

Петр А. Срловский

(по Бауму, Изару, Люмз, Д. Филиппову, Чолкину и др. и по личным наблюд.)



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, приспособленные 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 и обутили затронуть вопрос об особенностях двигателей большой мощности и с высоким сжатием (тип Дизель) и о перспективах, связанных с этими успехами.

Автор.

О ГЛАВЛЕНИЕ.

Вступление	Л.Р. 1—2
-----------------------------	-------------

О Т Д Е Л I.

Корпус лодки и водный путь.

I. Условия плавания без передвижения	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.

II. Условия плавания при передвижении по поверхности	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.

III. Устройство корпуса лодки	19—25
--	-------

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

IV. Затрата работы для передвижения по воде	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, дей-д

вудная труба. Перемена вращения и шага винта. Поворотные лопасти. Механизмы перемены вращения; с трением; с трением и зубчатками; только с зубчатками. Электрическая передача 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 яхт. Обязательные и дополнительные принадлежности. Уют и роскошь. Установка двигателя в противодействие дрожанию.	
VII. Практические советы и обязательные правила для передвижения по воде	75—78
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—95
Приспособление для топлив средней летучести (керосина, спирта и смесей со скпицидаром) 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 моторный суда.

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

Вступление:

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

Въ паровой яхтѣ большого размѣра, въ 200 тоннъ и длиной въ 30 метровъ, паровая машина съ котлами занимаетъ около половины всего внутренняго пространства корпуса; при длины 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 водоизмѣщенніи замѣна паровой машины двигателемъ внутренняго сгоранія даетъ замѣтную выгоду въ освобожденіи части водоизмѣщеннія отъ бесполезной загрузки механизмомъ. Цѣлялись пробы ставить облегченные паровые котлы со змѣевиками для моментального образованія пара (сист. Серпоплэ) и дѣйствительно удавалось иногда уменьшать общій вѣсъ паровой системы до вѣса двигателя внутренняго сгоранія, но и такія облегченные паровыя машины не получили распространѣнія, такъ какъ двигатели внутренняго сгоранія, кромѣ малаго вѣса, имѣютъ и много другихъ преимуществъ: всегдашнюю готовность къ дѣйствію, простоту ухода и т. п. съ чѣмъ интересующіеся двигателями внутренняго сгоранія достаточно знакомы.

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

очень большомъ водонизмѣщениі разница пѣсколько сглаживается новизной дѣла, привычкой къ паровымъ машинамъ и нѣкоторымъ недовѣріемъ къ двигателямъ внутренняго сгоранія очень большой мощности, и при томъ не фабричного типа.

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

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

Нѣвѣй интересъ спортсменовъ къ передвиженію по водѣ помошью двигателей внутренняго сгоранія, побудилъ автора со ставить руководство, объясняющее принципы поддерживанія и водѣ и передвиженія по водной стихіи, спокойной или водной штормящейся,—при чёмъ передача работы винтомъ разсмотрѣна довольно подробно,—и остановиться при томъ подробно на главной части каждой моторной лодки—ея *двигатель*.

Такимъ образомъ, *первый* отдѣль говорить о *корпусѣ* лодки въ связи съ плаваніемъ его по водному пути и съ передаче работы двигателя посредствомъ винта, или другихъ приспособленій, а дополнительная части отдѣла говорять о различныхъ *типахъ* лодокъ и моторныхъ судовъ и обѣ *оборудованіи* ихъ, а въ заключеніе—обѣ управлениія лодкой и о правилахъ предосторожности на водномъ пути.

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

Въ виду сравнительно большого распространенія на моторныхъ лодкахъ двухтактныхъ двигателей, а на судахъ большихъ водонизмѣщений—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 радиусъ.—Вліяніе формы корпуса на устойчивость.

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

Не вдаваясь въ подробности и не излагая полной теоріи предмета, необходимо все-таки напомнить основныя положенія, это облегчитъ ознакомленіе съ посльдующимъ.

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

Если жидкость—вода рѣки, пруда или моря находится въ юкокійномъ состояніи, то плавающій на ней предметъ подвергается дѣйствію лишь двухъ силъ: во-первыхъ, силы тяжести. ю измѣняющейся отъ того, лежить ли предметъ на твердомъ основаніи или поддерживается водою (на водѣ), а во-вторыхъ—давленіе воды въ вертикальномъ направленіи, которое уравновѣшиваетъ силу тяжести. Давленіе воды въ другихъ направленіяхъ, кроме вертикального, уравновѣшивается само собою и на поддерживаетъ 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 той 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 удѣльного вѣса, и слѣдовательно, если удѣльный

въсъ вещества больше единицы, то оно въ водѣ плавать не можетъ и затонетъ въ ней. Однако, плаваніе желѣзного корабля возможно, такъ какъ общій удѣльный въсъ всего корпуса корабля вмѣстъ съ пустотой внутри—меньше единицы.

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

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 центръ плавучести въ большинствѣ случаевъ *перемѣгается вмѣстъ съ наклономъ* предмета въ ту или другую сторону. Лишь въ нѣкоторыхъ исключительныхъ случаяхъ, какъ, напримѣръ, когда погруженная поверхность тѣла шарообразна или представляеть кругъ повсюду въ разрѣзѣ, перпендикулярномъ длинѣ предмета, (рис. 2)—центръ плавучести не перемѣгается. Каждому извѣстно, что деревянный шарикъ или резиновый

Рис. 1.—Плаваніе предмета на водѣ.— G , центръ и сила тяжести.— C , центръ и сила плавучести (поддерживающая сила, равная въсю вытѣсненной водѣ).— x, y , вертикальная ось, на которой расположены обѣ вышеуказанные точки. Положеніе неустойчивое.

мячъ, плавающій на водѣ, можетъ легко вращаться во всѣ стороны и не стремится вовсе выйти изъ того положенія, въ которомъ онъ остановленъ. Въ немъ центръ тяжести и центръ плавучести оба не перемѣгаются и притомъ оба соединены въ одной точкѣ, а силы тяжести и плавучести проявляются въ обратномъ направлениіе, одна другую уничтожая. Это будетъ наиболѣе яркій примѣръ безразличного состоянія плавучести, но для плаванія какихъ-либо лодокъ или судовъ подобное состояніе совершенно не пригодно. Дѣялись, правда, опыты съ постройкой спасательныхъ лодокъ въ видѣ шара, внутри которого подвѣшивалась на скользящихъ рельсахъ особая камера, сохранявшая постоянно вертикальное положеніе. Сложность и громоздкость и другія неудобства подобной системы не позволяютъ расчитывать на практическое примѣненіе.

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

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

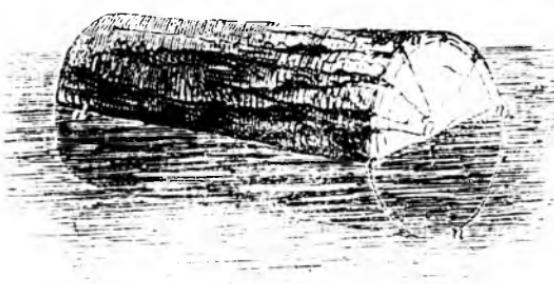


Рис. 2. — Совпадение центра тяжести и центра плавучести. Форма погруженной части тѣла круглая, (с. и. т.) по крайней мѣрѣ, въ направлении, поперечномъ линіѣ предмета *д*. Состояніе безразличное (въ одномъ направлениі).—*Г*. Крайняя точка центральной линіи, на которой—центръ тяжести.

предметъ, находясь въ положеніи неустойчивомъ, не вернулся бы, какъ только вышелъ бы хоть сколько-нибудь изъ положенія показаннаго на рисункѣ.

Средства удерживать предметъ отъ перевертыванія даже при неустойчивомъ равновѣсіи плаваціи заключаются въ приданіи погруженной части предмета (подводной) такой формы, чтобы при наклонѣ предмета въ сторону погружающаяся сторона получала болѣе значительное поддерживающее давление воды, чѣмъ раньше. Тогда центръ плавучести *C* передвигается 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,—послѣднее, 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, еса въ особенности въ лодкахъ небольшой величины, где пассажиры сидятъ выше уровня воды (ватерлини), достичнуть этого положительного невозможно.

Приходится мириться съ расположениемъ центра тяжести выше центра плавучести, какъ на рис. 1.

но въ такомъ случаѣ



Рис. 3. — Расположение центра тяжести ниже центра плавучести. Состояніе нестойчивое, при всякой формѣ погруженной части предмета.—*Г*, центръ тяжести.—*C*, центръ плавучести.—*A, B*, металлический грузъ, прикрепленный къ бревну для пониженія центра тяжести.

Изъ основныхъ законовъ механики извѣстно, что двѣ параллельныи силы, дѣйствующія въ обратныхъ направлениихъ, составляютъ такъ наз. «пару силъ», стремящуюся повернуть предметъ въ такомъ направлении, чтобы обѣ силы составили одна продолженіе другой (въ обратномъ направлениі). Тогда вращательное дѣйствіе «пары силъ» прекратится, такъ какъ обѣ силы будутъ направлены по одной линіи, хотя и въ обратныхъ направленияхъ. Въ разсматриваемомъ случаѣ «пара силъ» будетъ стремиться выпрямить лодку и придать ей первоначальное положеніе. Преобразовать параллельныи, по противоположныи силы, въ «пару силъ», очень легко, перенеся мысленно точку приложения одной изъ силъ, напр., C_1 въ точку C_2 . Тогда вращающая способность этой пары становится очевидной.

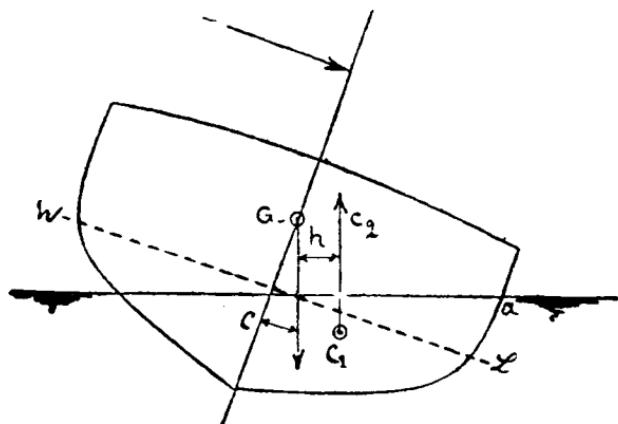


Рис. 4.—Достиженіе остойчивости посредствомъ соответствующей формы погруженной части корпуса лодки и части корпуса, погружающейся при наклонѣ,—несмотря на плавыненіе центра тяжести (Г надъ центромъ плавучести C_1-C_2), перемѣщеніе центра плавучести въ новую точку вслѣдствіе погруженія новыхъ частей корпуса при наклонѣ,— C_2 , точка приложения поддерживающей силы для образования пары силъ.— h , разстояніе между параллельными силами.

Изъ разсмотрѣнія того же рис. 4 видно, что разстояніе между двумя параллельными линіями силъ (h), являясь плечомъ рычага имѣетъ также значеніе на остойчивость лодки, главнымъ образомъ, на быстроту принятія лодкой первоначальнаго положенія или другими словами, на время размаха колебанія, такъ какъ лодка, выведенная разъ изъ равновѣсія, переходитъ обыкновенно черезъ нормальное положеніе на другую сторону. Такія колебанія, какъ извѣстно, нѣкоторое время повторяются, постепенно затихая. Затиханіе происходитъ вслѣдствіе сопротивленія воды, которую приходится отталкивать бортами лодки, а также вслѣдствіе трепія объ воду.

Существуютъ различные способы для опредѣленій разстоянія h между направленіемъ силы тяжести и поддерживающимъ давленіемъ воды, и между ними способы математическіе и графическіе; опуская здѣсь описание этихъ способовъ, ограничимся указаніемъ, что чѣмъ больше разстояніе h при какомъ-либо углѣ

наклона, тѣмъ большия способность лодки принимать прежнее нормальное положеніе, т. е. тѣмъ больше ея «остойчивость». Изъ этого видно также, что «остойчивость» означаетъ понятіе несолько различающееся 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.

Подводная часть борта, по именю 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 усилие воды проявляется на большемъ рычагѣ у точки a и центрѣ плавучести C_1 , быстрѣе удаляется отъ нормального своего положенія C . Этотъ же чертежъ показываетъ, что если бы бортъ имѣлъ наклонъ внутрь па 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 результатаѣ точка C_1 стояла бы ближе къ нормальному положенію.

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

Если же клинъ очень острый, то при томъ же водонизмѣщении корпусъ бытъ 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 центръ 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 нормальному положеніи лодки и неуравновѣшиваемой при наклонѣ вѣсомъ другой стороны лодки. Такъ, на рис. 4 пунктиромъ отмѣчено положеніе нормальной ватерлиніи. Ясно, что часть корпуса ея лѣвой стороны, вымѣщая 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 включеніемъ 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.

Существуютъ и донъи въ нѣкоторыхъ странахъ лодки мѣстной постройки, съ примѣненіемъ добавочнаго груза—бревна, выдвинутаго очень далеко за бортъ; бревно, при нормальномъ положеніи лодки, лежитъ на водѣ и частью погружено въ нее, а при наклонѣ лодки, выходя болѣе изъ воды, представляеть весыма 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 следовательно и центръ тяжести системы, передвижутъ быль въ сторону отъ нормального положенія, но въ направленіи обратномъ крену лодки. Передвиженіе центра тяжести помогало здѣсь выпрямленію лодки.

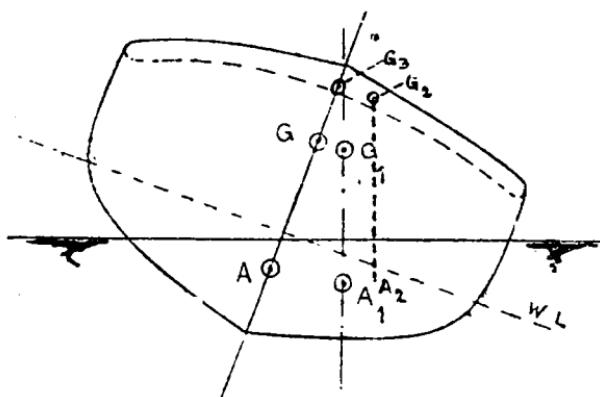


Рис. 5.—Уравновѣшиваніе передвиженія центра тяжести G въ G_1 , перемѣщеніемъ центра плавучести изъ A въ A_1 , при наклонѣ лодки. Однаковое перемѣщеніе центра тяжести, находящагося выше, напр. въ точкѣ G_3 , въ точку G_2 , вызоветъ необходимость въ еще большемъ передвиженіи центра плавучести въ A_2 , 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 имѣеть 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 крениющей силы пѣтъ, 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 чѣмъ, чѣмъ выше центръ тяжести, тѣмъ значительные должно быть перемѣщеніе

центра плавучести при одинаковомъ линейномъ передвижениі центра. Такъ напр., если центръ тяжести G передвинулся бы въ точку G_2 , то центръ плавучести долженъ быль бы перемѣститься въ точку A_2 , чтобы равновѣсіе было возможно. Ясно, что при той же формѣ корпуса паклонъ 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, пзмѣняетъ и расположение центра тяжести, который становится все выше. То же замѣчается и съ пассажирскими пароходами средней величины, когда большее число пассажировъ помѣстится на верхней палубѣ.

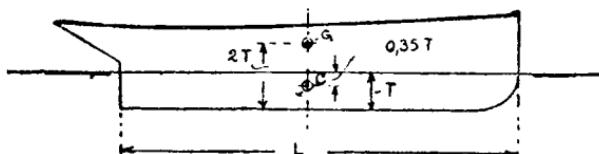


Рис. 6.—Расположение центра тяжести G и центра плавучести A , если смотрѣть сбоку лодки, при нормальномъ расположениі ватерлиніи по длине лодки. Высота центра тяжести отъ киля составляетъ приблизительно двойное ($2T$) разстояніе отъ киля до ватерлиніи. Центръ плавучести помѣщается приблизительно на $0,35$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

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

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

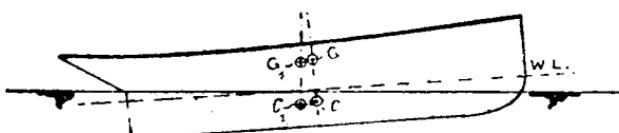


Рис. 7.—Измѣненіе положенія лодки (дифферент) на корму вслѣдствіе перемѣщенія центра тяжести G въ G_1 . Центръ плавучести передвигается на нѣсколько большее разстояніе изъ C въ C_1 .

лини, 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 неправильного расчета водоизмѣщенія отдѣльныхъ частей корпуса или отъ невнимательного расположенія постоянныхъ грузовъ: двигателя передаточныхъ механизмовъ, бака съ бензиномъ и т. п. Приходится исправлять этотъ недостатокъ, если не жаловать производить полную перестановку всѣхъ механизмовъ,

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

4. Метацентрическій радиусъ. Вліяніе расположения центровъ тяжести и плавучести выражается иногда посредствомъ особой величины, называемой «метацентрическимъ радиусомъ». На рис. 8 оно обозначено буквой r и представляетъ разстояніе между метацентромъ m и кривой расположения центровъ плавучести въ направлениі оси лодки. Метацентръ, въ свою очередь, представляетъ пересѣченіе вертикальной оси лодки (при ея наклонѣ вмѣстѣ съ корпусомъ) съ вертикальной линіей, проходящей че-

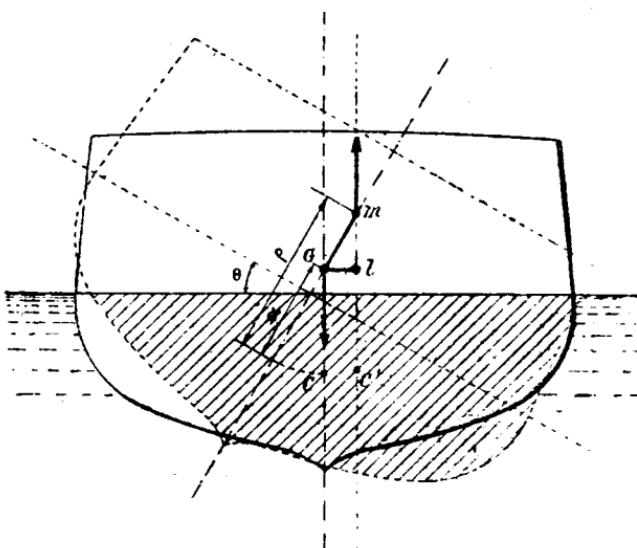


Рис. 8.—Объясненіе силь содѣйствующихъ выпрямленію лодки и понятія метацентрическій радиусъ.— C , центръ плавучести при нормальному положеніи лодки.— C' , центръ плавучести при наклонѣ лодки.— G , центръ тяжести.— m , метацентръ, лежащий на пересѣченіи наклоненій оси лодки съ вертикалью, проходящей черезъ сдвинутый центръ плавучести.— Gl , плечо рынага выпрямляющей силы.— θ , угол наклона лодки.— r , метацентрическій радиусъ—разстояніе между метацентромъ и кривой расположенія точекъ центровъ плавучести, въ направлениі, на параллельномъ оси лодки.— α , разстояніе между центромъ тяжести и той же кривой. Условіе остойчивости: метацентрическій радиусъ долженъ быть больше разстоянія α .

резь новый центръ плавучести C' . Разстояніе α представляетъ разстояніе между центромъ тяжести и той же кривой, а поэтому условіемъ остойчиваго плаванія надо считать, что метацентрическій радиусъ (r) больше (в направлениі параллельномъ оси съченія) разстоянія отъ центра тяжести до кривой центровъ плавучести (α).

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

дѣло съ волнующейся водной поверхностью, при чёмъ волны бываютъ весьма разнообразными по формѣ и величинѣ.

Для простоты изученія, разсмотримъ здѣсь лишь дѣйствіе волнъ на неподвижную лодку. Приближеніе волнъ къ стоящей на водѣ лодкѣ можетъ происходить съ различныхъ сторонъ. Разсмотримъ послѣдовательно подходъ съ борта, затѣмъ съ поса или кормы, и затѣмъ подъ угломъ въ 45° 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

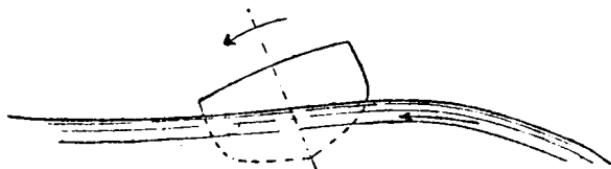


Рис. 9.—Раскачивающее дѣйствіе волны, подходящей къ борту.

столба здѣсь больше. Подъ вліяніемъ дѣйствія центра плавучести, при оставшемся расположении центра тяжести, этотъ же бортъ приподнимается, и лодка пѣсколько 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 пріобрѣтъ 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 крутизны волны. Поэтому искусство рулеванія на сильной волнѣ состоить, 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 закрытъ лодку сверху, опасность не вполнѣ устраивается, такъ какъ, если центръ тяжести выше центра плавучести, то имѣется всегда предѣльный уголъ, при которомъ центръ тяжести перейдетъ черезъ вертикальную линію центра плавучести.

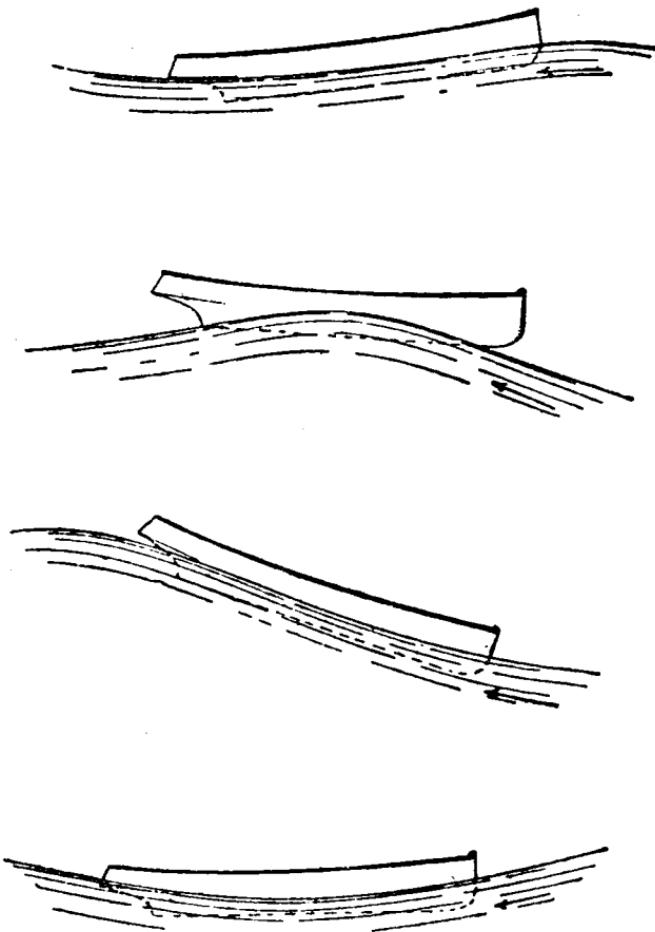


Рис. 11.—Различные положенія лодки на волнѣ, проходящей подъ лодкой по направлению отъ носа къ кормѣ.

Тогда лодка пеминуемо перевернется. Задача строителя увеличить этотъ предѣльный уголъ, и, если уголъ доведенъ до 70° и болѣе, то можно считать лодку практически неперевертываемой.

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

При широкомъ корпусъ лодки боковое раскачиваніе можно и иногда нѣсколько уменьшить расположениемъ 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 подхodomъ слѣдующей волны. Тогда носъ или крма 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, упиренныя кверху, такъ и закрытіе носовой, въ особенности, части палубы.

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

Различныя положенія лодки при килевой качкѣ показаны на рис. 11, где въ четырехъ положеніяхъ изображена лодка, подъ которой проходитъ волна въ направлениѣ 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.

Измененіе давленій на корпусъ въ зависимости отъ быстроты передвиженія по гладкой и по волнистой поверхности.—Условія наименѣшаго сопротивленія передвиженію.—Различныя формы корпусовъ въ зависимости отъ предполагаемой скорости.—Предельная 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, увеличивающее въ носовой части по мѣрѣ увеличенія скорости приподнимаетъ носъ лодки также въ зависимости отъ скорости, форма носовой части лодки и вообще всего корпуса имѣть также немаловажное значеніе.

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

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

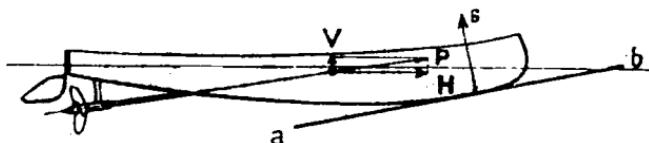


Рис. 12.—Приподниманіе носа лодки подъ дѣйствіемъ давленія воды, замѣтное на быстромъ ходу.— B , сила, представляющая противодѣйствіе воды въ направлениі, перпендикулярномъ плоскости a b дна передней части лодки. Сила B можетъ быть разложена на двѣ, изъ которыхъ одна дѣйствуетъ вверхъ, приподнимая носъ лодки, а вторая уничтожается дѣйствіемъ винта.— P , дѣйствіе винта, разложенное на лѣвѣ силы по направлению движенія— H и вверхъ— J . Въ зависимости отъ точки приложения силы P дѣйствіе винта можетъ приподнимать носъ или корму.

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

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

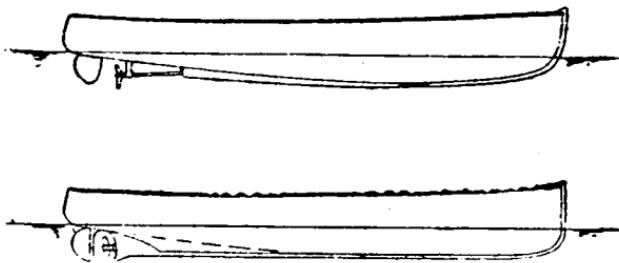


Рис.—13.—Два основныхъ типа кориусовъ. верхній рис.—«гоночный» типъ; нижній рис.—«крейсерскій типъ».

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 кориусовъ (рис. 13), изъ которыхъ одинъ (нижній) считается болѣе удобнымъ для размѣщенія двигателя и пассажировъ и носитъ название «крейсерскаго». Дѣйствительно, для продолжительнаго пребы-

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

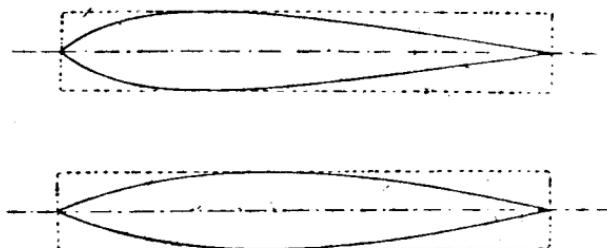


Рис. 14.—Различная горизонтальная площиади съченія у ватерлини. верхній рис.—«гоночной» лодки; нижній рис.—лодки «крейсерскаго» типа. Носовая часть—съ правой стороны. Объясненіе формы гоночной лодки на рис. 15 и 16.

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

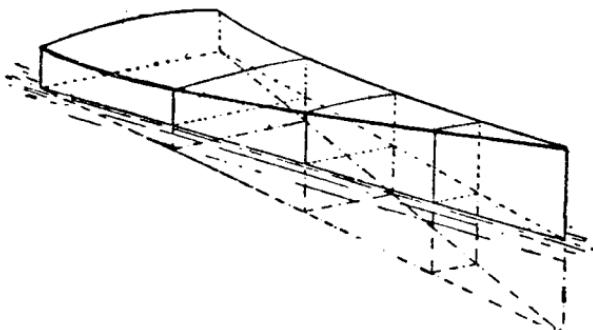


Рис. 15.—Схема устройства корпуса гоночной лодки, не выходящей въ носовой части изъ воды на быстромъ ходу. Такъ называемая «тетраэдроидная форма», или система двойного клина. Какъ уголъ раздѣлающихъ воду плоскостей, такъ и выхода изъ воды кормовой плоскости очень острый и одинаковъ по всей длине корпуса.

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

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

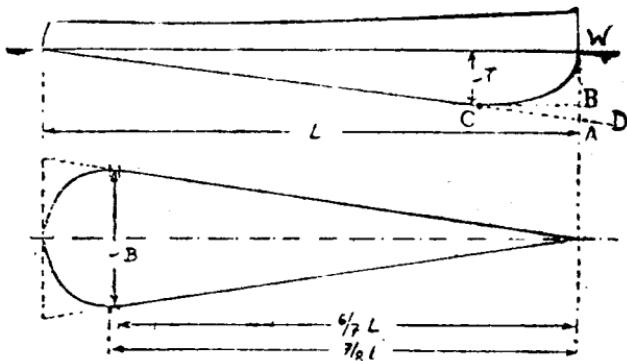


Рис. 16. — Допускаемая практикой отступленія отъ правильной геометрической формы показанной на рис. 15. Корма окружлена, и наибольшая ширина B получается на разстояніи $\frac{6}{5} L$ до $\frac{7}{8} L$ длины лодки L , считая отъ носа. — T , наибольшая глубина приблизительно на разстояніи $\frac{1}{5}$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

2. Предѣльная скорость. До того, какъ начали строить гоночные лодки по типу двойного клина, многие конструкторы, видя затруднительность приданія судамъ обычной «крейсерской» формы очень большихъ скоростей, старались даже найти предѣльную скорость, доступную лодкамъ и судамъ различного водоизмѣщенія. Такъ изслѣдователь Норманъ сдѣлать сообщеніе американскому обществу морскихъ инженеровъ о найденной имъ, на основаніи опытовъ формулѣ, дающей предѣльную скорость для каждого водоизмѣщенія (рис. 17). Цифры на нижней линіи (абсциссе) даютъ водоизмѣщеніе въ тоннахъ, а цифры на вертикальной линіи (оси ординатъ) даютъ предѣльную скорость по формулѣ, предложеній 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-

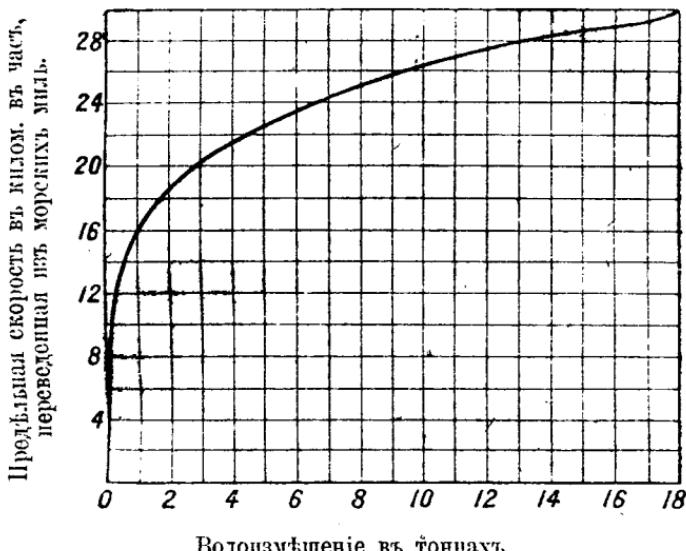


Рис. 17.—Кривая предѣльной быстроты лодки при водоизмѣщеніяхъ до 18 тоннъ по эмпирической формулѣ, предложенной Норманомъ:

$F\sqrt{D}$, гдѣ D представляетъ водоизмѣщениѣ 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 меныше, чѣмъ при моторной лодкѣ самаго усовершенствованного рисунка. Форма корпуса гидроплана показана на рис. 18. Здѣсь виденъ уступъ приблизительно по средней длины лодки: иногда такихъ уступовъ бываетъ нѣсколько, а пробовали пѣять по градусамъ. Окончательного выбора той или

другой системы еще не сдѣлано. Нѣкоторые добавочные 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 крейсерского типа проходили тамъ, гдѣ гоночная лодка, а тѣмъ болѣе гидропланъ, отказывались ити. Практически тогда крейсерскій типъ оказывался наиболѣе быстрымъ. Объясненіе надо искать въ томъ, что неровная поверхность воды значительно измѣняетъ условія передвиженія каждого вида судовъ, но главнымъ образомъ гидропланы и гоночныхъ лодокъ. На волнахъ гидропланъ подскакиваетъ, становясь при этомъ подъ угломъ въ 45° и болѣе къ горизонту, и рискуетъ даже перевернуться назадъ. Гоночная лодка на большихъ волнахъ, гдѣ она успѣваетъ становиться подъ болѣшимъ угломъ къ горизонту, также выпрыгиваетъ совершенно изъ воды, при чмъ если садитсяправильно на слѣдующую волну, то корпусъ претерпѣваетъ очень сильный ударъ. Если же корпусъ коснется волны въ косомъ направлениі, то лодка можетъ перевернутъся 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 крейсерского типа, приподнимаясь легче по мѣрѣ подхода волны, меньше тормозится волной и въ конечномъ результаѣ можетъ, на очень неспокойной водѣ, побѣдить гоночную лодку въ быстротѣ хода.

Рѣшеніе задачи быстраго 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 крейсерского типа. Подъ уровнемъ ватерлини прикрѣпляются наклонныя плоскости, расположенные въ нѣсколько этажей, которыя, по мѣрѣ увеличенія быстроты 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 равномѣрной, такъ какъ встрѣчная волна лишь нѣсколько увеличиваетъ силу и при томъ постепенно. Не получается сильныхъ ударовъ, опасныхъ въ обыкновенныхъ гидропланахъ для цѣлостности корпуса. Подобные опыты дѣлали инж. Форланини въ Италии и Ламберъ во Франціи съ моторными лодками небольшихъ размѣровъ и результаы были довольно удачными. Если бы кто рѣшился сдѣлать опытъ съ болѣе значительнымъ водоизмѣщеніемъ, то вѣроятно достигъ бы поразительныхъ результатовъ. Переходъ черезъ Атлантическій океанъ въ 2—3 сутокъ былъ бы вполнѣ 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 оставъ.

1. Постройка корпуса обыкновенно начинается съ киля, который въ маленькихъ лодкахъ очень часто дѣлается цѣлый изъ деревянного 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 чёмъ въ большинствѣ случаевъ приходится дѣлать эти части приставными. Передняя часть называется «форштевень», а задняя «ахтерштевень».

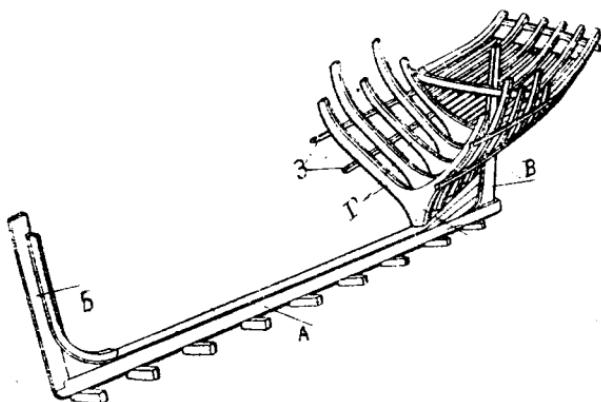


Рис. 19.—Строеніе корпуса деревянной лодки.—A, киль.—B, форштевень (передний брусь).—C, задний брусь (ахтерштевень).—D, шпангоуты.—E, продольные соединительные планки между шпангоутами.

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

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

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

Обшивка дѣлается или вглѣдь (рис. 21, средній и правыій) или же край одной доски находитъ на другую. (*Д* на рис. 20 и рис. 21—лѣвый). Обшивка вглѣдь дѣлается очень часто изъ двухъ слоевъ дерева съ расположениемъ планокъ подъ угломъ въ 45° въ одномъ слоѣ относительно другого. Между слоями прокладываются иногда промасленную парусину. Если ставятъ одинъ лишь слой вглѣдь, то необходимо сзади ставить стыковой брусь (*I* на рис. 21).

Для прочности нижней части корпуса, во избѣжаніе поврежденія его изнутри, на шпангоуты накладывается рѣшетка или сплошной поль изъ легкихъ досокъ (*K* на рис. 20 и 21). Эти же рѣшетки, сдѣланные липой болѣе прочно, служатъ, какъ основаніе для двигателя внутренняго сгоранія, когда онъ ставится въ лодку. Въ такомъ случаѣ она носитъ название фундамента; та

часть, гдѣ двигатель не ставится, носитъ название флоръ (съ англ.—поль).

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

Соединеніе частей между собой производится болтами и винтиками изъ латуни, а при болѣе простой конструкціи употребляются оцинкованные желѣзныя болты и такие 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 соленої воды листами красной мѣди. Это способствуетъ сохраненію корпуса, предохраняетъ отъ наростанія ракушекъ и одновременно уменьшаетъ треніе о воду, и слѣдовательно помогаетъ достиженію болѣе значительныхъ скоростей.

2. Стальныя 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 привального бруса угольники *M*. (рис. 23). На нижнихъ угольникахъ лежитъ рама, металлическая

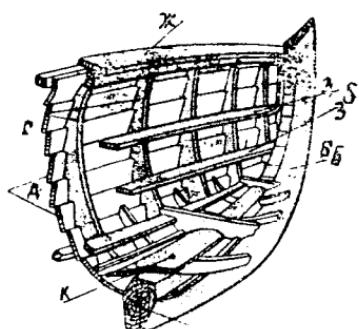


Рис. 20.—Строеніе корпуса деревянной лодки.—*Д*, обшивка.—*Ж*, привальный брусъ.—*К*, планки рѣшетки или пола (флоръ).—Остальные буквы объяснены на предыдущемъ рисункѣ.

латуни, а при болѣе простой конструкціи употребляются оцинкованные желѣзныя болты и такие же гвозди.

или деревянная, къ которой и прикрепляется 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 стальныя пластины, замыкающія стыковые брусья въ деревянныхъ лодкахъ, забраныхъ вгладь.

Еще большая прочность корпуса достигается сплошными поперечными перегородками, которые 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 длини корпуса, то приходится въ большихъ лодкахъ прорѣзать въ нихъ двери, что ослабляетъ ихъ значеніе такъ же, какъ и сопротивленіе давленію воды.

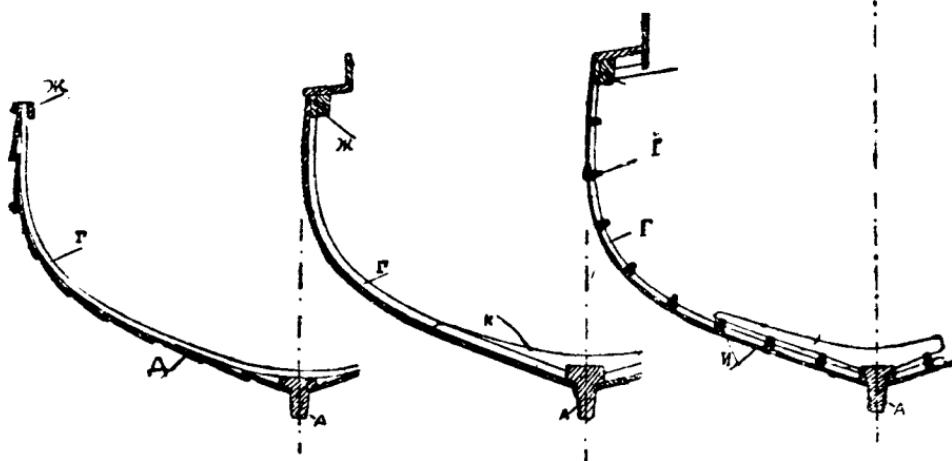


Рис. 21.—Разрѣзъ строенія корпуса и обшивки трехъ различныхъ системъ. *Левый* чертежъ—обшивка съ наложеніемъ края на край. *Средний* чертежъ—обшивка вгладь двуслойная и потому безъ стыковыхъ брусьевъ. *Правый* чертежъ—обшивка вгладь однослойная со стыковыми брусьями, прикрывающими пазы.—I, стыковой брусъ—при обшивкѣ борта вгладь.—II, стыковые брусья, поддерживающіе поль. Остальные буквы объясняны на двухъ предыдущихъ чертежахъ.

Въ малыхъ лодкахъ предпочтитають 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 линь держаться на поверхности воды, по 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 ругою, и иногда стремится перевернуться совершенно килемъ вверхъ. Послѣднее происходитъ отъ слишкомъ высокаго расположенія центра тяжести.

3. Рулевое управление. Способность легко слушаться руля со-ставляет одно изъ цѣнныхъ качествъ каждой лодки, въ особен-ности, если она предназначена для быстрого движенія.

Надъ управляемостью судовъ и лодокъ были произведены систематическая испытания.

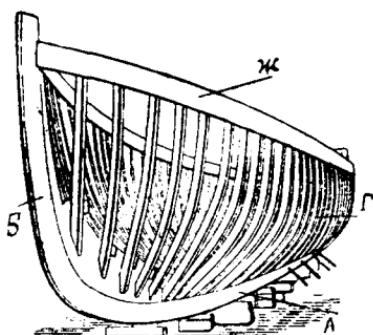


Рис. 22.—Готовый корпусъ лодки безъ обшивки. Буквы объяснены на рис. 19 и 20.

быстрота передвиженія лодки очень скоро уменьшается, а вмѣстѣ съ тѣмъ ослабляется и дѣйствіе руля. Если же повернуть руль на меньшій уголъ, напримѣръ, на 40° , то дѣйствіе его на поворотъ лодки достаточно сильно, а вмѣстѣ съ тѣмъ тормозящее значение не столь велико; лодка продолжаетъ итти лишь нѣсколько уменьшен-нымъ ходомъ. Въ результатахъ поворотъ можетъ быть сдѣланъ въ меньшій промежу-токъ времени.

Если вернуться къ мате-матическимъ вычислениямъ, то руль, повернутый на 90° , совсѣмъ не долженъ бы дѣйствовать. Между тѣмъ, из-вѣстно, 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 во-ды на плошадь руля и при такомъ разсмотрѣніи руль, повернутый на 90° , дѣйствительно не-произведетъ бокового давленія и поворота связанного съ боко-вымъ давленіемъ. Но есть другое вліяніе руля—тормозящее значеніе,

Выяснилось, что руль дѣй-ствуетъ наиболѣе сильно при поворотѣ его плоскости отъ 35° до 45° . Поэтому ошибаются тѣ, кто ставить руль подъ угломъ въ 90° желая этимъ усилить его дѣйствіе.

Если сдѣлать математиче-скія вычислениія, то оказывается, что наиболѣе выгодный уголъ 57° , что нѣсколько расходится съ практикой. Объясненіе надо искать въ томъ, что повернуть руль въ 57° дѣйствительно произво-дить наиболѣе сильное дѣйствіе въ первые моменты своего по-вортъ, но затѣмъ, вслѣдствія силь-наго тормозящаго дѣйствіе руля

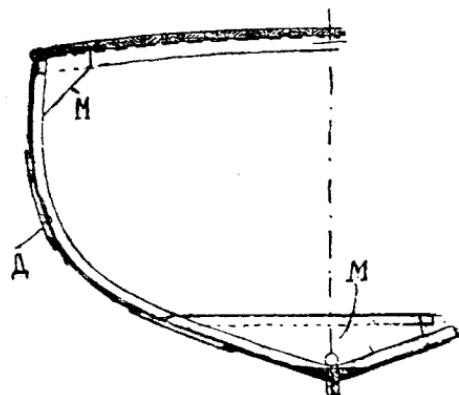


Рис. 23.—Корпусъ стальной лодки.—М, угольники для пола и поддерживающіе палубу (соединяющіе шпангоуты съ бим-сами) для приданія корпусу большей проч-ности и для уменьшения дрожанія. Об-шивка Д чередуется: листъ прикрѣпленъ къ шпангоутамъ, а слѣдующій листъ приклепанъ краями сверху.

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

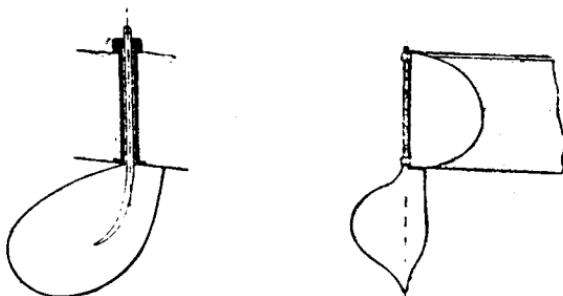


Рис. 24.—Формы плоскостей руля, облегчающія усиліе поворота. Такъ называемые «компенсированные», т. е. уравновѣшенные рули. Часть плоскости спереди оси вращенія все же дѣлается меньше, чтобы оставалась тяга руля, стремящаяся поставить его прямо.

(рис. 24), расположенной по обѣимъ сторонамъ оси поворота, то при углѣ въ 90° дѣйствіе руля будетъ очень слабо въ отношеніи поворота, тормозящее же явленіе останется, а если бы устроить плоскость руля, расположенной совершенно симметрично, тѣ 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 вращенія, стремится повернуть еще больше, какъ только повернуть 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 маловажно.

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

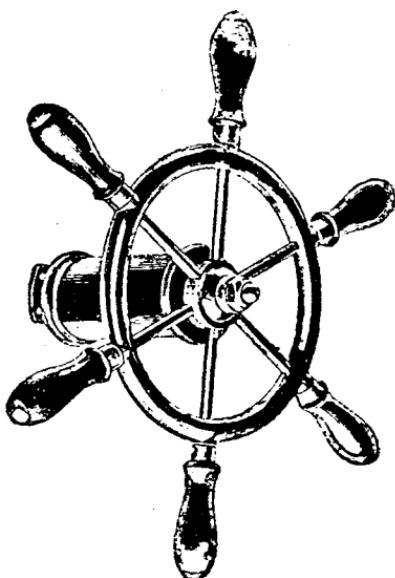


Рис. 25. — Легкій штурвалъ для моторной лодки, облегчающій поворотъ руля. Прикрѣпляется обыкновенно къ палубѣ у одного изъ бимсовъ или на маленькихъ лодкахъ, — у борга.

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 отдельно въ выноску, внизу страницы¹⁾.

При рулированіи слѣдуетъ имѣть въ виду, что поворотъ корпуса лодки совершается не вокругъ носа лодки, а вокругъ иѣкоторой 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, пѣобходимо сначала нѣсколько повернуть руль въ обратную сторону.

Крутый поворотъ производить также наклонъ корпуса, довольно замѣтный на большихъ скоростяхъ или когда центръ тяжести расположено высоко. Сила f (рис. 27) изображаетъ центробѣжную силу приложенню къ центру тяжести G , а сила f_1 , — боко-

¹⁾ Величина силы, съ которой дѣйствуетъ руль, вычисляется слѣдующимъ образомъ. Если плоскость руля, величина которой считается извѣстной, повернуть на иѣкоторый уголъ θ (рис. 26) отъ первоначального положенія, въ которомъ руль не дѣйствуетъ, то по законамъ физики, много разъ пропрѣреннымъ и на опытѣ, давленіе на эту плоскость въ направленіи, перпендикулярномъ ей, выразится: $P \sin^2 \theta$, где P — давленіе воды на плоскость, когда она поставлена перпендикулярно къ направленію движения. Эту силу разложимъ на двѣ: R , дѣйствующую въ направленіи обратномъ движенію и F , перпендикулярную линіи движенія, и эта послѣдня сила стремится повернуть корму лодки. Вращающій моментъ получается помноженіемъ разстоянія точки g (пересѣченіи 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, повортизывающая сила равна O при 0° и при 90° , тѣль какъ въ первомъ случаѣ первая тригонометрическая величина равна O , а во второмъ случаѣ — вторая. Наибольшее значеніе это произведение тригонометрическихъ величинъ получаетъ при 57° . Повортизывающее дѣйствіе руля, замѣчаемое при поворотѣ плоскости на 90° , объяснено въ тѣкстѣ.

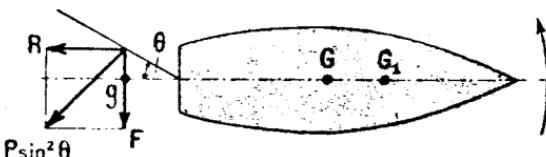


Рис. 26.—Математическое объясненіе дѣйствія руля.— G , центръ вращенія лодки.— θ , уголъ поворота руля.— P , давленіе на плоскость руля, если руль повернуть на 90° .— $P \sin^2 \theta$, давленіе на плоскость руля въ направленіи, перпендикулярномъ плоскости.— F , одна изъ составляющихъ силы въ направленіи,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

вое давлениe воды, развивающееся отъ поворота, приложенное къ центру давления g . Какъ ясно изъ рис., получается пара силъ, стремящаяся накренить лодку. Вращающий моментъ увеличивается пропорционально разстоянію между означенными двумя центрами, а также, слѣдя закону физики, пропорционально



Рис. 27.—Вліяніе центробѣжной силы f , на поворотѣ.— f_1 , 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 направлению, показанному наклонной пунктирной линіей.

квадрату скорости, и обратно пропорционально радиусу поворота. Этимъ объясняется, что гоночные 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. Различные формы корпусовъ въ зависимости отъ предполагаемой скорости. Гидропланы. Приспособленія для преодолѣнія сопротивленія: винты, передаточная части. Главный валъ, воздушная труба. Переемѣнка вращенія и шага винта.

Водный путь считается самымъ дешевымъ, когда нужно перевозить массовые грузы, допускающіе небольшую скорость перемѣненія. 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, по считать 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 проведения каналовъ для барокъ по насыпямъ и мостамъ для перехода черезъ желѣзнодорожную линію; иногда каналы проводятъ подъ желѣзной дорогой въ тонеляхъ.

Извѣстно, что 1—2 лошади легко тянуть 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 водного пути начинаетъ сглаживаться и при нѣкоторой скорости—около 30—40 верстъ въ часъ,—переходитъ уже къ способамъ передвиженія по сухому пути.

Сопротивленіе передвиженію по поверхности воды состоить изъ трехъ главныхъ частей:

А) Сопротивленіе воздуха о надводныя части корабля или лодки, измѣняющеся 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) Трение воды о корпусъ, опредѣляемое по простому расчету пропорциональности 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 вычислить предварительно, такъ какъ онъ подверженъ измѣненіямъ по весьма сложнымъ законамъ, хотя почти исключительно въ зависимости отъ скорости передвиженія и, конечно, отдельно 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. Именно 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 разсмотрѣть на первомъ мѣстѣ.

1. Сопротивленіе раздвиганію воды въ носовой части и разница давленія въ носовой части и за кормой. Разница давленій на носовую часть и на кормовую въ направлениі, обратномъ однѣ 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 чѣмъ 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 водоизмѣщѣтой части корпуса, водоизмѣщеніе которой, если разсматривать его по отдельнымъ 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, вмѣсто раздвиганія воды, ея разбрасы-

вание. Сопротивление передней части корпуса возрастет 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 длину переднаго 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 замѣнѣе уменьшается.

На рис. 28 представленъ тотъ случай, когда корма имѣеть весьма круглую форму и вслѣдствіе этого сходящіяся струи немогутъ плотно облегать 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 быстрѣе передвиженіе лодки, тѣмъ острѣе должно быть образованіе носа и кормы, при чѣмъ 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 меньшее, отъ 5 до 8. Поэтому, несмотря на примѣненіе формы двойнаго клина, о которомъ ска-

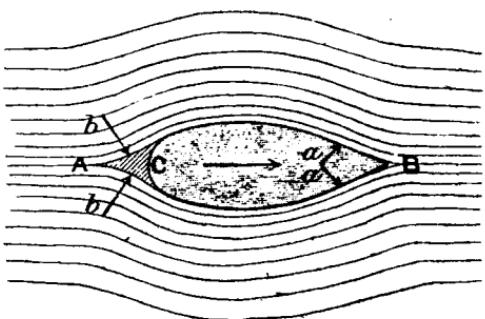
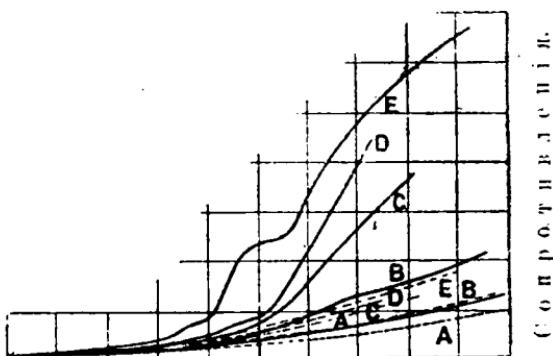


Рис. 28.—Схема сопротивленій передвиженію лодки по водѣ.—*B*, носъ лодки.—*a*, сопротивленіе раздвиганію воды и соединенное съ нимъ давленіе воды, какъ на плавающее тѣло.—*C*, корма, быстро уходящая отъ сближающихся струй воды *b* и не получающая вслѣдствіе этого давленія.—*A*, точка схожденія струй, гдѣ начинается реброобразная волна.

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 быстрѣе передвиженіе лодки, тѣмъ острѣе должно быть образованіе носа и кормы, при чѣмъ 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 меньшее, отъ 5 до 8. Поэтому, несмотря на примѣненіе формы двойнаго клина, о которомъ ска-

зано раньше (рис. 15), угол схождения или что то же для этой формы корпуса—угол выхода кормы из воды допускается нѣсколько болѣе значительнымъ, и разница гидростатического давленія въ небольшой степени все же остается. Если лодка, сдѣлана для меньшихъ скоростей, и въ ней получается разница давленія воды, не слишкомъ замѣтная на нормальной скорости лодки, то эта разница 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 образованія должны быть расчитаны для этой скорости.

Если кормовое образованіе и расчитано правильно, а носовое слишкомъ раскидываетъ воду, то, кромѣ увеличенія уже ранѣе разсмотрѣнаго сопротивленія инерціи воды, получится увеличеніе разницы



Скорость въ узлахъ.

Рис. 29.—Кривыя сопротивленій передвиженію по водѣ для различнаго типа судовъ. Пунктирныя линіи—сопротивленія, вычисленныя по формуламъ; сплошныя линіи—сопротивленія по даннымъ опыта. *A*, для миноносаца.—*B*, для большого контръ-миноносца.—*C*, *D*, для крейсеровъ различныхъ водоизмѣщений и образованій.—*E*, для грузового парохода.—Для крейсеровъ и грузовыхъ пароходовъ разница столь значительна, что способъ вычислениія по формулѣ совершенно не примѣнимъ.

гидростатического 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 разматривать оба эти сопротивленія совмѣстно.

Многіе изслѣдователи старались, соединивъ разматриваемыя два сопротивленія совмѣстно, вывести формулу, по которой можно было бы разсчитать сумму этихъ сопротивленій для каждого случая, имѣя данные 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, разница слишкомъ велика. На рис. 29 даны кривыя сопротивленія, вычисленныя по формуламъ (пунктирныя линіи) и

казавшийся на самомъ дѣлѣ (*сплошная линія*). Какъ видно, пунктиръ *A* и сплошная линія *A* въ общемъ сходны и небольшое расхождение имѣть даже иѣкоторую пропорціональность величинъ, вычисленными по формулѣ. Эти линіи относятся къ миноносецу 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 образованій. Здѣсь расхождение между формулой и данными опыта столь значительны, что пользоваться формулой для сколько-нибудь значительныхъ скоростей совершение невозможно. Иѣкоторая правильность въ расхождении линій все же замѣтна. Испытъ также момента начала значительныхъ отступлений, который совпадаетъ, повидимому, съ появленіемъ замѣтной разницы въ гидростатическомъ давлѣніи 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 несколько уменьшаетъ разницу между гидростатическими давлѣніями у носа и у кормы.

Линіи *E* относятся къ обыкновеннымъ грузовымъ пароходамъ, и здѣсь, кроме большей величины расхождения 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, где волна началась, то общее сопротивленіе получится пѣсколько менѣешимъ, чѣмъ при уменьшеннѣ 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 прохождения кормы видно на рис. 30. Гоночная лодка

идеть здѣсь со скоростью 50 километровъ въ часъ. На рис. 31 видны волны, образуемыя гидропланомъ на скорости въ 60 километровъ въ часъ. Хотя гидропланъ затрачиваетъ меныше силы, но въ немъ не замѣчается схожденія периода волны съ быстрой проходженія корпуса, такъ какъ корпусъ короче и при своей быстротѣ проходитъ весь раньше, чѣмъ волна опять поднимется. Менышая затрата силы зависитъ здѣсь отъ уменьшенія водоизмѣщенія въ періодъ быстрого хода.

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

Формула, по которой вычерчены пунктирные кривые, имѣеть видъ KV^m , гдѣ K —коэффиціентъ, зависящій отъ отношенія

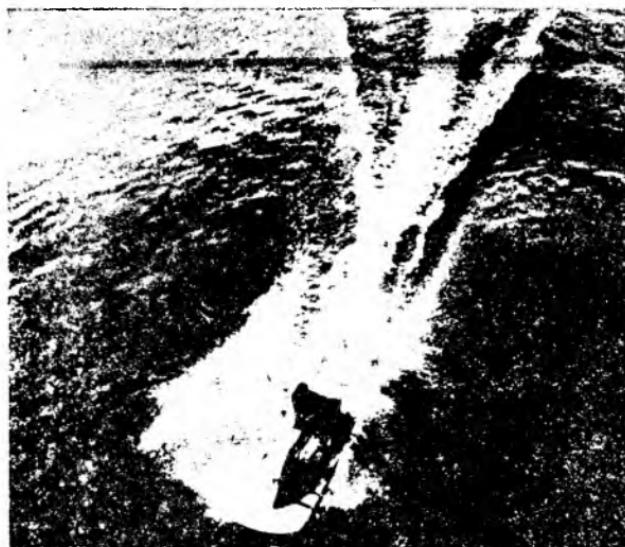


Рис. 31.—Гидропланъ на скорости 60 кил. въ часъ. Періодъ волны нѣсколько отстаетъ сравнительно со временемъ прохода длины корпуса. Уменьшенное сопротивленіе получается вслѣдствіе малаго водоизмѣщенія на большихъ скоростяхъ.

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

Коэффиціентъ K , принимается формулами въ предѣлахъ отъ 1,2 (для очень длинныхъ корпусовъ), до 2 (для корпусовъ укороченныхъ, что обыкновенно совпадаетъ съ менышимъ водоизмѣщеніемъ).

Показатель степени m , можетъ измѣняться въ предѣлахъ отъ 6 до 2, при чѣмъ первая величина для большихъ угловъ расхождения, а для острыхъ образованій, въ особенности по системѣ двойного клина, можно брать 2 и даже нѣсколько меныши. Хорошая гоночная лодка, итакъ отступающая ради увеличения

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

Формулы такого рода слѣдуетъ считать малоцѣнными и, если опытныхъ данныхъ съ какимъ-нибудь видомъ корпусовъ явтъ, лучше произвести опытъ съ уменьшенною 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 уменьшеннѣй скорости слѣдуетъ испытывать модель, чтобы результаты могли быть сравнимы. Если V скорость, которую желательно привѣтствовать 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 вычислениемъ посредствомъ приведенной выше формулы, то, какъ объяснено, данные теряютъ цѣнность вслѣдствіе произвольности величинъ, вставляемыхъ въ формулу.

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

Сопротивление передвиженію.

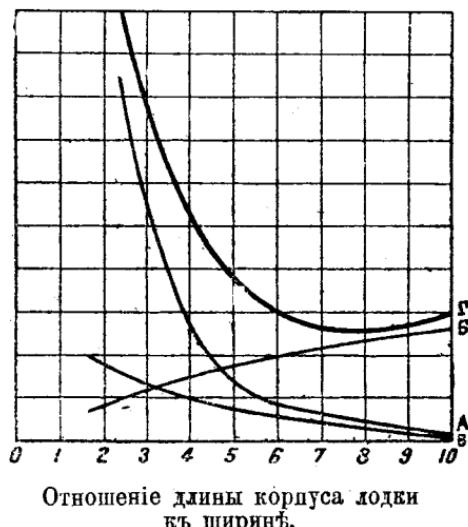


Рис. 32.—Кривыя отдельныхъ сопротивлений передвиженію лодки, при той же скорости, но въ зависимости отъ отношенія длины къ ширинѣ.—*A*, сопротивленіе разбрасыванія воды и разница гидростатического давленія.—*B*, сопротивленіе тренія о воду.—*B*, сопротивленіе воздуха.—*G*, сумма всѣхъ сопротивлений.

На рис. 32 графически изображены все отдельные виды сопротивления: разбрасывание воды вмѣстѣ съ гидростатическимъ давленіемъ, треніе о воду и сопротивленіе воздуха (кривыя *A*, *B*). Сумма всѣхъ сопротивленій показана кривой *Г*.

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

Свойство поверхности можетъ измѣняться 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 водоизмѣщении у широкой и короткой лодки, чѣмъ отчасти и объясняется малая величина тренія, короткихъ лодокъ на графикѣ 32. Извѣстно, что шаръ (или часть его) имѣть наименьшую поверхность при томъ же объемѣ сравнительно съ геометрическими тѣлами другихъ формъ. Короткая и широкая лодка болѣе подходитъ къ формѣ отрѣзка шара. Чѣмъ длинная, узкая. Для лодокъ быстроходныхъ поверхность значительно измѣняется на различныхъ скоростяхъ, вслѣдствіе выхода носовой 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 все отдельные 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 представлению предположить. Корпуса гоночныхъ лодокъ дѣлаются уже, а также ниже, чѣмъ у лодокъ крейсерского типа, поверхность ихъ дѣлается болѣе гладкой и по возможности снимаются всякие выдающіеся предметы. Такимъ образомъ препятствуютъ чрезмѣрному увеличенію этого вида сопротивленія.

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

Можно бы подраздѣлять сопротивлѣніе воздуха приблизительно такъ, какъ то было сдѣлано выше при разсмотрѣніи сопротивлѣнія 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 быстраго хода, если бы шла погруженной въ воду. Въ конечномъ резуль-

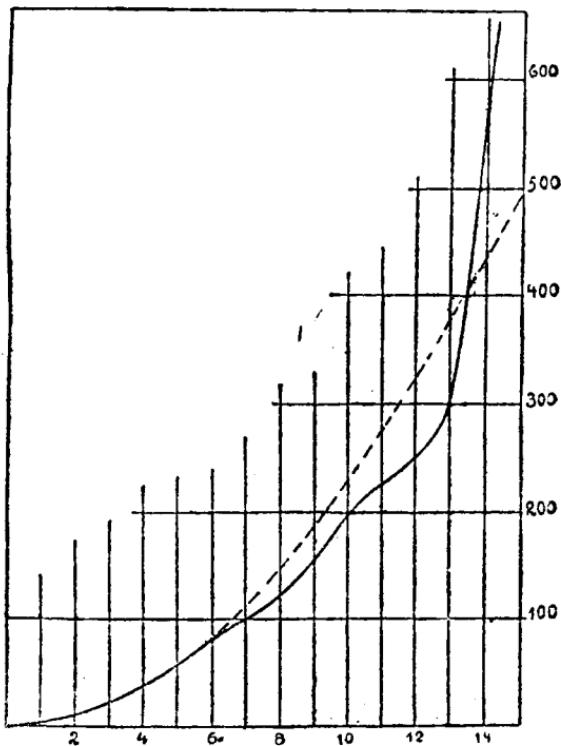


Рис. 33.—Кривая суммы всѣхъ сопротивлений гоночной лодки для различныхъ скоростей въ предѣлахъ отъ 1 до 15 метр. въ сек. Сопротивлѣніе выражено въ килограммахъ.

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

Оказалось возможнымъ примѣнять съ большей или меньшей точностью довольно простую формулу сопротивлѣнія. Для пластинъ, передвигающихся въ направлениіи перпендикулярномъ плоскости, формула будетъ KSV^2 , гдѣ K —коэффиціентъ, прини-маемый обыкновенно 0,074 для квадратныхъ небольшихъ пла-стинъ; S , — площадь пластиинки, 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° составляеть лишь 0,57 предыдущей формулы. Но очень малый уголъ встрѣчи, когда клинъ очень острый, можетъ опять повести къ увеличенію сопротивленія, такъ какъ поверхность треня будетъ уже слишкомъ велика. Кромѣ того, въсъ 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 имѣеть наименьшую величину при нѣкоторой остротѣ клина, обыкновенно весьма большой, по, 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 имѣеть для гоночныхъ лодокъ, но и для крейсерскихъ лодокъ сопротивленіе воздуха можетъ дойти до очень большихъ величинъ, если приходится итти противъ вѣтра. Тогда сумма передвиженій воздуха и лодки при сколько-нибудь сильномъ встрѣчномъ вѣтре превосходить 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 придаются 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 Γ , 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 прибегаютъ 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 волнобразно, 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 определения мощности двигателя, необходимого для передвижения лодки съ желаемой скоростью, имѣются, следовательно, достаточные данные, когда известна сумма всѣхъ сопротивлений для наибольшей скорости, которую желаютъ достичнуть. Возвращаясь къ рис. 33, и беря предѣльную скорость данной лодки въ 13 метровъ въ сек., что составить около 51 килом. въ часъ, видимъ, что сумма сопротивлений 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 13×300 , 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 достичнуть той же скорости и при встрѣчномъ вѣтрѣ и



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

на волненіи, хотя бы небольшомъ, а также имѣть некоторый процентъ запаса мощности на случай ослабленія тяги двигателя отъ порчи колецъ или клапановъ, то нужно имѣть еще запасъ въ 25—30%, а практически принято брать двойную мощность двигателя противъ вычисленной по суммѣ сопротивлений, т. е. для данного 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 подобного предыдущему расчета, потребуется двигатель, мощностью лишь въ 50 л. с. при чмъ 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, можетъ быть, 19—20.

Практическое определение большихъ и малыхъ скоростей лодки дѣлаютъ 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 проходится меньше длины корпуса, лодка считается средней по бы-

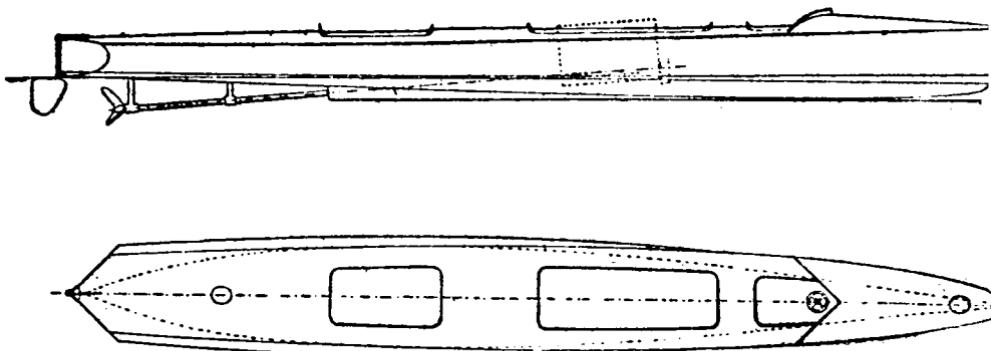


Рис. 35.—Большая гоночная моторная лодка въ профилѣ и въ планѣ. Примѣнѣе формы двойного клина значительно сглаженнѣй, въ особенности въ отношеніе формы ватерлинии у кормы (пунктире на нижнемъ рисункѣ).

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 определеніе уже не подходитъ, такъ какъ при проходѣ половины длины корпуса въ сек., крейсерская лодка должна уже считаться быстрой.

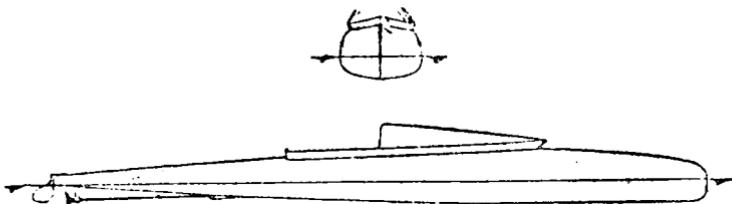


Рис. 36.—Форма быстроходной моторной лодки съ надводной частью корпуса, приспособленной для наименьшаго сопротивленія воздуха.

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 вида изъ

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. видны 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 длине 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 достичь скорости около 50 километровъ, но съ небольшими двигателями, и нѣкоторые примѣры даютъ понятіе о чрезвычайной экономии затраты силы. Конструкторомъ *Bonnetaison* 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-

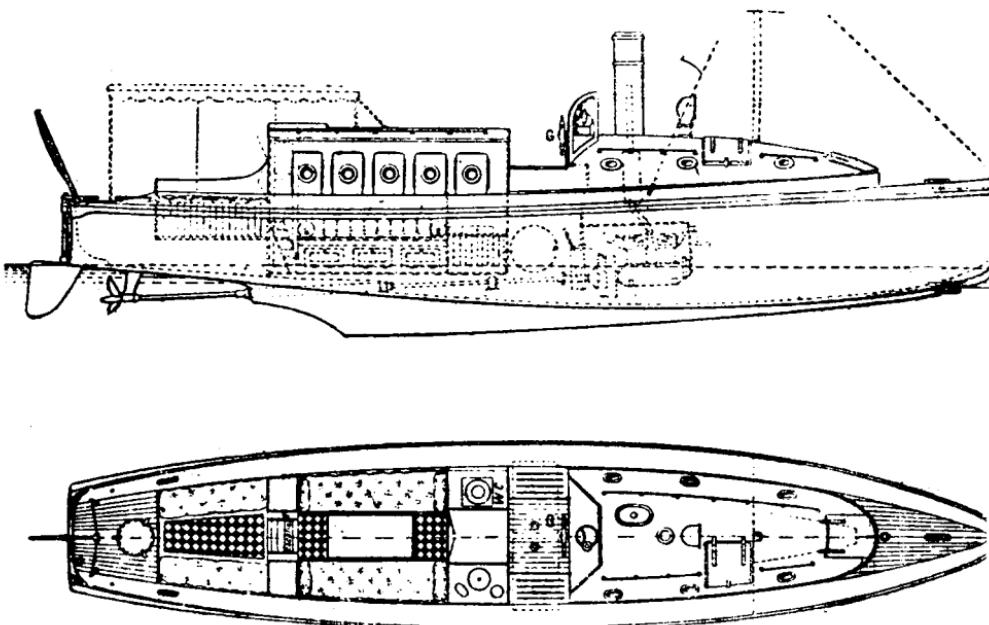


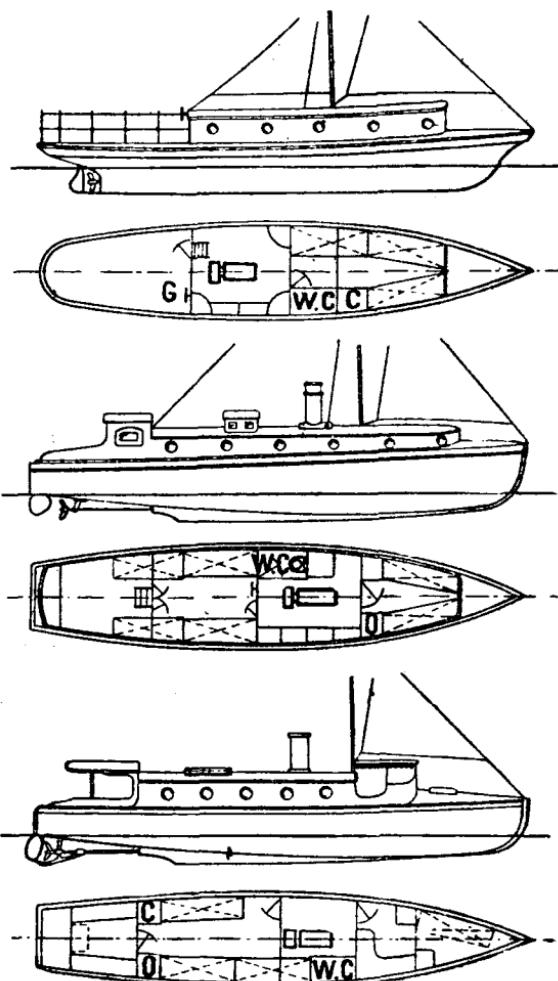
Рис. 39.— Разрѣзъ по вертикальной продольной плоскости и планъ крейсерской, но сравнительно быстроходной лодки въ 12 метровъ длины, пригодной для открытаго моря. Какъ двигатель, тикъ и каюты вполнѣ защищены отъ волнъ. На кормѣ имѣется открытое отдѣленіе, на которомъ можетъ быть натянутъ тентъ. Труба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

плана въ моментъ его спуска па воду, показана па рис. 38. На званіе *Ricochet* показываетъ, что этому типу лодокъ-гидроплановъ свойственно, какъ это и наблюдается въ дѣйствительности, — рикошетировать, т. е. подпрыгивать па 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 развититься примѣненіе ихъ для морскихъ быстроходныхъ судовъ, сначала небольшого, а по мѣрѣ успѣха и для болѣе значительного водоизмѣщенія. Подробнѣе сказано въ концѣ подѣла 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. Вследствіе меньшей относительной ширины лодки нижняго чертежа скорость получится несомнѣнно большей при той же силѣ двигателя, но расположение каюта менѣе удобное. Вместо 6 дивановъ-коекъ, удалось размѣстить лишь 4, такъ какъ закрытая часть менѣе длины. Это связано опять же съ меньшимъ водоизмѣщеніемъ корпуса и невозможностью нагрузить верхними надстройками и внутреннимъ устройствомъ въ такой же мѣрѣ, какъ предыдущій.



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

Для меньшихъ скоростей, примѣняемыхъ чаще всего въ водномъ спорѣ, 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 крейсерского типа по общему оборудованию и расположению внутреннихъ помещеній. Между тѣмъ форма корпуса хотя и нѣсколько укороченная, если считать по наибольшей ширинѣ, несомнѣнно имѣть главные признаки формы двойного клина. Получается крейсерская лодка, пригодная для дальнихъ плаваній, 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—«Оборудование лодки».

6. Приспособленія для передачи работы двигателя: винты и передаточные 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 служить 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 направлѣніи. Если же сдѣлать уголъ одинаковыемъ, 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 отдѣльныхъ частей лопасти въ зависимости отъ удаленія отъ центра.

наковыемъ, 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.

Провѣрка винтовъ послѣ ихъ изготошенія и состоить въ прѣвѣркѣ наклона плоскостей въ различныхъ разстояніяхъ отъ центра.

Въ нѣкоторыхъ системахъ винтовъ ближайшія къ центру части дѣлаютъ 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. Поступаютъ такъ, въ виду малаго полезнаго коэффиціента дѣйствія тѣхъ частей винта, которыя работаютъ подъ большимъ угломъ.

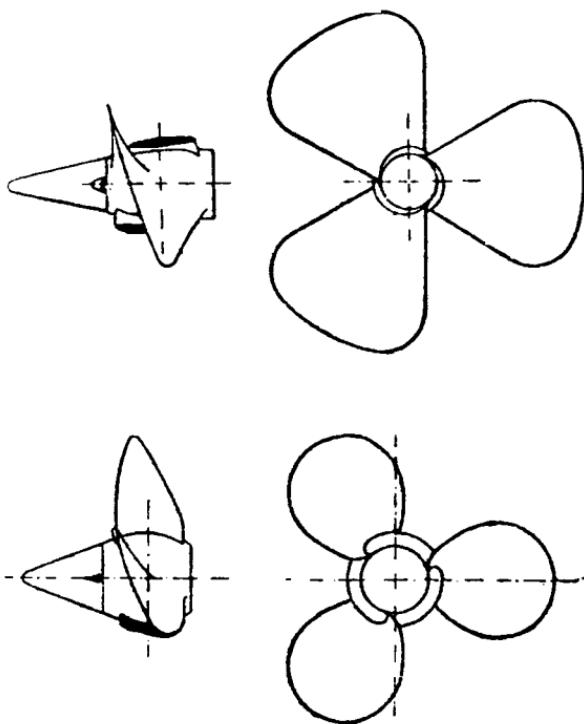


Рис. 42.—Два различныхъ типа винта; верхній для среднихъ скоростей вращенія; нижній, для большихъ скоростей. Въ первомъ случаѣ отношеніе шага къ діаметру 0,91, во второмъ—0,89. Отношеніе закрытой лопастями поверхности къ площасти круга: въ первомъ случаѣ—0,56, во второмъ—0,45.

Предпочитаютъ отказаться отъ этой части работы, уменьшивъ тѣмъ самыи и связанныя съ ближайшими къ центру частями лопастей вреднаго сопротивленія.

Такъ какъ дѣйствіе винта представляеть дѣйствіе отдѣльныхъ узкихъ наклонныхъ поверхностей, съ различными ихъ углами, то можно разсмотрѣть одну изъ этихъ воображаемыхъ плоскостей. На рис. 43 (левый черт.) показаны наибольшій (α) и наименьшій (α') 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 движения лодки и R —въ направленіи перпендикулярномъ движению. Послѣдняя сила является скручивающей передаточный валъ и представляетъ безполезную 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 большій процентъ потери работы. Далѣе треніе о воду дѣйствуетъ всегда въ направленіи трущейся поверхности, слѣдовательно, по линіи наклона лопастей винта и представляется, допустимъ, силу F , которую также можно разложить на силу r , которую можно соединить съ силой R , и эта сила $R+r$ представить безполезную потерю, работающую на скручивание вала. Вторая сила, на которую будетъ разложена F ,

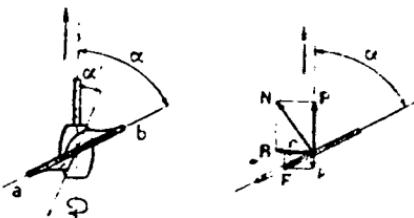


Рис. 43.—Силы, дѣйствующія при работе винта.— α и α —наименьшій и наибольшій уголъ наклона частей лопастей винта къ оси.— a , b , часть лопасти съ наибольшимъ наклономъ (съ наименьшимъ угломъ встрѣчи).— N , сила сопротивленія воды, разложенная на составляющія P и R . *Первая*,—въ направленіи движения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

составить силу r въ направленіи, обратномъ движению лодки. Слѣдовательно, ее надо вычесть изъ силы P . Сила $P-r$ представить полезную силу,двигающую лодку. Очевидно, что при увеличенномъ наклонѣ плоскости винта увеличивается, во-первыхъ, сила F , а во-вторыхъ, большій процентъ ея представится въ видѣ силы r , непосредственно уменьшающей полезное дѣйствіе винта. Если дѣлать уголъ наклона очень малымъ, то работа двигателя, уходящая на треніе винта, увеличивается, и условія опять становятся певыгодными. Поэтому существуетъ наивыгоднѣйший уголъ наклона концовъ винта, а остальные части лопастей должны имѣть уменьшающійся наклонъ (увеличивающійся уголъ встрѣчи), сообразно расчету. Практически устанавливаютъ желаемое отношеніе хода винта, получаемаго 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 (проекціі) ко всей площади круга, описываемаго

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 гоночныхъ лодокъ, берутъ обыкновенно отношеніе около 0,25—0,35.

Въ постройкѣ винтовъ частью пользуются расчетами и довольно сложными формулами, приводить которыхъ здѣсь неѣ никакой возможности за недостаткомъ мѣста. Частью руководствуются опытными данными винтовъ прежнихъ выпусковъ. Такъ, напримѣръ, опытомъ установлено, что сила давленія па 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 сѣчіи, параллельномъ оси винта (точнѣе, на равномъ разстояніи отъ центра), а вогнутую поверхность. Оба эти виды показаны па рис. 44. Какъ и при постройкѣ воздушныхъ винтовъ, руководствуются тѣмъ, что вогнутая поверхность даетъ при той же площасти бѣльшее сопротивленіе, а, слѣдовательно, и бѣльшее полезной работы, такъ какъ величина силы F , (рис. 43), представляющей треніе, остается въ обоихъ случаяхъ приблизительно одинаковой.

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 скручивание 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. Послѣднее 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

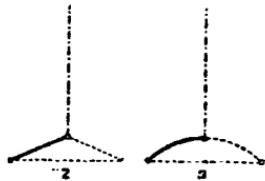


Рис. 44. — Различные формы лопастей въ разрѣзѣ. — 1 плоская форма. — 2, вогнутая форма.

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 потеря), 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 валъ. 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. преодолѣвая 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 направлениі. Въ послѣднее время въ двигателяхъ значительной мощности примѣняютъ перемѣну вращенія двигателя посредствомъ перестановки распределительныхъ кулачковъ. Приходится пользоваться сжатымъ воздухомъ, чтобы быстро перевести работу изъ одного направлениія въ другое. Есть впрочемъ системы, гдѣ кулачки перестанавливаются на ходу, и при навыкѣ механика, двигатель, получивъ обратный ударъ, пріобрѣтаетъ вращеніе въ другую сторону.

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

8. Поворотные лопасти устраиваютъ каждая отдельно и могутъ поворачиваться на нѣкоторый сравнительно небольшой уголъ въ зарѣ, которымъ оканчивается гребной валъ. Внутри гребного

вала проходитъ 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 поворачивать лопасть, на которую производится въ это время (если винтъ работаетъ) довольно большое давленіе. Затѣмъ ломающее усилие очень велико, и чтобы нѣсколько противодѣйствовать ему, въ двухлопастныхъ винтахъ иногда соединяютъ стержни, которыми лопасти оканчиваются, одинъ съ другимъ, какъ показано на рис. 45. Въ такомъ случаѣ ломающее усилие будетъ менѣе 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

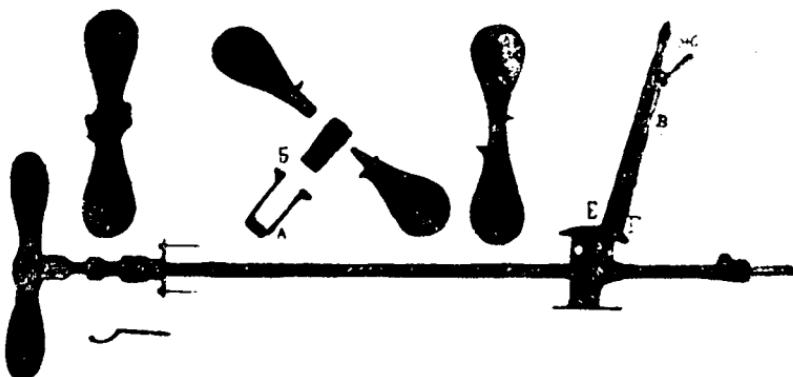


Рис. 45.—Двухлопастный винтъ съ поворотными лопастями. При томъ же направленіи вращенія получается какъ передній, такъ и задній ходъ и безразличное положеніе. Передвиженіемъ рычага G по сектору можно устанавливать также различный наклонъ лопастей.— E , секторъ, за который захватывается защелка G .— F , ручка, освобождающая защелку.— A , передвижная вилка съ выступами B на концахъ, сцепляющимися съ ушками у основанія лопастей.

на концѣ, и все это завицчивается вънутрь 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 A ,двигающейся въ прорѣзь гребного вала. Концы B этой вилки захватываются 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 лопасти Z или болѣе, то примѣнить систему соединенія лопастей уже нельзя. Здѣсь также возможно примѣнить наружную вилку (тройную) (A 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

другихъ частей винта. Поворотъ лопастей винта производится передвижениемъ рычага *B* (рис. 45 и 46), который посредствомъ собачки *G* можетъ быть удержанъ въ любомъ положеніи. Если зубцы на секторѣ *E* сдѣланы довольно часто, то, какъ работа винта впередъ, такъ и тяга винта въ обратномъ направлениі 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 менѣе затраты работы и, слѣдовательно, двигатель приобрѣаетъ большее число оборотовъ, если не уменьшать газъ. Это представляется даже нѣкоторое удобство, такъ какъ при переводѣ съ передняго хода назадъ, или наоборотъ, получается въ маховикѣ и лопастяхъ винта запасъ инерціи, полезный для преодолѣнія увеличенаго сопротивленія. Когда винтъ работаетъ въ обратную сторону, а

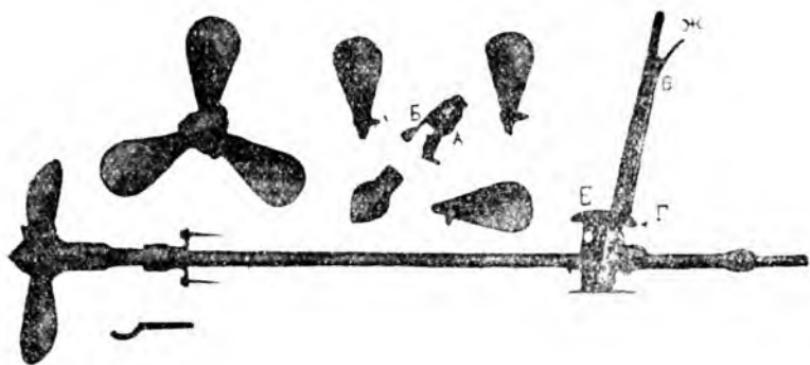


Рис. 46.—Трехлопастный винтъ съ поворотными лопастями и съ наружной вилкой *A*, производящей поворотъ лопастей. Остальные буквы объяснены на предыдущемъ рис.

лодка продолжаетъ ити 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 работе оно можетъ сдвинуться въ ту или другую сторону вслѣдствіе истирания соединеній лопастей съ вилкой, а въ особенности муфты у переводного рычага *B*. Когда желаютъ переставить лопасти, то предварительно нажимаютъ рукоятку *Ж*, чѣмъ освобождается собачка *G*.

Внутреннее устройство втулки винта съ двумя поворотными лопастями, при чѣмъ вилка, служащая для поворота лопастей, не выходитъ наружу,—показана на рис. 47. Тамъ же видѣть упорный кольцо, въ которомъ подшипникъ *P* и направляющей сплошной подшипникъ *G*.

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 диаметръ втулки, выступъ на внутреннемъ дискѣ, которымъ лопасть удерживается, находится ближе къ центру, чѣмъ края диска. Толщина же также мала. Въ виду значительного 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 которого оканчивается внутренній стержень, будутъ разрабатываться и появится дрожаніе лопастей на ходу. Уголъ наклона лопастей можетъ при этомъ получаться различный.

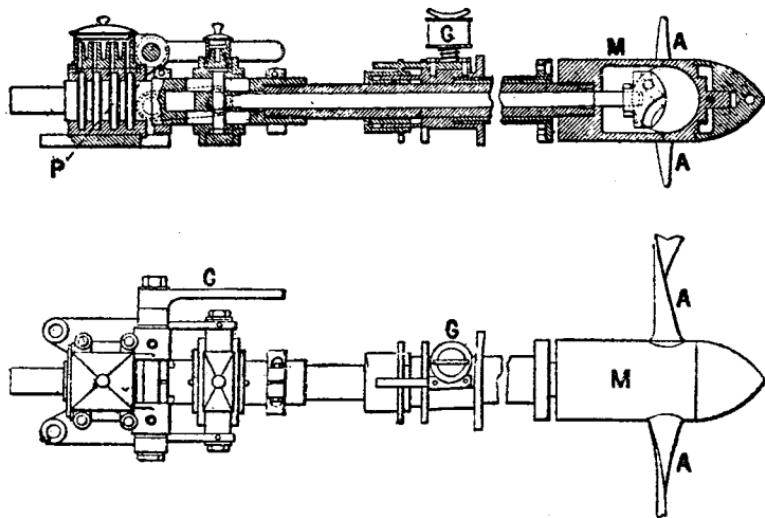


Рис. 47.—Винтъ съ поворотными лопастями *A* и гребной валъ съ приспособленіями для поворота лопастей.—*M*, втулка винта, заключающая механизмъ для поворота лопастей.—*P*, упорный кольцевой подшипникъ. Кольца расположены въ рядъ для распределенія давленія.—*G*, штауферъ для смазки направляющаго сплошного 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 имѣтъ поворотныхъ лопастей, то, кромѣ случаевъ двигателя съ обратнымъ ходомъ, необходимъ механизмъ для перемѣны вращенія. Обыкновенно этотъ механизмъ соединяетъ въ себѣ и механизмъ расцепленія. 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 представляетъ собою коробку изъ мягкаго бѣлаго металла, или изъ специальныхъ сортовъ твердаго дерева и заключаеть въ себѣ жировыя вещества, которыя времеи 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.

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

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

Для передачи работы вин-

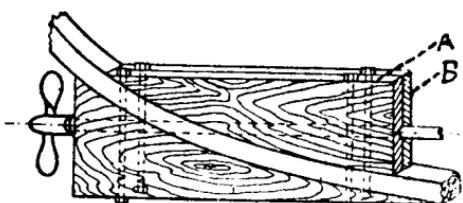
Рис. 48.—Дѣйдвудная труба простѣйшаго типа изъ двухъ пластинъ твердаго дерева A и B, скрѣпленныхъ болтами съ ахтерштевнемъ.

та 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 прикрѣпляемую къ борту лодки, но обѣ 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 разбирая винта, но чѣмъ больше мощность двигателя, а, слѣдовательно, и величина лопастей винта, тѣмъ желательнѣе имѣть разобщеніе, чтобы облегчить пускъ. Такъ какъ съ другой стороны вѣнѣ большинствъ механизмовъ перемѣны вращенія устроено приспособленіе для остановки работы винта, безъ необходимости останавливать двигатель, то механизмы разобщенія и перемѣны хода удобнѣе разсматривать вмѣстѣ.

Всѣ существующіе механизмы перемѣны хода можно раздѣлить на три группы: 1) со сцепленіемъ 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 сцеплениѣ и расцеплениѣ совершенно сходно съ дѣйствиемъ коробки перемѣнъ передачъ въ автомобилѣ, 4) и наконецъ съ примѣненiemъ электрической передачи работы, иногда съ добавлениемъ аккумуляторовъ.

I. Приборы первого рода, мѣтъ дѣйствовать только треніе, основаны на слѣдующемъ. Главный валъ двигателя M (рис. 50), снабженный маховикомъ A , вращаетъ присоединенный къ нему конусъ. Внутри этого конуса обточенъ другой конусъ K , который, будучи вдвинутъ въ маховикъ, производить сцеплениѣ съ гребнымъ валомъ и винтомъ. Получается прямое вращеніе, при чѣмъ конуса B и C не должны касаться ни конуса D , ни конуса E . Если конусъ K отодвинуть, получается разобщеніе. Когда B и C къ двумъ другимъ конусамъ, то произойдетъ сцеплениѣ и конусъ D , а съ нимъ и ось P (гребной валъ), получить вращеніе обратное относительно маховика двигателя. Это положеніе показано на рис. 51. Конуса B и C должны вращаться въ подшипникахъ, остающіхся неподвижными, т. е. подшипники должны быть прикреплены къ основанію механизма, или къ фундаменту лодки.

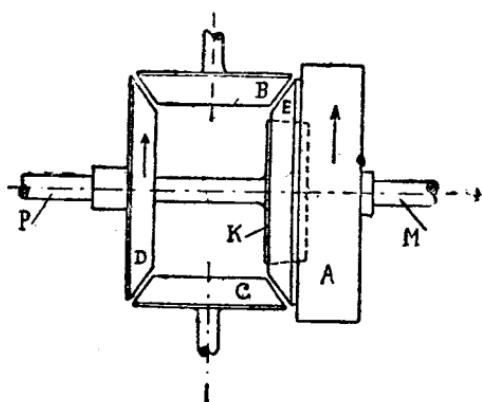


Рис. 50.—Механизмъ перемѣнъ вращенія, позволяющей разобщать двигатель съ винтомъ.— A , маховикъ на колѣнчатомъ валу M , скрѣпленный съ конусомъ E .— K , конусъ соединенія двигателя съ гребнымъ валомъ P .— D , конусъ, насыженный на гребномъ валу.— B и C , конуса, вращающіеся въ неподвижно укрѣпленныхъ подшипникахъ и производящіе перемѣну направлений вращенія во время сцепленія съ конусами D и E .

должны всегда быть въ сцеплениѣ, а оси съ (примѣнительно къ рис. 51) должны, если работа этими зубчатками не передается, вращаться вмѣстѣ со всѣмъ механизмомъ. Остановка осей для полученія задняго хода получается посредствомъ

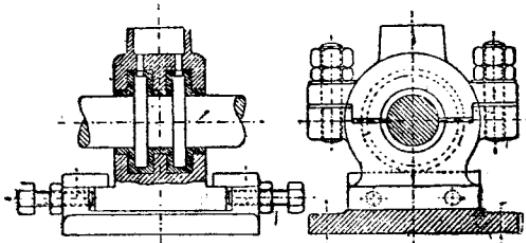


Рис. 49.—Кольцевой упорный подшипникъ на гребномъ валу для передачи работы винта. Слѣва — разрѣзъ по длине оси вала; справа — поперекъ оси.

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

зубчатокъ коническихъ зубчатокъ B и C должны быть въ сцеплениѣ, а оси съ (примѣнительно къ рис. 51) должны, если работа этими зубчатками не передается, вращаться вмѣстѣ со всѣмъ механизмомъ. Остановка осей для полученія задняго хода получается посредствомъ

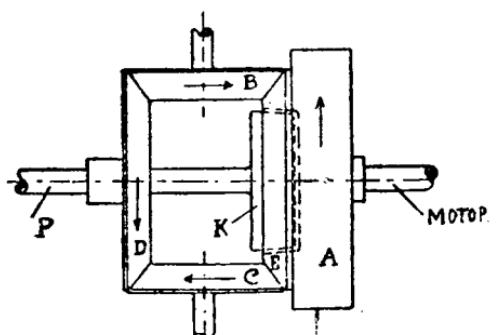
тормаженія бандажомъ или конусомъ. Оси вставлены въ коробку въ которую вставленъ и весь механизмъ. Съ такими измѣненіями механизмъ перемѣны вращенія принимаетъ видъ, какъ показанъ на рис. 52.

Тормаженіе получается вдиганіемъ внутренняго маховика *K* (барабана) въ тормазную поверхность *F*, которая неподвижно прикреплена къ фундаменту двигателя. Такимъ образомъ передвижной частью является весь барабанъ *K* съ находящейся въ центрѣ его коробкой *G*, въ которой и помѣщаются всѣ 4 зубчатки. При среднемъ положеніи барабана, когда онъ не касается ни маховика *E*, ни тормазной поверхности *F*, получается разобщеніе. Барабанъ продолжаетъ вращаться съ половинной скоростью, но работа па гребной валѣ не передается. Въ крайнемъ случаѣ винтъ можетъ вращаться съ какой-либо незначительной скоростью 5—10 оборотовъ въ минуту, если лодка стоитъ на мѣстѣ.

На ходу винтъ будетъ вращаться приблизительно со скоростью, соответствующей отношенію скорости лодки къ шагу винта, опять же не производя замѣтной по величинѣ работы. Чтобы передвиженіе барабана и внутренняго механизма было возможно, зубчатка *B* сдѣплена съ барабаномъ *G*, внутренніе зубы котораго имѣютъ запасъ ширины, сообразно разстоянію, на которое барабанъ передвигается.

На рис. 52 механизмъ изображенъ хематически, а на самомъ дѣлѣ коробка, содержащая коническая зубчатки, отдвигается отъ маховика для удобства разборки, и во онѣ собраны вмѣстѣ въ тѣсномъ пространствѣ.

Рис. 51.— Положеніе механизма перемѣны вращенія, при которомъ получается обратный ходъ винта. Конуса *B* и *C* передаютъ вращеніе отъ конуса *E* на конусъ *D*. Конусъ сдѣленія *K* отодвинутъ отъ маховика *A*. Остальные буквы объяснены на предыдущемъ рисункѣ.



избѣжаніе нагрѣванія частей, когда въномъ пространствѣ.

Механизмъ съ такимъ расположениемъ показанъ на рис. 53. Сдѣленіе маховика *V* съ конусомъ *E* производится посредствомъ пружины *R*. Коробка пѣсколько отнесена въ сторону, а тормазная поверхность имѣть меньшій діаметръ, чѣмъ маховикъ. Въ остальномъ дѣйствіе механизма одинаково, но для полученія заднаго хода, нужно какъ выдвинуть конусъ *E* изъ маховика, такъ и затормазить барабанъ *T*. На предыдущемъ рисункѣ оба эти дѣйствія производятся проще — однимъ лишь передвиженіемъ внутренняго барабана.

Видоизмѣненій подобныхъ механизмовъ очень много. Каждая фабрика составляетъ механизмъ по своимъ расчетамъ, но всѣ механизмы съ примѣненіемъ коробки дифференціала столь сходны

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

Если примѣнены планетарные зубчатки (рис. 54), то кажущееся измѣнение 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. Разобщеніе — когда конусъ выдвинуть изъ маховика, а задній ходъ, — когда при этомъ барабанъ *F* заторможенъ. Преимуществомъ этого механизма можетъ считаться большій діаметръ барабана и большее 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 изготавленія 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 нормального. Измѣненіе достигается посредствомъ соотвѣтственаго подбора діаметровъ зубчатокъ *P* и *T*, какъ видно изъ рисунка.

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

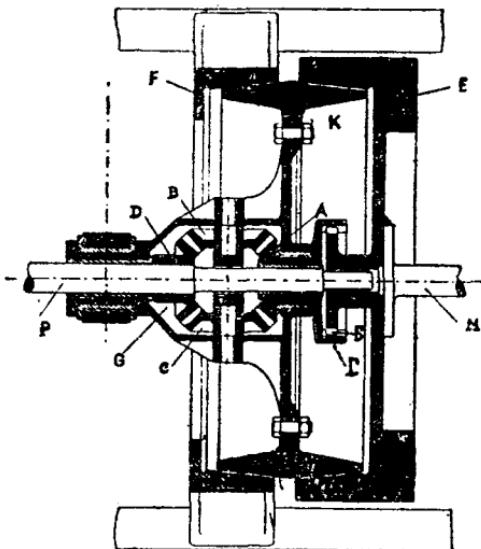


Рис. 52.—Механизмъ перемѣны вращенія, съ примѣненіемъ коническихъ зубчатокъ и тормазныхъ поверхностей. Даётъ передній и задній ходъ и промежуточное положеніе — разобщеніе. — *E*, маховикъ двигателя на концѣ колѣнчатаго вала *M*. — *A*, коническая зубчатка, соединенная съ валомъ двигателя. — *G*, коробка, могущая вращаться вокругъ оси и соединенная съ внутреннимъ маховикомъ *K*. — *B* и *C*, коническая зубчатки, вращающіяся на осахъ, укрепленныхъ въ коробкѣ *G*. — *D*, четвертая коническая зубчатка, наложенная на концѣ гребного вала *P*. *F*, тормазъ, въ который вдѣгается внутренній маховикъ *K* для получения обратнаго вращенія гребного вала.

состоит изъ коробки, прикрепленной къ основанию лапами F_{1-2-3} , (рис. 55). Ось двигателя A оканчивается квадратомъ, по которому передвигается втулка G_2 съ насаженной на нее зубчаткой B . Конецъ гребного вала A_2 оканчивается зубчаткой B_1 , сцепляющейся съ зубчаткой P_2 па второй передаточной оси $a_1 a_2$. Соединеніе оси двигателя съ гребнымъ валомъ можетъ происходить двумя способами: передачей черезъ всѣ пять зубчатокъ механизма, изъ которыхъ зубчатка P_4 насажена на оси a_4 , расположенной внизу коробки,—тогда получается задній ходъ; или же соединеніе достигается непосредственно передвиженіемъ втулки G_2 (черт. 3) влѣво посредствомъ вилки F (черт. 1 и 2). Тогда получается вращеніе винта для работы впередъ. Ось

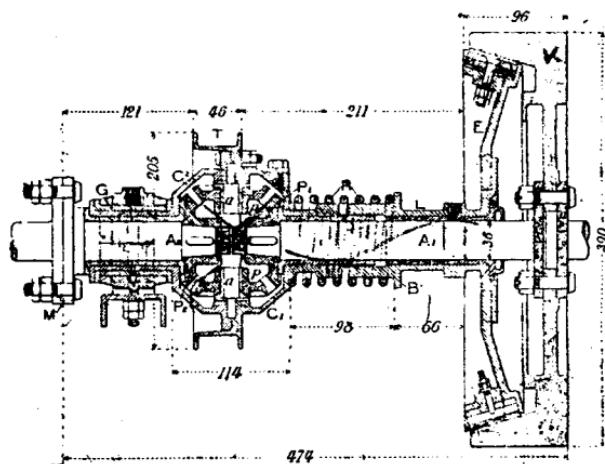


Рис. 53.—Механизмъ перемѣнъ вращенія и разобщенія двигателя отъ винта (гребного вала).— V , маховикъ.— E , конусъ сцепленія.— A , продолженіе главнаго вала двигателя.— A_2 , продолженіе гребного вала.— B , цилиндрическая насадка конуса, передающая вращеніе коробкѣ C, C_2 .— T , тормазный барабанъ.— P_1, P_2 , коническая зубчатки, насаженные на концахъ валовъ A, A_2 .— a , коническая зубчатки, свободно вращающіяся на осіахъ a , укрепленныхъ въ коробкѣ механизма (сателлиты).— M , дискъ сцепленія механизма съ гребнымъ валомъ.—Размѣры даны въ миллиметрахъ.

двигателя и гребной валъ составляютъ какъ бы одно цѣлое; сцепленіе производится посредствомъ замка на оконечности втулки G_2 . Такое сцепленіе называется въ автомобиляхъ прямымъ соединеніемъ. Къ преимуществамъ этого механизма относится доступность его для осмотра и легкость разработки, но при неумѣломъ пользованіи, легко повредить концы зубчатокъ. Также почти необходимъ механизмъ разобщенія, иначе переводъ зубчатокъ весьма затрудняется.

IV. Перемѣна хода съ примѣненіемъ электрической передачи и работы аккумуляторовъ представляется весьма удобнымъ рѣшеніемъ за ачи. Возможно обходиться и безъ аккумуляторовъ и въ такомъ случаѣ пользоваться динамо-машиной лишь для получе-

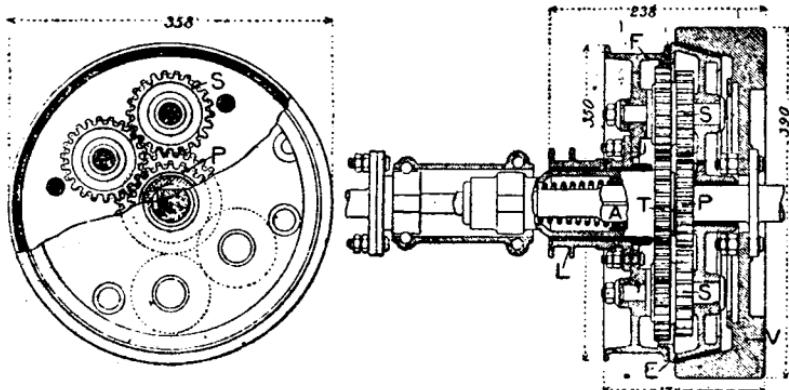


Рис. 54.—Механизмъ перемѣнны вращенія и разобщенія двигателя отъ винта—съ цилиндрическими зубчатками вмѣсто коническихъ. Механизмъ допускаетъ уменьшеніе числа оборотовъ винта сравнительно съ двигателемъ при обратномъ вращеніи.—*V* маховикъ двигателя.—*E*, конусъ сгѣленія.—*P*, зубчатка, насаженная на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

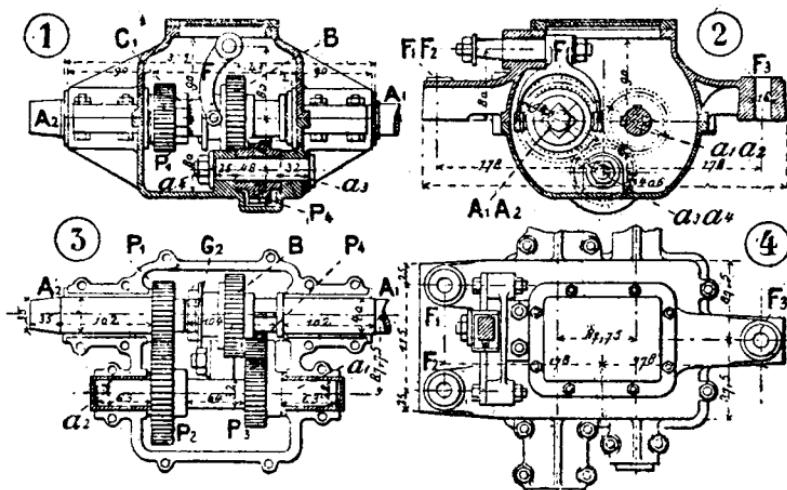


Рис. 55.—Механизмъ перемѣнны вращенія винта посредствомъ перестановки зубчатокъ.—*A*, конецъ колѣнчатаго вала двигателя.—*A*, конецъ гребнаго вала.—*a*, *a*, вторая передаточная ось съ насаженными на нее зубчатками *P*₂ и *P*₃.—*a*, *a*, третья передаточная ось, расположенная внизу, съ насаженной на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

ния обратного хода винта. Когда требуется работа винта впередъ, то производится съединение главной оси двигателя съ гребнымъ валомъ (механическое посредствомъ тренія), 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 сгоранія при увеличеніи числа оборотовъ и при переходѣ черезъ опредѣленное число оборотовъ въ минуту, напротивъ, уменьшается. Поэтому если сопротивленіе па лопастяхъ винта подогнано такимъ образомъ, чтобы оно соотвѣтствовало вращающему моменту двигателя, наибольшему достиженому, то дальнѣйшее увеличеніе числа оборотовъ винта уже невозможно, если бы понадобилось хотя бы временно увеличить скорость лодки или корабля.

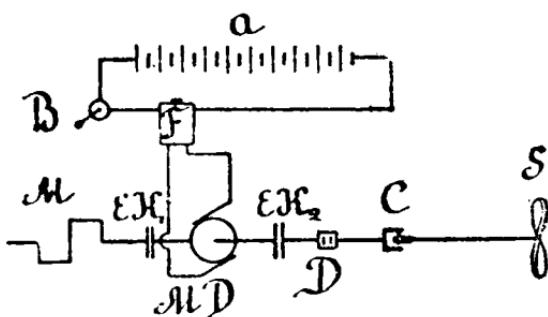


Рис. 56.—Схема бензино-электро-двигателя для моторныхъ судовъ и лодокъ.—*M*, бензиновый двигатель.—*MD*, электродвигатель—динамо-машина.—*a*, аккумуляторы.—*F*, распределитель.—*B*, переключатель.
EK, *EK₂*, магнито-электрическія съединенія.—*D*, упорные кольца.—*C*, карданъ.—*S*, винтъ.

Приходится слѣдовательно уменьшать сопротивленіе, 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 иѣкоторый 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 нормальному числѣ оборотовъ поверхности лопастей винта и разсчитаннаго шага.

Получается та же комбинація, бензино-электро-двигателя, которую пока безъ видимаго успѣха стараются примѣнить къ автомобиламъ. Затруднительность примѣненія подобной комбинаціи къ автомобилямъ происходитъ отъ того, что сопротивленіе вращенію движущихъ колесъ измѣняется рѣзко и значительно. Въ примѣненіи къ передвиженію по водѣ измѣненія эти могутъ быть вполнѣ точно расчитаны, 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. *M*, означаетъ бензиновый двигатель, соединяющійся посредствомъ электро-магнитическаго сдѣленія *EK*, съ продолженіемъ главнаго вала двигателя, на которомъ находится барабанъ электродвигателя (динамо-машины) *MD*. Электродвигатель работает отъ аккумуляторовъ *a*, причемъ въ цѣпи находится распределитель *F* и переключатель *B*. Ось электродвигателя можетъ соединяться посредствомъ магнито-электрическаго сдѣленія съ валомъ винта. *D* означаетъ упорные подшипники; *C*—карданъ, въ случаѣ направление 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 расположены на общемъ фундаментѣ, который только немнога длиннее, чѣмъ при бензиновомъ двигатѣлѣ. Если же при бензиновомъ двигатѣлѣ имѣется механическое приспособленіе для перемѣнъ вращенія винта, то длина фундамента почти такая же, какъ въ случаѣ бензино-электрическаго механизма. Для моторныхъ лодокъ среднаго и болыпого размѣра соединеніе двухъ видовъ двигателей, имѣющихъ тотъ же источникъ, энергию горѣнія бензина, очень удобно и выгодно, такъ какъ, кроме указанныхъ выше пунктовъ, позволяетъ пускать въ ходъ бензиновый двигатель посредствомъ электродвигателя. Электродвигателемъ же получаются и обратный ходъ. Электродвигатель безъ бензинового

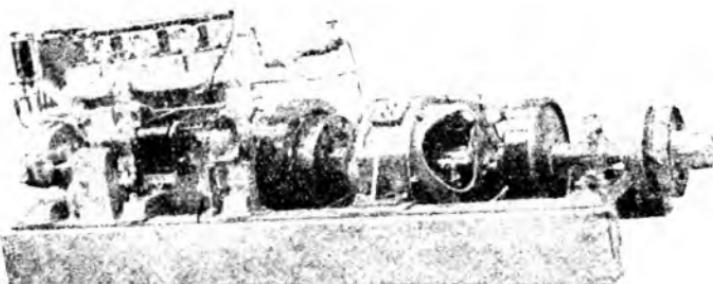


Рис. 57.—Общий видъ бензино-электрическаго двигателя для моторныхъ судовъ и лодокъ. Сдѣленіе двигателя съ валомъ винта достигается магнито-электрическими дисковыми механизмами.

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

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

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

Положеніе *A* обозначаетъ полное выключение всѣхъ механизмовъ. Линія тока отъ аккумуляторовъ къ электродвигателю разобщена. Магнето бензинового двигателя поставлено на короткое замыканіе; оба магнито-электрическіе механизмы сдѣленія разобщены 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 аккумуляторов. Сцепление *ЕК*, (рис. 56) съ винтом остается разобщенным, а сцепление между бензиновым двигателем и динамо-машиной, *ЕК*, действует. Короткое замыкание магнита прервано, и оно поэтому будет давать искры в свечках. Если теперь поставить распределитель на положение «перед», то динамо-машина, действуя, какъ электродвигатель отъ аккумуляторов, начнетъ вращаться и придастъ вращение бензиновому двигателю; онъ начнетъ тогда работать и становиться динамо-машину съ достаточной скоростью для того, чтобы напряженіе развивающееся въ ней тока превосходило несколько напряженіе аккумуляторной батареи и могло служить для ея подзарядки. Такъ какъ винтъ разобщенъ, то механизмъ можетъ действовать неопределеннное время, какъ динамо-машина для освещенія, выкачиванія воды посредствомъ отдѣльного электродвигателя и т. п. возможна подача тока на берегъ, чѣмъ на практикѣ и пользуются иногда владѣльцы такихъ моторныхъ лодокъ.

Третье положение *G* означаетъ совмѣстную работу бензинового и электрическаго двигателей на валъ винта. Одновременно съ переводомъ рычага на это положеніе, магнитъ электрическое сцепление *ЕК*, (рис. 56) начинаетъ действовать; одновременно начинаетъ действовать и сцепление *ЕК*, между двумя двигателями. Когда распределительное колесо будетъ поставлено на положеніе «перед», 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 действиемъ съ электродвигателемъ. Превращеніе электродвигателя въ динамо-машину происходитъ при этомъ положеніи,—если вращеніе вала винта ускоряется,—автоматически, такъ какъ при большомъ числѣ оборотовъ бензинового двигателя напряженіе, развивающееся динамо-машиной, больше, чѣмъ даваемое аккумуляторами, и аккумуляторы начинаютъ тогда подзаряжаться.

Не сдвигая переключателя, можно прекратить действие обоихъ двигателей новоротомъ распределителя *F* на положеніе «остановка». Тогда электродвигатель перестаетъ работать вслѣдствіе разобщенія линіи, а бензиновый двигатель вслѣдствіе короткаго замыкавія магнита.

Дальнѣйший поворотъ распределителя на положеніе хода назадъ разобщаетъ сцепление 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 поворачивать колесо распределителя *F* на одно изъ трехъ положеній: впередъ, остановка, назадъ.

Положеніе *B* переключателя означаетъ дѣйствіе только бензинового двигателя. Распределитель *F* (рис. 58) ставится на нулевое положеніе, и при этомъ дѣйствіе бензинового двигателя продолжается, такъ какъ короткое замыкание въ магните не происходитъ. Работа бензинового двигателя передается винту черезъ оба магнито-электрическихъ механизмы сцепленія. Регулировка числа оборотовъ бензинового двигателя будетъ происходить, какъ вообще въ бензиновыхъ двигателяхъ, перестановкой момента зажиганія и краномъ выпуска смеси.

Если надо получить ходъ назадъ, то перестановка распределителя на это положеніе заставляетъ 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 заднаго хода. Достигается это легко перестановкой распределительного вала съ добавочныи и кулачками.

Когда бензиновый двигатель не приспособленъ для работы въ обратномъ направлении, получается перегрузка электродвигателя, ввиду увѣличенного сопротивленія на лопастяхъ винта во время движения моторной лодки впередъ и поэтому совсѣмъ не держать долго при этихъ условіяхъ переключатель на положеніи *B*, а двигать его по-очереди на сосѣднія положенія *G* или *E*. Такимъ образомъ получается временнное прерываніе тока, и обмотка двигателя не такъ сильно нагревается. Впрочемъ, необходимость такой предосторожности показываетъ, что электрическая работа для получения заднаго хода въ этомъ аппаратѣ не вполнѣ разработана. Работа бензинового двигателя въ обратную сторону

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

Положение переключателя на *E* означаетъ работу только электродвигателя отъ аккумуляторовъ. Электромагнитное сцепление *ЕК*, съ бензиновымъ двигателемъ разобщено, тогда какъ такое же сцепление *ЕК*, съ винтомъ дѣйствуетъ. Магнито-электрическое зажиганіе не дѣйствуетъ, такъ какъ якорь магнита 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 нульевое 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 совмѣстной работы бензинового и электрическаго двигателей на моторной лодкѣ.

Графикъ 59 показываетъ результаты совмѣстного 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 сопротивленіе винта увеличивается пропорционально квадрату числа оборотовъ (диаграмма *S*). Тогда въ части направо отъ *n*¹ 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 отрѣзка ординаты. Ясно, что помощь электродвигателя должна соответствовать замѣчаемому недостатку величины момента вращенія, и величина *c' n*³ должна соответствовать отрѣзку *a' b'*.

При работе только бензинового двигателя оставался бы, слѣдовательно, излишокъ 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 двигатѣ, а это достигается посредствомъ вывода реостата, что усиливаетъ токъ въ тонкой обмоткѣ электромагнитовъ.

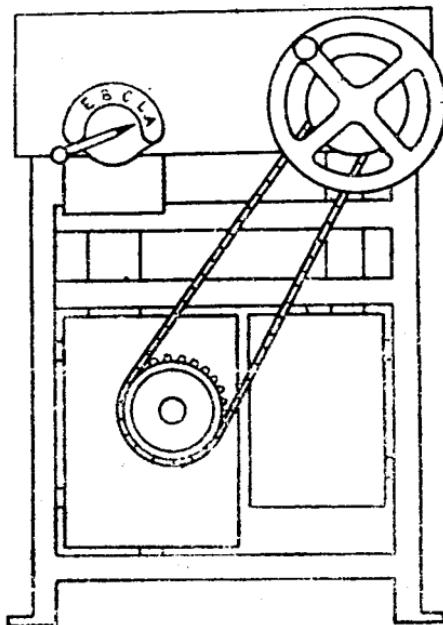


Рис. 58. Переключатель, соединенный съ распределителемъ и реостатами для управления бензино-электрической парой въ моторной лодкѣ, показанный на рис. 57. Съ левой стороны наверху переключатель сопрѣгательной, совпадающей послѣдовательно съ буквами *A, L, G, B, E*. Значеніе буквъ объясено подробно въ текстѣ. Съ правой стороны—распределитель, дающій передний и задний ходъ, нульевое положеніе и вводъ различныхъ сопротивлений.

Если не быть надобности производить быструю подзарядку аккумуляторов, или зарядки совершенно не требуется, то можно уменьшить выпуск газа въ бензиновый двигатель, и тогда схема дѣйствія бензино-электрической пары будетъ соотвѣтствовать пунктирнымъ линіямъ на томъ же чертежѣ 59. Работа бензинового двигателя сможетъ дать меньшее число оборотовъ, чѣмъ раньше, и будетъ равно n' . При всакомъ числѣ оборотовъ большемъ n' понадобится помошь электродвигателя. При числѣ оборотовъ меньшемъ указанного, будетъ оставаться запасъ, который позволить заряжать аккумуляторы, но примѣрно въ 3 раза медленнѣе, чѣмъ въ первомъ случаѣ. Слѣдующий графикъ 60 представляетъ яѣкоторое видоизмѣненіе предыдущаго, такъ какъ на немъ нанесены не моменты вращенія, а мощности бензинового двигателя (B) и электродвигателя (M и D), причемъ часть второй кривой—выше нулевой линии,—даетъ полезную работу электродвигателя.

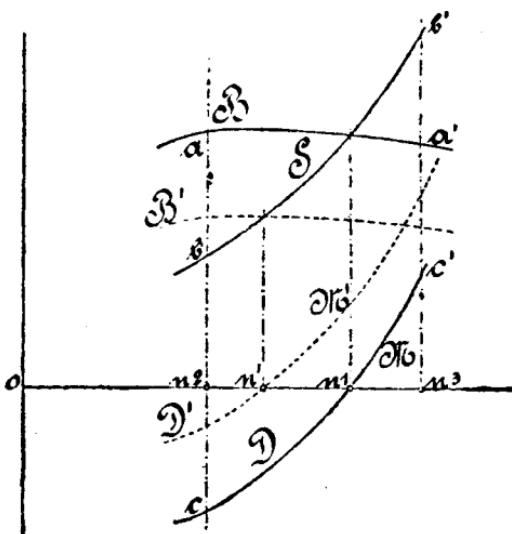


Рис. 59. Графикъ совмѣстнаго дѣйствія бензинового двигателя и электромотора, дѣйствующаго отъ аккумуляторовъ, при различныхъ скоростяхъ вращенія винта моторной лодки. Сплошныя кривыя даютъ величину момента вращенія при полной работе бензинового двигателя (на полномъ газѣ).— B , кривая вращающіи моментовъ бензинового двигателя.— $D M$, кривая вращающіи моментовъ, положительныхъ и отрицательныхъ, электродвигателя-динамо-машины.— S , кривая вращающіи моментовъ (сопротивленія) винта.— n^2 , число оборотовъ, при которомъ получается наиболѣе быстрая подзарядка аккумуляторовъ.— n^3 , наиболѣшее число оборотовъ, при которомъ вращающій моментъ электродвигателя вмѣстѣ съ бензиновыми двигателями можетъ преодолѣвать сопротивленія винта.— n' , число оборотовъ, при которомъ электродвигатель не работаетъ и не служить динамо-машиной для зарядки аккумуляторовъ.— B' , линія вращающаго момента бензинового двигателя при уменьшеннѣе пускѣ газа.— $D' M'$, линія вращающаго момента электродвигателя-динамо-машины при уменьшеннѣе газа.— n' , уменьшеннѣе число оборотовъ при уменьшеннѣе выпускѣ газа, когда электродвигатель не проявляетъ своего дѣйствія (подобно n').

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 пересѣкаются только въ одной точкѣ. Слѣдовательно, только при числѣ оборотовъ n' работа бензинового двигателя будетъ соотвѣтствовать сопротивленію и работѣ винта. При числѣ оборотовъ большемъ, потребуется помошь 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 пересечения 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 чрезмѣрна и электродвигатель не сможетъ работать съ такой перегрузкой долгое время.

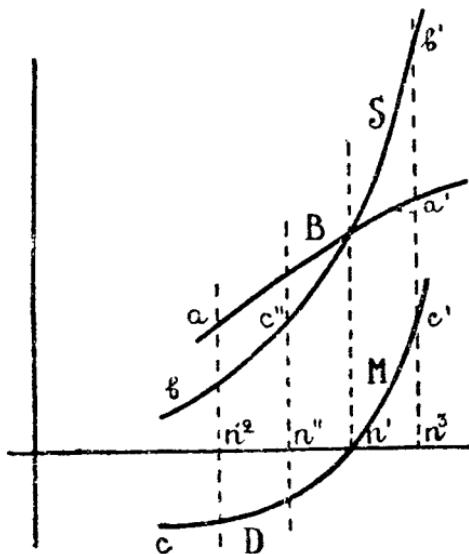


Рис. 60. — Графикъ совмѣстнаго дѣйствія бензинового двигателя и электромотора при различныхъ скоростяхъ вращенія винта. Кривыя даютъ мощности вместо моментовъ вращенія данныхъ на рис. 59. Обозначенія тѣ же, кроме n'' , означающей наибольшее число оборотовъ, достичимое при работѣ только электродвигателя.

На моторныхъ лодкахъ и судахъ совмѣстное дѣйствіе двухъ роторовъ 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 имѣть свои преимущества. Достигается также большая безопасность, такъ какъ уменьшается количество бензина, возимаго съ собой. Можно совершенно не брать бензина па бортъ, заряжая аккумуляторы лишь во время стоянки у пристани, подавая бензинъ посредствомъ трубки съ берега прямо къ карбюратору.

Представитеlemъ первого типа можетъ считаться одна изъ большихъ моторныхъ лодокъ, построенная заводомъ *Сименсъ*.

При длине лодки 12,6 метра и ширине 2,4 метра, бензиновый двигатель поставлен въ 35 лошадиныхъ силъ, тогда какъ электродвигатель развиваетъ отъ 4, а съ перегрузкой на короткое время до 8 лошадиныхъ силъ. Общий вѣсъ батареи 500 кило, а радиусъ дѣйствія 15 километровъ, такъ какъ возможно пройти на аккумуляторахъ не болѣе 30 километровъ при 3-часовой разрядкѣ. Какъ известно, 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 дѣйствіе двухъ родовъ двигателей даетъ болѣшую скорость, какъ ясно изъ графиковъ 59 и 60. Электрическое освѣщеніе, кухня и сигнализациѣ также увеличиваютъ значеніе смижанной 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 Сименсъ.

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 болѣшой сравнительно съ предыдущей длине лодки, 13,7^{1/2} м., и ширинѣ 2,6 м., получилось гораздо болѣшее 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 уѣхать собственно на аккумуляторы 2,8 тонны, т. е. 2.800 кило, и раздѣлить эту 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 обоихъ двигателей даетъ 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. Растояніе вполнѣ достаточное.

Возможны самые разнообразные комбинации относительной мощности бензинового двигателя и электромотора. Каждая фабрика, занимающаяся постройкой таких механизмовъ, дѣлаетъ то, что ей заказываютъ. Бензино-электрическая комбинація именно

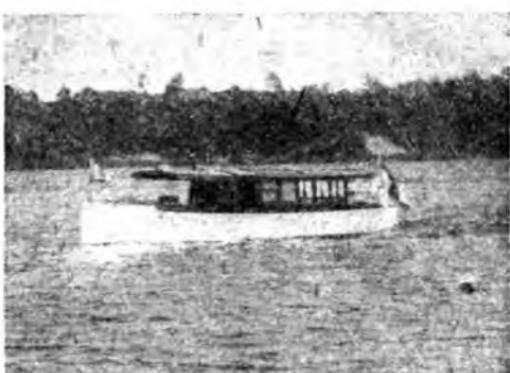


Рис. 62. — Бензино-электрическая моторная яхта съ увеличенной емкостью аккумуляторовъ. Наибольшая длина попалубъ 13,7 м.; ширина—2,6 м.; водоизмѣщеніе—9,37 т.; бензиновый двигатель 20 л. с. Электродвигатель безъ перегрузки развиваетъ до 8 л. с. и самостоятельно даетъ скорость 12 километровъ.

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-никеллевыми аккумуляторами можно сократить вѣсъ батареи на $\frac{1}{3}$.

V.

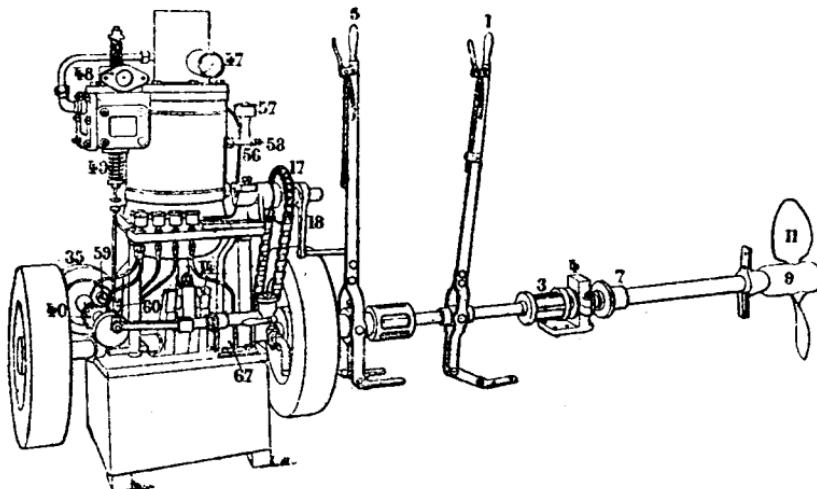
Пускъ двигателя въ ходъ.

Способы пуска отъ руки и автоматические. 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 приспособлениемъ, показаннымъ на рис. 63 и состоящимъ изъ отдельно 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 работает 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, придающей 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.



въ двухтактный. Какъ та, такъ и другая система требуетъ иѣко-
торыхъ приспособлений. Въ первомъ случаѣ долженъ быть особый
распредѣлитель сжатаго воздуха, впускающій воздухъ подъ особый
клапанъ въ тактъ, соотвѣтствующій рабочему ходу, а во второмъ
случаѣ распредѣлитель долженъ подавать сжатый воздухъ во
время каждого оборота, т. е. въ первый и третій такты. Выпускной
клапанъ долженъ открываться тогда также по системѣ двух-
тактнаго, 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.

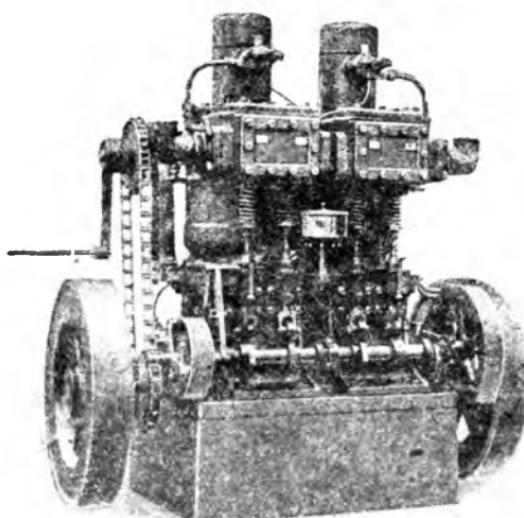


Рис. 64.—Рукоятка для пуска въ ходъ двухцилиндроваго лодочнаго
двигателя тяжелаго-типа, помѣщенная на добавочной оси у верхней
части цилиндровъ. Ось на подставкѣ, привинченной къ основанию
цилиндровъ. Вращеніе передается цѣпью. Отношеніе зубчатокъ таково,
что вращеніе несолько облегчается. Двигатель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

Аккумуляторы болѣе примѣнимы, но они должны быть довольно
большой емкости, иначе большое напряженіе, потребное для
пуска, можетъ ихъ быстро испортить. Сочетаніе работы аккуму-
ляторовъ съ бензиновымъ двигателемъ, описанное нѣсколько
ранѣе въ подъотдѣлѣ IV, пока еще рѣдко встрѣчается, а ставить
электродвигатель только для пуска въ ходъ, конструкторы избѣ-
гаютъ. 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.

Оборудование лодки.

Различные типы лодокъ и моторныхъ судовъ, въ зависимости отъ ихъ назначения. Устройство какъ. Обязательныи и дополнительныи принадлежности. Уть и роскоши.

Въ подотдѣлѣ IV разсмотрѣны различные типы корпусовъ лодокъ, главнымъ образомъ, въ примѣненіи къ быстрому передвиженію.

Для нагляднаго сравненія съ другими типами моторныхъ лодокъ помѣщаемъ здѣсь рисунокъ большои 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 «теплоразводимый». При той же длине корпуса водоизмѣщеніе гораздо меныше, чѣмъ типа крейсерскаго, а тѣмъ болѣе — промысловаго. (см. с. 110, рис.).

Двигатели внутренняго сгоранія весьма примѣнены 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 па борту надежный двигатель.

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

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

Промысловая суда, главнымъ образомъ, встрѣчаются *рыболовные*. Двигатель почти всегда ставится какъ подсюорье 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 водоизмѣщениемъ 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 не сколько минутъ. Съ такимъ спаряженіемъ лодка не боится ни штиля, ни внезапно налетѣвшаго шквала, и можетъ входить и выходить изъ порта, несмотря на береговыя течепія, а на открытой водѣ продолжаетъ путь подъ парусами. На налубѣ 3 маленькихъ шлюпки-тузика.

Лодка нѣсколько большаго водоизмѣщенія—показана на рис. 67.

Водоизмѣщеніе этого промысловаго судна 50 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, по въ дополненіе долженъ тянуть большую рыболовную морскую сѣть со скоростью, по крайней мѣрѣ, 1 узла въ часъ. Эта поставленная задача легче выполнима съ двигателемъ, чѣмъ подъ парусами.



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

Внутреннее устройство парусного промыслового 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 промыслового рыболовства такой переходъ уже не желателенъ, такъ какъ первоначальная затрата, и содержаніе значительно удорожаются.

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

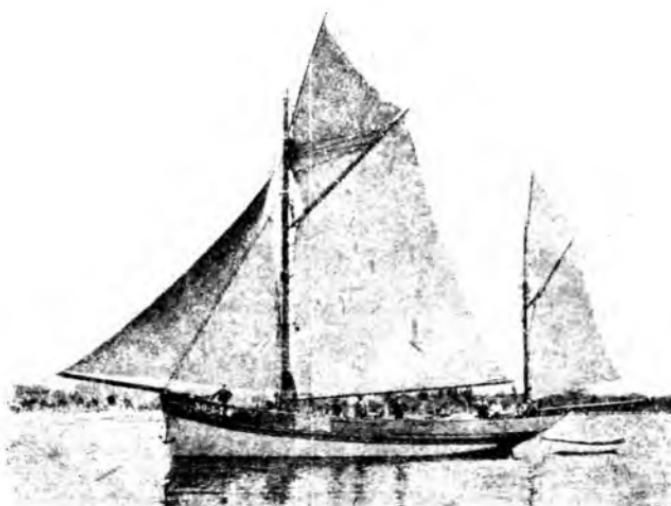


Рис. 67.—Промысловое рыболовное судно въ 50 тоннъ съ вспомогательнымъ двигателемъ внутренняго сгоранія въ 25 л. с.

могъ производиться вахтеннымъ рулевымъ. Винтъ сдѣлался 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.

Ловъ 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 иѣсколько меньшее, чѣмъ для паровыхъ, гдѣ въ среднемъ считается ф. ст. 800.

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

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

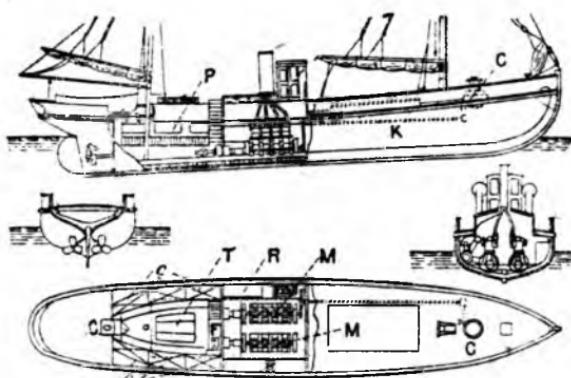


Рис. 68. — Планъ палубы и вертикальные разрѣзы промысловаго рыболовнаго судна съ двумя вспомогательными двигателями по 60 л. с.—C, кабестанъ отъ двигателя.—M, двигатели.—P, каюта для экипажа съ ливанами с.—F, кухня—K, трюмъ.—R, резервуары для жидкаго топлива.

Въ этой яхтѣ установленъ двигатель въ 70 лошадиныхъ силь-
-х -цилиндровый. диаметръ поршня 165 м/м.; ходъ поршня—
203 м/м., длина по ватерлиниѣ 32,63 метра, наибольшая ширина

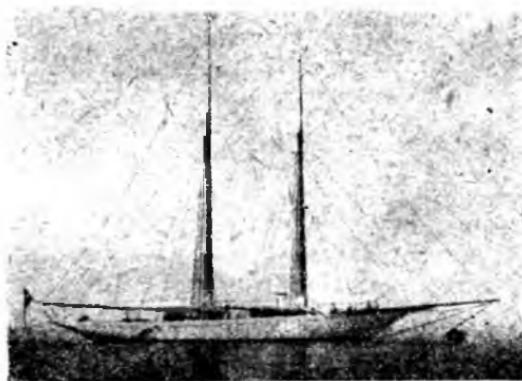


Рис. 69.—Яхта въ 236 тоннѣ; 32,63 метра длины «Elisabet», англійской постройки, съ вспомогательнымъ 4 -цилиндровымъ двигателемъ Парсона въ 70 лошадиныхъ силь. Скорость 10,6 кил. въ часъ. Рангоутъ не упрается.

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

Въ маленькихъ яхточкахъ постановка вспомогательнаго двигателя невозможна безъ отступлениі отъ принятыхъ красиныхъ линій легкихъ корпусовъ гоночныхъ и полугоночныхъ яхтъ, такъ какъ нагрузка въ нѣсколько пудовъ па 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 спабжена двигателемъ въ 5 л. с. Получила призъ за экономичность; расходъ около 4 коп. на километръ.

Моторные 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.

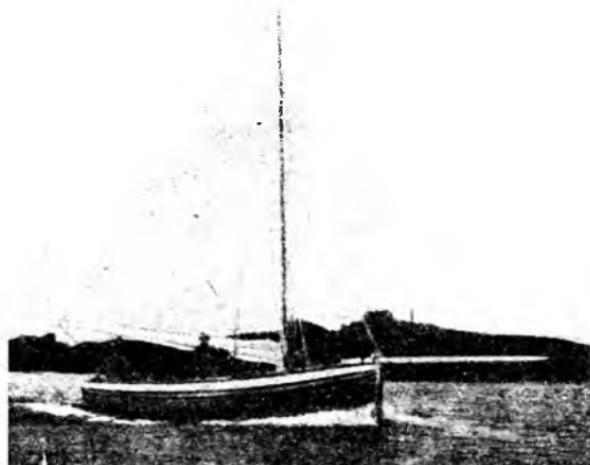


Рис. 70. — Небольшая парусная яхта (*Yachtie*) въ 3,9 тонны съ двигателемъ въ 5 л. с.

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 отдельными комнатами — спальнями, каютъ компанией, кухней и комнатой 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; отделька 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,

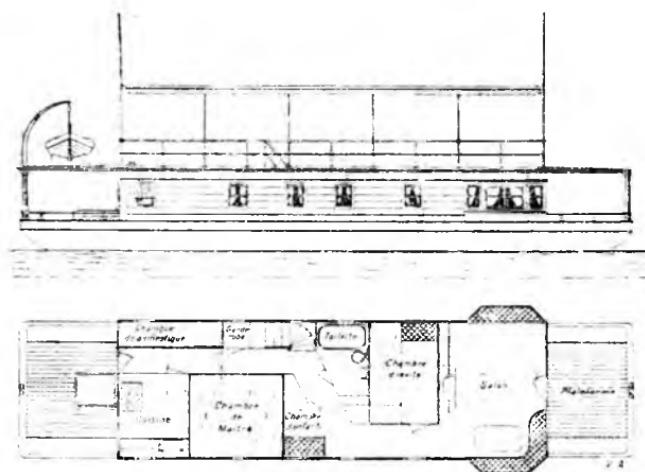


Рис. 71.—Боковой видъ и планъ французской плавучей дачи небольшихъ размѣровъ, цѣнностью около 5000 фр. Три спальныхъ мѣста и комната для прислуги.

даже если берегъ не обрывистый. Это даетъ возможность, гдѣ только закопъ 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 напримѣръ, показанная на рис. 73. Эта дача принадлежитъ не частному лицу, а одному изъ клубовъ водного спорта на Темзѣ.

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

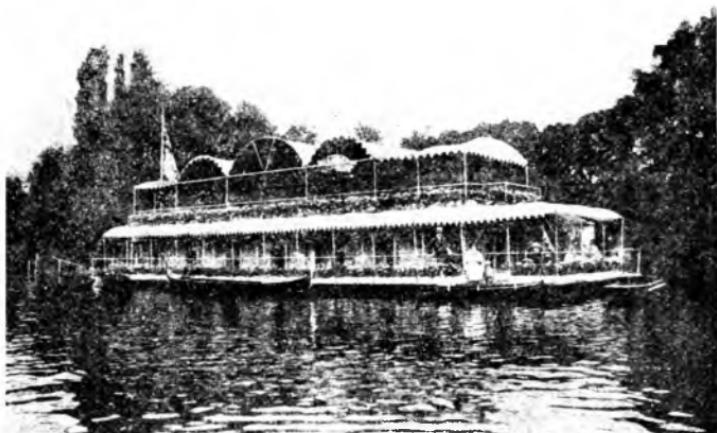


Рис. 73.—Плавучая дача большихъ размѣровъ съ роскошной отдѣлкой. Помѣщеніе клуба водного спорта на Темзѣ.



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

Устройство кають. Въ сравненіи съ пебольшими судами, снабженными паровыми машинами, моторные лодки и мелкія суда оказываются гораздо болѣе удобными при томъ же водоизмѣщеніи, по внутреннему своему расположению. 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 катере, въ 12 метровъ длины, почти нѣтъ возможности устроить каюты. Моторная лодка въ 12 метровъ, какъ напримѣръ изображенная на стр. 38, имѣть уже вполне помѣстительную каюту съ двумя спальными мѣстами и большой камбузъ спереди, въ которомъ, въ случаѣ падобности, 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 каюты, такъ и о постройкѣ ихъ изъ легкаго и прочаго материала, чтобы, при небольшихъ водонизмѣщеніяхъ не нагружать лодки.

Основнымъ типомъ каюты небольшой лодки остается расположение дивановъ служащихъ и спальными мѣстами, по бортамъ, ири чёмъ каюта дѣлается проходной. Устроить каюту непроходной можно лишь на лодкахъ, значительно большого водоизмѣщенія. Внутренній видъ одной изъ каютъ показанъ на рис. 75, где видна довольно изящная отдѣлка.

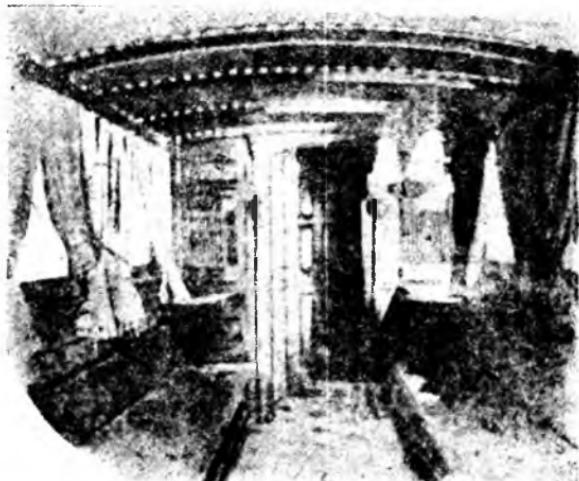


Рис. 75.—Внутренній видъ каюты съ двумя диванами на моторной лодкѣ небольшого водоизмѣщенія,—около 12 метровъ длиной.

Въ сравненіи съ паровой машиной, двигатель моторной лодки почти не даетъ замѣтнаго нагреваія стѣнки каюты, прилегающей къ машинному отдѣлению, и можно пододвигать стѣнку весьма близко къ самому двигателю. При прочномъ фундаментѣ дрожаніе дѣлается незамѣтнымъ, и лодка приобрѣтаетъ 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 силюнгутой воронки, и тогда на быстромъ ходу за воронкой образуется вихревое движение, также способствующее охлажденію остатка газовъ.

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

Обязательная принадлежность. Всякая лодка должна быть снабжена дѣлыми рядомъ предметовъ, необходимыхъ для избавленія или, какъ говорятъ «снаружи».

Кромѣ двигателя съ винтомъ, спѣшлениемъ и перемѣнной хода, а также рулевого управления, необходимъ якорь, лучше всего однокованый, съ таковой же цѣпью длиною отъ 5 до 8 сажень, смотря по глубинѣ водного бассейна. Длинная цѣпь способствуетъ лучшему захватыванію и надежнѣе при шквалѣ, на течениі или на сильной волнѣ. Въ маленькихъ лодкахъ примѣнѣмъ, вмѣсто цѣпи, певь-

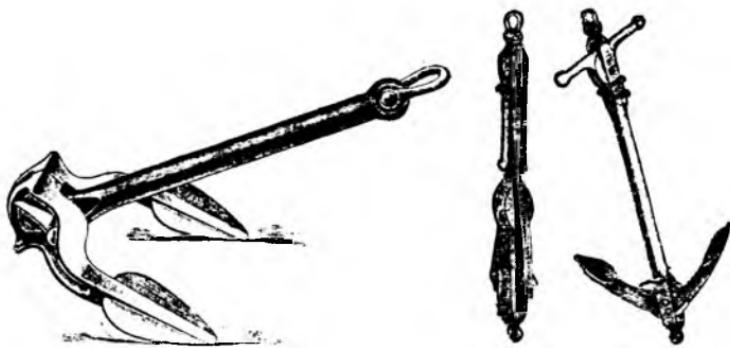


Рис. 76.—Различные системы якорей, удобныя для небольшихъ лодокъ и судовъ. Слѣва американскій безъ верхнаго штока съ поворотными лапами. Справа весь складной, наиболѣе удобный для малыхъ лодокъ.

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

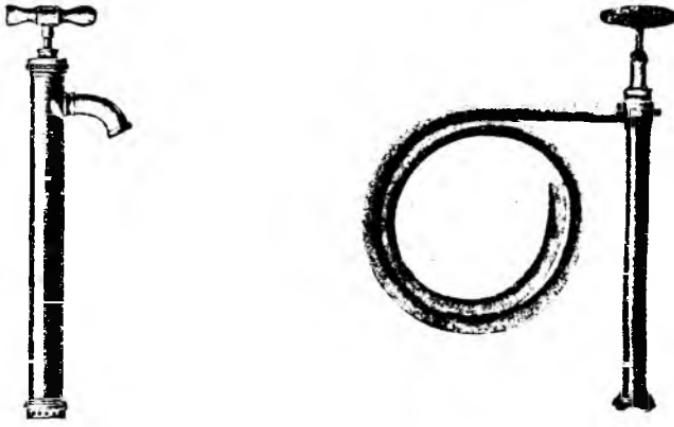


Рис. 77.—Водоотливные насосы. *Левый*—съ короткой отливной трубой; *правый*—съ длинной резиновой трубкой до 5 фут. Второй удобнѣе, такъ какъ можетъ работать посрединѣ лодки и не надо наклонять его.

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

Для плаванія вдали отъ берега и вообще изъ предосторожности на случай тумана или шквала, слѣдуетъ имѣть компасъ, лучше всего съ везамерзающей жидкостью, такъ называемою «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** (механический) для опредѣленія пройденного пути. **Сигнальный аппаратъ** также необходимъ. На паровыхъ катерахъ надежно дѣйствуетъ свистокъ, а здѣсь приходится ставить или обыкновенный гудокъ (автомобильный), или сирену автомо-

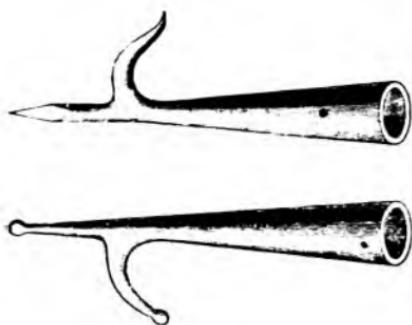


Рис. 78.—Различные типы багровъ (накопечинъ). Верхній — съ острыми концами — обыкновенный. Нижній — съ закругленными — яхтенный. Первый значительно удобнѣе и надежнѣе. Закругленные концы часто соскальзываютъ.

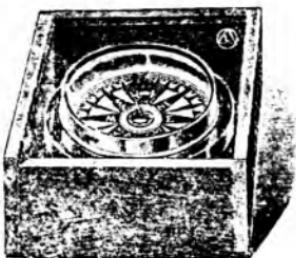


Рис. 79.—Компасъ для моторной лодки, съ ходкостью, въ закрытомъ деревянномъ ящикѣ. Компасъ «морскаго» типа, выравнивающейся во всѣхъ направлѣніяхъ.

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 иметь пару **весель и откидныя уключины** (рис. 81). Нужны фонари для обязательныхъ огней: **бортовыхъ** (праваго—зеленаго, лѣваго—краснаго, переднаго называемаго «марсоваго» бѣлого, и бѣлого для показыванія съ кормы нагонающими судамъ). Такой же фонарь со свѣтомъ по всему кругу необходимъ при стоянкѣ на якорѣ.

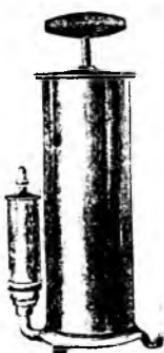
Существуетъ, кроме того, весьма большое число **меньше обязательныхъ** принадлежностей, какъ-то, чушки, плосы, люки, съ различного типа крышками, фентиляторы, стаканы для тенина и флага и т. и. Многія изъ этихъ принадлежностей слишкомъ дороги, чтобы возможно было ставить ихъ въ тѣхъ случаяхъ, когда заботятся объ удешевлениіи цѣны лодки. Въ общемъ же вѣсъ они полезны и увеличиваютъ удобства и удовольствіе водного спорта.

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

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

Иные предпочитаютъ ходить даже въ далекія плаванія безъ наемной команды, въ своей тѣсной компании спортивеновъ, и тогда удобнѣе ставить двигатель ближе къ носовой части, чтобы вся середина корпуса и кор-

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



мовая часть составили одно цѣлое. Небольшое свободное пространство спереди остается для склада провизіи и мореходныхъ принадлежностей.

Возможно ставить двигатель и ближе къ кормѣ; тогда вѣсъ каютъ помѣщаются въ передней части.

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

Различное расположение каюта, показано на стр. 38 и 39, а чѣмъ больше водонизмѣщеніе лодки, тѣмъ болѣе разнообразно можетъ быть и расположение каюта.

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



Рис. 81.—Откидная уключина, полезная для моторныхъ лодокъ малой и средней величины.

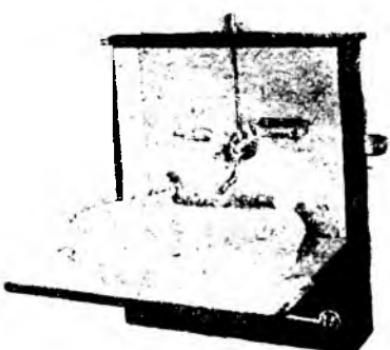


Рис. 82.—Откидной умывальникъ, удобный для яхтъ, такъ какъ въ поднятомъ видѣ почти не занимаетъ мѣста.

Но одно удобство расположения не даетъ еще полнаго уюта, и многие не жалѣютъ денегъ на украшеніе внутреннихъ помѣщений яхты всѣми предметами, придающими въ общей совокупности уютъ какъ комнатѣ дома, такъ и яхтѣ яхты. Перечислять всѣ эти предметы неѣть возможности, надо лишь имѣть въ виду, что все кажущееся излишнимъ въ короткомъ плаваніи, скрашиваетъ однообразіе болѣе продолжительного плаванія.

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

Установка двигателя. Двигатель устанавливается на фундаментъ, который дѣлается изъ дерева или изъ жѣлѣза. Деревянный фундаментъ (рис. 83.—справа) дѣлается изъ двухъ толстыхъ плавокъ, поставленныхъ на ребро и соединенныхъ какъ между собой, такъ и со шпангоутами лодки посредствомъ иѣсколькоихъ поперечныхъ плавокъ, по одной у каждого шпангоута. Металлический фундаментъ дѣлается изъ полосового жѣлѣза, которому придана рельсобразная форма

или тавровая (рис. 83—левая сторона). Вместо поперечныхъ планокъ, ставится такое же тавровое желѣзо въ поперечномъ направлениі и прикрепывается къ металлическому днищу лодки. Фундаментъ самъ по себѣ укрепляетъ лодку и чѣмъ онъ длиннѣе, тѣмъ лучше. Во избѣжаніе вредныхъ сопротивлений и расщатыванія корпуса лодки, всѣ передаточные механизмы, а также упорный подшипникъ гребного вала, должны быть прикреплены къ тому же фундаменту.

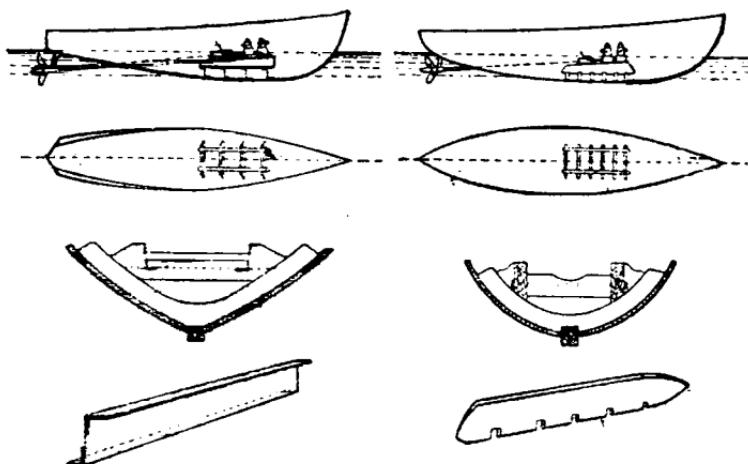


Рис. 83.—Установка двигателя и передаточныхъ механизмовъ на фундаментѣ. Слѣва—металлическій фундаментъ; справа—деревянный.

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

VII.

Практическіе совѣты и обязательные правила для передвиженія по водѣ.

Управлениіе лодкой. Рулеваніе 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 стынки.

Въ подъотдѣлѣ III-мъ объяснено дѣйствіе руля. Практика управлениія 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 волнъ цѣлое ведро воды, а другой проходитъ по такимъ же волнамъ почти безъ брызгъ. Зависитъ это, главнымъ образомъ, отъ умѣнія выбирать соответствітельный уголъ курса лодки къ направлению волнъ. Итти прямо противъ волнъ—лодку очень заливаетъ; итти бокомъ или почти бокомъ къ волнѣ—опасно, такъ какъ можетъ перевернуть и во всякомъ случаѣ получается ненрѣятная качка. На сколько-нибудь крутыхъ волнахъ лучше всего держаться подъ угломъ въ 45° , уменьшая скорость движенія,

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

Если же курсъ далеко отстуپаетъ отъ угла въ 45° , по направлению къ волнѣ, какъ напр., изъ точки *A* въ точку *B*, когда направление волнъ показано стрѣлкой *C*, то при крутой волнѣ приходится ити по курсу, показанному извилистой линіей, съ однимъ большимъ перегибомъ *D* приблизительно подъ прямымъ угломъ. Если разстояніе между точками слишкомъ велико, чтобы можно было ити обходнымъ путемъ съ однимъ лишь поворотомъ, то идти по линіи съ нѣсколькими поворотами, не переходящей то по одну, то по другую сторону начиннаго курса.

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

На спокойной водѣ рулевованіе какъ бы проще, но на большихъ скоростяхъ представляеть 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 сажень, 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.

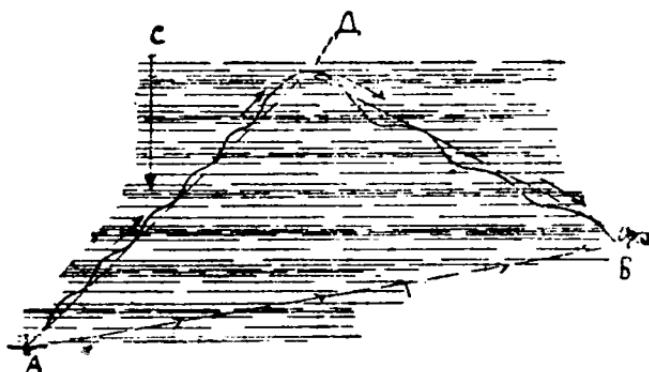


Рис. 84.—Отступленія отъ намѣченного курса при сколько-нибудь крутой волнѣ, идущей не подъ угломъ 45° къ курсу *AB*. Лодка идетъ по пути *ACD*, держась подъ угломъ въ 45° къ направлению волны *C*. Чѣмъ лодки къ тому же идетъ по нѣсколько извилистой линіи, противодѣйствуя вліянію и опасности отъ каждой отдельной волны.

Правила для предупрежденія столкновенія судовъ въ морѣ. Моторныя лодки, въ особенности небольшихъ размѣровъ, рѣдко выходятъ въ открытое море и вблизи берега, если только движение происходитъ вѣтромъ порога. обязательны правила, установленные для открытой воды. Только на рѣкахъ бывають особыя правила.

Раз положеніе судовъ. Два судна, имѣющія механическіе двигатели, соблюдаются при взаимныхъ встрѣчахъ слѣдующія правила.

Если приближаются одинъ къ другому прямо навстрѣчу или почти противоположными курсами, то каждое должно нѣсколько измѣнить курсъ вправо, расходясь съ вѣтвями 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 вираж, чтобы обойти встрѣчное за кормой, по не стараться усилить ходъ, и рѣжкои передъ встрѣчнымъ (т. наз. «обрѣзать нѣсъ»). Судно, которому даютъ дорогу, должно ити 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 избѣженіе столкновенія отъ ошибки маневра, дается послѣ предупредительного сигнала встрѣчи (одного продолжительного гудка), сигналъ флагомъ, а въ ночное время бѣлымъ фонаремъ, въ такую сторону встрѣчному слѣдуетъ держаться (такъ наз. «отмакиваться»). Флагъ или фонарь (бѣлый) переносится къ соотвѣтственному борту и дается продолжительный знакъ, опуская сигналъ полукругомъ наружу.

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

Ночью всѣ суда несутъ **отличительные огни**. Царовыя и вообще механическія суда имѣютъ отличительные огни — красный слѣва и зеленый справа и переди, нѣсколько выше, бѣлый огонь «марсовый». Боковые огни должны быть видны на 10 румбовъ, т. е. на $112\frac{1}{2}$ °, начиная съ носовой линіи. Такимъ образомъ, сзади попечерной линіи (траверса) красный и зеленый огонь видны на $2\frac{1}{2}$ ° или на 2 румба, что составляетъ четверть прямого угла. Бѣлый огонь долженъ быть виденъ на 20 румбовъ. Парусные суда передняго бѣлого 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 таѣ, чтобы не быть видимъ съ носа. Мелкія парусные шлюпки и небольшія моторные лодки могутъ имѣть одинъ бѣлый огонь, освѣщающій по всему кругу.

На якорѣ обязательенъ **бѣлый круговой огонь**, но поставленный вѣрхомъ выше.

При стояніи на мели на пути слѣдованія судовъ, надъ бѣлымъ огнемъ держать два красныхъ, также круговыхъ. Судно, не могущее управляться, держать 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 каждого протяжного 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 отвѣтывать на услышанный чужой сигналъ.

Сигналы бѣдствія состоять изъ безпрерывно подаваемыхъ звуковыхъ сигналовъ въ соединеніи, если можно, съ выстрѣлами. Также пускаютъ ракеты, приpusкаютъ 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 болѣе, чѣмъ на пароходѣ. Бензинъ легко воспламеняется, если бакъ или соединительные трубы имѣютъ гдѣ-либо течь. Поэтому, чтобы плаваніе на моторной лодкѣ было почти столь же безопаснѣмъ, какъ на другихъ судахъ, необходимо измѣнить себѣ отъ послѣдствій протеканія бензина. Резервуары должны быть尽可能 прочные, и лучше всего изъ *красной* латы, затѣмъ идти по надежности *желтая* мѣдь, а затѣмъ *мягкая листовая сталь*. Послѣдній материалъ примѣняется для большихъ резервуаровъ. Пазы должны быть на заклепкахъ и зашиты: могутъ быть просто залиты послѣ двойного загиба. При листовой стали можно ставить заклепки или сваривать ацетиленомъ. Затѣмъ можно лудить или покрыть щѣдру гальваническимъ путемъ.

Резервуары большихъ размѣровъ должны имѣть перегородки съ отверстіями, 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 течь трудно найти или даже замѣтить и еще труднѣе ее уничтожить. При столкновеніи и малѣйшемъ поврежденіи корпуса, бензинъ вытечетъ весь, при чмъ можетъ заливть 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 маленький резервуаръ, то опасность пожара чрезвычайно уменьшается.

Трубы должны быть мѣдные, скрѣпляться съ резервуаромъ посредствомъ нажимной гайки, и въ этомъ мѣстѣ на резервуарѣ должна быть налана или наварена накладка.

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

Подъ карбюраторомъ долженъ быть металлический листъ съ загнутыми краями со стокомъ для бензина, вытекающаго изъ карбюратора въ особыи стаканчики, изъ которыхо его можно время отъ времени удалять.

Въ моторныхъ лодкахъ болѣе, чмъ въ автомоиляхъ, обязательно пользованіе во всасывающей трубѣ металлическими сѣтками для предохраниенія отъ всыпки въ карбюраторѣ. Выпускная труба можетъ быть или желѣзная, или стальна; 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 выдерживать случайныи всыпки въ немъ, а можно обходиться и безъ него. Выпускная труба должна имѣть колѣно, лежащее выше уровня воды и снабженное въ верхней точкѣ маленькимъ отверстиемъ, чмъ избѣгается всасываніе воды въ двигатель на стоянкѣ.

Во избѣженіе вакуумія гаузовъ у двигателя, въ лодкахъ, гдѣ двигатель въ совершенно закрытомъ помѣщеніи, необходимо все время выкачивать со дна машинного отдѣленія всѣ жидкости, которыя тамъ собираются: масло, бензинъ въ смѣси съ водой. Этимъ предохраниютъ отъ воспламененія гаузовъ въ самомъ помѣщеніи машинного отдѣленія. Почти необходимо имѣть огнетушитель той или иной системы.

Спасательныи приспособленія. Возможность пожара на водѣ заставляетъ болѣе, чмъ опасность потопленія лодки, имѣть спасательныи 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, бери на буксиръ потерпѣвшую аварію лодку. Необходимо имѣть, соответствующей толщины канатъ или трося и умѣть, не останавливая вполнѣ хода, взять другую лодку на буксиръ, или же подать конецъ на другую лодку, которая будетъ буксировать.

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

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

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

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

О т дѣлъ 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 автомобильного типа не обязательно на водѣ. Допустимость и даже преимущества двухтактныхъ. Связанные съ сравнительнымъ увеличеніемъ вѣса частей отличія въ наружномъ видѣ и въ пусковыхъ приспособленіяхъ.

1. Почему примѣненіе четырехтактныхъ двигателей автомобильного 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 испльзованіе 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 скростию, которую желаютъ достичь). Увеличеніе же вѣса двигателя будетъ увеличивать и вѣсъ всего автомобиля. Слѣдовательно, при двухтактномъ двигателе 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 двигателе имѣть отчасти то же значеніе, что и первая, такъ какъ для одинаковаго пробѣга придется брать большее по вѣсу количество горючаго материала. Кромѣ того существуетъ и важный вопросъ экономіи; при продолжительныхъ пробѣгахъ разница въ стоимости горючаго материала 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 материала, такъ какъ главное условіе, дающее такую экономію—сильное сжатіе смѣси передъ вспышкой. Это именно условіе и трудно достичимо въ двухтактныхъ двигателяхъ малаго размѣра.

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

Всѣ эти замѣчанія не могутъ относиться къ большимъ судовымъ двухтактнымъ двигателямъ, мощностью болѣе 100 л. с. на каждый цилиндръ, где 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 работе, что обусловливается тѣмъ, что при каждомъ оборотѣ колѣнчатаго вала получается одинъ рабочій ходъ. Вмѣстѣ съ тѣмъ сжатіе, а слѣдовательно и давленіе газовъ при вспышкѣ нѣсколько менѣе отчего и толчки, ощущаемые при работе такого двигателя, значительно слабѣе. Къ этому надо добавить, что во время рабочаго хода въ большинствѣ двухтактныхъ мелкихъ двигателей получается сжатіе смѣси въ картерѣ, отчего сила обратнаго давленія на корпусъ двигателя въ теченіе рабочаго хода еще нѣсколько уменьшится. Двухтактные двигатели особенно примѣнны тамъ, где относительная мощность, считая по вѣсу двигателя, не имѣетъ особеннаго значенія. Дѣйствительно на моторныхъ лодкахъ, яхтахъ, даже небольшихъ судахъ, двухтактные двигатели встрѣчаются въ болѣшомъ числѣ. Тутъ увеличеніе вѣса资料 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 длины корпуса. Одноцилиндровый четырехтактный двигатель надо считать совершенно непримѣннымъ для моторныхъ лодокъ и яхтъ,—такъ сильна и непріятна дрожь, когда двигатель работаетъ въ полную силу. Четырехцилиндровый четырехтактный двигатель можетъ еще счищаться удовлетворительнымъ на водѣ. Двухтактный же двигатель работаетъ относительно спокойно даже при одномъ цилиндрѣ, а на чиная 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 всѣ движущіяся и неподвижныя части дѣлаются болѣе толстыми съ большимъ запасомъ прочности. Чрезмѣрное облегченіе вѣса поршней, шатуновъ и колѣнчатаго вала, имѣющее большое значеніе для быстро вращающагося автомо-

мобилянаго двигателя, теряетъ такое существенное значеніе, какъ только число оборотовъ становится меныше 1000 въ минуту, а въмъ болѣе подходитъ къ 400—500. Большій 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-

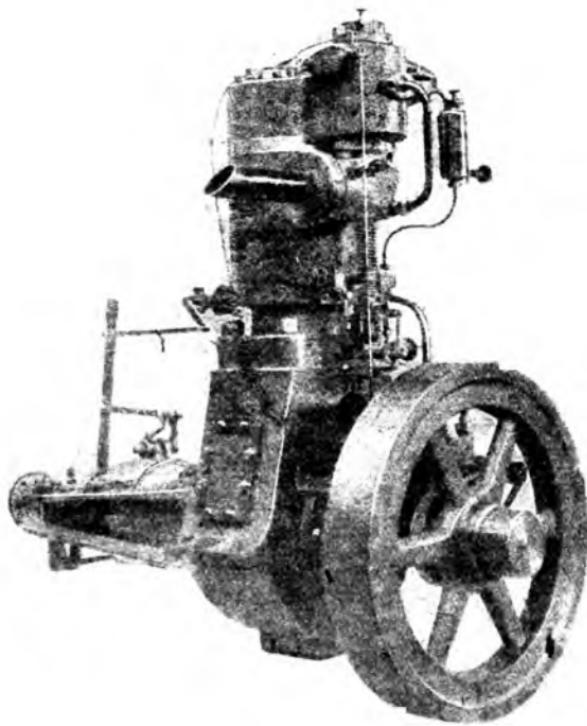


Рис. 84. Видъ лодочнаго двигателя, съ небольшой скоростью вращенія — около 300 оборотовъ въ минуту. (Система Кромпта). Двигатель четырехтактный. Механизмъ перемѣны вращенія укрѣпленъ на продолженіи картера двигателя.

ный двигатель *Кромпта*, 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 автоматический пускъ сжатымъ воздухомъ.

3. Нѣкоторыя особенности двигателей для судовъ и лодокъ въ пусковыхъ приспособленіяхъ. При пользованіи двигателями внутреннаго сгоранія для моторныхъ судовъ конструкція распределительного ме-

ханизма нѣсколько усложняется, въ виду необходимости получать работу двигателя въ обоихъ направленияхъ вращенія. Так же пускъ долженъ быть посредствомъ механическихъ приспособленій кромѣ только самыхъ малыхъ моделей; пустить двигатель въ ходъ посредствомъ рукоятки совершенно невозможно, если винт сколько-нибудь значительныхъ размѣровъ. При двигателяхъ большихъ силь къ тому же валъ винта не разобщается обыкновенно отъ двигателя, такъ какъ приспособленія для перемѣнъ 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 тормаза на водѣ не имѣется.

Между двухтактными и четырехтактными двигателями, какъ уже сказано, продолжается соревнованіе въ отношеніи ихъ приемимости 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. Мелкие же двигатели, до 10 л. с., одно и двухцилиндровые удобнѣе—двухтактные, также двухтактные приемимы 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 сжатаго воздуха къ началу опускания поршня съ потож нія верхней мертвой точки открывается особый клапанъ, соединенный съ резервуаромъ сжатаго воздуха.

Для выпуска сжатаго воздуха въ слѣдующіе полоборота служить тотъ же выпускной клапанъ, который вообще предна значенъ для выпуска сгорѣвшихъ газовъ, но дѣйствіемъ добавочнаго кулачка на распределительномъ валу клапанъ открывается при каждомъ оборотѣ двигателя. Послѣ нѣсколькихъ (2—3) оборо товъ прекращаютъ посредствомъ особого приспособленія дѣйствіе добавочныхъ кулачковъ и вмѣстѣ съ тѣмъ заставляютъ дѣйствовать выпускной клапанъ для наружнаго (атмосфернаго) воздуха и насосъ для подачи керосина или нефти въ камеру вспышки. Двигатель начинаетъ работать, какъ двухтактный, при чемъ воспламененіе смѣси получается отъ накаленнаго чугуннаго шара на крышкѣ цилиндра.

Особенность распределительного механизма сравнительно съ другими двигателями, имѣющими впускъ сжатымъ воздухомъ, заключается въ томъ, что распределительный валъ не имѣетъ передвижныхъ кулачковъ, также какъ не имѣетъ и бокого прѣдвиженія. Проявленіе же дѣйствія тѣхъ или иныхъ кулачковъ и прекращеніе ихъ дѣйствія достигается поворотомъ отдельнаго распределительного вала съ кулачковыми насадками. Въ зависимости отъ относительного расположения насадокъ на дополнительномъ валу и привода тѣхъ или иныхъ насадокъ внизъ, получается прижиманіе особыхъ рычажковъ съ роликами

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

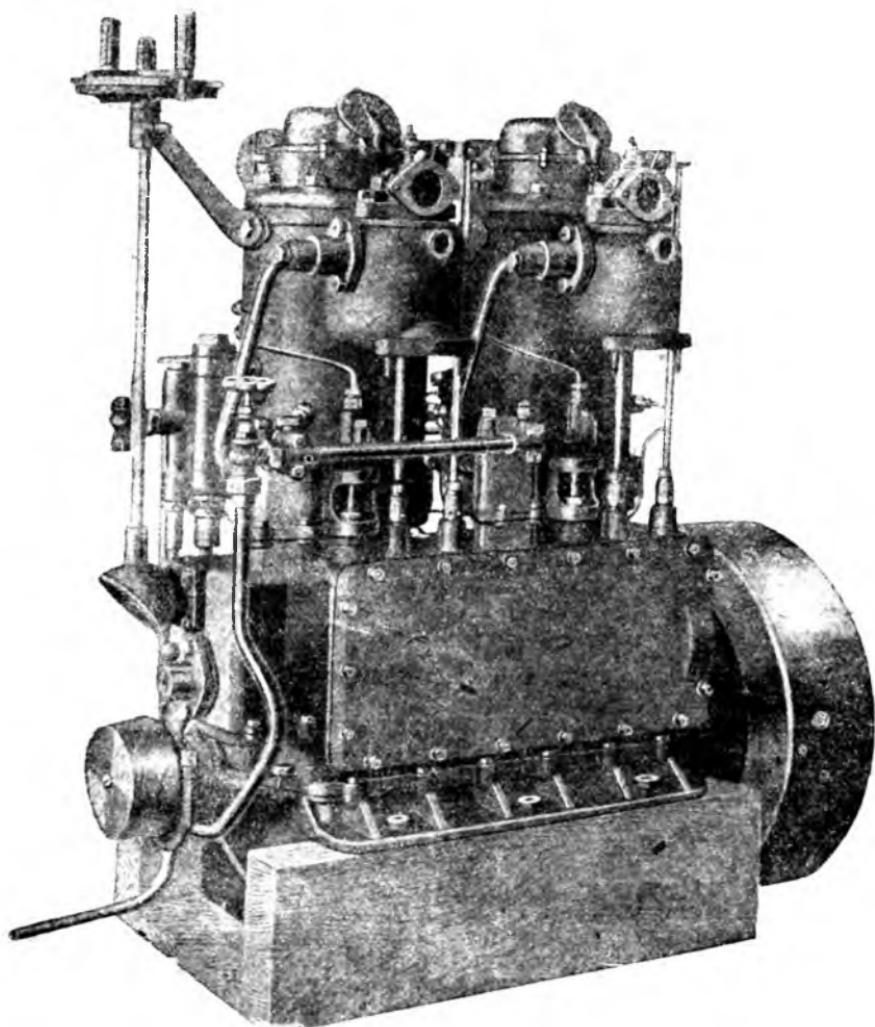


Рис. 85. Наружный видъ судового четырехтактного двигателя Локе съ приспособлениемъ для пуска въ ходъ сжатымъ воздухомъ посредствомъ временного превращенія двигателя въ двухтактный, перестановкой кулачко-въ на дополнительномъ распределительномъ валѣ. Эта система позволяетъ придавать и обратный ходъ двигателю посредствомъ соотвѣтственной перестановки кулачковъ.

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

Такимъ при способлениемъ обойдена трудность передвижения кулачковъ при упорѣ объ нихъ роликовъ или концовъ штоковъ. Въ нѣкоторыхъ другихъ системахъ ролики временно приподнимаются, дабы было возможно передвиженіе. При системѣ, какъ у Локе, возможно даже выключать постепенно по одному цилинду отъ дѣйствія сжатаго 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 распределительномъ валикѣ особые кулачки и соотвѣтствующіе кулачковые выступы на дополнительномъ валу.

II.

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

А.—Ходъ газовъ и распределительный механизмъ въ двухтактномъ двигателе, гдѣ смѣсь газовъ сжимается въ картерѣ.

Въ двухтактномъ двигателе должны произойти съ газами все тѣ явленія, какія извѣстны изъ описанія работы четырехтактныхъ двигателей обыкновенного автомобильнаго типа.

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

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

Затрудненіе въ распределеніи 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.

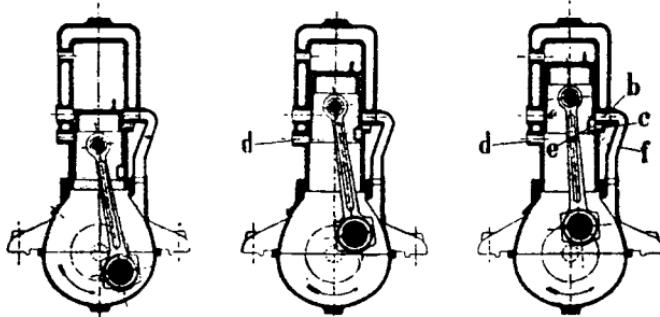
Практически удалось разрѣшить эту на первый взглядъ довольно трудную задачу слѣдующимъ образомъ.

Газы всасываются изъ карбюратора не въ верхнюю часть цилиндра, а попадаютъ въ картеръ, при чмъ разрѣженіе получается во время хода поршня вверхъ, когда въ цилиндрѣ происходитъ сжатіе смѣси. Такимъ образомъ всасываніе смѣси, хотя пока еще и не въ цилиндрѣ, 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 чмъ 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 соединительному трубѣ въ цилиндръ двигателя съ противоположной стороны отъ выпускнаго отверстія, отводится особой пластинкой въ верхнюю часть цилиндра и такимъ образомъ какъ бы выметается оставшися еще въ цилиндрѣ отработавшіе газы. На выпускъ газовъ не уходитъ, слѣдовательно, цѣлого такта, а лишь малая часть такта.

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

богатшихъ 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 расчитывать 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 менѣе, чѣмъ въ 4-тактномъ двигатѣ.



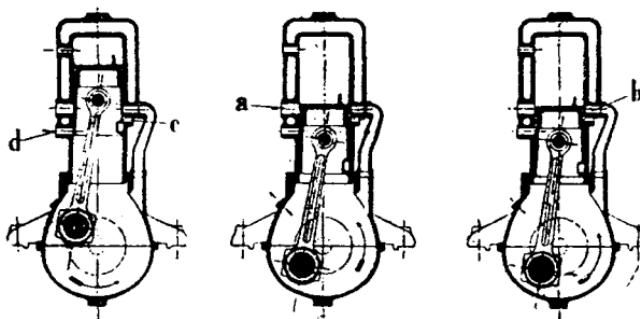
Черт. 1.

Черт. 2.

Черт. 3.

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

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



Черт. 1

Черт. 2.

Черт. 3.

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 свѣжой смѣси въ цилиндръ изъ картера.

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

Для двухтактного двигателя понадобилось, для лучшаго объясненія дѣйствія, 6 чертежей, тогда какъ болѣе сложный циклъ четырехтактнаго двигателя всегда ясно представляется на 4 чертежахъ.

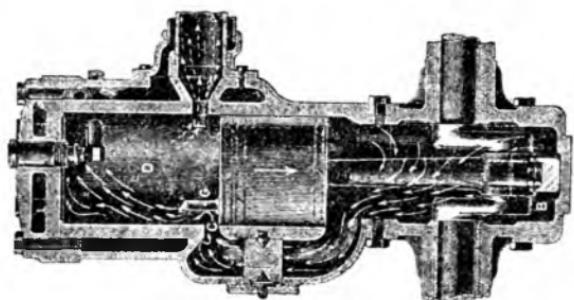


Рис. 88—в.

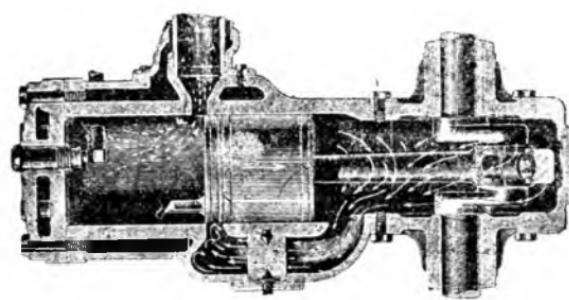


Рис. 88—б.

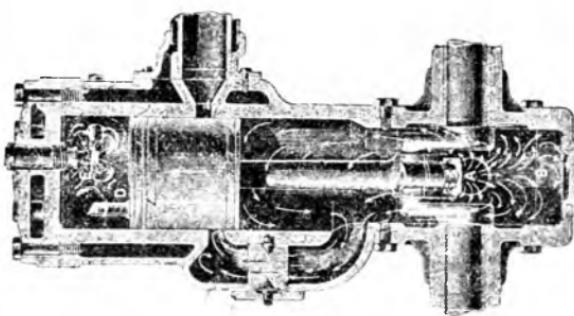


Рис. 88—а.

Рис. 88—а. Ходъ газовъ въ двухтактномъ двигателе, *т.е.* съ сжатіемъ смеси въ картерѣ. *Періодъ всасыванія смеси въ картерѣ и сжатія въ камерѣ сгоранія.* — *А*, всасывающая труба, соединенная съ карбюраторомъ. — *Б*, картеръ. — *В*, свѣчка (здесь показана система зажиганія на отрывѣ). — *Д*, вертикальная пластинка на поршнѣ, направляющая газы. Рис. 88—б. Ходъ газовъ изъ двухтактнаго двигателя. *Періодъ выпуска газовъ.* — *Е*, сгорѣвшій газовъ. — *Ф*, отверстіе выпускка газовъ. Рис. 88—в. Ходъ газовъ изъ двухтактнаго двигателя. *Періодъ всасыванія газовъ и переходъ смеси въ картеръ въ верхнюю часть цилиндра черезъ отверстіе *С*.* — *Г*, цилиндръ, — *О*, вертикальная пластина на поршнѣ, направляющая газы.

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

На рис. 88-а показано **васасываніе газовъ въ картеръ** *В* черезъ всасывающую трубу *А*, соединенную съ карбюраторомъ (карбюраторъ на рис не виденъ). Газы рас пространяются 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* (здесь показана система зажиганія на отрывѣ), хотя поршень еще не дошелъ вполнѣ до своего верхняго положенія и колѣно не стало еще вполнѣ 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 подъ вліяніемъ давленія, ими образуемаго, уже окончился, а вмѣстѣ съ тѣмъ поршень опустился еще дальше внизъ и открылъ отверстіе *C*, вслѣдствіе чего смѣсь, скатая въ картерѣ, начинала 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 смѣщеніе газовъ, сгорѣвшихъ и свѣжей смѣси, всетаки произойдетъ.

Вмѣсто отверстій въ стѣнкахъ цилиндра, открывающихся дѣйствіемъ поршня во время его передвиженія, возможно, конечно, устроить распределеніе клапанами, но конструкторы двухтактныхъ двигателей, кроме большихъ судовыхъ типа Дизель, избѣгаютъ этого главнымъ образомъ потому, что системой открытия отверстій моментъ открытия и закрытия регулируется движениемъ поршня, т. е. связанъ непосредственно съ работой двигателя и не можетъ быть по недосмотру или отъ изнашиванія нарушенъ. А въ двухтактныхъ двигателяхъ точность распределенія имѣеть даже нѣсколько большее значеніе, чѣмъ въ 4-хтактныхъ.

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

Предположимъ, что колѣнчатый валъ вращается въ направлении, обратномъ движению 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 подъ большимъ давленіемъ, а въ точкѣ *B'* давленіе должно оставаться не выше $1\frac{1}{4}$ атмосферы. Въ дальнѣйшемъ выпускъ будетъ происходить какъ подъ вліяніемъ собственного давленія, такъ и подъ вліяніемъ давленія которой нѣсколько превосходитъ атмосферное и должно быть разсчитано 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* происходить сжатіе газа. Въ слѣдующій оборотъ весь циклъ повторяется вновь.

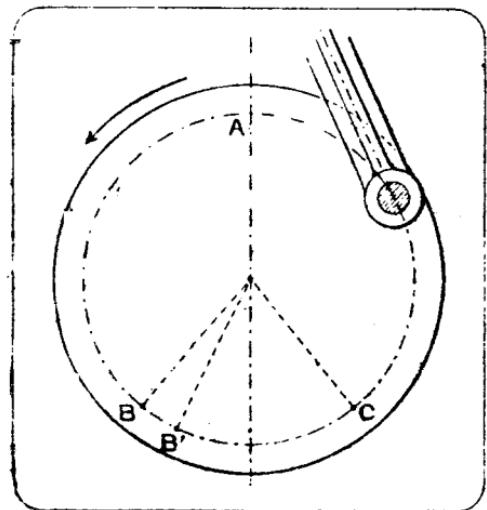


Рис. 89. Схематическое изображеніе распределенія тактовъ и моментовъ впуска и выпуска газовъ въ двухтактномъ двигателе.—*A*, верхняя мертвая точка.—*B*, начало выпуска сгорѣвшихъ газовъ.—*B'*, начало перехода газовъ, скатыхъ въ картерѣ, въ верхнюю часть цилиндра.—*B'* до *C*, продолженіе выхода сгорѣвшихъ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

ніемъ впуска сжатой въ картерѣ смѣси, превосходитъ атмосферное и должно быть разсчитано 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* происходить сжатіе газа. Въ слѣдующій оборотъ весь циклъ повторяется вновь.

Двухтактные двигатели съ вбрьзгиваніемъ смѣси подъ давленіемъ.

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

сортовъ 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 материала происходитъ не черезъ карбюраторъ, а посредствомъ отдѣльнаго насоса по трубкѣ *P* непосредственно въ камеру вспышки. Такъ какъ сжатый къ тому времени воздухъ пріобрѣтаетъ уже высокую температуру какъ отъ сжатія, такъ и отъ соприкосновенія съ горячими стѣнками цилиндра, то жидкое топливо моментально обра-

Рис. 90. Разрѣзъ двухтактнаго двигателя *Митцъ и Вейсъ* съ зажиганіемъ накаленнымъ шаромъ и подачей горючаго материала насосомъ; Карбюратора нѣть.

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

щается въ газъ и смѣшивается съ воздухомъ, а отъ соприкосновенія съ накаленными 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 пропицаемость соединений и подшипниковъ картера для газовъ имѣть 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 сжатіемъ (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 вѣбрзгиваемое топливо воспламѣняется.

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

Неудобство сжиманія смѣси въ картерѣ, и главнымъ образомъ трудность поддержания 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 *Леиро* сжатіе смѣси (предварительное) передъ впускомъ въ камеру вспышки происходитъ между двумя поршнями. Верхній поршень (рис. 91) работаетъ, какъ обыкновено, и онъ соединенъ съ шатуномъ, прикрепленнымъ у нижнаго края поршня. Нижній неподвижный поршень служить 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 распределительного крана, закрывающаго одновременно въ этотъ моментъ обратный путь къ карбюратору.

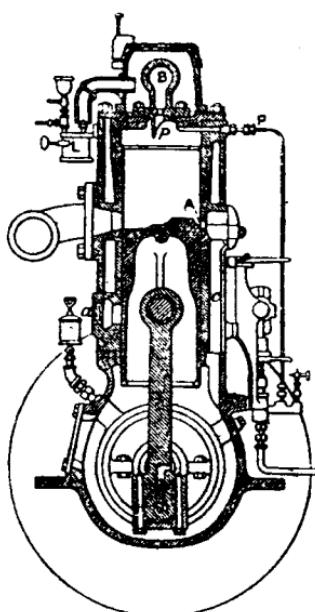


Рис. 90.

Другой двигатель съ сжатіемъ смѣси не въ картерѣ, системы Токи-Губеръ, имѣть 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 движения 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, повертыющимся сколько нужно при измѣненіи угла наклона шатуна. Конечно, треніе въ механизмаѣ нѣсколько увеличивается, такъ же какъ и сложность всего устройства.

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

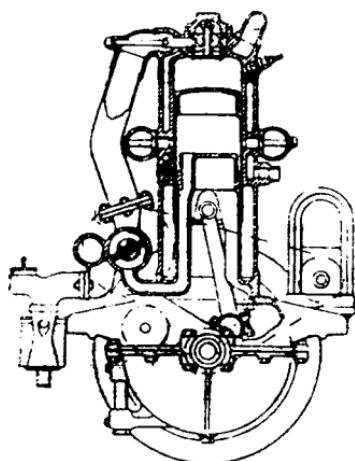


Рис. 91.

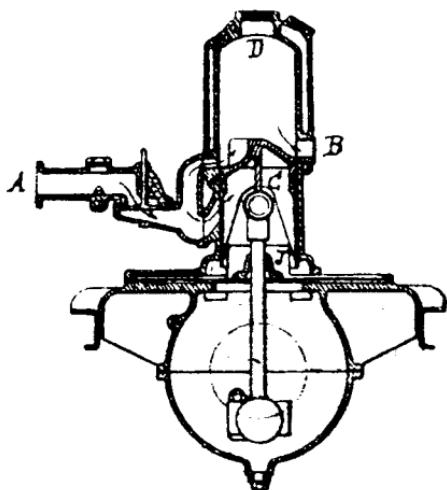


Рис. 92.

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

Рис. 92. Двухтактный двигатель системы Токи-Губеръ.

А, всасывающая труба съ автоматическимъ клапаномъ.—В, выпускъ отработавшихъ газовъ.—С, поршень особой формы для лучшаго направленія газа.—Д, 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 имѣть уступъ и представляеть какъ бы соединеніе двухъ цилиндротовъ, большаго и меньшаго діаметра. Однаково и поршень имѣть два ряда колецъ, при чмъ нижня 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 заѣмъ 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 подготовляется такимъ образомъ для всыпки. 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 цилиндротовъ 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—возлуха, а топливо взбрызгивается потомъ), а для двигателей большихъ мощностей перешло къ сжатію воздуха (т. н. продувочного до давленія въ $\frac{1}{4}$ 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 гоночного типа, стремится 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—стаѣтъ переходить на нефть.

Въ зависимости отъ разницы въ основныхъ способахъ питанія топливами средней летучести (керосиномъ, спиртомъ и отчасти смѣсью со скпицдаромъ и другими сходными по летучести жидкостями) и менѣей 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 конический кранъ.—W, H, W₁, нуть керосина къ пульверизатору D.—X, горѣлка для подогрѣванія канала и всасывающей трубы M черезъ отверстіе Z.—H, кранъ, направляющій жидкое топливо непосредственно въ пульверизаторъ помимо канала, обогрѣваемаго лампочкой.—R, G, G₁, калоризаторъ—пористое тѣло и отверстія для подогрѣванія всасывающей трубы.—K, f, чашечка и трубочки для всасыванія горячаго спирта при пускѣ на спиртѣ.—E, подогрѣвательная камера отработавшими газами.—S, вертушки на оси A, поднимающія конический кранъ пульверизатора при токѣ воздуха (система Реміа).

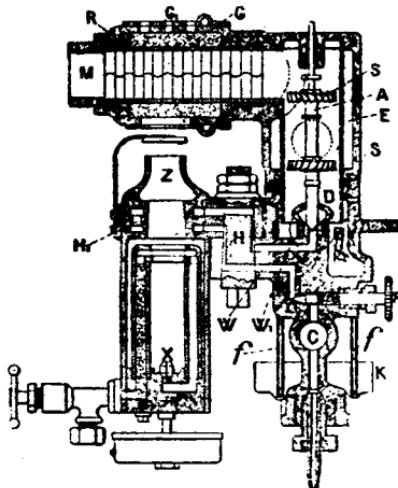


Рис. 93.

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 достаточного подогрѣванія приходится доводить стѣнки, отдающія тепло парамъ керосина, до температуры въ 200 и более градусовъ. Въ такомъ случаѣ, какъ замѣчено, частицы керосина, со-прикасающейся со стѣнками разлагаются и пріобрѣтаютъ менѣе сложный химический составъ молекулы, при чемъ частью поглощаютъ теплоту (реакція т. наз. *эндотермическая*). Вслѣдствіе этого сгораніе паровъ керосина проходитъ быстрѣе нормального 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 резулѣтатѣ полезная мощность, развивающаяся опредѣленнымъ вѣсомъ керосина, получается менѣшей.

Поэтому изысканія всѣхъ конструкторовъ въ этой области должны быть сводиться къ подогрѣванію 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 подогрѣванія керосинового карбюратора настолько велика, что если пользуются отработавшими газами, то приходится пропускать ихъ черезъ карбюраторъ почти цѣликомъ, между тѣмъ какъ известно, что въ бензиновомъ двигателе достаточно пропускать отъ 0,05 до 0,1 всей массы отработавшаго газа, чтобы карбюраторъ подогрѣвался достаточно.

Чтобы не затруднять выхода отработавшихъ газовъ и не произоходить обратнаго давленія, какъ известно, уменьшающаго полезную отдачу двигателя и способствующаго обгоранію выпускныхъ клапановъ, нѣкоторые конструкторы предпочитаютъ подогрѣвать карбюраторъ отдельными керосиновыми лампами, хотя это усложняетъ устройство и даетъ добавочную опасность въ отношеніи огня. За то отдельные горѣлки допускаютъ легкій пускъ съ мѣста на керосинѣ, тогда какъ при подогрѣваніи 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 описание одной изъ системъ керосиновыхъ карбюраторовъ.

Керосиновый карбюраторъ *Ретцъ* можетъ работать и на спиртѣ и на бензинѣ. Когда работаютъ на керосинѣ, то подогрѣваніе получается тройное: во-первыхъ, особая горѣлка *X* (рис. 93), подогрѣваетъ керосинъ, подступающій къ пульверизатору при проходѣ его по каналамъ *H*. Подступаетъ керосинъ черезъ кранъ *C* и черезъ регулировочный конический кранъ *P*, затѣмъ черезъ каналъ *W*. Подогрѣтый керосинъ подступаетъ къ пульверизатору *D* черезъ каналъ *W₁*. Затѣмъ второе подогрѣваніе производится въ камерѣ смѣшиванія пропускомъ отработавшихъ газовъ (части ихъ) черезъ рубашечное пространство *E*. Третье подогрѣваніе происходитъ всасывающей трубѣ посредствомъ той же горѣлки *X*, при чемъ горячіе газы проходятъ вокругъ части трубы *M* и подогрѣваютъ калоризаторъ *R*, проходя далѣе черезъ пористую массу *G* и отверстія *G₁*. Этимъ уничтожается слишкомъ сильное накаливаніе стѣнокъ трубы и вмѣстѣ съ тѣмъ температура держится болѣе равномѣрной.

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

Когда работаютъ на бензинѣ, то подогрѣваніе 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 отдельныхъ

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

Практическое рѣшеніе вопроса о карбюрированіи керосина и другихъ подобныхъ по вспышкѣ жидкостей должно быть направлено все же на постепенное, а не быстрое подогреваніе, какъ керосина, такъ и всасываемаго воздуха до температуры около 100°, съ последующимъ 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 вбрзгиваніи нефти подъ давлениемъ въ цилиндръ въ нужный моментъ. Карбюраторъ, который подготовлялъ бы смѣсъ газообразной нефти съ воздухомъ невозможенъ уже потому, что пришлось бы нагревать стѣнки карбюратора до очень высокой температуры, и все же тамъ появлялось бы отложение углерода и не вполнѣ испарившихся частей нефти. Быстро образовался бы нагаръ, который затруднилъ бы дальнѣйшую работу кар-

Рис. 94. Разрѣзъ топливного впускного клапана двигателя типа Дизель высокаго давленія, где вспышка происходитъ воспламененіемъ смѣси въ моментъ вбрзгиванія. — А, длинный стержень клапана, оканчивающійся конусомъ. — Б, Б, тонкій каналъ для подачи топлива къ клапану. — В, болѣе широкій каналъ для сжатаго воздуха. — Г, насадка съ тонкими каналами для разбиванія струи. — Д, пружина, автоматически закрывающая клапанъ.

бюратора. Непосредственное вбрзгиваніе производить, какъ сказано раньше, образование нагара внутри камеры вспышки. Это замѣчается преимущественно въ мѣстахъ, окружающихъ ту точку, куда направлены струя нефти. Въ большинствѣ случаевъ такая струя направляется вѣкосъ на внутреннюю поверхность накаленного шара вблизи мѣста его прикрепленія къ камере взрыва. Однако, и при такой кажущейся нерациональной системѣ бываютъ случаи, что двигатель работаетъ безъ разборки 2—3 мѣсяца. Это надо приписать умѣлому поддерживанію температуры стѣнокъ шара въ мѣстахъ соприкосновенія со струей нефти. Температура не должна быть слишкомъ высока.

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

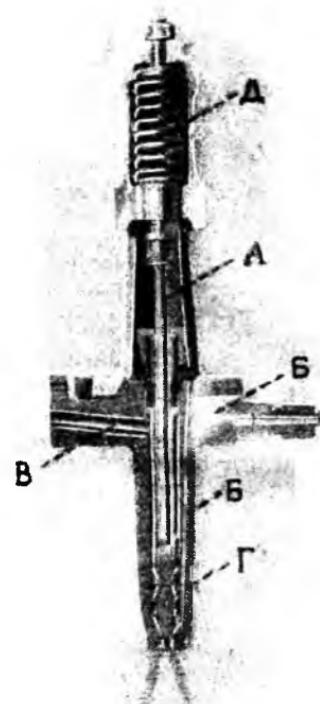


Рис. 94.

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

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

Экономичность типа Дизель въ расходѣ топлива зависитъ отъ двухъ причинъ: предварительного высокаго сжатія, что даетъ лучшее использваніе 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 давление не позволяетъ смѣшивать топливо съ воздухомъ до наступленія расчитанаго момента вспышки; вспышка получилась бы преждевременно, какъ только сжатіе превысило бы 7—8 атмосферъ. Поэтому въ Дизеляхъ приходится вбрьзгивать 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 разбиванія струйки на мелкія капельки надо, чтобы струйка вталкивалась воздухомъ подъ еще большимъ давленіемъ; доводяТЬ вгноящій 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 стекаетъ по тонкому каналу внизъ къ коническому клапану форсунки. Въ нужный моментъ, когда поршень подходитъ къ верхней мертвой точкѣ, длинный стержень конического клапана приподнимается за верхнюю свою часть механическимъ приводомъ (обыкновенно—колыччатымъ рычагомъ) отъ кулачковаго распределительного вала и топливо вбрьзгивается 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 имѣеть каналы, пропиленные на ея поверхности въ различныхъ направленіяхъ и способствующіе разбиванію 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, дѣствіемъ кулачка распределительного 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 сжатаго воздуха для вбрьзгивания смѣси, но сжатый воздухъ все равно остается необходимымъ для пуска двигателей въ ходъ. Можно бы пускать двигатель аккумуляторами, но эта система, которую можно примѣнить на подводныхъ лодкахъ, пока не принята на коммерческихъ судахъ.

По конструктивнымъ соображеніямъ строить насосъ для сжиманія въ одинъ пріемъ до 50 атмосферъ затруднительно и потому употребляютъ теперь трехступенчатые насосы, где воздухъ посѣлъ каждого частичнаго сжатія охлаждается водой. Одинъ изъ наиболѣе употребительныхъ типовъ судовыхъ трехступенчатыхъ насосовъ (сист. Ривела) показанъ на рис. 95. Цилиндръ низкаго давленія 2—(по бокамъ); среднаго давленія 1—

(внизу); высокаго давления 1—(на верху). Внизу по бокамъ разрѣзы 2-хъ цилиндрическихъ сборныхъ камеръ послѣ низкаго и средняго давления. Воздухъ въ нихъ нѣсколько охлаждается вслѣдствіе допускаемаго расширенія, что помогаетъ осажденію паровъ воды и продуванію ихъ времі 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.

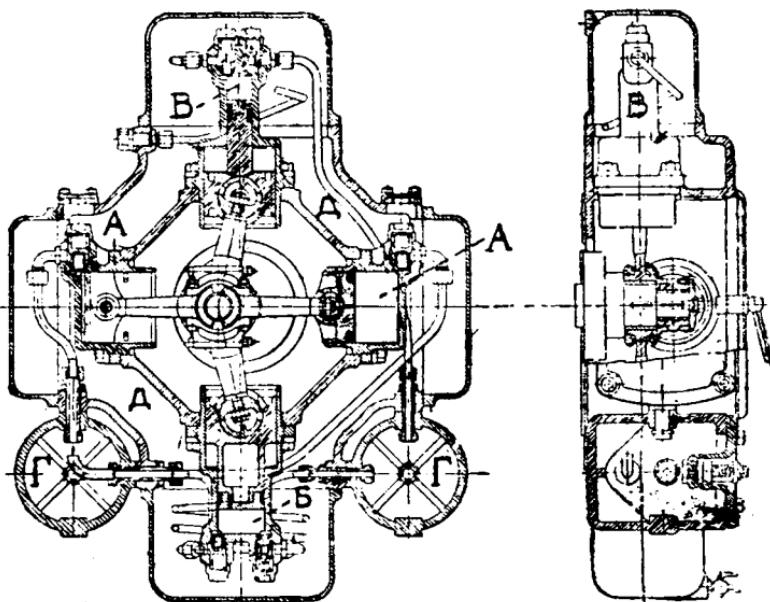


Рис. 95. Компрессоръ трехступенчатый для двигателей высокаго сжатія (типа Дизель) для вбрызгиванія топлива и для пуска въ ходъ. Сист. Рисун. а.—А, 2 цилиндра низкаго давления.—Б и В, средняго и высокаго давления.—Г, 2 цилиндрическія сборныя камеры, допускающія продувку излишней влаги.—Д, водяная рубашка,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

Конструкторы, желающіе избѣгнуть примѣненія сжатаго 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 распределительного вала. Такимъ путемъ легко получается мгновеніе въ давлениі до 300 и болѣе атмосферъ; иные конструкторы доходятъ до 600 атм. Уменьшенія сложности и жалобъ не видно, но появляется другое преимущество—возможность работать съ и сколько енъшимъ сжатіемъ, т. к. сжатый воздухъ не охлаждается струей менѣе горячаго воздуха, вбрызгивающимъ топливо.

Оба описанныя приспособленія: топливный впускной клапанъ дѣйствуетъ ющій давлениемъ и компрессоръ для сжиманія воздуха нужны одинаково для двухъ и для четырехтактныхъ двигателей, если толикъ они работаютъ съ высокимъ сжатіемъ. Но специально для двухтактныхъ двигателей сколько нибудь значительной мощности (выше 15—20 л. с. изъ цилиндра) нужно особое приспособленіе для предварительного, хотя и не большого сжатія прородувочнаго воздуха. Достаточно давление около 0,15 кг на кв. сант., т. е. около $1/6$ атмосферы.

Въ малыхъ лодочныхъ двигателяхъ сжатіе получается въ картерѣ, причемъ одновременно съ карбюраціей. При большихъ мощностяхъ невозможъ дѣлать герметически закрытый картеръ, и продувные насосы должны быть устроены отдельно. Насосъ высокаго давленія для вбрьзгиванія топлива и для пуска двигателя не можетъ быть примѣненъ, вслѣдствіе неизкормичности при слишкомъ большой разницѣ давленій; приходится устраивать отдельный насосъ, или нѣсколько такихъ насосовъ — для многоцилиндровыхъ двигателей. Ставить ихъ обыкновено на переднемъ концѣ вѣнчатааго вала двигателя, на облегченной его части изъ расчета на каждыя 2 цилиндра двигателя по 1 цилиндуру нѣсколько большаго шамета для сжиманія продувочнаго воздуха.

Премяется въ послѣдніе времена, чтобы не удлинять главнаго вала двигателя и отсѣка машиннаго отдѣленія, ставить продувочные насосы въ машинѣ отъ главной машины, при чемъ на осы приводятся въ дѣйствіе, чтобы двигательемъ типа Дизель небольшой мощности, или небольшой паровой турбиной въ случаѣ турбо-насоса (безпоршневаго); въ постѣдніи случаѣ легкимъ и электродвигатель.

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

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

Для еще большихъ мощностей — выше 1000 л. с. на 1 цилиндръ, цѣлесообразно переходить на систему съ расходящимися поршнями, опять же двухтактнаго цикла, при чемъ Докфоръ въ Англіи и Камель-Лэйръ въ Америкѣ примѣняютъ такую систему. Пропагандистомъ этого типа является герм. конст. укторъ Юнкерсъ, выполнившій систему съ двумя парами поршней въ одномъ цилиндрѣ на опытномъ двигателе въ 1000 л. с., въ 1912 г., а еще раньше въ 1910 г. доставившій на Международную Выставку Двиг. Внтур. 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. и дра т. к. крышка отсутствуетъ. Возвратно дѣйствующіе массы компенсируютъ одна другую, и при большихъ мощностяхъ выгода въ использованіи топлива и въ вѣсѣ двигателя на л. с.— значительная.

IV.

Типы лодочныхъ и судовыхъ двигателей.

Разнообразіе типовъ двигателей внутреннаго 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 наивысшій предѣль превоходить наименьшій въ 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 внутреннаго сгоранія для води-го передвиженія предѣлы раздвинуты отъ $1\frac{1}{2}$ л. с. до 100.000 л. с.; высший предѣль превосходитъ низший въ 200.000 разъ).

Рассматривая типы двигателей, начиная съ излагаемого 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 избѣженіе сотря-

сений корпуса—двуихтактными (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 загальноымъ шаромъ—среднихъ сжатій, одно и двухцилиндровые и ставятся какъ вспомогательные для яхтъ и для рыболовныхъ промысловыхъ судовъ. Въ большинствѣ случаевъ—двуихтактные.

3. Отъ 25 до 100 л. с. а) для спортивныхъ и гоночныхъ лодокъ—исключительно бензиновые съ 4, 6 и болѣе цилиндрами, типовъ нормальнаго автомобильнаго, облегченного автомобильнаго и иногда даже авиаціоннаго, 4-хъ тактныхъ, б) для промысловыхъ цѣлей, коммерческихъ судовъ малаго водоизмѣщенія, и ввидѣ вспомогательныхъ для яхтъ—2, 3 и 4 цилиндровые, тяжелаго типа, при чмъ выше 50 л. с. керосиновые встречаются рѣдко, а почти исключительно нефтяные средняго сжатія съ загальноымъ шаромъ и иногда съ электрическимъ зажиганіемъ; послѣдніе слѣдуетъ особенно пропагандировать—увеличивается безопасность и быстрота пуска въ ходъ. Пускъ въ ходъ выше 50 л. с.—рукояткой уже не достичимъ и обязательно пользоваться съ атмъ воздухомъ (или аккумуляторами). Двуихтактные спорятъ съ четырехтактными въ этомъ промежуткѣ мощностей; до 50 л. с. перевѣсь явно на сторонѣ двухтактныхъ, а приближаясь къ 100 л. с.—четырехтактнымъ отдается преимущество.

4. Отъ 100 до 500 л. с. четырехтактные пользуются болѣе значительнымъ распросраненіемъ, 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, удорожающіхъ двигатель. Обыкновенно 4 или 6 цилиндровъ. Топливо—нефть и другіе тяжелы масла.

5. Выше 500 л. с. и приблизительно до 3000 л. с. при 6—8 цилиндровъ и при двухъ двигателяхъ на суднѣ—четырехтактные чаще примѣняются, 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.—двуихтактные, 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 двухтактнмъ двойного 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 коэффиціентъ ионезнаго дѣйствія.

8. При дальнѣйшемъ повышеніи мощности судовыхъ установокъ отъ 10.000 до 100.000 л. с., что даетъ при 4 винтахъ и при 8 цилиндрѣмъ два винта, отъ 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 непрекращающемся состязанію съ ними новыхъ паровыхъ турбинныхъ установокъ авторъ предполагаетъ посвятить отдѣльный трудъ.

