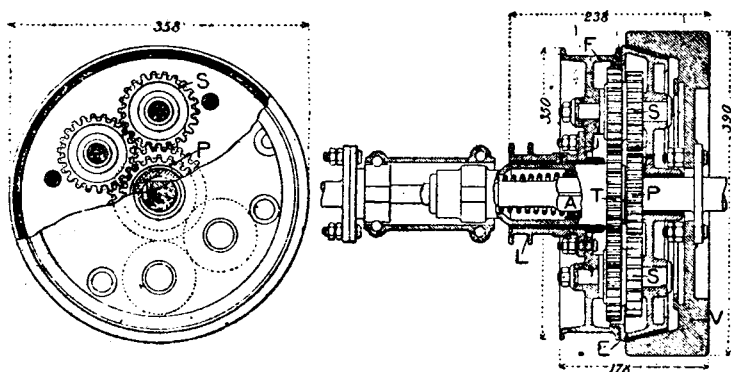


Рис. 54.—Механизм перемены вращения и разобращения двигателя отъ винта—съ цилиндрическими зубчатками вмѣсто коническихъ. Механизмъ допускаетъ уменьшеніе числа оборотовъ винта сравнительно съ двигателемъ при обратномъ вращеніи.—*V* маховикъ двигателя.—*E*, конусъ сцѣпленія.—*P*, зубчатка, насаженная на концѣ колычаго вала двигателя.—*S*, зубчатка на промежуточной оси, вращающаяся лишь при затормаживаніи барабана *F* и одновременномъ освобожденіи конуса *E*.—*T*, зубчатка на концѣ гребного вала.—*A*, квадратъ, допускающій отодвиганіе конуса посредствомъ закраинъ втулки *L*.—Кромѣ обратнаго вращенія, получается уменьшеніе числа оборотовъ винта при обратномъ ходѣ. (Сист. Демаре-Моранъ).

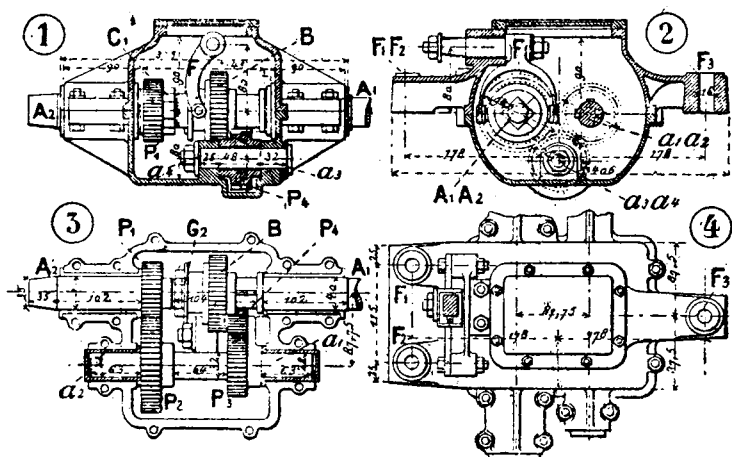


Рис. 55.—Механизмъ перемены вращения винта посредствомъ перестановки зубчатокъ.—*A*<sub>1</sub>, конецъ колычаго вала двигателя.—*A*<sub>2</sub>, конецъ гребного вала.—*a*<sub>1</sub>, *a*<sub>2</sub>, вторая передаточная ось съ насаженными на нее зубчатками *P*<sub>2</sub> и *P*<sub>3</sub>.—*a*<sub>3</sub>, *a*<sub>4</sub>, третья передаточная ось, расположенная внизу, съ насаженной на нее зубчаткой *P*<sub>4</sub>.—*G*<sub>2</sub>, передвижная втулка съ механизмомъ прямого соединенія (слѣва) и зубчаткой *B*.—*F*, вилка для перестановки зубчатки.—*F*<sub>1</sub>, *F*<sub>2</sub>, *F*<sub>3</sub>, лапы для прикрѣпленія коробки. Размѣры показаны въ мм. Черт. 1—видъ сбоку по длинѣ оси; Черт. 2—разрѣзъ поперечный; Черт. 3—планъ. Черт. 4—видъ закрытой коробки сверху.

нія обратнаго хода винта. Когда требуется работа винта впередъ, то производится сцѣплѣніе главной оси двигателя съ гребнымъ валомъ (механическое посредствомъ трѣнія), а динамо-машина выключается, работая лишь какъ добавочный маховикъ.

Еще цѣлесообразнѣе можетъ быть примѣненіе этой же системы въ связи съ работой аккумуляторовъ.

Какъ извѣстно, вращающій моментъ двигателя внутренняго сгорания при увеличеніи числа оборотовъ и при переходѣ черезъ определенное число оборотовъ въ минуту, напротивъ, уменьшается. Поэтому если сопротивление на лопастяхъ винта подогнано такимъ образомъ, чтобы оно соответствовало вращающему моменту двигателя, наибольшему достижимому, то дальнѣйшее увеличеніе числа оборотовъ винта уже невозможно, если бы понадобилось хотя бы временно увеличить скорость лодки или корабля.

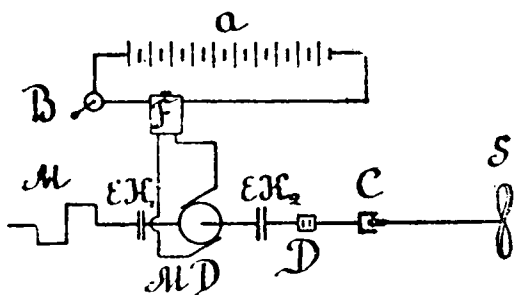


Рис. 56.—Схема бензино-электро-двигателя для моторныхъ судовъ и лодокъ.—*М*, бензиновый двигатель.—*MD*, электродвигатель—динамо-машина.—*а*, аккумуляторы.—*F*, распределитель.—*В*, переключатель.—*ЕК<sub>1</sub>*, *ЕК<sub>2</sub>*, магнито-электрическія сцѣпленія.—*D*, упорныя кольца.—*С*, карданъ.—*S*, винтъ.

Приходится слѣдовательно уменьшать сопротивление, испытываемое лопастями винта при обыкновенной скорости вращенія, т. е. или уменьшать шагъ, или уменьшать поверхность винта; при второмъ случаѣ увеличится скольженіе винта (потеря), и эта система менѣе выгодна. Тогда останется нѣкоторый запасъ силы, который позволить, несмотря на уменьшеніе вращающаго момента, при увеличеніи числа оборотовъ въ минуту, достигать такого увеличенія.

Соединеніе бензинового двигателя съ электродвигателемъ, дѣйствующимъ отъ аккумуляторовъ, (заряжаемыхъ тѣмъ же бензиновымъ двигателемъ) позволяетъ достигать болѣе значительнаго числа оборотовъ; не уменьшая необходимой при нормальномъ числѣ оборотовъ поверхности лопастей винта и рассчитаннаго шага.

Получается та же комбинація, бензино-электро-двигателя, которую пока безъ видимаго успѣха стараются примѣнить къ автомобилямъ. Затруднительность примѣненія подобной комбинаціи къ автомобилямъ происходитъ отъ того, что сопротивление вращенію движущихъ колесъ измѣняется рѣзко и значительно. Въ примѣненіи къ передвиженію по водѣ измѣненія эти могутъ быть вполне точно рассчитаны, и поэтому легче подогнать совмѣстное дѣйствіе

бензинового двигателя и электродвигателя такъ, чтобы вращающій моментъ совпадалъ всегда съ сопротивленіемъ лопастей винта.

Схема дѣйствія бензино-электрическаго приспособленія показана на рис. 56. *М*, означаетъ бензиновый двигатель, соединяющійся посредствомъ электро-магнетическаго сдѣлненія *ЕК*, съ продолженіемъ главнаго вала двигателя, на которомъ находится барабанъ электродвигателя (динамо-машинны) *МД*. Электродвигатель работаетъ отъ аккумуляторовъ *а*, причемъ въ цѣпи находится распределитель *Р* и переключатель *В*. Ось электродвигателя можетъ соединяться посредствомъ магнито-электрическаго сдѣлненія съ валомъ винта. *Д* означаетъ упорные подшипники; *С*—карданъ, въ случаѣ направленіе вала у кормы при выходѣ изъ корпуса измѣняется. Наружный видъ всего механизма за исключеніемъ аккумуляторной батареи показанъ на рис. 57.

Какъ видно на этомъ рисункѣ, весь механизмъ не сложенъ въ установкѣ, такъ какъ расположенъ на общемъ фундаментѣ, который только немного длиннѣе, чѣмъ при бензиновомъ двигателѣ. Если же при бензиновомъ двигателѣ имѣется механическое приспособленіе для перемѣны вращенія, винта, то длина фундамента почти такая же, какъ въ случаѣ бензино-электрическаго механизма. Для моторныхъ лодокъ среднего и большого размѣра соединеніе двухъ видовъ двигателей, имѣющихъ тотъ же источникъ, энергію горѣнія бензина, очень удобно и выгодно, такъ какъ, кромѣ указанныхъ выше пунктовъ, позволяетъ пускать въ ходъ бензиновый двигатель посредствомъ электродвигателя. Электродвигателемъ же получаютъ и обратный ходъ. Электродвигатель безъ бензинового

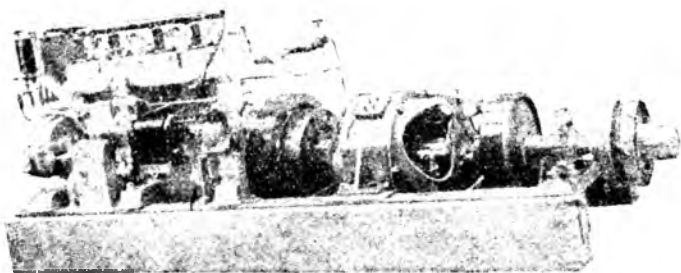


Рис. 57. — Общій видъ бензино-электрическаго двигателя для моторныхъ судовъ и лодокъ. Сдѣлненіе двигателя съ валомъ винта достигается магнито-электрическими дисковыми механизмами.

двигателя можетъ дѣйствовать самостоятельно и, въ зависимости отъ величины силы аккумуляторной батареи, давать радиусъ дѣйствія отъ 15 до 30 и болѣе километровъ. Поврежденіе бензинового двигателя при такихъ условіяхъ гораздо менѣе неприяно.

Управленіе отдѣльными механизмами и комбинированіе ихъ дѣйствія было бы довольно сложнымъ, безъ особаго прибора, показаннаго на рис. 58, упрощающаго все управленіе. Нужно обращать вниманіе на положеніе только двухъ рычаговъ управленія, изъ которыхъ одинъ, обозначенный по схемѣ буквой *В*, — переключатель, — оканчивается рукояткой и помѣщенъ съ лѣвой стороны на рис. 58, наверху, а другой рычагъ — распределитель, — оканчивается колесомъ, какъ для управленія автомобилемъ, но имѣетъ и небольшую рукоятку на концѣ одной изъ спицъ. На рисункѣ показанъ съ правой стороны наверху, а по схемѣ 56 обозначенъ буквой *Р*.

Рычагъ съ рукояткой устанавливается на 5 различныхъ положеній, обозначенныхъ различными буквами, выбитыми на полукругѣ, по которому скользитъ стрѣлка-указатель, прикрѣпленная къ рычагу.

Положеніе *А* обозначаетъ полное выключеніе всѣхъ механизмовъ. Линія тока отъ аккумуляторовъ къ электродвигателю разобщена. Магнето бензинового двигателя поставлено на короткое замыканіе; оба магнито-электрические механизмы сдѣлнены и не дѣйствуютъ. Если бы въ это время распределитель случайно былъ поставленъ на ходъ впередъ или назадъ, никакого дѣйствія механизмовъ все равно не произошло бы.

Второе положение  $L$  означает зарядку аккумуляторовъ. Сѣтление  $EK$ , (рис. 56) съ винтомъ остается разобщеннымъ, а сѣтление между бензиновымъ двигателемъ и динамо-машинной,  $EK_1$ , дѣйствуетъ. Короткое замыканіе магнето прервано, и оно поэтому будетъ давать искры въ свѣчкахъ. Если теперь поставить распредѣлитель на положеніе «*впередъ*», то динамо-машина, дѣйствуя, какъ электродвигатель отъ аккумуляторовъ, начнетъ вращаться и придастъ вращеніе бензиновому двигателю; онъ начнетъ тогда работать и станетъ вращать динамо-машину съ достаточною скоростью для того, чтобы напряженіе ра-виваемаго въ ней тока превосходило нѣсколько напряженіе аккумуляторной батареи и могло служить для ея подзарядки. Такъ какъ винтъ разобщенъ, то механизмъ можетъ дѣйствовать неопредѣленное время, какъ динамо-машина: для освѣщенія, выкачиванія воды посредствомъ отдѣльнаго электродвигателя и т. п. возможна подача тока на берегъ, чѣмъ на практикѣ и пользуются иногда владельцы такихъ моторныхъ лодокъ.

Третье положеніе  $G$  означаетъ совмѣстную работу бензинового и электрическаго двигателей на валъ винта. Одновременно съ переводомъ рычага на это положеніе, магнито электрическое сѣтление  $EK$ , (рис. 56) начинаетъ дѣйствовать; одновременно начинаетъ дѣйствовать и сѣтление  $EK_1$ , между двумя двигателями. Когда распредѣлительное колесо будетъ поставлено на положеніе «*впередъ*», токъ отъ аккумуляторовъ пройдетъ черезъ динамо-электродвигатель, и придастъ вращеніе какъ бензиновому двигателю, такъ и винту. Послѣ первыхъ оборотовъ бензиновый двигатель долженъ начать работать и вращать винтъ общимъ дѣйствіемъ съ электродвигателемъ. Превращеніе электродвигателя въ динамо-машину происходитъ при этомъ положеніи, — если вращеніе вала винта ускорится, — автоматически, такъ какъ при большомъ числѣ оборотовъ бензинового двигателя напряженіе, развиваемое динамо-машинной, больше, чѣмъ даваемое аккумуляторами, и аккумуляторы начинаютъ тогда подзарядаться.

Не сдвигая переключателя, можно прекратить дѣйствіе обоихъ двигателей новоротомъ распредѣлителя  $F'$  на положеніе «*остановка*». Тогда электродвигатель перестаетъ работать вслѣдствіе разобщенія линій, а бензиновый двигатель вслѣдствіе короткаго замыканія магнето.

Дальнѣйшій поворотъ распредѣлителя на положеніе хода назадъ разобщаетъ сѣтление между обоими двигателями, и ходъ назадъ получается только посредствомъ электродвигателя, безъ какого либо механическаго приспособленія съ зубчатками.

Слѣдовательно, третье положеніе переключателя ( $G$ ) будетъ именно то, которымъ чаще всего пользуются, и при этомъ положеніи достаточно только повертывать колесо распредѣлителя  $F'$  на одно изъ трехъ положеній: впередъ, остановка, назадъ.

Положеніе  $B$  переключателя означаетъ дѣйствіе только бензинового двигателя. Распредѣлитель  $F'$  (рис. 58) ставится на нулевое положеніе, и при этомъ дѣйствіе бензинового двигателя продолжается, такъ какъ короткое замыканіе въ магнето не происходитъ. Работа бензинового двигателя передается винту черезъ оба магнито-электрические механизмы сѣтления. Регулировка числа оборотовъ бензинового двигателя будетъ происходить, какъ вообще въ бензиновыхъ двигателяхъ, перестановкой момента зажигания и краномъ выпуска смѣси.

Если надо получить ходъ назадъ, то перестановка распредѣлителя на это положеніе заставитъ динамо-машину сначала служить электрическимъ тормозомъ, который останавливаетъ вращеніе двигателя, происходящее отъ инерціи; а затѣмъ придастъ винту вмѣстѣ съ бензиновымъ двигателемъ вращеніе въ обратную сторону, при этомъ въ этой системѣ Сименса бензиновый двигатель не работаетъ, но возможно приспособить и его дѣйствіе для задняго хода. Достигается это легко перестановкой распредѣлительнаго вала съ добавочныи и кулачками.

Когда бензиновый двигатель не приспособленъ для работы въ обратномъ направленіи, получается перегрузка электродвигателя, ввиду уже пченнаго сопротивленія на лопастяхъ винта во время движенія моторной лодки впередъ и поэтому совѣтуется не держать долго при этихъ условіяхъ переключатель на положеніи  $B$ , а двигать его по-очереди на соседнія положенія  $G$  или  $E$ . Такимъ образомъ получается временное прерываніе тока, и обмотка двигателя не такъ сильно нагревается. Впрочемъ, необходимость такой предосторожности показываетъ, что электрическая работа для полученія задняго хода въ этомъ аппаратѣ не вполне разработана. Работа бензинового двигателя въ обратную сторону

помогла бы разрѣшенію вопроса. Тогда перегрузка электродвигателя происходила бы на очень короткій промежутокъ времени,—одна, двѣ секунды для остановки вращенія бензинового двигателя и приданія всей системѣ лишь нѣсколькихъ оборотовъ въ обратную сторону. При системѣ Сименса на электродвигатель возлагается слишкомъ большая работа,—остановить не только инерцію механизма, но и всей моторной лодки.

Положеніе переключателя на *E* означаетъ работу только электродвигателя отъ аккумуляторовъ. Электромагнитное сцепленіе *EK*, съ бензиновымъ двигателемъ разобщено, тогда какъ такое же сцепленіе *EK*, съ винтомъ дѣйствуетъ. Магнито-электрическое зажиганіе не дѣйствуетъ, такъ какъ якорь магнето коротко замкнутъ. Распределитель даетъ вращеніе въ одну или въ другую сторону при соответствующихъ положеніяхъ колеса распределителя.

Какъ предосторожность, противъ сильныхъ искръ и нагреванія обмотки, слѣдуетъ передъ переводомъ рычага переключателя съ одного положенія на другое, ставить распределитель на нулевое положеніе. Впрочемъ, когда переключатель стоитъ на бензино-электрическомъ совмѣстномъ дѣйствіи, или только на бензиновомъ или когда переводится на одно изъ этихъ положеній, то можно распределитель не ставить предварительно на нуль. Амперометръ всегда покажетъ точно силу тока въ обмоткѣ динамомашины, и при внимательномъ наблюденіи за нимъ можно всегда избѣгнуть порчи обмотки отъ перегреванія.

Графическое изображеніе совместной работы бензинового и электрическаго двигателя на моторной лодкѣ.

Графикъ 59 показываетъ результаты совместнаго дѣйствія бензинового и электрическаго двигателей на тотъ же винтъ, причемъ при составленіи графика принято, что бензиновый двигатель работаетъ съ полнымъ впускомъ газа (диаграмма *B*), а сопротивление винта увеличивается пропорціонально квадрату числа оборотовъ (диаграмма *S*). Тогда въ части направо отъ  $n'$  вращающій моментъ бензинового двигателя будетъ самъ по себѣ недостаточенъ и необходимо добавлять нѣкоторую силу для увеличенія вращающаго момента въ предѣлахъ отъ 0 до  $a' b'$ , т. е. величину отръзка ординаты. Ясно, что помощь электродвигателя должна соответствовать замѣчаемому недостатку величины момента вращенія, и величина  $c' n^3$  должна соответствовать отръзку  $a' b'$ .

При работѣ только бензинового двигателя оставался бы, слѣдовательно, излишекъ силы, который могъ бы дойти при небольшомъ сравнительно числѣ оборотовъ до величины  $a b$ . Бензино-электрическая комбинація допускаетъ использовать этотъ запасъ мощности двигателя на зарядку аккумуляторовъ, причемъ вращающій моментъ долженъ быть подогнанъ по величинѣ запаса, имѣющагося въ бензиновомъ двигателѣ, а это достигается посредствомъ вывода реостата, что усиливаетъ токъ въ тонкой обмоткѣ электромагнитовъ.

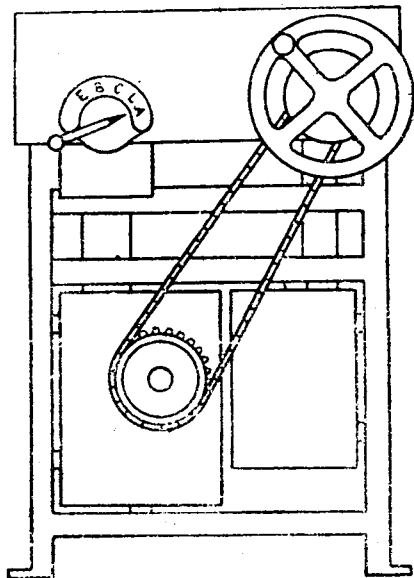


Рис. 58. Переключатель, соединенный съ распределителемъ и реостатами для управленія бензино-электрической парой въ моторной лодкѣ, показанной на рис. 57. Съ *левой стороны* наверху переключатель соотрѣзкой, совпадающей послѣдовательно съ буквами *A, L, G, B, E*. Значеніе буквъ объяснено подробно въ текстѣ. Съ *правой стороны*—распределитель, дающій передній и задній ходъ, нулевое положеніе и вводъ различныхъ сопротивленій.

Если нѣтъ надобности производить быструю подзарядку аккумуляторовъ, или зарядки совершенно не требуется, то можно уменьшать впускъ газа въ бензиновый двигатель, и тогда схема дѣйствія бензино-электрической пары будетъ соответствовать пунктирнымъ линіямъ на томъ же чертежѣ 59. Работа бензинового двигателя сможетъ дать меньшее число оборотовъ, чѣмъ раньше, и будетъ равно  $n'$ . При всякомъ числѣ оборотовъ большемъ  $n'$  понадобится помощь электродвигателя. При числѣ оборотовъ меньшемъ указаннаго, будетъ оставаться запасъ, который позволитъ заряжать аккумуляторы, но примѣрно въ 3 раза медленнѣе, чѣмъ въ первомъ случаѣ. Слѣдующій графикъ 60 представляетъ нѣкоторое видоизмѣненіе предыдущаго, такъ какъ на немъ нанесены не моменты вращенія, а мощности бензинового двигателя ( $B$ ) и электродвигателя ( $M$  и  $D$ ), причѣмъ часть второй кривой—выше нулевой линіи,—даетъ полезную работу электродвигателя,

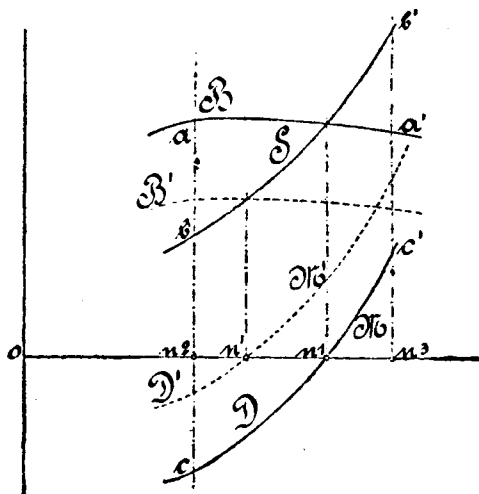


Рис. 59. Графикъ совместнаго дѣйствія бензинового двигателя и электромотора, дѣйствующаго отъ аккумуляторовъ, при различныхъ скоростяхъ вращенія винта моторной лодки. Сплошныя кривыя даютъ величину момента вращенія при полной работѣ бензинового двигателя (на полномъ газѣ).— $B$ , кривая вращающихся моментовъ бензинового двигателя.— $D$   $M$ , кривая вращающихся моментовъ, положительныхъ и отрицательныхъ, электродвигателя-динамо-машины.— $S$ , кривая вращающихся моментовъ (сопротивленія) винта.— $n^2$ , число оборотовъ, при которомъ получается наибольшая быстрая подзарядка аккумуляторовъ.— $n^3$ , наибольшее число оборотовъ, при которомъ вращающійся моментъ электродвигателя вѣсѣтъ съ бензиновымъ двигателемъ можетъ преодолѣвать сопротивленія винта.— $n^4$ , число оборотовъ, при которомъ электродвигатель не работаетъ и не служитъ динамо-машиной для зарядки аккумуляторовъ.— $B'$ , линія вращающаго момента бензинового двигателя при уменьшенномъ пускѣ газа.— $D'$   $M'$ , линія вращающаго момента электродвигателя-динамо-машины при уменьшенномъ пускѣ газа.— $n'$ , уменьшенное число оборотовъ при уменьшенномъ впускѣ газа, когда электродвигатель не проявляетъ своего дѣйствія (подобно  $n^4$ ).

а часть, расположенная ниже той же линіи,—работу, которую можно затратить на зарядку аккумуляторовъ. Третья кривая  $S$  представляетъ, какъ и въ предыдущемъ графикѣ, работу, потребную на вращеніе винта при различномъ числѣ оборотовъ. Какъ и въ предыдущемъ случаѣ, кривыя  $B$  и  $S$  пересекаются только въ одной точкѣ. Слѣдовательно, только при числѣ оборотовъ  $n'$  работа бензинового двигателя будетъ соответствовать сопротивленію и работѣ винта. При числѣ оборотовъ большемъ, потребуетъ помощь электродвигателя, при меньшемъ—будетъ запасъ для зарядки аккумуляторовъ. Наибольшее число оборотовъ, достижимое при

работѣ только электродвигателя, получится, если провести изъ точки  $c'$ , соответствующей наибольшей мощности электродвигателя, линію горизонтальную до пересѣченія съ кривой работы винта, т. е. до точки  $c''$ . Перпендикуляръ на нулевую линію покажетъ точку  $n''$ , соответствующую наибольшему числу оборотовъ винта при электродвигателѣ. При этомъ сила тока можетъ быть чрезмерна и электродвигатель не сможетъ работать съ такой перегрузкой долгое время.

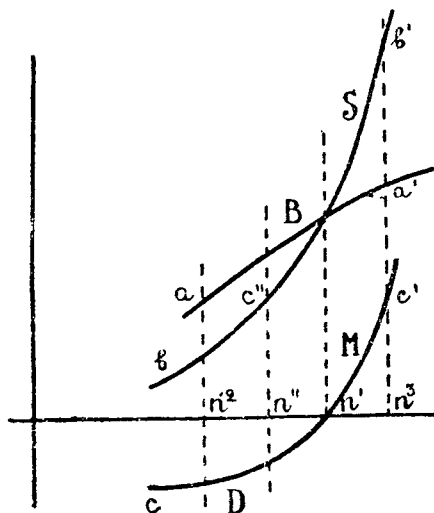


Рис. 60. — Графикъ совместнаго дѣйствія бензинового двигателя и электромотора при различныхъ скоростяхъ вращенія винта. Кривыя даютъ мощности вмѣсто моментовъ вращенія данныхъ на рис. 59. Обозначенія тѣ же, кромѣ  $n''$ , означающей наибольшее число оборотовъ, достижимое при работѣ только электродвигателя.

На моторныхъ лодкахъ и судахъ совместное дѣйствіе двухъ родовъ двигателей можетъ подвергаться уклоненіямъ въ одну и въ другую сторону. Все зависитъ отъ заданія. Можно придать большую силу бензиновому двигателю и пользоваться аккумуляторами только для пуска двигателя въ ходъ, для задняго хода и на случай временной неисправности бензинового двигателя.

Можно, наоборотъ, уменьшить мощность бензинового двигателя, а взамѣнъ этого увеличить емкость аккумуляторовъ и величину электродвигателя. При второй комбинаціи возможно достигнуть 4 и даже 5-часового плаванія исключительно помощью аккумуляторовъ, и со средней скоростью въ 11—12 верстъ въ часъ. Для любителей спокойнаго плаванія безъ постоянного шума бензинового двигателя это имѣетъ свои преимущества. Достигается также большая безопасность, такъ какъ уменьшается количество бензина, возимаго съ собой. Можно совершенно не брать бензина на бортъ, заряжая аккумуляторы лишь во время стоянки у пристани, подавая бензинъ посредствомъ трубки съ берега прямо къ карбюратору.

Представителемъ перваго типа можетъ считаться одна изъ большихъ моторныхъ лодокъ, построенная заводомъ *Сименсъ*.

При длинѣ лодки 12,6 метра и ширинѣ 2,4 метра, бензиновый двигатель поставленъ въ 35 лошадиныхъ силъ, тогда какъ электродвигатель развиваетъ отъ 4, а съ перегрузкой на короткое время до 8 лошадиныхъ силъ. Общій вѣсъ батареи 500 кило, а радиусъ дѣйствія 15 километровъ, такъ какъ возможно пройти на аккумуляторахъ не болѣе 30 километровъ при 3-часовой разрядкѣ. Какъ извѣстно, такая усиленная разрядка вредна, и поэтому надо считать, что болѣе 8 километровъ въ часъ электродвигатель не долженъ давать. Такая скорость, конечно, не удовлетворительна, и нужно считать, что при 500 килограммахъ вѣса аккумуляторовъ пользоваться моторной лодкой, какъ электрической, не слѣдуетъ. Совмѣстное дѣйствие двухъ родовъ двигателей дастъ большую скорость, какъ ясно изъ графиковъ 59 и 60. Электрическое освѣщеніе, кухня и сигнализациа также увеличиваютъ значеніе смѣшанной системы двигателей. Такая моторная лодка изображена на рис. 61.



Рис. 61. — Бензино-электрическая моторная яхта 12,6 метра длины; 2,4 м. наибольшей ширины, съ бензиновымъ двигателемъ въ 35 л. с. Аккумуляторы вѣсятъ 500 килограммовъ, и при нормальной разрядкѣ даютъ около 8 километровъ въ часъ. Построена заводомъ *Сименс*.

Совсѣмъ другая картина получается, если придать большее значеніе электрической части. Такъ напримѣръ, та же фирма построила моторную лодку — яхту съ электро-бензиновымъ двигателемъ, снабдивъ ее бензиновымъ двигателемъ лишь въ 20 лошадиныхъ силъ. При нѣсколько большей сравнительно съ предыдущей длинѣ лодки, 13,7<sup>м</sup>, и ширинѣ 2,6 м., получилось гораздо большее водоизмѣщеніе — 9,37 тонны. Изъ этого водоизмѣщенія на электрическую часть: аккумуляторы, электродвигатель и переключатели съ реостатами удѣлено 4,3 тонны, т. е. почти половина. Это позволило удѣлить собственно на аккумуляторы 2,8 тонны, т. е. 2.800 кило, и раздѣлить этотъ вѣсъ между 80 элементами по 213 амперъ-часовъ. Такая электрическая емкость позволяетъ пройти только на аккумуляторахъ при нормальной ихъ разрядкѣ въ теченіе 5-ти часовъ по 12 километровъ въ часъ, т. е. не менѣе 60 километровъ. Совмѣстная работа обонхъ двигателей дастъ скорость около 20 километровъ въ часъ. Для прогулокъ, если довольствуются скоростью въ 9 километровъ въ часъ, возможно поддерживать ходъ не менѣе 9 часовъ, т. е. пройти отъ 80 до 90 километровъ. Разстояніе вполнѣ достаточное.



Возможны самыя разнообразныя комбинаціи относительной мощности бензинового двигателя и электромотора. Каждая фабрика, занимающаяся постройкой такихъ механизмовъ, дѣлаетъ то, что ей заказываютъ. Бензино-Электрическая комбинація именно

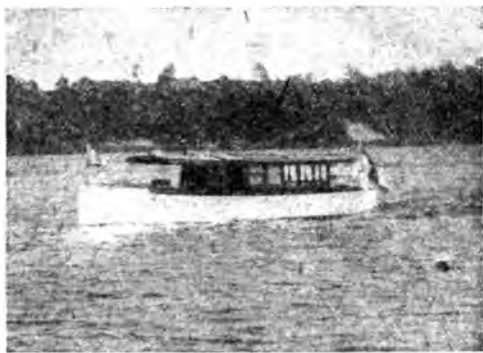


Рис. 62. — Бензино-электрическая моторная яхта съ увеличенной емкостью аккумуляторовъ. Наибольшая длина попалубѣ 13,7 м.; ширина—2,6 м.; водоизмѣщеніе—9,37 т.; бензиновый двигатель 20 л. с. Электродвигатель безъ перегрузки развиваетъ до 8 л. с. и самостоятельно даетъ скорость 12 километровъ.

обладаетъ большою гибкостью въ этомъ отношеніи, Единственный недостатокъ, что аккумуляторы сами по себѣ довольно дороги, а кромѣ того требуютъ умѣлаго и внимательнаго обращенія.

При пользованіи желѣзо-никелевыми аккумуляторами можно сократить вѣсъ батареи на  $\frac{1}{3}$ .

## V.

### Пускъ двигателя въ ходъ.

Способы пуска отъ руки и автоматическіе. Какъ и въ автомобиляхъ, весьма часто примѣняется пускъ непосредственно рукояткой, захватывающей за конецъ главнаго вала, обращенный въ противоположную отъ винта сторону. Но такъ какъ валъ помѣщенъ въ большинствѣ случаевъ очень низко, то пользуются приспособленіемъ, показаннымъ на рис. 63 и состоящимъ изъ отдѣльно помѣщенной рукоятки 18, передающей вращеніе на главный валъ двигателя посредствомъ цѣпи 17. На этомъ же рисункѣ показаны какъ гребной валъ съ его упорнымъ подшипникомъ 3, направляющимъ подшипникомъ 4 и набивкой 7, такъ и винтъ 9 съ поворотными лопастями 11. Рычаги 1 и 5 предназначены: 1-ый—для перестановки лопастей; 2-ой—для сцѣпленія маховика двигателя съ конусомъ на гребномъ валу.

Такъ какъ этотъ двигатель специально лодочнаго типа, при томъ сравнительно тяжелаго и работаетъ съ малымъ числомъ оборотовъ, около 400—450, то поставлено 2 маховика довольно значительнаго вѣса.

Зажиганіе происходитъ накаленнымъ шаромъ. Прочія части объяснены подъ рисункомъ.

Подобный же пускъ въ ходъ рукояткой, приделанной къ добавочной оси, примѣняется и для довольно сильныхъ двигателей, до 20—25 л. с. Одинъ изъ такихъ двигателей, двухцилиндровый четырехтактный, показанъ на рис. 64. Для облегченія пуска зубчатка на оси рукоятки ставится съ меньшимъ числомъ зубцовъ, чѣмъ у зубчатки на главномъ валу. Разница въ числѣ зубцовъ доходитъ иногда до 2 разъ; больше разницу дѣлать неудобно, такъ какъ пришлось бы слишкомъ быстро вращать рукоятку.

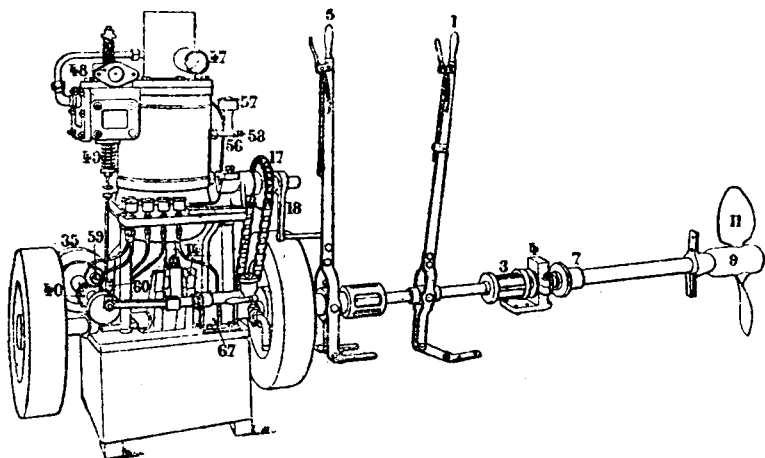


Рис. 63. Пускъ въ ходъ двигателя посредствомъ рукоятки 18 и цѣпи 17, идущей по зубчаткѣ на добавочной оси. — 1, рычагъ перестановки лопастей 11 на втулкѣ 9. — 3, упорный шариковый подшипникъ съ направляющимъ подшипникомъ 4 и набивкой 7. — 5, рычагъ сцѣпленія. — 17, накаленный шаръ, производящій вспышку, помѣщенный въ кожухъ. — 48, всасывающій и выпускной клапаны. — 56, 57 и 58, клапанъ, масленка и колпачекъ для смазки цилиндра. — 35, центробѣжный регуляторъ. — 40, кулачекъ выпускного клапана. — 59, роликъ для подъема выпускного клапана. — 14, колѣнчатый валъ. — 67, водяной насосъ. — 60, масленка на шатунѣ насоса.

Автоматическій пускъ въ ходъ. Въ двигателяхъ слишкомъ мощныхъ, чтобы можно было легко пускать въ ходъ отъ руки, примѣняется чаще всего сжатый воздухъ, иногда аккумуляторы и такіе сравнительно рѣдкіе способы, какъ вспышка смѣси, заранѣе приготовленной въ цилиндрѣ, патроны съ взрывчатымъ веществомъ и т. п.

Пускъ сжатымъ воздухомъ можетъ производиться по схемѣ 4-хтактнаго двигателя или же съ временнымъ превращеніемъ его

въ двухтактный. Какъ та, такъ и другая система требуетъ нѣкоторыхъ приспособленій. Въ первомъ случаѣ долженъ быть особый распредѣлитель сжатого воздуха, впускающій воздухъ подъ особый клапанъ въ тактъ, соответствующій рабочему ходу, а во второмъ случаѣ распредѣлитель долженъ подавать сжатый воздухъ во время каждаго оборота, т. е. въ первый и третій такты. Выпускной клапанъ долженъ открываться тогда также по системѣ двухтактнаго, для чего приходится дѣлать или переставные кулачки, или, какъ, наприм., въ системѣ *Локе*, особый распредѣлительный валикъ, дѣйствующій на рычаги, придвигающіе тѣ или иные кулачки къ штоку клапана.

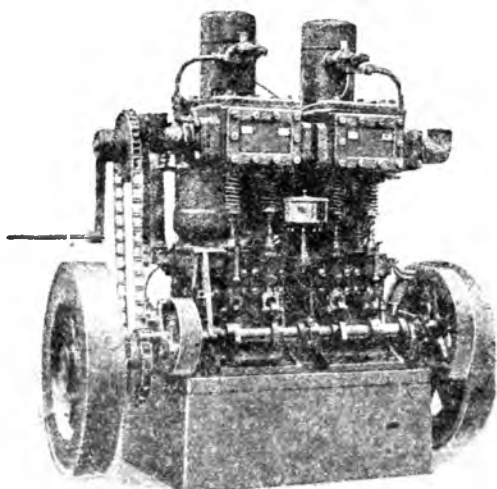


Рис. 64.—Рукоятка для пуска въ ходъ двухцилиндроваго лодочнаго двигателя тяжелаго-типа, помѣщенная на добавочной оси у верхней части цилиндровъ. Ось на подставкѣ, привинченной къ основанію цилиндровъ. Вращеніе передается цѣпью. Отношеніе зубчатокъ таково, что вращеніе нѣсколько облегчается. Двигатель *Dan* въ 20 лш. силъ.

Аккумуляторы болѣе примѣнимы, но они должны быть довольно большой емкости, иначе большое напряженіе, потребное для пуска, можетъ ихъ быстро испортить. Сочетаніе работы аккумуляторовъ съ бензиновымъ двигателемъ, описанное нѣсколько ранѣе въ подьотдѣлѣ IV, пока еще рѣдко встрѣчается, а ставить электродвигатель только для пуска въ ходъ, конструкторы избѣгаютъ. Въ автомобильномъ дѣлѣ электродвигатели уже начинаютъ ставиться многими конструкторами. Это объясняется тѣмъ, что тамъ чаще приходится пускать двигатель въ ходъ и пускъ разобщеннаго двигателя достигается аккумуляторомъ меньшей емкости и меньшаго вѣса.

## VI.

### Оборудованіе лодки.

Различныя типы лодокъ и моторныхъ судовъ, въ зависимости отъ ихъ назначенія. Устройство каютъ. Обязательныя и дополнительныя принадлежности. Уютъ и роскошь.

Въ подотдѣлѣ IV' рассмотрѣны различныя типы корпусовъ лодокъ, главнымъ образомъ, въ примѣненіи къ быстрому передвиженію.

Для нагляднаго сравненія съ другими типами моторныхъ лодокъ помѣщаемъ здѣсь рисунокъ большой быстроходной лодки (рис. 65), пригодной для открытой воды. Разница особенно ярко выдѣляется изъ сравненія съ лодкой промысловаго типа (рис. 66) приблизительно той же длины.

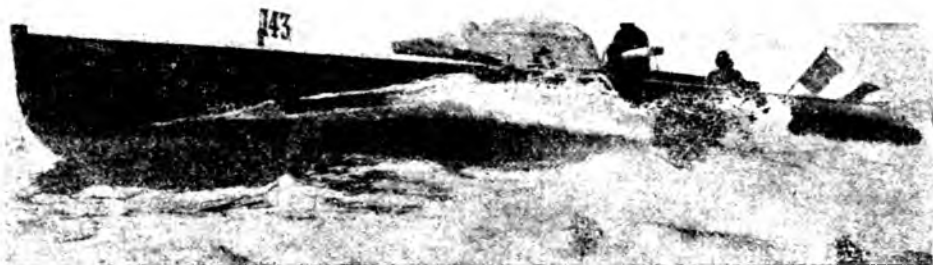


Рис. 65. — Типъ быстроходной моторной лодки, пригодной для открытой воды. Типъ корпуса «тетраэдровидный». При той же длинѣ корпуса водоизмѣщеніе гораздо меньше, чѣмъ типа крейсерскаго, а тѣмъ болѣе — промысловаго. (см. слѣд. рис.).

Двигатели внутренняго сгоранія весьма примѣнны также и въ тѣхъ случаяхъ, гдѣ на скорость передвиженія обращаютъ мало вниманія. Тогда относительная легкость этого типа двигателей требуетъ весьма малой части водоизмѣщенія всего корпуса сравнительно съ паровой машиной той же мощности. Дѣлается удобнымъ пользоваться механической силой какъ для небольшихъ промысловыхъ судовъ, главнымъ образомъ, *рыболовныхъ*, такъ и для *парусныхъ яхтъ*, на которыхъ всегда желательно имѣть небольшой вспомогательный двигатель; это облегчаетъ входъ и выходъ изъ мѣста стоянки и въ значительной мѣрѣ обезвреживаетъ штиль. Опасность плаванія въ бурную погоду тоже нѣсколько уменьшается, и поврежденія въ рангоутѣ менѣе чувствительны, когда есть въ запасѣ на борту надежный двигатель.

Во многихъ мѣстностяхъ Англіи и Америки съ появленіемъ двигателей внутренняго сгоранія быстро нашли широкое распро-

страненіе «плавающие дома», т.-е. довольно помѣстительныя барки съ верхней надстройкой, близко подходящія по наружному виду къ *дачному домику*. Машина не ставится на эти барки. Въ этихъ странахъ такое житіе на водѣ, вмѣсто нашихъ дачъ, встрѣчалось и раньше, но при паровыхъ машинахъ приходилось для передвиженія по рѣкѣ или озеру брать за сравнительно высокую плату буксиръ, а затѣмъ, по установкѣ на якорь, плавучая дача была вновь на нѣкоторое время лишена способности передвигаться. Моторная лодка, которую приобретаютъ одновременно съ плавучей дачей, служить какъ для катанія, такъ и для сообщенія съ ближайшимъ населеннымъ пунктомъ, а затѣмъ можетъ передвинуть плавучую дачу, буксируя ее.

**Промысловыя суда.** главнымъ образомъ, встрѣчаются **рыболовныя**. Двигатель почти всегда ставится какъ подспорье при выходѣ и входѣ въ портъ, а также, какъ помощь для буксировки закинутой сѣти и для вытаскиванія ея. Промышленная экономія заставляетъ обходиться во всѣхъ остальныхъ случаяхъ, разъ только есть какой-нибудь вѣтеръ.—безъ работы двигателя, идя подъ парусами.

На рис. 66 показана одна изъ небольшихъ лодокъ въ 10 метровъ при двухъ метрахъ наибольшей ширины и съ водоизмѣщеніемъ 2,6 тонны. Вспомогательный двигатель въ 5 л. с. даетъ около 8 узловъ или почти 15 километровъ въ часъ. Когда работаетъ двигатель и предполагается пользоваться имъ болѣе или менѣе продолжительное время, мачта убирается, чѣмъ уменьшается сопротивленіе воздуха, и лодка получаетъ большую устойчивость. Поднять мачту и поставить рангоутъ—дѣло нѣсколькихъ минутъ. Съ такимъ снаряженіемъ лодка не боится ни штиля, ни внезапно налетѣвшаго шквала, и можетъ входить и выходить изъ порта, несмотря на береговыя теченія, а на открытой водѣ продолжаетъ путь подъ парусами. На палубѣ 3 маленькихъ шлюпки-тузика.



Рис. 66.—Промысловая рыболовная лодка въ 10 метровъ длиной со вспомогательнымъ двигателемъ въ 5 л. с. Водоизмѣщеніе въ 2,6 тонны; скорость около 15 кл. въ часъ.

Лодка нѣсколько большаго водоизмѣщенія—показана на рис. 67.

Водоизмѣщеніе этого промысловаго судна 30 тоннъ, а двигатель около 25 л. с. Вооруженіе приспособлено для плаванія въ любую погоду, и двигатель предназначенъ для той же службы, какъ и въ ранѣе описанной рыболовной лодкѣ, но въ дополненіе долженъ тянуть большую рыболовную морскую сѣть со скоростью, по крайней мѣрѣ, 1 узла въ часъ. Эта послѣдняя задача легче выполнима съ двигателемъ, чѣмъ подъ парусами.

Внутреннее устройство паруснаго промысловаго судна съ вспомогательными двигателями показано на рисункѣ 68. Здѣсь двигателей 2 по 60 л. с., также и 2 винта, и вообще этотъ типъ судна переходитъ уже къ среднему, гдѣ механическая сила примѣняется наравнѣ съ парусами. Для промысловаго рыболовства такой переходъ уже не желателенъ, такъ какъ первоначальная затрата, и содержаніе значительно удорожаются.

Доходность промысловаго рыболовства при пользованіи вспомогательнымъ двигателемъ внутренняго сгоранія выясняется, между прочимъ, изъ коммерческаго отчета одного изъ такихъ судовъ. Судно *Піонеръ* 72 фута длины при ширинѣ въ 21 футъ имѣло наибольшую осадку въ 8 фут. Цѣна со всѣмъ вооруженіемъ и принадлежностями ф. ст. 782. Двигатель въ 25 л. с. помѣщенъ въ отдѣльной каютѣ малаго объема. Пускъ въ ходъ съ палубы

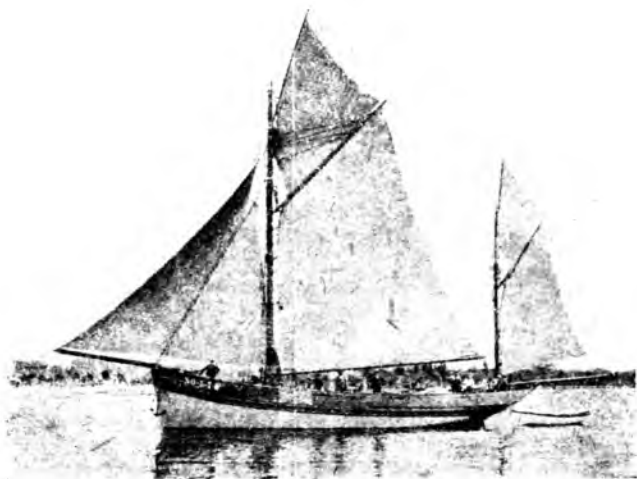


Рис. 67.—Промысловое рыболовное судно въ 50 тоннъ съ вспомогательнымъ двигателемъ внутренняго сгоранія въ 25 л. с.

могъ производиться вахтеннымъ рулевымъ. Винтъ сдѣлается съ двигателемъ, по желанію, и имѣть поворотныя лопасти числомъ 2. При ходѣ подъ парусами, лопасти закрываются почти цѣликомъ ахтерштевнемъ, для чего винтъ останавливается въ вертикальномъ положеніи. Тотъ же двигатель вращаетъ кабестанъ. За двигатель съ установкой заплачено ф. ст. 350. Скорость 5 узл.

Уловъ рыбы выразился въ средней стоимости ф. ст. 50 въ недѣлю, а за весь сезонъ ловли ф. ст. 506. Это значительно больше, чѣмъ для промысловыхъ парусныхъ судовъ, но нѣсколько меньше, чѣмъ для паровыхъ, гдѣ въ среднемъ считается ф. ст. 800.

На парусныхъ яхтахъ вспомогательные двигатели могутъ быть разсчитаны или для продолжительнаго передвиженія съ работающимъ двигателемъ и съ убранными парусами, или же только для кратко-

временнаго пользованія, чтобы войти и выйти изъ порта. Въ первомъ случаѣ двигатель ставится сравнительно сильный въ отдѣльной каютѣ, однако, стараются не нарушать ни формы корпуса, ни общаго вида яхтеннаго вооруженія, какъ то и показываетъ рис. 69.

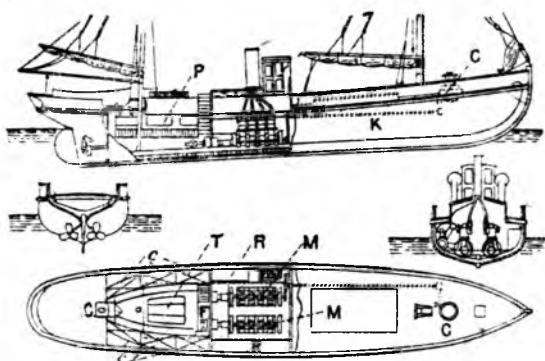


Рис. 68. — Планъ палубы и вертикальные разрѣзы промысловаго рыболовнаго судна съ двумя вспомогательными двигателями по 60 л. с.—С, кабестанъ отъ двигателя.—М, двигатель.—Р, каюта для экипажа съ диванами с.—К, кухня.—Т, трюмъ.—Л, резервуары для жидкаго топлива.

Въ этой яхтѣ установленъ двигатель въ 70 лошадиныхъ силъ  $\frac{1}{2}$ -цилиндровый. діаметръ поршня 165 м/м.; ходъ поршня— 203 м/м., длина по ватерлиніи 32,63 метра, наибольшая ширина

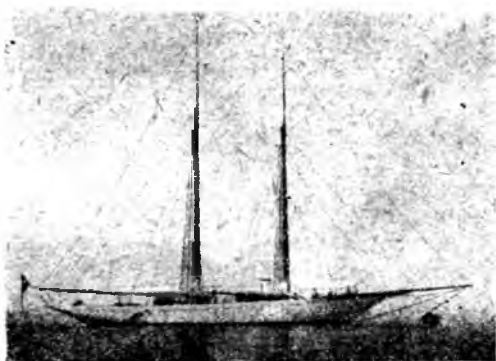


Рис. 69.—Яхта въ 236 тоннъ; 32,63 метра длины «*Elisabet*», англійской постройки, съ вспомогательнымъ 4-хцилиндровымъ двигателемъ Парсона въ 70 лошадиныхъ силъ. Скорость 10,6 кил. въ часъ. Рангоутъ не убрается.

7 метровъ, осадка 4,15 метровъ и при водоизмѣщеніи въ 235 тоннъ въ штиль работа двигателя даетъ 10,6 километровъ въ часъ. Площадь парусовъ 600 кв. метровъ.

Въ маленькихъ яхточкахъ постановка вспомогательнаго двигателя невозможна безъ отступленія отъ принятыхъ красивыхъ линий легкихъ корпусовъ гоночныхъ и полугоночныхъ яхтъ, такъ какъ нагрузка въ нѣсколько пудовъ на кормѣ вызоветъ при такомъ корпусѣ неправильную посадку (дифферентъ). Поэтому корпусъ нѣсколько уширяютъ, въ особенности въ кормовой части, и яхта принимаетъ видъ большой прогулочной шлюпки (рис. 70). Эта яхточка въ 3,9 тоннъ снабжена двигателемъ въ 5 лоп. силъ. Получила призъ за экономичность; расходъ около 4 коп. на километръ.

Моторныя лодки въ примѣненіи къ плавучимъ дачамъ. — Пользованіе моторной лодкой можетъ заключаться также въ удобствѣ сообщенія между плавучей дачей и любымъ пунктомъ берега. Та же лодка удобно замѣняетъ буксирный пароходъ.

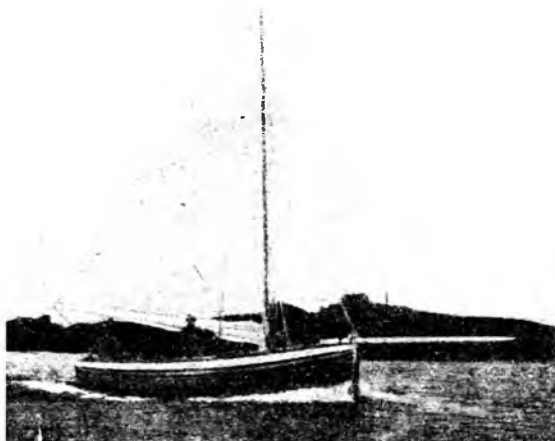


Рис. 70. — Небольшая парусная яхта (*Yoonie*) въ 3,9 тонны съ двигателемъ въ 5 л. с.

Преимущество плавучей дачи, хотя бы и въ соединеніи съ моторной лодкой, заключается, между прочимъ, и въ сравнительной дешевизнѣ, такъ какъ покупная стоимость обоихъ этихъ судовъ вмѣстѣ въ нѣсколько разъ меньше, чѣмъ парохода той же величины.

Рис. 71 даетъ планъ и боковой видъ небольшой дачи, съ двумя отдѣльными комнатами — спальнями, каютъ компаніей, кухней и комнатою для прислуги. По концамъ дачи 2 крытыхъ балкона, а наверху крытая веранда. Имѣется спасательная шлюпка. Цѣна такой плавучей дачи около 5.000 франковъ. Примѣрная расцѣнка: корпусъ барки — 1.750 франковъ; отдѣлка каютъ — 1.500 франковъ; различная мелочь — 600 франковъ; металлическія части и насосъ — 400 франковъ; украшенія и окраска — 600 фр., итого 4.850 франковъ.



Наружный видъ одной изъ дачъ приблизительно такой стоимости показанъ на рисункѣ 72. Плоское дно и неглубокая посадка позволяетъ подвозить плавучую дачу къ самому берегу,

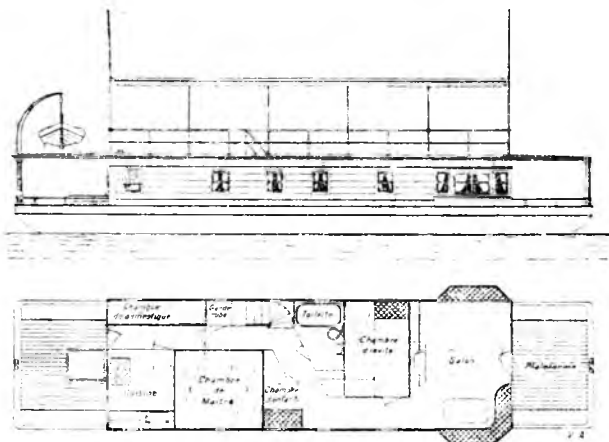


Рис. 71.—Боковой видъ и планъ французской плавучей дачи небольшихъ размѣровъ, цѣнностью около 5000 фр. Три спальныхъ мѣста и комната для прислуги.

даже если берегъ не обрывистый. Это даетъ возможность, гдѣ только законъ разрѣшаетъ, дѣлать у берега продолжительныя остановки.



Рис. 72.—Плавучая дача, подведенная вплотную къ берегу, благодаря своей неглубокой посадкѣ.

Конечно, плавучія дачи могутъ быть и значительно болѣе дорогія, какъ на примѣръ, показанная на рис. 73. Эта дача принадлежитъ не частному лицу, а одному изъ клубовъ воднаго спорта на Темзѣ.

Распространенность этого вида спорта въ настоящее время въ Англіи видна на рис. 74. Цѣлый сплошной рядъ дачъ вытянулся по берегу рѣки. Это одно изъ послѣдствій появленія моторныхъ лодокъ.

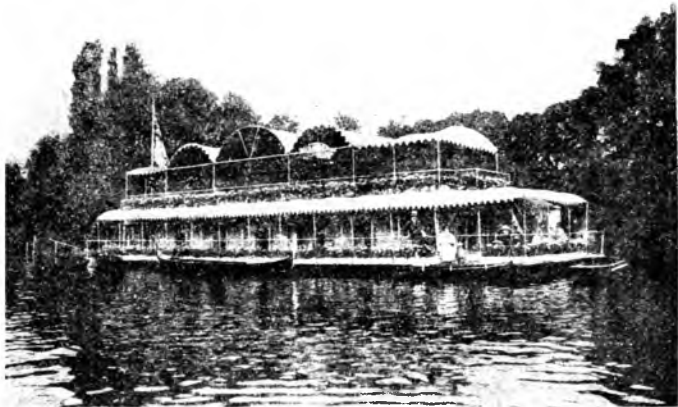


Рис. 73.—Плавучая дача большихъ размѣровъ съ роскошной отдѣлкой. Помѣщеніе клуба волнаго спорта на Темзѣ.

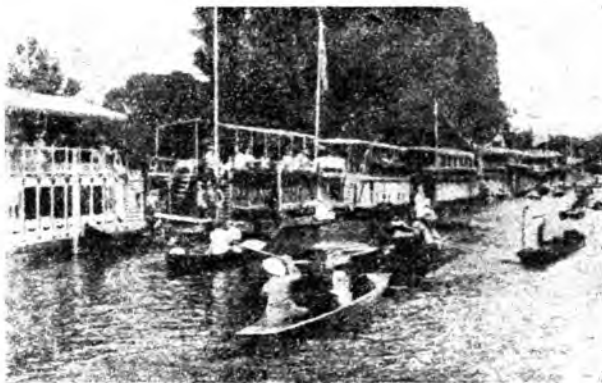


Рис. 74.—Рядъ плавучихъ по одному берегу рѣки. Моторныя лодки служатъ для сообщенія, для прогулокъ и буксировки.

Устройство каютъ. Въ сравненіи съ небольшими судами, снабженными паровыми машинами, моторныя лодки и мелкія суда оказываются гораздо болѣе удобными при томъ же водоизмѣщеніи, по внутреннему своему расположенію. Двигатель внутренняго сгоранія занимаетъ никакъ не болѣе  $\frac{1}{10}$  части водоизмѣщенія, если считать и вмѣстимость всего того отдѣленія, гдѣ двигатель находится. При паровой машинѣ машинное отдѣленіе и котельное занимаютъ въ большихъ пароходахъ около  $\frac{1}{4}$ , а въ малыхъ около  $\frac{1}{3}$  водоизмѣщенія.

Поэтому на небольшом паровом катерѣ, въ 12 метровъ длины, почти нѣтъ возможности устроить каюты. Моторная лодка въ 12 метровъ, какъ напримѣръ изображенная на стр. 38, имѣетъ уже вполнѣ помѣстительную каюту съ двумя спальными мѣстами и большой камбузъ спереди, въ которомъ, въ случаѣ надобности, можно помѣстить еще двоихъ. Лодки нѣсколько большихъ размѣровъ, показанныя на стр. 39, могутъ быть устроены съ 6-ю спальными мѣстами. При паровой машинѣ едва удалось бы устроить 2 мѣста.

Поэтому развитіе примѣненія моторныхъ лодокъ поставило на очередь вопросъ, какъ объ удобномъ расположеніи каютъ, такъ и о постройкѣ ихъ изъ легкаго и прочнаго матеріала, чтобы, при небольшихъ водонизмѣщеніяхъ не нагружать лодки.

Основнымъ типомъ каюты небольшой лодки остается расположеніе дивановъ служащихъ и спальными мѣстами, но бортамъ, при чемъ каюта дѣлается проходной. Устроить каюту непроходной можно лишь на лодкахъ, значительно большого водонизмѣщенія. Внутренній видъ одной изъ каютъ показанъ на рис. 75, гдѣ видна довольно изящная отделка.

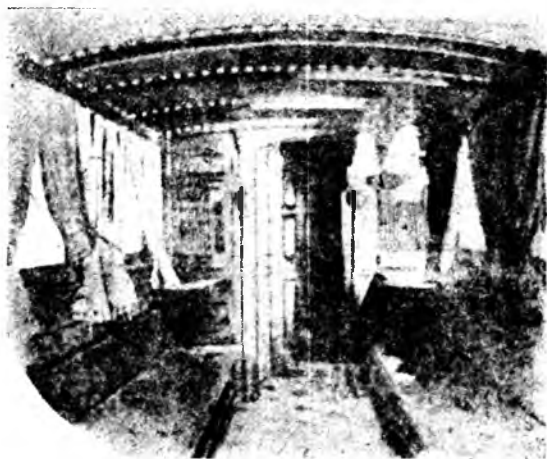


Рис. 75.—Внутренній видъ каюты съ двумя диванами на моторной лодкѣ небольшого водонизмѣщенія, —около 12 метровъ длинной.

Въ сравненіи съ паровой машиной, двигатель моторной лодки почти не даетъ замѣтнаго нагреванія стѣнки каюты, прилегающей къ машинному отдѣленію, и можно пододвигать стѣнку весьма близко къ самому двигателю. При прочномъ фундаментѣ дрожаніе дѣлается незамѣтнымъ, и лодка приобретаетъ спокойный ходъ.

Чтобы уничтожить шумъ выпуска газа, весьма часто выпускаютъ отработавшіе газы въ воду; если заботятся объ уменьшеніи обратнаго давленія вслѣдствіе сопротивленія воды, то нужно протянуть выпускную трубу на нѣкоторомъ разстояніи вдоль борта надъ водой, и тогда охлажденіе газовъ значительно уменьшаетъ ихъ объемъ, и почти уничтожаетъ сопротивленіе. Выходное отверстіе можетъ быть нѣсколько расширено въ видѣ сжинутой воронки, и тогда на быстромъ ходу за воронкой образуется вихревое движеніе, также способствующее охлажденію остатка газовъ.

На моторныхъ лодкахъ большой величины каюты могутъ быть расположены по гораздо болѣе разнообразнымъ планамъ, чѣмъ на паровыхъ яхтахъ, такъ какъ вся длина средней части корпуса остается свободной. Двигатель помѣщается обыкновенно ближе къ кормѣ.

**Обязательныя принадлежности.** Всякая лодка должна быть снабжена цѣлымъ рядомъ предметовъ, необходимыхъ для плаванія или, какъ говорятъ «вооружена».

Кромѣ двигателя съ винтомъ, сдѣлленіемъ и перемѣной хода, а также рулевого управленія, необходимъ **якорь**, лучше всего одновитанный, съ таковой же цѣпью длиною отъ 5 до 8 сажень, смотря по глубинѣ воднаго бассейна. Длинная цѣпь способствуетъ лучшему захватыванію и надежнѣе при шквалѣ, на теченіи или на сильной волнѣ. Въ маленькихъ лодкахъ примѣняемъ, вмѣсто цѣпи, пень-

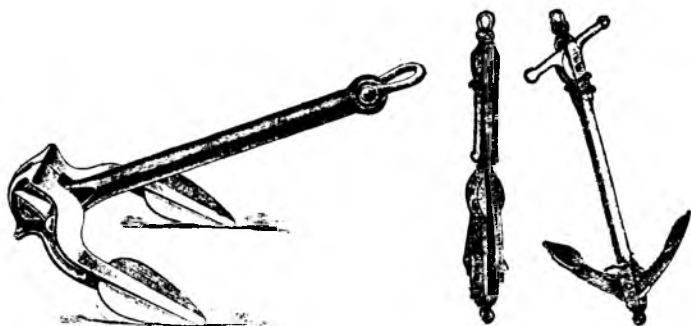


Рис. 76.—Различныя системы якорей, удобныя для небольшихъ лодокъ и судовъ. Слѣва американскій безъ верхняго штока съ поворотнымъ лапши. Справа весь складной, наиболѣе удобный для малыхъ лодокъ.

новый трость. Затѣмъ необходимъ водоотливной **насосъ**, какъ для большей безопасности въ случаѣ обнаружившейся течы или небольшого поврежденія корпуса, такъ и вообще для удобства выкачиванія воды, накопляющейся отъ дождя, при обмываніи лодки или при заливаніи съ носа брызгами при встрѣчной волнѣ.

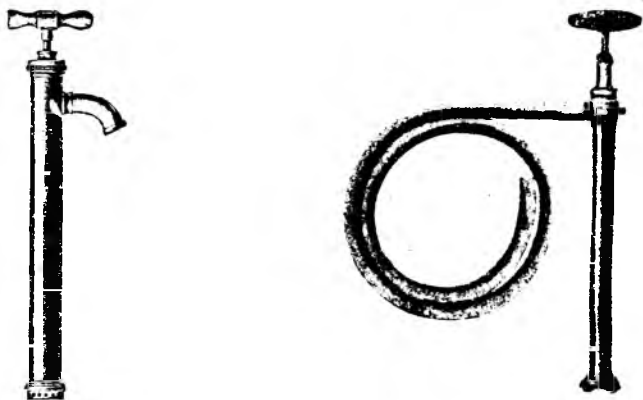


Рис. 77.—Водоотливные насосы. Левый—съ короткой отливной трубкой; правый—съ длинною резиноюю трубкой до 5 фут. Второй удобнѣе, такъ какъ можетъ работать посреди лодки и не надо наклонять его.

Для приставанія необходимы багры съ наконечниками, преимущественно острыми. Тупые, такъ называемые «ягтенные», мало пригодны. Якорь, насосъ и наконечникъ багра показаны на рис. 76—78.

Для плаванія вдаль отъ берега и вообще изъ предосторожности на случай тумана или шквала, слѣдуетъ имѣть **компасъ**, лучше всего съ незамерзающей жидкостью, такъ называемую «морской». Практично имѣть его въ ящикѣ

(рис. 79), хранить его въ укрытомъ мѣстѣ и ставить передъ рулевымъ колесомъ только на время дѣйствительной надобности. При тѣхъ же условіяхъ полезенъ **лагъ** (механическій) для опредѣленія пройденнаго пути. **Сигнальный аппаратъ** также необходимъ. На паровыхъ катерахъ надежно дѣйствуетъ свистокъ, а здѣсь приходится ставить или обыкновенный гудокъ (автомобильный), или сирену авто-

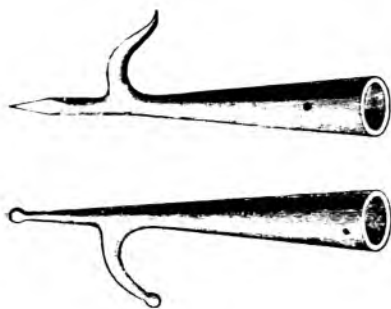


Рис. 78. — Различные типы **багровъ** (наконечники). *Верхній* — съ острыми концами — обыкновенный. *Нижній* — съ закругленными — яхтенный. Первый значительно удобнѣе и надежнѣе. Закругленные концы часто соскальзываютъ.

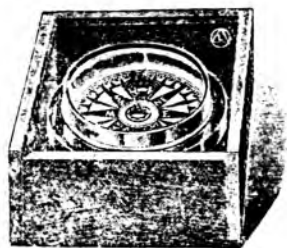


Рис. 79. — **Компасъ** для моторной лодки, съ хлѣбкою, въ закрытомъ деревянномъ ящикѣ. Компасъ «морского» типа, выравнивающейся во всѣхъ направленіяхъ.

мобильную, или же маленькую для дутья. Хороши также **свистки съ насосомъ** (рис. 80). На небольшихъ моторныхъ лодкахъ для возможности добраться до порта въ случаѣ остановки двигателя, полезно имѣть **пару веселъ и откидныхъ уключины** (рис. 81). Нужны фонари для обязательныхъ огней: **бортовыхъ** (праваго—зеленаго, лѣваго—краснаго, передняго называемаго «марсоваго» бѣлаго, и бѣлаго для показыванія съ кормы нагоняющимъ судамъ). Такой же фонарь со свѣтомъ по всему кругу необходимъ при стоянбѣ на якорѣ.

Существуетъ, кромѣ того, весьма большое число **менѣе обязательныхъ принадлежностей**, какъ-то, *утки, клязы, люки*, съ различнаго типа крышками, *вентиляторы, иллюминаторы, стаканы для тенна и флага* и т. п. Многія изъ этихъ принадлежностей слишкомъ дороги, чтобы возможно было ставить ихъ всѣ въ тѣхъ случаяхъ, когда заботятся объ удешевленіи фны лодки. Въ общемъ же всѣ они полезны и увеличиваютъ удобства и удовольствіе воднаго спорта.

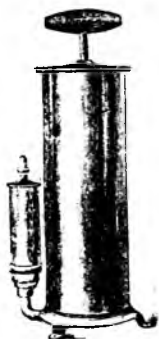
**Уютъ и роскошь.** Моторную лодку средней величины, гдѣ возможно раздѣлить свободное пространство на нѣсколько каютъ, обыкновенно стараются приспособить для удобнаго продолжительнаго пребыванія на ней.

Этого достигаютъ, главнымъ образомъ, удачнымъ расположеніемъ каютъ, причемъ въ большинствѣ случаевъ въ томъ же корпусѣ строитель можетъ раздѣлить все свободное пространство на каюты такъ, или иначе, въ зависимости отъ потребностей и вкуса заказчика.

Пиле предпочитаютъ ходить даже въ далекія плаванія безъ наемной команды, въ своей тѣсной компаніи спортсменовъ, и тогда удобнѣе ставить двигатель ближе къ носовой части, чтобы вся середина **каюсу** и кормовая часть составили одно цѣлое. Небольшое свободное пространство спереди остается для склада провизіи и мореходныхъ принадлежностей.

Возможно ставить двигатель и ближе къ кормѣ; тогда всѣ каюты помѣщаются въ передней части.

Рис. 80. — **Свистокъ** для моторной лодки, дѣйствующій отъ ручнаго насоса.



Если имѣютъ наемныхъ матросовъ и прислугу, то постановка двигателя по серединѣ, нѣсколько ближе къ носу, образуетъ естественное раздѣленіе корпуса на двѣ части, при чемъ передняя нѣсколько меньшая отводится для команды.

Различное расположеніе каютъ, показано на стр. 38 и 39, а чѣмъ больше водонемѣненіе лодки, тѣмъ болѣе разнообразно можетъ быть и расположеніе каютъ.

Если только величина корпуса позволяетъ, отдѣляется мѣсто для кухни и для туалета, но иногда приходится мириться съ тѣмъ, что какъ приготовленіе пищи, такъ и умывальникъ отнимаетъ мѣсто въ общей каютѣ. Кухня удовлетворительно дѣйствуетъ на керосиновой горѣлкѣ типа «Примусъ» съ вакуумирующимъ воздухомъ насосикомъ отъ руки, хотя эти горѣлки неприятны тѣмъ, что сильно шумятъ. Спиртовая горѣлка также удобна, но развиваетъ меньше теплоты и хорошо дѣйствуетъ лишь при полномъ отсутствіи вѣтра (только въ совершенно закрытомъ помѣщеніи). Умывальникъ, для экономіи мѣста, желательно ставить откидной, какъ показано на рис. 82. Полированная доска, отдѣланная въ тонъ остального дерева яхты, дѣлаетъ его къ тому же совершенно незамѣтнымъ.



Рис. 81. — Откидная уключина, состоящая из двух металлических рычагов, соединенных в центре, с цепочкой внизу.

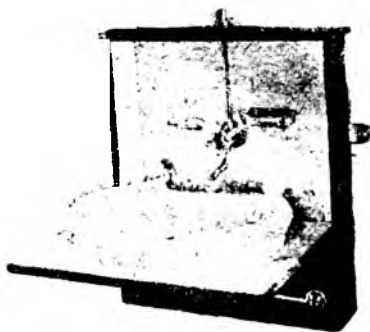


Рис. 82. — Откидной умывальникъ, удобный для яхтъ, такъ какъ въ поднятомъ видѣ почти не занимаетъ мѣста.

Но одно удобство расположенія не дастъ еще полного уюта, и многіе не жалѣютъ денегъ на украшеніе внутреннихъ помѣщеній яхты всѣми предметами, придающими въ общей совокупности уютъ какъ комнатѣ дома, такъ и каютѣ яхты. Перечислять всѣ эти предметы нѣтъ возможности, надо лишь имѣть въ виду, что все кажущееся излишнимъ въ короткомъ плаваніи, скрашиваетъ однообразіе болѣе продолжительнаго плаванія.

Роскошь отдѣлки зависитъ конечно отъ тѣхъ средствъ, которыя заказчикъ можетъ отдѣлить, но въ общемъ на водѣ принята болѣе роскошная отдѣлка помѣщеній, чѣмъ на берегу. Это объясняется отчасти вышесказаннымъ о значеніи уюта для продолжительныхъ плаваній, а съ другой стороны мѣвшая величина помѣщеній легче допускаетъ роскошную ихъ отдѣлку.

**Установка двигателя.** Двигатель устанавливается на фундаментъ, который дѣлается изъ дерева или изъ желѣза. Деревянный фундаментъ (рис. 83 — справа) дѣлается изъ двухъ толстыхъ планокъ, поставленныхъ на ребро и соединенныхъ какъ между собой, такъ и со шпангоутами лодки посредствомъ нѣсколькихъ поперечныхъ планокъ, по одной у каждаго шпангоута. Металлическій фундаментъ дѣлается изъ полосового желѣза, которому придана рельсообразная форма

или тавровая (рис. 83—лѣвая сторона). Въмѣсто поперечныхъ планокъ, ставится такое же тавровое желѣзо въ поперечномъ направленіи и приклепывается къ металлическому днищу лодки. Фундаментъ самъ по себѣ укрѣпляетъ лодку и чѣмъ онъ длиннѣе, тѣмъ лучше. Во избѣжаніе вредныхъ сопротивленій и раставыванія корпуса лодки, всѣ передаточные механизмы, а также упорный подшипникъ гребного вала, должны быть прикрѣплены къ тому же фундаменту.

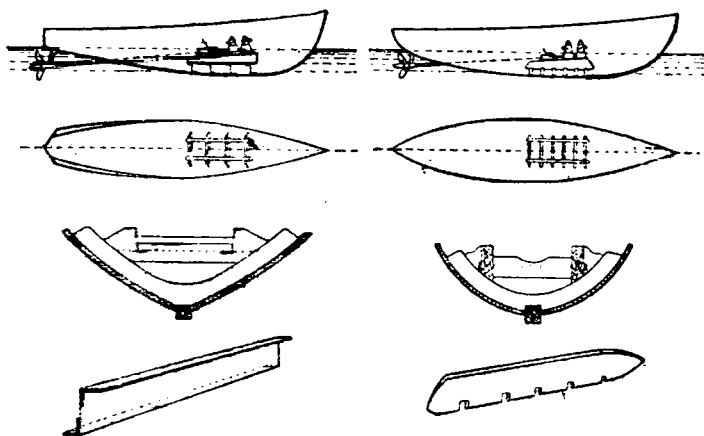


Рис. 83.—Установка двигателя и передаточныхъ механизмовъ на фундаментѣ. Слѣва—металлическій фундаментъ; справа—деревянный.

Если погруженіе той части корпуса лодки, гдѣ установленъ двигатель, недостаточно, чтобы при горизонтальномъ расположеніи гребного вала винтъ шелъ на надлежащей глубинѣ,—дѣлаютъ наклонную установку, какъ видно на этомъ рисункѣ. Иногда прибегаютъ къ карданнымъ соединеніямъ, но это не желательно.

## VII.

### Практическіе совѣты и обязательныя правила для передвиженія по водѣ.

Управление лодкой. Рулированіе на спокойной водѣ и на волненіи. Правила для предупрежденія столкновенія судовъ въ морѣ: обязательные огни; сигналы; расхожденіе судовъ. Предосторожности отъ пожара. Спасательныя приспособленія. Буксировка. Стоянка на якорѣ, на баканѣ и у стѣнки.

Въ подытождѣніи III-мъ объяснено дѣйствіе руля. Практика управления показываетъ, что на той же лодкѣ въ рукахъ опытнаго рулевого руль какъ бы начинаетъ дѣйствовать лучше. Въ особенности разница замѣтна на волненіи. У одного рулевого въ лодку попадаетъ съ верхушекъ волны цѣлое ведро воды, а другой проходитъ по такимъ же волнамъ почти безъ брызгъ. Зависитъ это, главнымъ образомъ, отъ умѣнія выбирать соответственный уголъ курса лодки къ направленію волны. Ити прямо противъ волны—лодку очень заливаетъ; ити бокомъ или почти бокомъ къ волнѣ—опасно, такъ какъ можетъ перевернуть и во всякомъ случаѣ получается непріятная качка. На сколько-нибудь крутыхъ волнахъ лучше всего держаться подъ угломъ въ  $45^\circ$ , уменьшая скорость движенія,

при чемъ желательно передъ каждой сколько-нибудь высокой волной ставить лодку нѣсколько прямое противъ волны, а затѣмъ въ промежуткахъ между волнами отводить носъ въ сторону. Получается движеніе по извилистой линіи (рис. 84).

Если же курсъ далеко отступаетъ отъ угла въ  $45^\circ$ , по направленію къ волнѣ, какъ напр., изъ точки *A* въ точку *B*, когда направленіе волнъ показано стрѣлкой *C*, то при крутой волнѣ приходится итти по курсу, показанному извилистой линіей, съ однимъ большимъ перегибомъ *D* приблизительно подъ прямымъ угломъ. Если разстояніе между точками слишкомъ велико, чтобы можно было итти обходнымъ путемъ съ однимъ лишь поворотомъ, то идутъ по линіи съ нѣсколькими поворотами, переходящей то по одну, то по другую сторону намѣченного курса.

Чѣмъ больше водоизмѣщеніе лодки, тѣмъ рѣже приходится прибѣгать къ такимъ предосторожностямъ.

На спокойной водѣ рулированіе какъ бы проще, но на большихъ скоростяхъ представляетъ нѣкоторую опасность. Уже раньше говорилось о вліяніи центробѣжной силы, могущей даже перевернуть лодку. Затѣмъ на быстромъ ходу, при рѣзкомъ поворотѣ корму лодки начинаетъ выносить и если двѣ лодки идутъ рядомъ, даже въ разстояніи нѣсколькихъ саженъ, то корму можетъ навалить на другую лодку, идущую по своему курсу. Тогда вся вина на рулевомъ, дѣлавшемъ поворотъ. Затѣмъ рѣзкій поворотъ слишкомъ замедляетъ ходъ лодки, и на гонкахъ отъ этого часто теряютъ.

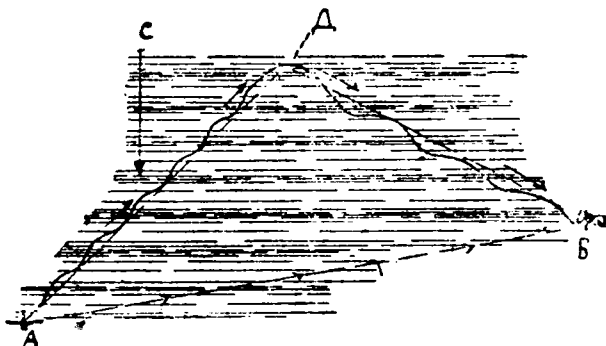


Рис. 84.—Отступленія отъ намѣченнаго курса при сколько-нибудь крутой волнѣ, идущей не подъ угломъ  $45^\circ$  къ курсу *AB*. Лодка идетъ по пути *AIB*, держась подъ угломъ въ  $45^\circ$  къ направленію волны *C*. Путь лодки къ тому же идетъ по нѣсколько извилистой линіи, противоудѣствуя вліянію и опасности отъ каждой отдѣльной волны.

**Правила для предупрежденія столкновенія судовъ въ морѣ.** Моторныя лодки, въ особенности небольшихъ размѣровъ, рѣдко выходятъ въ открытое море и вблизи берега, если только движеніе происходитъ внѣ порта. Обязательныя правила, установленныя для открытой воды. Только на рѣкахъ бываютъ свои особые правила.

**Разхожденіе судовъ.** Два судна, имѣющія механическіе двигатели, соблюдаютъ при взаимныхъ встрѣчахъ слѣдующія правила.

Если приближаются одинъ къ другому прямо навстрѣчу или почти противоположными курсами, то каждое должно нѣсколько измѣнить курсъ вправо, расходиться лѣвыми бортами. Если безъ измѣненія курса одно пройдетъ довольно далеко отъ другого, то измѣнять курсы не слѣдуетъ.

При пересѣченіи курсовъ и если есть хоть малѣйшая возможность столкновенія, то уступать дорогу должно то судно, которое видитъ другое со своей правой стороны. Слѣдуетъ или замедлить скорость, или взять вправо, чтобы обойти встрѣчное за кормой, но не стараться усилить ходъ, ир-скочивъ передъ встрѣчнымъ (т. наз. «обрѣзать носъ»). Судно, которому даютъ дорогу, должно итти съ прежней скоростью и не измѣняя курса.



Судно съ механическимъ двигателемъ должно при всѣхъ условіяхъ уступать дорогу парусному, или хотя и механическому, но имѣющему другія суда на буксирѣ.

На рѣкахъ и вообще въ узкихъ фарватерахъ, при томъ сколько-нибудь извилистыхъ, бываетъ трудно держаться все время правой стороны и приходится расходиться иногда правыми бортами. Во избѣжаніе столкновенія отъ ошибки маневра, дается послѣ предупредительнаго сигнала встрѣчи (одного продолжительнаго гудка), сигналъ флагомъ, а въ ночное время бѣлымъ фонаремъ, въ какую сторону встрѣчному слѣдуетъ держаться (такъ наз. *отмалчиванье*). Флагъ или фонарь (бѣлый) переносится къ соответственному борту и дается продолжительный знакъ, опускающій сигналъ полукругомъ наружу.

Остальные сигналы: одинъ короткий звукъ (гудокъ или свистокъ) измѣненіе курса вправо—относятся къ подающему сигналъ; два короткихъ звука—измѣненіе курса влево; три короткихъ звука—работа машины полнымъ ходомъ назадъ. Короткій звукъ считается около 1 сек.

Ночью всѣ суда несутъ отличительные огни. Паровыя и вообще механическія суда имѣютъ отличительные огни—красный слѣва и зеленый справа и спереди, нѣсколько выше, бѣлый огонь *марсовый*. Боковые огни должны быть видны на 10 румбовъ, т. е. на  $112\frac{1}{2}^\circ$ , начиная отъ носовой линіи. Такиѣмъ образомъ, сзади поперечной линіи (траверса) красный и зеленый огонь видны на  $2\frac{1}{2}^\circ$  или на 2 румба, что составляетъ четверть прямого угла. Бѣлый огонь долженъ быть виденъ на 20 румбовъ. Парусныя суда передняго бѣлаго огня не имѣютъ, а буксирующія суда имѣютъ два бѣлыхъ, одинъ надъ другимъ.

На кормѣ допускается показывать бѣлый огонь обгоняющему или имѣть постоянный слабый бѣлый огонь, но такъ, чтобы не былъ виденъ съ носа. Мелкія парусныя шлюпки и небольшія моторныя лодки могутъ имѣть одинъ (или бѣлый огонь, освѣщающій по всему кругу).

На якорѣ обязательно бѣлый круговой огонь, по поставленный нѣсколько выше.

При стоянн на мели на пути слѣдованія судовъ, надъ бѣлымъ огнемъ держатъ два красныхъ, также круговыхъ. Судно, не могущее управляться, держитъ только два красныхъ.

Во время тумана, обязательно употребленіе свистка, гудка, сирены или колокола. Сигналами этими пользуются и безъ тумана при сильномъ ливнѣ. На ходу черезъ каждыя 1—2 минуты продолжительный сигналъ. Если машина остановлена, то два продолжительныхъ сигнала съ промежуткомъ въ 1 секунду. На якорѣ каждую минуту сигналъ колоколомъ. Буксирующее судно или если судно не можетъ сойти съ курса,—послѣ каждаго протяжнаго сигнала даетъ два короткихъ. Этотъ сигналъ и для буксируемаго. Затѣмъ слѣдуетъ въ туманѣ держать уменьшенный ходъ и слѣдить за уменьшеніемъ времени между отвѣтами и сигналами съ другихъ судовъ, что очень ясно показываетъ, что суда сближаются. Поэтому слѣдуетъ немедленно отвѣчать на услышанный чужой сигналъ.

Сигналы бдствія состоятъ изъ непрерывно подаваемыхъ звуковыхъ сигналовъ въ соединеніи, если можно, съ выстрѣлами. Также пускаютъ ракеты, припускаютъ флагъ и машутъ флагомъ на шестѣ.

**Предосторожности отъ пожара.** Пожаръ на водѣ гораздо опаснѣе, чѣмъ на берегу. При плаваніи на моторной лодкѣ, опасность возникновенія пожара больше, чѣмъ на пароходѣ. Бензинъ легко воспламеняется, если бакъ или соединительныя трубки имѣютъ гдѣ-либо течь. Поэтому, чтобы плаваніе на моторной лодкѣ было почти столь же безопаснымъ, какъ на другихъ судахъ, необходимо обезпечить себя отъ послѣдствій протеканія бензина. Резервуары должны быть возможно прочные, и лучше всего изъ *красной мѣди*, затѣмъ идетъ по надежности *желтая мѣдь*, а затѣмъ мягкая *листовая сталь*. Послѣдній матеріалъ примѣняется для большихъ резервуаровъ. Пазы должны быть на заклепкахъ и заплатахъ: могутъ быть просто залаяны послѣ двойнаго загиба. При листовой стали можно ставить заклепки или сваривать ацетиленомъ. Затѣмъ можно лудить или покрывать идью гальваническимъ путемъ.

Резервуары большихъ размѣровъ должны имѣть **перегородки** съ отверстиями, чтобы предохранять стѣнки отъ сильныхъ ударовъ жидкости при качкѣ. Безъ этой предосторожности легко можетъ появиться течь.

Опасно наливать бензинъ прямо въ отдѣленіе корпуса, такъ какъ тогда течъ трудно найти или даже замѣтить и еще труднѣе ее уничтожить. При столкновении и малѣйшемъ поврежденіи корпуса, бензинъ вытечетъ весь, при чемъ можетъ залить всю лодку. Лучше всего придавать резервуару форму той части корпуса, гдѣ онъ помѣщенъ, но оставлять свободный промежутокъ со всѣхъ сторонъ. Тогда ударъ долженъ быть очень сильнымъ, чтобы повредить резервуаръ. Если снизу имѣется подставка, въ которую бензинъ будетъ стекать, и затѣмъ собираться въ отдѣльный маленькій резервуаръ, то опасность пожара чрезвычайно уменьшается.

Трубки должны быть мѣдныя, скрѣпляться съ резервуаромъ посредствомъ нажимной гайки, и въ этомъ мѣстѣ на резервуарѣ должна быть напаяна или наварена накладка.

Желательно раздѣлять резервуары на нѣсколько. Подача бензина подъ давленіемъ рекомендуется, такъ какъ можно ставить резервуаръ ниже, и онъ менѣе подвергается опасности.

Подъ карбюраторомъ долженъ быть металлическій листъ съ загнутыми краями со стокомъ для бензина, вытекающаго изъ карбюратора въ особый стаканчикъ, изъ котораго его можно время отъ времени удалять.

Въ моторныхъ лодкахъ болѣе, чѣмъ въ автомобиляхъ, обязательно пользование во всасывающей трубѣ металлическими сѣтками для предохраненія отъ всыпшекъ въ карбюраторѣ. Выпускная труба можетъ быть или желѣзная, или стальная; въ послѣднемъ случаѣ толщина стѣнокъ около 3 миллиметровъ. Если надо пропустить выпускную трубу черезъ деревянный бортъ, необходимо вставлять ее въ наружную трубу и между стѣнками пропускать воду.

Глушитель долженъ быть прочный, чтобы выдерживалъ случайныя всыпки въ него, а можно обходиться и безъ него. Выпускная труба должна имѣть колено, лежащее выше уровня воды и снабженное въ верхней точкѣ маленькими отверстиями, чѣмъ избѣгается всасываніе воды въ двигатель на стоянкѣ.

Во избѣжаніе наконенія горючихъ газовъ у двигателя, въ лодкахъ, гдѣ двигатель въ совершенно закрытомъ помѣщеніи, необходимо все время выкачивать со дна машиннаго отдѣленія всѣ жидкости, которыя тамъ собираются: масло, бензинъ въ смѣси съ водой. Этимъ предохраняютъ отъ воспламененія газовъ въ самомъ помѣщеніи машиннаго отдѣленія. Почти необходимо имѣть огнетушитель той или иной системы.

**Спасательныя приспособленія.** Возможность пожара на водѣ заставляетъ болѣе, чѣмъ опасность потопленія лодки, имѣть спасательныя приспособленія на все число пассажировъ, находящихся на борту. Къ обычно примѣняемымъ спасательнымъ поясамъ большого размѣра, удобнымъ, главнымъ образомъ, лишь для бросанія упавшему за бортъ, слѣдуетъ добавить такъ наз. *спасательные жилеты*, пробковые или изъ особой несмачиваемой ваты.

**Буксировка.** Приходится иногда пользоваться чужой помощью, иногда оказывать ее, беря на буксиръ потерпѣвшую аварію лодку. Необходимо имѣть соотвѣтствующей толщины канатъ или трость и уметь, не останавливая вполнѣ хода, взять другую лодку на буксиръ, или же подать конецъ на другую лодку, которая будетъ буксировать.

Первое легко удастся при правильномъ заходѣ на параллельнымъ курсомъ и въ моментъ прохода кормой буксирующей лодки мимо носовой части другой. кидаютъ или принимаютъ буксиръ (канатъ или трость), для чего онъ долженъ быть правильно смотанъ, чтобы во время перебрасыванія онъ легко разматывался. Если канатъ толстый, то перебрасываютъ тонкій трость съ небольшимъ деревяннымъ грузикомъ на концѣ.

Чтобы былъ легко взятъ на буксиръ, слѣдуетъ становиться параллельнымъ курсомъ; если можно, слѣдуетъ двигаться по тому же направленію, а поданный буксиръ лучше всего закрѣплять постепенно, давая нѣсколько проскальзывать, т. наз. «травить»; безъ этой предосторожности буксиръ можетъ лопнуть.

**Стоянка.**—*На якорь или на баканъ* стоянка не представляетъ трудности. не надо разсчитывать, чтобы было достаточно мѣста при поворотѣ лодки съ измѣненіемъ направленія вѣтра. Длина якорной цѣпи должна быть раза въ четыре больше глубины.

У *стѣнки* нужно заботиться, чтобы лодка не билась бортомъ, для чего спускаютъ *кранцы* (подушки), которыя на ходу убираются внутрь лодки. Затѣмъ корму или носъ оттягиваютъ къ бакану или другому судну.

## Отдѣль II.

### Двигатели для моторныхъ лодокъ (и судовъ) и ихъ особенности.

#### I.

#### Причины разницы въ конструкціи лодочныхъ и судовыхъ двигателей отъ автомобильныхъ.

Почему примѣненіе четырехтактныхъ двигателей автомобильнаго типа не обязательно на водѣ. Допустимость и даже преимущества двухтактныхъ. Связанныя съ сравнительнымъ увеличеніемъ вѣса частей отличія въ наружномъ видѣ и въ пусковыхъ приспособленіяхъ.

1. Почему примѣненіе четырехтактныхъ двигателей автомобильнаго типа не обязательно на водѣ. Допустимость и даже преимущества двухтактныхъ. Главныхъ причинъ предпочтенія четырехтактныхъ двигателей въ примѣненіи къ автомобилямъ—двѣ: сравнительно большая мощность четырехтактнаго двигателя при томъ же вѣсѣ и лучшее использованіе бензина или вообще жидкаго топлива.

\* \* \*

Первая причина въ автомобильномъ дѣлѣ является очень важной, такъ какъ потребная мощность автомобильнаго двигателя обусловливается главнымъ образомъ общимъ вѣсомъ всего автомобиля, (конечно, и той средней скоростью, которую желаютъ достигнуть). Увеличеніе же вѣса двигателя будетъ увеличивать и вѣсъ всего автомобиля. Слѣдовательно, при двухтактномъ двигателѣ пришлось бы облегчать раму, кузовъ или другія необходимыя части автомобиля, чтобы достигнуть той же относительной мощности всего автомобиля.

Вторая причина—большій расходъ бензина въ двухтактномъ двигателѣ имѣетъ отчасти то же значеніе, что и первая, такъ какъ для одинаковаго пробѣга придется брать большее по вѣсу количество горючаго матеріала. Кромѣ того существуетъ и важный вопросъ экономіи; при продолжительныхъ пробѣгахъ разница въ стоимости горючаго матеріала можетъ дойти до значительной суммы.

Двухтактные двигатели могутъ, конечно, быть улучшаемы и расходъ бензина будетъ современемъ навѣрно уменьшенъ, но и четырехтактные двигатели также постепенно улучшаются въ этомъ отношеніи.

Повидимому двухтактнымъ двигателямъ небольшого размѣра—для лодокъ и мелкихъ судовъ—никогда не удастся догнать четырехтактные въ экономии горючаго матеріала, такъ какъ главное условіе, дающее такую экономію—сильное сжатіе смѣси передъ вспышкой. Это именно условіе и трудно достижимо въ двухтактныхъ двигателяхъ малаго размѣра.

Въ настоящее время можно принять, что хорошій четырехтактный двигатель потребляетъ на  $\frac{1}{3}$  меньше, чѣмъ двухтактный.

Все эти замѣчанія не могутъ относиться къ большимъ судовымъ двухтактнымъ двигателямъ мощностью болѣе 100 л. с. на каждый цилиндръ, гдѣ примѣненіемъ особыхъ конструкцій о которыхъ дальше сказано, возможно сравняться с 4-тактными.

Несмотря на нѣсколько увеличенный расходъ жидкаго топлива на моторныхъ лодкахъ двухтактные двигатели даже болѣе распространены, чѣмъ четырехтактные.

Причина въ сравнительно болѣе спокойной работѣ, что обусловливается тѣмъ, что при каждомъ оборотѣ коленчатого вала получается одинъ рабочий ходъ. Въ тѣмъ сѣ тѣмъ сжатіе, а слѣдовательно и давленіе газовъ при вспышкѣ нѣсколько меньше отчего и толчки, ощущаемые при работѣ такого двигателя, значительно слабѣе. Къ этому надо добавить, что во время рабочего хода въ большинствѣ двухтактныхъ мелкихъ двигателей получается сжатіе смѣси въ картерѣ, отчего сила обратнаго давленія на корпусъ двигателя въ теченіе рабочего хода еще нѣсколько уменьшится. Двухтактные двигатели особенно примѣнимы тамъ, гдѣ относительная мощность, считая по вѣсу двигателя, не имѣетъ особеннаго значенія. Дѣйствительно на моторныхъ лодкахъ, яхтахъ, даже небольшихъ судахъ, двухтактные двигатели встрѣчаются въ большемъ числѣ. Тутъ увеличеніе вѣса самого двигателя хотя бы на 50% не имѣетъ вреднаго значенія, а между тѣмъ корпусъ лодки или яхты не испытываетъ вредныхъ и къ тому же весьма непріятныхъ толчковъ, передающихся съ отчетливостью по всей длинѣ корпуса. Одноцилиндровый четырехтактный двигатель надо считать совершенно непримѣнимымъ для моторныхъ лодокъ и яхтъ,—такъ сильна и непріятна дрожь, когда двигатель работаетъ въ полную силу. Четырехцилиндровый четырехтактный двигатель можетъ еще считаться удовлетворительнымъ на водѣ. Двухтактный же двигатель работаетъ относительно спокойно даже при одномъ цилиндрѣ, а начиная съ двухцилиндроваго—толчки совершенно не замѣтны при сколько-нибудь устойчивомъ корпусѣ.

2. Связанныя съ сравнительнымъ увеличеніемъ вѣса частей отличія въ наружномъ видѣ и въ пусковыхъ приспособленіяхъ. Наружный видъ лодочныхъ и судовыхъ двигателей нѣсколько отличается отъ наружнаго вида автомобильныхъ двигателей. Работая нормально при меньшемъ числѣ оборотовъ, лодочные двигатели имѣютъ болѣе тяжелый маховикъ, а все движущіяся и неподвижныя части дѣлаются болѣе толстыми съ большимъ запасомъ прочности. Чрезмѣрное облегченіе вѣса поршней, шатуновъ и коленчатого вала, имѣющее большое значеніе для быстро вращающагося авто-

лодочнаго двигателя, теряет такое существенное значеніе, какъ только число оборотовъ становится меньше 1000 въ минуту, а въмъ болѣе подходитъ къ 400—500. Большой вѣсъ неподвижныхъ частей, картера и цилиндра, способствуетъ уменьшенію дрожанія двигателя во время работы. Наружный видъ двухъ различныхъ системъ показанъ на рис. 84 и 85. Первый рисунокъ изображаетъ лодоч-

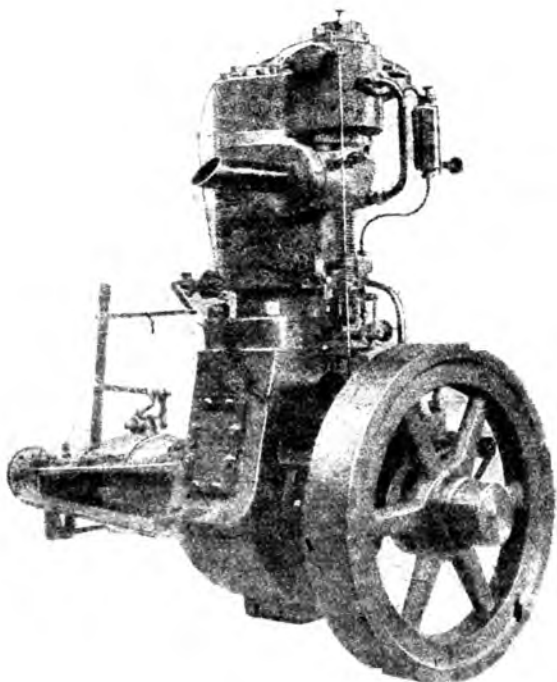


Рис. 84. Видъ лодочнаго двигателя, съ небольшою скоростью вращенія - около 300 оборотовъ въ минуту. (Система *Кромхутъ*). Двигатель четырехтактный. Механизмъ перемены вращенія укрѣпленъ на продолженіи картера двигателя.

ный двигатель *Кромхутъ*, выдѣлываемый въ Голландіи и предназначенный, главнымъ образомъ, какъ вспомогательный двигатель для парусныхъ лодокъ и небольшихъ судовъ. Поэтому онъ приспособленъ для медленнаго вращенія — всего 300 оборотовъ въ минуту. Рис. 85 изображаетъ также четырехтактный двигатель для сравнительно большихъ судовъ, системы *Локе*, причемъ въ немъ имѣется автоматическій пускъ сжатымъ воздухомъ.

3. Нѣкоторыя особенности двигателей для судовъ и лодокъ въ пусковыхъ приспособленіяхъ. При пользованіи двигателями внутреннего сгорания для моторныхъ судовъ конструкція распределительнаго ме-

ханизма нѣсколько усложняется, въ виду необходимости получать работу двигателя въ обоихъ направленіяхъ вращенія. Также пускъ долженъ быть посредствомъ механическихъ приспособленій кромѣ только самыхъ малыхъ моделей; пустить двигатель въ ходъ посредствомъ рукоятки совершенно невозможно, если винтъ сколько-нибудь значительныхъ размѣровъ. При двигателяхъ большихъ силъ къ тому же валъ винта не разобщается обыкновенно отъ двигателя, такъ какъ приспособленія для перемены хода вводомъ зубчатокъ для большихъ силъ не надежны.

Кромѣ того, на водѣ бываетъ очень часто необходимо получить обратное вращеніе винта немедленно и безъ отказа. Другого тормоза на водѣ не имѣется.

Между двухтактными и четырехтактными двигателями, какъ уже сказано, продолжается соревнованіе въ отношеніи ихъ приѣмливости и надежности для передвиженія по водѣ.

Можно признать, что на водѣ для двигателей среднихъ мощностей, и притомъ, гдѣ пользуются тремя и болѣе цилиндрами четырехтактный круговоротъ предпочтительнѣе. Мелкіе же двигатели, до 10 л. с., одно и двухцилиндровые удобнѣе—двухтактные, также двухтактные приѣмлимы для мощности выше 106 л. с. Здѣсь (рис. 85) показанъ видъ четырехтактнаго двигателя Локе, который можетъ быть пущенъ въ ходъ сжатымъ воздухомъ и притомъ работаетъ съ вращеніемъ въ желаемую сторону.

Пускъ въ ходъ достигается временнымъ превращеніемъ двигателя въ двухтактный посредствомъ работы механически управляемыхъ клапановъ. Для доступа сжатого воздуха къ началу опусканія поршня съ потожъ нія верхней мертвой точки открывается особый клапанъ, соединенный съ резервуаромъ сжатого воздуха.

Для выпуска сжатого воздуха въ слѣдующіе пол оборота служить тотъ же выпускной клапанъ, который вообще предназначенъ для выпуска сгорѣвшихъ газовъ, но дѣйствіемъ добавочнаго кулачка на распредѣлительномъ валу клапанъ открывается при каждомъ оборотѣ двигателя. Послѣ нѣсколькихъ (2—3) оборотовъ прекращаютъ посредствомъ особаго приспособленія дѣйствіе добавочныхъ кулачковъ и вмѣстѣ съ тѣмъ заставляютъ дѣйствовать впускной клапанъ для наружнаго (атмосфернаго) воздуха и насосъ для подачи керосина или нефти въ камеру вспышки. Двигатель начинаетъ работать, какъ двухтактный, причемъ воспламененіе смѣси получается отъ нагрѣннаго чугунаго шара на крышкѣ цилиндра.

Особенность распредѣлительнаго механизма сравнительно съ другими двигателями, имѣющими впускъ сжатымъ воздухомъ, заключается въ томъ, что распредѣлительный валъ не имѣетъ передвижныхъ кулачковъ, также какъ не имѣетъ и боковаго передвиженія. Проявленіе же дѣйствія тѣхъ или иныхъ кулачковъ и прекращеніе ихъ дѣйствія достигается поворотомъ отдѣльнаго распредѣлительнаго вала съ кулачковыми насадками. Въ зависимости отъ относительнаго расположенія насадокъ на дополнительномъ валу и привода тѣхъ или иныхъ насадокъ внизъ, получается прижиманіе особаго рычажка съ роликами

къ вращающемуся распредѣлительному валу, расположенному подъ дополнительнымъ валомъ. Такъ какъ рычажки съ роликомъ другимъ концомъ соединены съ нижними концами соот-

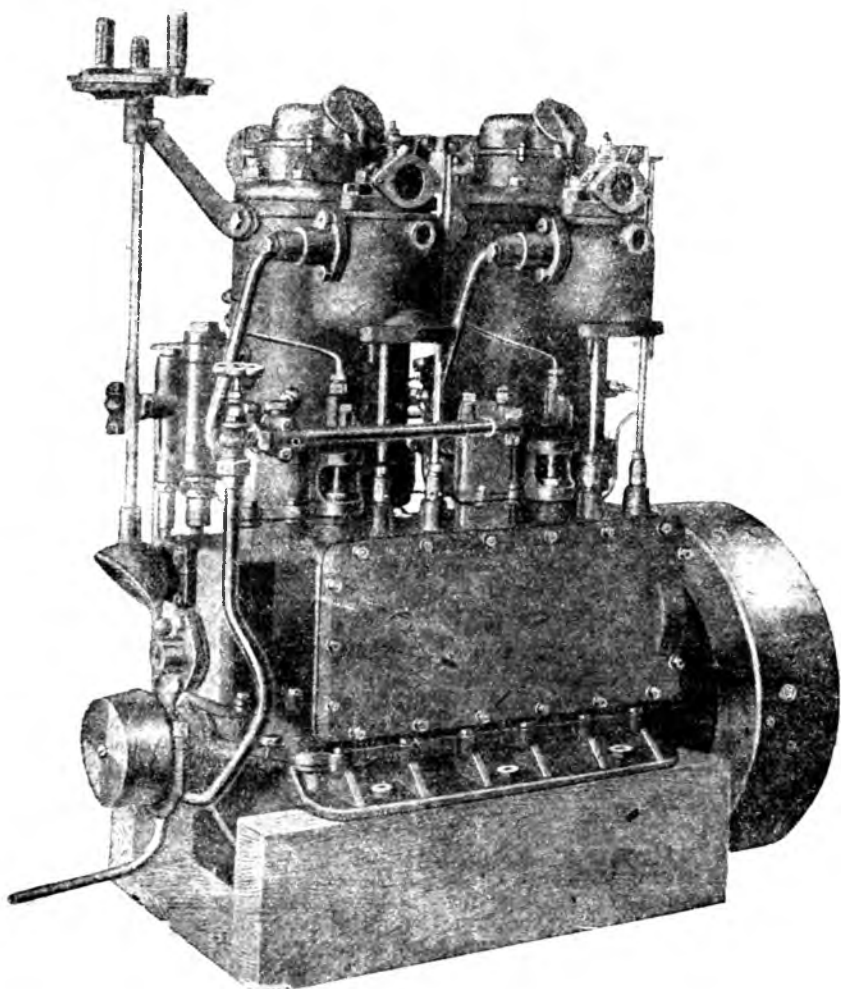


Рис. 85. Наружный видъ судового четырехтактнаго двигателя *Локе* съ приспособленіемъ для пуска изъ ходъ сжатымъ воздухомъ посредствомъ временнаго превращенія двигателя въ двухтактный, перестановкой кулачка на дополнительномъ распредѣлительномъ валѣ. Эта система позволяетъ придавать и обратный ходъ двигателю посредствомъ соответственной перестановки кулачковъ.

вѣтствующихъ штоковъ, то ясно, что дѣйствіе кулачковъ вращающагося распредѣлительнаго вала будетъ проявляться лишь въ тѣ періоды, когда ролики будутъ прижаты къ кулачкамъ.

Такимъ приспособленіемъ обойдена трудность передвиженія кулачковъ при упорѣ объ нихъ роликовъ или концовъ штоковъ. Въ нѣкоторыхъ другихъ системахъ ролики временно поднимаются, дабы было возможно передвиженіе. При системѣ, какъ у Локе, возможно даже выключать постепенно по одному цилиндру отъ дѣйствія сжатого воздуха и переводить на работу керосиномъ или нефтью. Также переводъ на задній ходъ можно устроить, не дожидаясь полной остановки двигателя. Для этого нужно имѣть на распредѣлительномъ валикѣ особые кулачки и соотвѣтствующіе кулачковые выступы на дополнительномъ валу.

## II.

**Ходъ газовъ и распредѣлительный механизмъ въ двухтактныхъ двигателяхъ** (въ отличіе отъ четырехтактныхъ).

**A.—Ходъ газовъ и распредѣлительный механизмъ въ двухтактномъ двигателѣ, гдѣ смѣсь газовъ сжимается въ картерѣ.**

Въ двухтактномъ двигателѣ должны произойти съ газами всѣ тѣ явленія, какія извѣстны изъ описанія работы четырехтактныхъ двигателей обыкновеннаго автомобильнаго типа.

Сначала газы должны пройти изъ карбюратора по всасывающей трубѣ въ двигатель (I-й тактъ); затѣмъ газы должны быть сжаты для полученія большей полезной работы (II-й тактъ); послѣ этого газы (будучи воспламенены электрической искрой или другимъ какимъ-либо способомъ) произведутъ работу (III-й тактъ); наконецъ отработавшіе газы должны быть удалены изъ двигателя (IV-й тактъ).

Такимъ образомъ должны произойти 4 явленія: всасываніе, сжатіе, работа и выпускъ газовъ, но вмѣсто четырехъ движеній поршня, предоставляемыхъ для такого круговорота въ 4-хтактномъ двигателѣ,—въ двухтактномъ двигателѣ все это должно произойти въ два такта, т.-е. при двухъ движеніяхъ поршня (при одномъ оборотѣ колычаго вала).

Затрудненіе въ распредѣленіи газовъ встрѣчается еще въ томъ, что изъ двухъ тактовъ одинъ долженъ обязательно быть оставленъ для работы поршня, слѣдовательно на три остальныхъ явленія остается только одинъ тактъ.

Практически удалось разрѣшить эту на первый взглядъ довольно трудную задачу слѣдующимъ образомъ.

Газы всасываются изъ карбюратора не въ верхнюю часть цилиндра, а попадаютъ въ картеръ, при чемъ разрѣженіе получается во время хода поршня вверхъ, когда въ цилиндрѣ происходитъ сжатіе смѣси. Такимъ образомъ всасываніе смѣси, хотя пока еще и не въ цилиндръ, выполняется въ тотъ же тактъ, что и сжатіе.

Оставалось еще помѣстить куда-либо четвертый тактъ, т.-е. выпускъ газовъ. Этому явленію отведенъ конецъ рабочаго хода поршня, при чемъ для болѣе успѣшнаго выпуска газовъ въ этотъ короткій промежутокъ времени пользуются давленіемъ газовъ (взрывчатой смѣси), сжатыхъ во время рабочаго хода поршня въ картерѣ. Смѣсь эта, имѣя давленіе болѣе атмосфернаго, до  $1\frac{1}{4}$  атмосферъ, быстро направляется въ нужный моментъ по соединительной трубѣ въ цилиндръ двигателя съ противоположной стороны отъ выпускнаго отверстія, отводится особой пластинкой въ верхнюю часть цилиндра и такимъ образомъ какъ бы выметаетъ оставшіеся еще въ цилиндрѣ отработавшіе газы. На выпускъ газовъ не уходитъ, слѣдовательно, цѣлаго такта, а лишь малая часть такта.

Изъ сказаннаго при описаніи четырехтактныхъ двигателей видно, что особенное значеніе слѣдуетъ придавать, полному выталкиванію отра-



сгорѣвшихъ газовъ. Для этого выпускной клапанъ не только открывается значительно раньше, но и закрывается нѣсколько позже крайняго положенія поршня. Въ двухтактныхъ двигателяхъ выпускъ газа происходитъ въ столь короткій промежутокъ времени и такимъ сравнительно несовершеннымъ способомъ,—давленіемъ свѣжей смѣси, что нельзя рассчитывать на дѣйствительно полное его выталкиваніе. Поэтому часть сгорѣвшихъ газовъ, и притомъ довольно значительная, обязательно останется въ цилиндрѣ. Это въ свою очередь вліяетъ на высоту давленія послѣ вспышки, и даже при одинаковомъ сжатіи рабочее давленіе было бы меньше, чѣмъ въ 4-тактномъ двигателѣ.

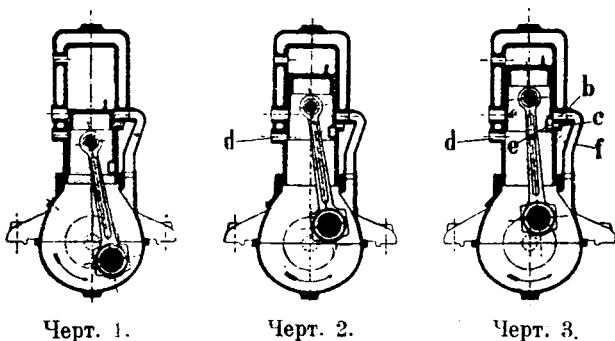


Рис. 86. Схема дѣйствія двухтактнаго двигателя. *Черт. 1*—начало періода сжатія. *Черт. 2*—конецъ періода сжатія смѣси въ цилиндрѣ и начало всасыванія смѣси въ картеръ изъ карбюратора. *Черт. 3*—моментъ передъ вспышкой смѣси. Всасываніе въ картеръ происходитъ какъ черезъ карбюраторъ, такъ и черезъ соединительную трубку, подводящую въ этотъ моментъ наружный воздухъ.

*с*, углубленіе въ стѣнкѣ поршня, *с*, соединеніе съ наружнымъ воздухомъ, *д*, отверстіе въ стѣнкѣ цилиндра для выпуска смѣси изъ картера, *е*, соединительная трубка цилиндра съ картеромъ, *д*, отверстіе для всасыванія смѣси изъ карбюратора въ картеръ.

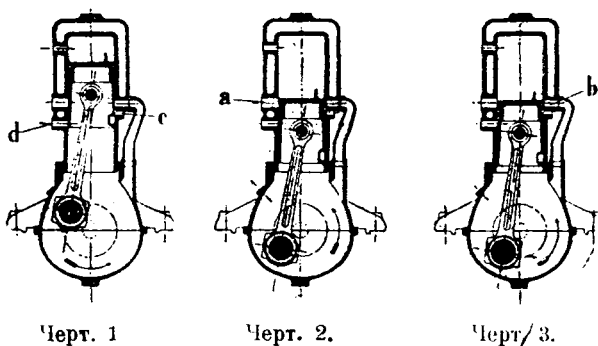


Рис. 87. Схема дѣйствія двухтактнаго двигателя (продолженіе). *Черт. 1*—начало рабочаго хода поршня и сжатія смѣси въ картерѣ. *Черт. 2*—конецъ рабочаго хода и начало выпуска отработавшихъ газовъ. *Черт. 3*—продолженіе выпуска отработавшихъ газовъ при дальнѣйшемъ пониженіи поршня и начало впуска свѣжей смѣси въ цилиндръ изъ картера.

Рис. 86 и 87 показываютъ устройство двухтактнаго двигателя простѣйшаго типа, такъ сказать схему его. Шесть положеній, показанныхъ на этихъ 2 рисункахъ, наглядно объясняютъ принципы дѣйствія двигателя.

Для двухтактного двигателя понадобилось, для лучшего объяснения действия, 6 чертежей, тогда какъ болѣе сложный циклъ четырехтактного двигателя всегда ясно представляется на 4 чертежахъ.

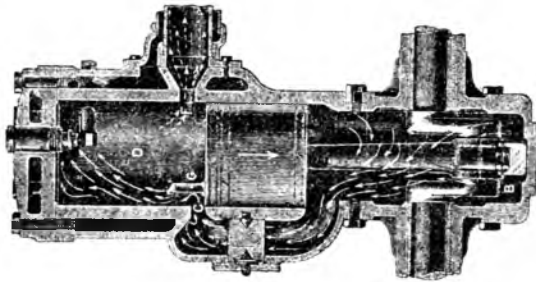


Рис. 88—в.

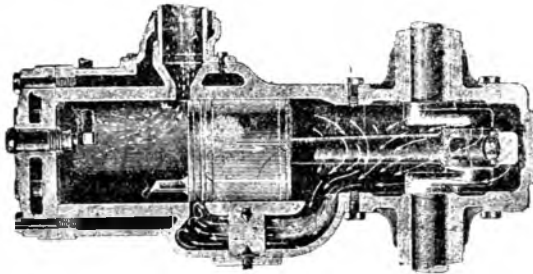


Рис. 88—б.

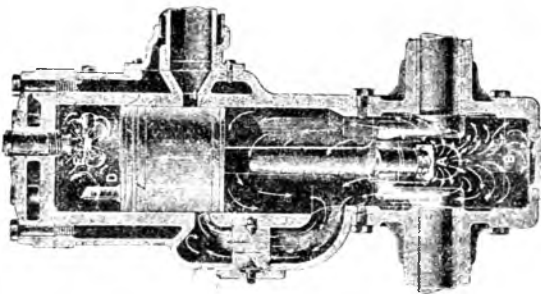


Рис. 88—а.

Рис. 88—а. Ходъ газовъ въ двухтактномъ двигателѣ системы Лозе съ сжатіемъ смеси въ картеръ. Периодъ всасыванія смеси въ картеръ и сжатія въ камерѣ вышки. —А, всасывающая труба, соединенная съ карбюраторомъ. —В, картеръ. —Е, свѣчка (здѣсь показана система зажигания на отрывѣ). —D, вертикальная пластинка на поршнѣ, направляющая газы. Рис. 88—б. Ходъ газовъ въ двухтактномъ двигателѣ Лозе. Начало периода выпуска сгорѣвшихъ газовъ. —F, отверстіе выпуска газовъ.

Рис. 88—в. Ходъ газовъ въ двухтактномъ двигателѣ Лозе. Конецъ выпуска газовъ и переходъ свѣжей смеси, сжатой въ картеръ въ верхнюю часть цилиндра черезъ отверстие С. —D, внутренность цилиндра. —О, вертикальная пластинка на поршнѣ, направляющая газы.

На рис. 88-а, 88-б, 88-в показанъ ходъ газовъ въ двухтактномъ двигателѣ Лозе при трехъ различныхъ положеніяхъ поршня.

На рис. 88-а показано всасываніе газозъ въ картеръ В черезъ всасывающую трубу А, соединенную съ карбюраторомъ (карбюраторъ на рис не виденъ). Газы распространяются по всему картеру и въ нижней части цилиндра, а также внутри стакана поршня. Такъ какъ вспышка происходитъ всегда съ нѣкоторымъ опереженіемъ, то на этомъ рис. и показанъ моментъ вспышки посредствомъ свѣчки Е (здѣсь показана система зажигания на отрывѣ), хотя поршень еще не дошелъ вполне до своего верхняго положенія и крѣпко не стало еще вполне вертикально.

Рис. 88-б показывает периодъ выпуска газовъ изъ верхней части цилиндра черезъ отверстіе *F*, а въ картерѣ оканчивается периодъ сжатія газовъ.

На рис. 88-в—первый периодъ выпуска газовъ подѣ влияніемъ давленія, ими образуемаго, уже окончился, а вмѣстѣ съ тѣмъ поршень опустился еще дальше внизъ и открылъ отверстіе *C*. вслѣдствіе чего смѣсь, сжатая въ картерѣ, начала переходить по соединительному каналу въ верхнюю часть цилиндра. Вертикальная пластинка *G* направляетъ свѣжую смѣсь кверху и такимъ образомъ сгорѣвшіе газы выталкиваются почти совершенно, насколько вообще можно достигнуть этого при соприкосновеніи газовъ двухъ различныхъ составовъ. Нѣкоторое смѣшеніе газовъ, сгорѣвшихъ и свѣжей смѣси, всетаки произойдетъ.

Вмѣсто отверстій въ стѣнкахъ цилиндра, открывающихся дѣйствіемъ поршня во время его передвиженія, возможно, конечно, устроить распре-

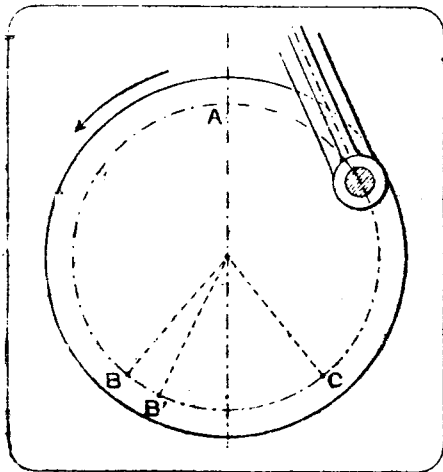


Рис. 89. Схематическое изображеніе распределенія тактовъ и моментовъ впуска и выпуска газовъ въ двухтактномъ двигателѣ.—*A*, верхняя мертвая точка.—*B*, начало выпуска сгорѣвшихъ газовъ.—*B'*, начало перехода газовъ, сжатыхъ въ картерѣ, въ верхнюю часть цилиндра.—*B'* до *C*, продолженіе выхода сгорѣвшихъ газовъ подѣ дѣйствіемъ перехода свѣжей смѣси изъ картера въ цилиндр.—*C* до *A*, сжатіе смѣси.—*A* до *B*, рабочій ходъ поршня.

нѣмъ впуска сжатой въ картерѣ смѣси, давленіе которой нѣсколько превосходитъ атмосферное и должно быть рассчитано такъ, чтобы оно превосходило остаточное давленіе сгорѣвшихъ газовъ. Этотъ периодъ продолжается отъ *B'* до *C*, примѣрно на протяженіи 70° (30° до нижней мертвой точки и 40° послѣ нижней мертвой точки). Дальше отъ *C* до *A* происходитъ сжатіе газа. Въ слѣдующій оборотъ весь циклъ повторяется вновь.

*Двухтактные двигатели съ взрывизваніемъ смѣси подѣ давленіемъ.*

По той же схемѣ (рис. 86 и 87) построенъ двухтактный двигатель *Митчъ* и *Вейсъ* американскаго производства, причемъ оказалось возможнымъ пользоваться двухтактными двигателями и для болѣе тяжелыхъ

дѣленіе клапанами, но конструкторы двухтактныхъ двигателей, кромѣ большихъ судовыхъ типа Дизель, избѣгаютъ этого главнымъ образомъ потому, что системой открытія отверстій моментъ открытія и закрытія регулируется движеніемъ поршня, т. е. связанъ непосредственно съ работой двигателя и не можетъ быть по недомосмотру или отъ изнашиванія нарушенъ. А въ двухтактныхъ двигателяхъ точность распределенія имѣетъ даже нѣсколько большее значеніе, чѣмъ въ 4-хтактныхъ.

Распределеніе моментовъ начала и конца впуска и выпуска газовъ показано схематически на рис. 89.

Предположимъ, что коленчатый валъ вращается въ направленіи, обратномъ движенію часовой стрѣлки, если смотрѣть отъ носа лодки. Отъ верхней мертвой точки *A* до *B* будетъ рабочій ходъ поршня. Въ точкѣ *B*, отстоящей примѣрно на 45° отъ нижней мертвой точки, откроется выпускное отверстіе въ стѣнкѣ цилиндра. Отъ *B* до *B'*, примѣрно на разстояніи 15°, будетъ происходить выпускъ подѣ большимъ давленіемъ, а въ точкѣ *B'* давленіе должно остаться не выше 1<sup>1</sup>/<sub>4</sub> атмосферъ. Въ дальнѣйшемъ выпускъ будетъ происходить какъ подѣ влияніемъ собственнаго давленія, такъ и подѣ влия-

сортъ жидкаго топлива—керосина и нефти. Зажиганіе въ такихъ двигателяхъ производится не электричествомъ, а накаливаніемъ шара *B* (рис. 90) по системѣ принятой для стационарныхъ двигателей. Подача горючаго матеріала происходитъ не черезъ карбюраторъ, а посредствомъ отдѣльнаго насоса по трубкѣ *P* непосредственно въ камеру вспышки. Такъ какъ сжатый къ тому времени воздухъ приобретаетъ уже высокую температуру какъ отъ сжатія, такъ и отъ соприкосновенія съ горячими стѣнками цилиндра, то жидкое топливо моментально обра-

Рис. 90. Разрѣзъ двухтактнаго двигателя *Митчъ и Вейсъ* съ зажиганіемъ накаленнымъ шаромъ и подачей горючаго матеріала насосомъ; Карбюратора нѣтъ.

*B*, чугунный шаръ, накаливаемый лампой *L* (при работѣ двигателя лампа можетъ быть погашена). — *P*, трубка, взбрызгивающая горючій матеріалъ въ камеру вспышки *p*. — *A*, подача сжатого воздуха изъ картера въ цилиндръ по трубкѣ *c*—*a*, всасываніе наружнаго воздуха.

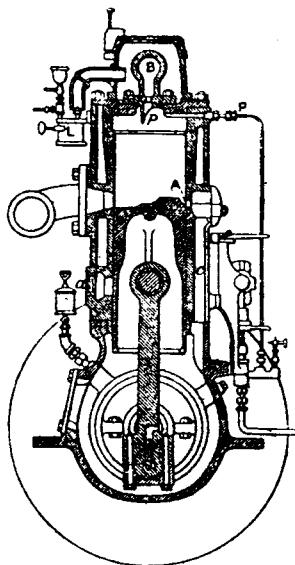


Рис 90.

щается въ газъ и смѣшивается съ воздухомъ, а отъ соприкосновенія съ накаленнымъ до-красна стѣнками шара происходитъ вспышка. Подача воздуха въ картеръ и сжатіе его тамъ происходитъ какъ и въ первомъ случаѣ, только сжимается не смѣсь, а чистый воздухъ. Вслѣдствіе этого проницаемость соединений и подшипниковъ картера для газовъ имѣетъ здѣсь менѣе вредное значеніе.

Дальнѣйшее развитіе принципа пользованія трудно испаряемыми видами жидкаго топлива—керосиномъ и нефтью выработало для большихъ мощностей типы машинъ съ высокимъ предварительнымъ сжатемъ (Дизель) и тогда оказалось возможнымъ обходиться не только безъ электрическаго зажиганія, но и безъ накаленного шара, такъ какъ сжатый воздухъ оказывается столь высокой температуры, что взбрызгиваемое топливо воспламеняется.

**Б.—Двухтактные двигатели, въ которыхъ смѣсь сжимается не въ картерѣ.**

Неудобство сжиманія смѣси въ картерѣ, и главнымъ образомъ трудность поддержанія непроницаемости подшипниковъ главнаго вала побудили многихъ конструкторовъ избѣгать прохода и сжатія смѣси въ картерѣ. Даже въ легкихъ двигателяхъ заняты были этимъ вопросомъ.

Такъ, въ двигателяхъ *Легро* сжатіе смѣси (*предварительное*) передъ впускомъ въ камеру вспышки происходитъ между двумя поршнями. Верхній поршень (рис. 91) работаетъ, какъ обыкновенно, и онъ соединенъ съ шатуномъ, прикрѣпленнымъ у нижняго края поршня. Нижній неподвижный поршень служитъ какъ бы перегородкой, чтобы смѣсь изъ карбюратора не попадала въ картеръ, а направлялась по соединительной трубкѣ въ пространство между двумя поршнями. Въ дальнѣйшемъ явленіе происходитъ такъ же, какъ по предыдущей схемѣ, только сжатая предварительно смѣсь переходитъ въ камеру вспышки обратно по тому же каналу, по которому прошла въ пространство надъ неподвижнымъ поршнемъ, а затѣмъ ее направляютъ въ верхнюю часть камеры вспышки поворотомъ распределительнаго крана, закрывающаго одновременно въ этотъ моментъ обратный путь къ карбюратору.

Другой двигатель съ сжатіемъ смѣси не въ картерѣ, системы *Тони-Губеръ*, имѣетъ перегородку въ нижней части цилиндра, отдѣляющую цилиндръ отъ картера (рис. 92).

Сжатіе смѣси происходитъ въ пространствѣ между дномъ поршня и этой перегородкой. Чтобы перегородка позволяла шатуну боковыя движенія и вмѣстѣ съ тѣмъ была непроницаема для газовъ, пришлось эту перегородку сдѣлать подвижной, пропустивъ ее въ стороны въ просвѣтъ, предназначенный для этого. Шатунъ обхватывается ползуномъ, повертывающимся сколько нужно при измѣненіи угла наклона шатуна. Конечно, треніе въ механизмѣ нѣсколько увеличивается, такъ же какъ и сложность всего устройства.

Неудовлетворительность такихъ системъ побудила конструкторовъ искать другихъ рѣшеній. Предложено было сжимать смѣсь въ нижнемъ уступѣ сосѣдняго поршня.

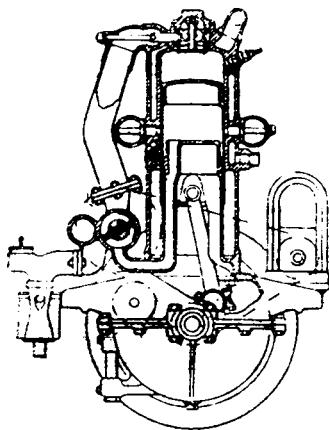


Рис. 91.

Рис. 91. Разрѣзъ двухтактнаго двигателя *Леиро* съ сжатіемъ смѣси между двумя поршнями, однимъ работающимъ, а другимъ—неподвижнымъ.

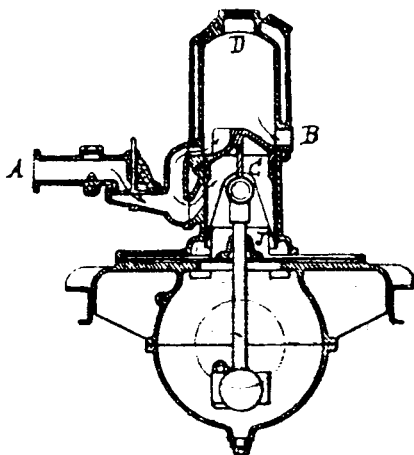


Рис. 92.

Рис. 92. Двухтактный двигатель системы *Тони-Губеръ*.

*A*, всасывающая труба съ автоматическимъ клапаномъ.—*B*, выпускъ отработавшихъ газовъ.—*C*, поршень особой формы для лучшаго направления газа.—*D*, цилиндръ.—*J*, подвижная скользящая перегородка съ ползуномъ для шатуна, предназначенная для отдѣленія нижней части цилиндра отъ картера.

Двигатель фирмы *Викторія* построенъ по такому принципу. Цилиндръ имѣетъ уступъ и представляетъ какъ бы соединеніе двухъ цилиндровъ, большаго и меньшаго діаметра. Одинаково и поршень имѣетъ два ряда колецъ, при чемъ нижнія кольца находятся на уширенной части поршня. Газъ всасывается не въ картеръ, а въ пространство между стѣнками уширенной части цилиндра и поршнемъ нормальной толщины. При подъемѣ затѣмъ поршня смѣсь будетъ сжата и въ нужный моментъ ей будетъ открытъ доступъ по соединительному каналу, въ верхнюю часть другого цилиндра; тамъ смѣсь сжимается вновь при подъемѣ поршня и подготавливается такимъ образомъ для вспышки. Непроницаемость подшипниковъ главнаго вала болѣе не нужна. При всей заманчивости такого устройства едва ли такая система привьется, такъ какъ полезная мощность двигателя при одинаковомъ вѣсѣ съ четырехтактнымъ будетъ меньше. Кромѣ того увеличивается высота цилиндровъ и вѣсъ возвратныхъ частей.

Въ конечномъ результатѣ для малыхъ и среднихъ лодочныхъ и судовыхъ двухтактныхъ двигателей осталась система сжатія смѣси въ картерѣ (для среднихъ двигателей—воздуха, а топливо взбрызгивается потомъ), а для двигателей большихъ мощностей перешло къ сжатію воздуха (т. н. продувочного до давленія в  $\frac{1}{4}$  атм.) въ особыхъ компрессорахъ, иногда дѣйствующихъ отъ особаго двигателя.

### III.

**Питаніе лодочныхъ и судовыхъ двигателей въ зависимости отъ рода топлива (въ отличіе отъ автомобильныхъ).**

Бензинъ, примѣняемый почти во всѣхъ автомобильныхъ двигателяхъ и въ лодочныхъ двигателяхъ гоночнаго типа, стремятся въ тяжелыхъ лодочныхъ двигателяхъ замѣнить другими менѣе огнеопасными и болѣе дешевыми сортами жидкаго топлива. Наибольшее вниманіе удѣляютъ керосину, а отчасти и спирту для небольшихъ двигателей, приблизительно 15—20 л. с., а при болѣе значительныхъ мощностяхъ на каждый цилиндръ—на судовыхъ двигателяхъ—стаются переходить на нефть.

Въ зависимости отъ разницы въ основныхъ способахъ питанія топливами средъ ей **летучести** (керосиномъ, спиртомъ и отчасти смѣсью со скипидаромъ и другими сходными по летучести жидкостями) и **меньшей летучести** (нефтью, нефтяными остатками, нафталиномъ, газовой смолой и др.) слѣдуетъ и способы питанія рассматривать въ отдѣльности для каждой изъ двухъ группъ.

А.— Керосинъ даетъ надъ поверхностью взрывчатую смѣсь при гораздо болѣе высокой температурѣ, чѣмъ бензинъ, приблизительно при 30—35° Ц. и поэтому разлитый керосинъ очень трудно воспламенить спичкой, если температура воздуха мала. Бензинъ при тѣхъ же условіяхъ воспламеняется. Цѣна керосина составляетъ примѣрно  $\frac{1}{3}$  цѣны бензина. Затрудненіе представляется главнымъ образомъ при обращеніи керосина въ газообразное состояніе для смѣшиванія его съ воздухомъ.

Рис. 93. Карбюраторъ, приспособленный для работы на бензинѣ, спиртѣ и керосинѣ. С, кранъ впуска жидкаго топлива, — Р, регулировочный коническій кранъ. — W, H, W<sub>1</sub>, нутъ керосина къ пульверизатору D. — X, горѣлка для подогреванія канала и всасывающей трубы M черезъ отверстіе Z. — H, кранъ, направляющій жидкое топливо непосредственно въ пульверизаторъ помимо канала, обогрѣваемого лампочкой. — R, G, G<sub>1</sub>, калоризаторъ — пористое тѣло и отверстія для подогреванія всасывающей трубы. — K, f, чашечка и трубочки для всасыванія горячаго спирта при пускѣ на спиртѣ. — E, подогревательная камера отработавшими газами — S, вертушки на оси A, поднимающія коническій кранъ пульверизатора при токъ воздуха (сист. Ретиг).

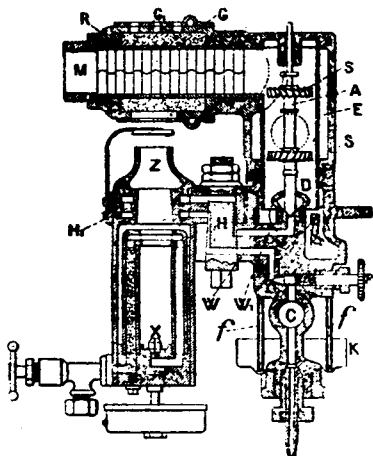


Рис. 93.

Въ то время, какъ бензинъ при температурахъ даже нѣсколько ниже нуля, достаточно быстро обращается въ газъ, керосинъ (или воздухъ, смѣшиваемый съ его частицами) долженъ быть значительно подогрѣтъ. Такъ какъ площадь соприкосновенія подогрѣтаго воздуха или горячихъ стѣнокъ, по которымъ воздухъ проходитъ вмѣстѣ съ частицами распыленнаго

керосина, естественно невелика въ двигателяхъ, дѣлающихъ большое число оборотовъ въ минуту, то для достаточнаго подогреванія приходится доводить стѣнки, отдающія тепло парамъ керосина, до температуры въ 200 и более градусовъ. Въ такомъ случаѣ, какъ замѣчено, частицы керосина, соприкасающіяся со стѣнками разлагаются и приобретаютъ менѣе сложный химическій составъ молекулы, при чемъ частью поглощаютъ теплоту (реакція т. наз. *эндотермическая*). Вслѣдствіе этого сгораніе паровъ керосина происходитъ быстрѣе нормальнаго и хотя мощность двигателя какъ бы нѣсколько увеличивается, затрудненіе встрѣчается въ томъ, что слишкомъ большія давленія въ началѣ рабочаго хода поршня требуютъ утолщенія всѣхъ частей двигателя и въ конечномъ результатѣ полезная мощность, развиваемая опредѣленнымъ вѣсомъ керосина, получается меньшей.

Поэтому изысканія всѣхъ конструкторовъ въ этой области должны бы сводиться къ подогреванію керосина, или его паровъ, не доводя до предѣльной температуры, при которой молекулы керосина начинаютъ распадаться, но на самомъ дѣлѣ на этотъ вопросъ пока мало обращено вниманія.

Теплота, требуемая для подогреванія керосинового карбюратора настолько велика, что если пользуются отработавшими газами, то приходится пропускать ихъ черезъ карбюраторъ почти цѣлкомъ, между тѣмъ какъ извѣстно, что въ бензиновомъ двигателѣ достаточно пропускать отъ 0,05 до 0,1 всей массы отработавшаго газа, чтобы карбюраторъ подогревался достаточно.

Чтобы не затруднять выхода отработавшихъ газовъ и не производить обратнаго давленія, какъ извѣстно, уменьшающаго полезную отдачу двигателя и способствующаго обгоранію выпускныхъ клапановъ, нѣкоторые конструкторы предпочитаютъ подогревать карбюраторъ отдѣльными керосиновыми лампами, хотя это усложняетъ устройство и даетъ добавочную опасность въ отношеніи огня. За то отдѣльные горѣлки допускаютъ легкій пускъ съ мѣста на керосинѣ, тогда какъ при подогреваніи отработавшими газами приходится сначала работать нѣсколько минутъ на бензинѣ.

Чтобы ознакомиться болѣе подробно съ тѣми трудностями, которыя встрѣчаются при работѣ на керосинѣ, здѣсь помѣщено подробное описаніе одной изъ системъ керосиновыхъ карбюраторовъ.

**Керосиновый карбюраторъ Ретигъ** можетъ работать и на спиртѣ и на бензинѣ. Когда работаютъ на керосинѣ, то подогреваніе получается тройное: во-первыхъ, особая горѣлка *X* (рис. 93), подогреваетъ керосинъ, поступающій къ пульверизатору при проходѣ его по каналамъ *H*<sub>1</sub>. Подступаетъ керосинъ черезъ кранъ *C* и черезъ регулировочный коническій кранъ *P*, затѣмъ черезъ каналъ *W*. Подогрѣтый керосинъ подступаетъ къ пульверизатору *D* черезъ каналъ *W*<sub>1</sub>. Затѣмъ второе подогреваніе производится въ камерѣ смѣшиванія пропускаемъ отработавшихъ газовъ (части ихъ) черезъ рубашечное пространство *E*. Третье подогреваніе происходитъ во всасывающей трубѣ посредствомъ той же горѣлки *X*, при чемъ горячіе газы проходятъ вокругъ части трубы *M* и подогреваютъ калоризаторъ *R*, проходя далѣе черезъ пористую массу *G* и отверстія *G*<sub>1</sub>. Этимъ уничтожается слишкомъ сильное накалываніе стѣнокъ трубы и вмѣстѣ съ тѣмъ температура держится болѣе равномерной.

Когда работаютъ на спиртѣ, кранъ *H* повертываютъ въ такое положеніе, что жидкость подходит непосредственно къ пульверизатору, не обходя по каналамъ вокругъ горѣлки. Горѣлка *X* можетъ подогревать трубку *M* или же можно горѣлку не зажигать, а пропускать черезъ камеру *G* также часть отработавшихъ газовъ. Для пуска въ ходъ наливаютъ спиртъ в чашечку *K*, и при первыхъ оборотахъ двигателя отъ руки, кипящій спиртъ всасывается по мелкимъ трубочкамъ *f*. Конечно, и весь карбюраторъ при этомъ нѣсколько подогревается.

Когда работаютъ на бензинѣ, то подогреваніе происходитъ только отработавшими газами, пропускаемыми въ камеру *E*.

Какъ видно, приборъ предусматриваетъ многое, но при такой сложности, пожалуй, лучше было бы раздѣлить приборъ на два отдѣльныхъ

карбюратора, одинъ для бензина, а другой—для болѣе трудно испаряемыхъ жидкостей.

Практическое рѣшеніе вопроса о карбюрированіи керосина и другихъ подобныхъ по свойствамъ жидкостей должно быть направлено все же на постепенное, а не быстрое подогреваніе, какъ керосина, такъ и всасываемаго воздуха до температуры около  $100^{\circ}$ , съ послѣдующимъ небольшимъ охлажденіемъ образовавшейся смѣси, чтобы предотвратить преждевременную вспышку. Въ этомъ отношеніи карбюраторъ типа Ретцъ (рис. 93) лучше другихъ.

**Б. — Работа на нефти возможна** только при непосредственномъ вбрызгиваніи нефти подъ давленіемъ въ цилиндръ въ нужный моментъ. Карбюраторъ, который подготовлялъ бы смѣсь газообразной нефти съ воздухомъ невозможенъ уже потому, что пришлось бы нагревать стѣнки карбюратора до очень высокой температуры, и все же тамъ появлялось бы отложеніе углерода и не вполнѣ испарившихся частей нефти. Быстро образовался бы нагаръ, который затруднилъ бы дальнѣйшую работу кар-

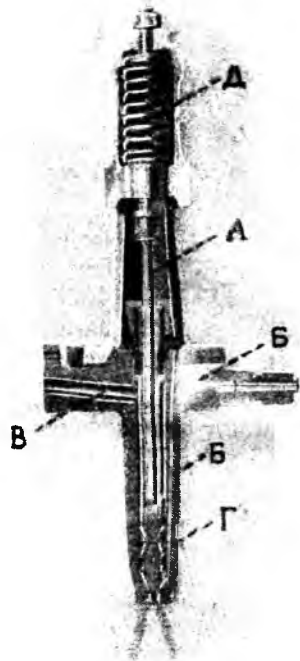


Рис. 94.

Рис. 94. Разрѣзъ топливнаго впускнаго клапана двигателя типа Дизель высокаго давленія, гдѣ вспышка происходитъ воспламененіемъ смѣси въ моментъ вбрызгиванія. — *A*, длинный стержень клапана, оканчивающійся конусомъ. — *B, B*, тонкій каналъ для подачи топлива къ клапану, — *B*, болѣе широкій каналъ для сжатого воздуха. — *Г*, насадка съ тонкими каналами для разбиванія струи. — *Д*, пружина, автоматически закрывающая клапанъ.

бюратора. Непосредственное вбрызгиваніе производитъ, какъ сказано ранѣе, образованіе нагара внутри камеры вспышки. Это замѣчается преимущественно въ мѣстахъ, окружающихъ ту точку, куда направлена струя нефти. Въ большинствѣ случаевъ такая струя направляется вкось на внутреннюю поверхность накаливаемаго шара вблизи мѣста его прикрѣпленія къ камерѣ взрыва. Однако, и при такой кажущейся нерациональной системѣ бывають случаи, что двигатель работаетъ безъ разборки 2—3 мѣсяца. Это надо приписать умѣлому поддержанію температуры стѣнокъ шара въ мѣстахъ соприкосновенія со струей нефти. Температура не должна быть слишкомъ высока.

**Работа безъ карбюратора** и несмотря на это—безъ отложенія сажи возможна на двигателяхъ системы *Дизель*, гдѣ давленіе передъ вспышкой достигаетъ 35 атмосферъ, причемъ и температура сжатого воздуха столь высока, что нефть воспламеняется въ моментъ распыливанія въ цилиндрѣ: вмѣсто вспышки смѣси на всемъ пространствѣ камеры сжатія, здѣсь получается горѣніе болѣе постепенное, что даетъ нѣсколько меньшее давленіе чѣмъ то, которое могло бы получиться, если бы воздухъ карбюрировался до поступленія въ цилиндръ. Такъ какъ давленія уже чрезвычайно велики, это оказывается даже выгоднымъ съ механической стороны, позволяя нѣсколько облегчать конструкцію частей, выдерживающихъ давленіе. Съ другой стороны давленіе газовъ надаетъ не столь быстро, какъ въ другихъ системахъ, такъ какъ горѣніе продолжается въ теченіе значительной части хода поршня.



Двигатели типа Дизель съ высокимъ сжатіемъ къ сожалѣнію не применимы для малыхъ мощностей. Обыкновенно берутъ не менѣе 25 л. с. на каждый цилиндръ, иначе вѣсъ выходитъ слишкомъ большой, а экономія въ количествѣ топлива еще не замѣтна.

Такъ какъ въ настоящее время двигатели типа Дизель встрѣчаются все чаще и чаще не только на судахъ военного назначенія—подводныхъ лодкахъ—но и на коммерческихъ судахъ различнаго водонмещенія до 10.000 тоннъ и выше, то вопросы, связанные съ питаніемъ этого типа двигателей представляютъ несомнѣнный интересъ.

Экономичность типа Дизель въ расходѣ топлива зависитъ отъ двухъ причинъ: предварительнаго высокаго сжатія, что даетъ лучшее использование топлива, и какъ послѣдствіе высокаго сжатія и связанной съ нимъ высокой температуры—возможность использовать дешевые сорта жидкаго топлива, не пригодные для обыкновенныхъ карбюраторовъ.

Это высокое давленіе не позволяетъ смѣшивать топливо съ воздухомъ до наступленія расчитаннаго момента вспышки; вспышка получилась бы преждевременной, какъ только сжатіе превысило бы 7—8 атмосферъ. Поэтому въ Дизеляхъ приходится вбрызгивать топливо въ цилиндръ только въ тотъ моментъ, когда вспышка необходима, т. е. когда поршень, сжавъ воздухъ до 30—35 атм., дошелъ почти до верхней мертвой точки. Чтобы достигнуть развивающагося на мелкія капельки надо, чтобы струйка вталкивалась воздухомъ подъ еще большимъ давленіемъ; доводятъ вгоняющій воздухъ до 50—55 атм., получается усложненіе машины, т. к. нуженъ насосъ, могущій сжимать до такихъ высокихъ давленій и насосъ обыкновенно дѣлается двухступенчатымъ, а послѣднее время и трехступенчатымъ.

Оба эти приспособленія показаны на рис. 94 и 95.

На рис. 94 показанъ топливный впускной клапанъ одного изъ принятыхъ типовъ. Топливо подается насосикомъ (съ правой стороны рисунка) по тонкому каналу; воздухъ—съ лѣвой, по болѣе широкому каналу. Топливо подается насосикомъ въ строго опредѣленномъ количествѣ, сообразно требуемой мощности, при чемъ подача насосика регулируется какъ отъ руки, такъ и автоматически. Поданное топливо стѣкаетъ по тонкому каналу внизъ къ коническому клапану форсунки. Въ нужный моментъ, когда поршень подходит къ верхней мертвой точкѣ, длинный стержень конического клапана приподнимается за верхнюю свою часть механическимъ приводомъ (обыкновенно—колѣнчатымъ рычагомъ) отъ кулачковаго распредѣлительнаго вала и топливо вбрызгивается въ цилиндръ въ видѣ струекъ мельчайшей пыли; струйки видны на рис. 94. Чтобы достигнуть наибольшаго размельченія струи пользуются не только разницей давленій (таковъ, например, керосиновый карбюраторъ Фильца) но и формой насадки вокругъ стержня конического клапана; насадка имѣетъ каналы, пропиленные на ея поверхности въ различныхъ направленіяхъ и способствующие развиванію струи. Насадка въ разрѣзѣ видна на рис. На верхнемъ концѣ стержня имѣется витая спиральная пружина, держащая клапанъ плотно закрытымъ. Въ нужный моментъ стержень приподнимается, и одновременно сдавливается пружина, дѣйствіемъ кулачка распредѣлительнаго вала.

Второе необходимое приспособленіе для дѣйствія двигателей высокаго сжатія—насосъ для сжиманія воздуха до 50 и болѣе атмосферъ. Хотя въ послѣднее время иные конструкторы двигателей съ высокимъ сжатіемъ и стараются избавиться отъ примѣненія сжатого воздуха для вбрызгиванія смѣси, но сжатый воздухъ все равно остается необходимымъ для пуска двигателей въ ходъ. Можно бы пускать двигатель аккумуляторами, но эта система, которую можно примѣнять на подводныхъ лодкахъ, пока не принята на коммерческихъ судахъ.

По конструктивнымъ соображеніямъ строить насосъ для сжиманія въ одинъ приемъ до 50 атмосферъ затруднительно и потому употребляють теперь трехступенчатые насосы, гдѣ воздухъ послѣ cadaго частичнаго сжатія охлаждается водой. Одинъ изъ наиболѣе употребительныхъ типовъ судовыхъ трехступенчатыхъ насосовъ (сист. Ривела) показанъ на рис. 95. Цилиндровъ низкаго давленія 2—(по бокамъ); средняго давленія 1—

(внизу); высокого давления 1—(наверху). Внизу по бокам разрывы 2-х цилиндрических сборных камер послѣ низкого и среднего давления. Воздухъ въ нихъ нѣсколько охлаждается вслѣдствіе допускаемого расширения, что помогаетъ осажденію паровъ воды и продуванію ихъ время отъ времени изъ камеры.

Весь механизмъ приводится въ дѣйствіе эксцентрикомъ на концѣ главнаго вала двигателя, занимаетъ немного мѣста и крѣпится непосредственно на продолженіе фундаментной плиты двигателя.

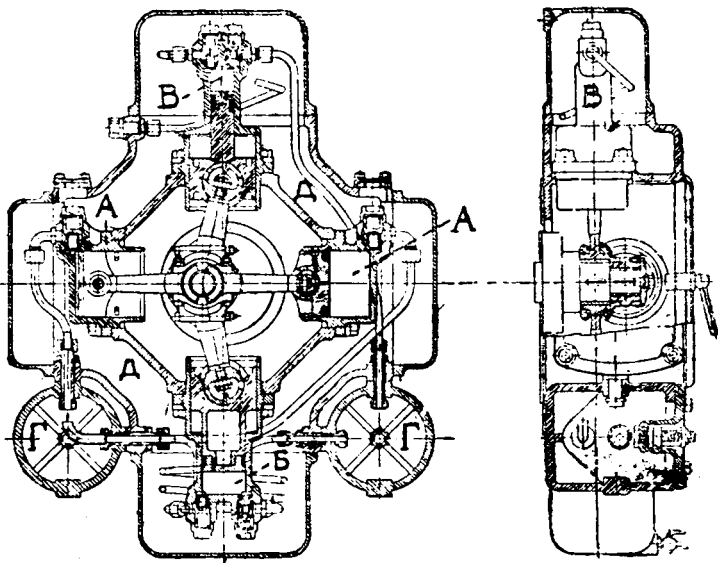


Рис. 95. Компрессоръ трехступенчатый для двигателей высокаго сжатія (типа Дизель) для вбрызгиванія топлива и для пуска въ ходъ. Сист. Рива. а.—А, 2 цилиндра низкаго давления.—Б и В, средняго и высокаго давления.—Г, 2 цилиндрическія сборныя камеры, допускающія продувку излишней влаги.—Д, водяная рубашка, охлаждающая клапаны, цилиндры и штифты.

Конструкторы, желающіе избѣгнуть примѣненія сжатого воздуха для вбрызгиванія топлива, принуждены замѣнить воздушный компрессоръ другимъ приспособленіемъ. Одинъ изъ такихъ строителей (Виккерсъ) примѣняетъ пружинный насосикъ, дѣйствующій толчкомъ въ нужный моментъ, пружина вновь сжимается механическимъ приводомъ, отъ распределительнаго вала. Такимъ путемъ легко получается мгновенное давленіе до 300 и болѣе атмосферъ; иные конструкторы доходятъ до 600 атм. Уменьшенія сложности и жалуй не видно, но появляется другое преимущество—возможность работать съ нѣсколько еньшимъ сжатіемъ, т. к. сжатый воздухъ не охлаждается струей менѣе горячаго воздуха, вбрызгивающаго топливо.

Оба описанныя приспособленія: топливный впускной клапанъ, дѣйствующій давленіемъ и компрессоръ для сжатія воздуха нужны одинаково для двухъ и для четырехтактныхъ двигателей, если только они работаютъ съ высокимъ сжатіемъ. Но специально для двухтактныхъ двигателей сколько нибудь значительной мощности (выше 15—20 л. с. и цилиндры) нужно еще приспособленіе для предварительнаго, хотя и не большаго сжатія продувочнаго воздуха. Достаточно давленіе около 0,15 кг на кв. сант., т. е. около  $\frac{1}{6}$  атмосферы.

Въ малыхъ лодочныхъ двигателяхъ сжатіе получается въ картерѣ, прчемъ одновременно съ карбюраціей. При большихъ мощностяхъ невозможно дѣлать герметически закрытый картеръ, и продувные насосы должны быть устроены отдѣльно. Насосъ высокаго давленія для вбрызгиванія топлива и для пуска двигателя не можетъ быть примѣненъ, вслѣдствіе неэкономичности при слишкомъ большой разницѣ давленій; приходится устривать отдѣльный насосъ, или нѣсколько такихъ насосовъ — для многоцилиндровыхъ двигателей. Ставить ихъ обыкновенно на переднемъ концѣ вѣнчатого вала двигателя, на облегченной его части изъ расчета на каждыя 2 цилиндра двигателя по 1 цилиндру нѣсколько большаго диаметра для сжиманія продувочнаго воздуха.

Прематся въ послѣднее время, чтобы не удлинять главнаго вала двигателя и отсѣка машиннаго отдѣленія, ставить продувочные насосы въ зонѣ отъ главной машины, при чемъ на осы приводятся въ дѣйствіе особымъ двигателемъ типа Дизель небольшой мощности, или небольшой паровой турбиной въ случаѣ турбо-насоса (безпоршневого); въ послѣднемъ случаѣ легко примѣнимъ и электродвигатель.

Борьба между 2 и 4 тактными двигателями для значительныхъ мощностей продолжается и въ настоящее время, но повидному устанавливается такое раздѣленіе, что до 300 л. с. на 1 цилиндръ выгодноѣ четырехтактные, а выше двухтактные. Такъ какъ для коммерческихъ судовъ обычнаго типа, средняго водоизмѣщенія (товарныхъ или товарно-пассажирскихъ) мощность требуется отъ 4000 до 5000 л. с. при водоизмѣщеніяхъ до 10.000 тоннъ, то при двухъ винтахъ и двухъ двигателяхъ по 6 цилиндровъ мощность каждаго цилиндра должна быть отъ 330 до 420 л. с. — слѣдовательно двухтактные будутъ выгодноѣ.

Если же построить 8 цил. двигатели, то получится соответственно мощность 250 и 310 л. с., т.-е. для 4000 л. с. выгодноѣ 4-хтактные, а для 5000 л. с. вопросъ остается не вполне рѣшеннымъ.

Для еще большихъ мощностей — выше 1000 л. с. на 1 цилиндръ, цѣлесообразно переходить на систему съ расходящимися поршнями, опять же двухтактнаго цикла, при чемъ Докфордъ въ Англіи и Камель-Дэйръ въ Америкѣ примѣняютъ такую систему. Пропагандистомъ этого типа является герм. конструкторъ Юнкеръ, выполнившій систему съ двумя парами поршней въ одномъ цилиндрѣ на опытномъ двигателѣ въ 1000 л. с., въ 1912 г., а еще раньше въ 1910 г. доставившій на Международную Выставку Двиг. Внутр. Сгоранія въ Петроградѣ такой же двигатель въ 200 л. с.

Преимущества этого двигателя — почти полное уничтоженіе реакціи двигателя на подшипники главнаго вала и полное уничтоженіе на крышку цил. надв. т. к. крышка отсутствует. Возвратно движущіеся массы компенсируютъ одна другую, и при большихъ мощностяхъ выгода въ использовании топлива и въ вѣсѣ двигателя на л. с. — значительная.

#### IV.

### Типы лодочныхъ и судовыхъ двигателей.

Разнообразіе типовъ двигателей внутреннего сгоранія, примѣняемыхъ на моторныхъ лодкахъ и моторныхъ судахъ, является во многомъ послѣдствіемъ тѣхъ широкихъ предѣловъ мощности, для которыхъ двигатели приходится конструировать. Въ то время какъ въ автомобиляхъ высшій предѣлъ прево ходитъ наименьшій в 10—15 разъ (отъ 5 до 75 л. с.); въ мотоциклахъ не болѣе того (отъ 1 до 10 л. с.); въ паровозахъ одной колеи также (отъ 100 до 1500 л. с.) — въ двигателяхъ внутреннего сгоранія для воднаго передвиженія предѣлы раздвинуты отъ  $\frac{1}{2}$  л. с. до 100.000 л. с.; высшій предѣлъ превосходитъ низшій въ 200.000 разъ.

Рассматривая типы двигателей, начиная съ низшаго предѣла, можно установить слѣдующую постепенность въ переходахъ съ одного типа на другой.

1. Двигатели наименьшихъ силъ, до 3—5 л. с. дѣлаются для упрощенія конструкціи всегда одноцилиндровыми, и потому во избѣжаніе сотря-

сеній корпуса—двухтактными (безразлично-бензиновые, керосиновые или нефтяные).

2. При силахъ выше 5 и приблизительно до 25 бензиновые дѣлаются двух—или четырехцилиндровыми и ставятся на прогулочные и спортивные лодки, а керосиновые и нефтяные бываютъ этихъ мощностей съ запальнымъ шаромъ—среднихъ сжатій, одно и двухцилиндровые и ставятся какъ вспомогательные для яхтъ и для рыболовныхъ промысловыхъ судовъ. В большинствѣ случаевъ—двухтактные.

3. Отъ 25 до 100 л. с. а) для спортивныхъ и гоночныхъ лодокъ—исключительно бензиновые съ 4, 6 и болѣе цилиндрами, типовъ нормальнаго автомобильнаго, облегченнаго автомобильнаго и иногда даже авиационнаго, 4-хъ тактныхъ, б) для промысловыхъ цѣлей, коммерческихъ судовъ малаго водоизмѣщенія, и ввидѣ вспомогательныхъ для яхтъ—2, 3 и 4 цилиндровые, тяжелаго типа, при чемъ выше 50 л. с. керосиновые востѣчаются рѣдко, а почти исключительно нефтяные средняго сжатія съ запальнымъ шаромъ и иногда съ электрическимъ зажиганіемъ; послѣднее слѣдуетъ особенно пропагандировать—увеличивается безопасность и быстрота пуска въ ходъ. Пускъ въ ходъ выше 50 л. с.—рукояткой уже не достижимъ и обязательно пользоваться съ ятымъ воздухомъ (или аккумуляторами). Двухтактные спорять съ четырехтактными въ этомъ промежуткѣ мощностей; до 50 л. с. перевѣсъ явно на сторонѣ двухтактныхъ, а приближаясь къ 100 л. с.—четыре тактныхъ отдааетъ преимущество.

4. Отъ 100 до 500 л. с. четырехтактные пользуются болѣе значительнымъ распространеніемъ, что объясняется переходомъ къ высокому сжатію (типъ Дизель), а при этихъ мощностяхъ двухтактные высокаго сжатія механически менѣе выгодны, ввиду необходимости въ насосахъ для продувочнаго воздуха, удорожающихъ двигатель. Обыкновенно 4 или 6 цилиндровъ. Топливо—нефть и другіе тяжелые масла.

5. Выше 500 л. с. и приблизительно до 3000 л. с. при 6—8 цилиндрахъ и при двухъ двигателяхъ на суднѣ—четыре тактные чаще применяются, хотя эта область одинаково доступна и двухтактнымъ, и повидимому въ этомъ промежуткѣ двухтактные понемногу заберутъ окончательно верхъ. Для такихъ мощностей нѣсколько большая сложность двухтактныхъ двигателей уже нечувствительна.

6. Отъ 3000 до 5000 л. с.—двухтактные, въ двухъ группахъ по 6—8 цилиндровъ и теперь имѣютъ явное преимущество.

7. Выше 5000 до 10.000 л. с. на суднѣ целесообразно переходить къ двухтактнымъ двойнаго дѣйствія въ 2, 3 или 4 установкахъ (съ 2, 3 или 4 винтами). При двойномъ дѣйствіи поршень работаетъ обѣими сторонами, какъ въ паровой машинѣ, и хотя сложность увеличивается, но уменьшается вѣсъ двигателя на силу и можно повысить коэффициентъ полезнаго дѣйствія.

8. При дальнѣйшемъ повышеніи мощности судовыхъ установокъ отъ 10.000 до 100.000 л. с., что даетъ при 4 винтахъ и при 8 цилиндрахъ на винтъ, от 310 до 3100 л. с. на цилиндръ, целесообразнѣе, по крайней мѣрѣ для второй половины этого промежутка, переходить на расходящіеся поршни, сначала однопарные, а затѣмъ двухпарные.

\* \* \*

Этимъ мощнымъ двигателямъ внутренняго сгоранія и непрекращающемуся состязанію съ ними новыхъ паровыхъ турбинныхъ установокъ авторъ предполагаетъ посвятить отдѣльный трудъ.

